

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

MOTEURS A COMBUSTION INTERNE

SESSION 2000

ETUDE DES MOTEURS

U 52 Etude et analyse des moteurs

Durée: 3 h - Coefficient : 3

AUCUN DOCUMENT AUTRE QUE LE SUJET N'EST AUTORISE.

L'USAGE DE LA CALCULATRICE EST AUTORISE.

CODE EPREUVE : MOE5EAM		EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SPECIALITE : MOTEURS A COMBUSTION INTERNE	
SESSION 2000	SUJET	EPREUVE : ETUDE DES MOTEURS PARTIE ETUDE ET ANALYSE DES MOTEURS – U52		
Durée : 3h00	Coefficient : 3		Code sujet :	Page : 0/10

<p style="text-align: center;">Epreuve U52. Etude et analyse des moteurs.</p>

Durée : 3 heures.

Coefficient : 3.

Présentation.

Le sujet comprend quatre parties indépendantes.

Chaque partie sera traitée sur une copie séparée.

Il est conseillé de consacrer à chacune des parties la durée suivante :

Lecture du sujet : 10 min.

1^{ère} partie : 40 min.

2^{ème} partie : 40 min.

3^{ème} partie : 1h

4^{ème} partie : 30 min.

Le dossier est composé de 10 pages :

Présentation de l'étude et texte du sujet	Page 2 à 7.
Document 1 : Circuit d'alimentation en G.P.L.	Page 8.
Document 2 : Courbes de pression de vapeur saturante	Page 9.
Document 3 : Schéma du détendeur - vaporisateur	Page 10.

La clarté des réponses, la présentation et la précision des argumentations seront prises en compte dans la notation.

Présentation de l'étude.

La réduction de la pollution et la diminution de l'émission de gaz à effet de serre (CO₂) sont concrétisées par des réglementations de plus en plus strictes. Des actions visent à réduire la consommation, ou à utiliser des carburants différents.

Il existe un carburant, immédiatement disponible, peu coûteux et d'emploi aisé. Il contribue à la réduction de la pollution émise. Il s'agit du Gaz de Pétrole Liquéfié (G.P.L.).

Le G.P.L. est un mélange de Propane et de Butane (α C₃H₈ + β C₄H₁₀). En volume, le mélange doit comporter entre 19 % et 50 % de Propane.

L'étude comprend 4 parties.

- 1^{ère} partie : Détermination de la consommation, en fonctionnement essence, par la méthode du bilan carbone.
- 2^{ème} partie : Comparatif entre le fonctionnement essence et G.P.L.
- 3^{ème} partie : Etude du circuit d'alimentation en G.P.L.
- 4^{ème} partie : Etude du capteur de pression tubulure.

Texte du sujet.

1^{ère} partie : Détermination de la consommation, en fonctionnement essence, par la méthode du bilan carbone.

Principe de la mesure :

Il repose sur le principe que le carbone contenu dans le carburant se retrouve intégralement dans les gaz d'échappement, dans le CO₂, le CO et les HC. La méthode évite l'instrumentation du véhicule. Elle permet de calculer la consommation de carburant du véhicule à partir des émissions de polluants.

Données.

Au cours d'un essai, on a prélevé les gaz d'échappement, qui après analyse ont donné :

- * Une masse m_1 de CO₂ (en g . essai⁻¹).
- * Une masse m_2 de CO (en g . essai⁻¹).
- * Une masse m_3 de HC, équivalent CH_{y1} (en g . essai⁻¹).
- * Le véhicule a consommé une masse de carburant m_{ce} (en g . essai⁻¹) d'essence (CH_y) que nous nous proposons de déterminer et de calculer.

Masses molaires atomiques :

$$C = 12 \text{ g . mol}^{-1}.$$

$$H = 1 \text{ g . mol}^{-1}.$$

$$O = 16 \text{ g . mol}^{-1}.$$

Questions.

Détermination des masses de carbone contenues dans les gaz d'échappement et dans le carburant, en fonction des masses molaires atomiques.

- 1.1 : Exprimez la masse de carbone contenue dans le CO₂ (m_{c,CO_2}), en fonction de m_1 .
- 1.2 : Exprimez la masse de carbone contenue dans le CO ($m_{c,CO}$), en fonction de m_2 .
- 1.3 : Exprimez la masse de carbone contenue dans les HC ($m_{c,HC}$), en fonction de m_3 et de y_1 .
- 1.4 : Exprimez la masse de carbone contenue dans le carburant (m_{c,CH_y}), en fonction de m_{ce} et de y .

Détermination de la relation entre les différentes masses de carbone.

- 1.5 : A partir du principe de la mesure énoncé ci-dessus, exprimez la relation entre les différentes masses recherchées aux questions 1.1 à 1.4.
- 1.6 : Déduisez-en l'expression de la masse de carburant consommée lors de l'essai (m_{ce} en g . essai⁻¹) en fonction des masses m_1 , m_2 et m_3 , et en prenant $y = y_1 = 1,85$.

1.7 : Application numérique :

$$m_1 = 1629 \text{ g} \cdot \text{essai}^{-1}$$

$$m_2 = 30,5 \text{ g} \cdot \text{essai}^{-1}$$

$$m_3 = 2,88 \text{ g} \cdot \text{essai}^{-1}$$

Calculez la masse de carburant consommée au cours de l'essai (m_{ce} en g . essai^{-1}).

Détermination de la consommation volumique de carburant.

1.8 : Exprimez le volume d'essence consommé (V_e en l . 100 km^{-1}) à partir de m_{ce} , de la masse volumique de l'essence (ρ_e en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) et de la distance parcourue au cours de l'essai (d en km).

1.9 : Application numérique :

$$\rho_e = 748 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$d = 11 \text{ km}.$$

$$\text{On prendra } m_{ce} = 530 \text{ g} \cdot \text{essai}^{-1}$$

Calculez la consommation du véhicule (V_e en l . 100 km^{-1}).

2^{ème} partie : Comparatif entre le fonctionnement essence et G.P.L.

Données.

- * La voiture est identique à celle utilisée pour la première question, et elle subit le même cycle d'essai.
- * Caractéristiques des carburants :

	Masse volumique ρ en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	Pouvoir calorifique PCI en $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	Pouvoir comburivore PCO	Contenu de CO_2 par MJ m_{CO_2} en g
Essence	748	42 900	14,4	74,6
G.P.L.	550	46 000	15,5	Question 2.6

La dernière colonne nous renseigne sur la masse de CO_2 émise lors d'une combustion d'un carburant qui a produit une quantité de chaleur de 1 méga joule.

- * Le G.P.L. est un mélange, en volume, de 50 % de propane et de 50 % de butane ($\text{C}_3\text{H}_8 + \text{C}_4\text{H}_{10}$).
- * On prendra pour la suite du sujet, $m_{ce} = 530 \text{ g} \cdot \text{essai}^{-1}$.

Questions.

Détermination de la consommation de G.P.L.

2.1 : Calculez l'énergie calorifique potentielle (Q_p en $\text{kJ} \cdot \text{essai}^{-1}$) contenue dans l'essence consommée au cours de l'essai.

2.2 : En prenant comme hypothèse que le rendement effectif (η_{eff}) est identique lors des fonctionnements en essence et en G.P.L., calculez la masse de G.P.L. consommée au cours de l'essai (m_{cg} en g . essai^{-1}).

2.3 : Déduisez-en la consommation de G.P.L. (V_g en l . 100 km⁻¹)

Rappel : la distance de l'essai est de 11 km.

2.4 : Déduisez-en l'écart relatif de consommation volumique aux 100 km pour un même travail développé (E_c en %).

Quelle est la principale origine de cet écart ?

Détermination des émissions de CO₂.

2.5 : Ecrivez et équilibrez l'équation de combustion stoechiométrique du G.P.L. dans de l'air ($O_2 + 3,78N_2$).

2.6 : Déduisez-en la masse de CO₂, en gramme, émise lors de la combustion dégageant une quantité de chaleur de 1MJ.

2.7 : A partir du résultat obtenu à la question 2.1, calculez la masse de CO₂ émise au cours d'un essai :

↳ En fonctionnement essence (m_{e,CO_2} en g . essai⁻¹).

↳ En fonctionnement G.P.L. (m_{g,CO_2} en g . essai⁻¹).

On fera l'hypothèse que la combustion est stoechiométrique au cours de l'essai.

2.8 : Va-t-on dans le sens des choix visant à réduire les gaz à effets de serre (Cf. Présentation de l'étude) ?

Justifiez votre réponse.

3^{ème} partie : Etude du circuit d'alimentation en G.P.L.

Données.

- * Le circuit général d'alimentation en G.P.L. (Document 1 page 8).
- * Les courbes de pression de vapeur saturante du butane, du propane et du G.P.L. (Document 2 Page 9).
- * Le schéma du détendeur - vaporisateur (Document 3 Page 10).
- * Le coefficient de dilatation cubique du G.P.L. est : $\alpha = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.
- * Le G.P.L. liquide est stocké dans un réservoir étanche. Dans celui-ci, il y a continuellement équilibre entre la pression du G.P.L. liquide et la pression du G.P.L. gazeux. Tout prélèvement d'une quantité de G.P.L. liquide provoque une évaporation pour compenser l'augmentation du volume occupé par le gaz G.P.L.
- * Le réservoir n'est rempli qu'à 80 % de sa capacité.

Questions.

Stockage et alimentation en G.P.L.

- 3.1 : Donnez la définition de la pression de vapeur saturante.
- 3.2 : A partir de la courbe Document 2, déterminez l'état du G.P.L. pour une température de 20 °C :
- ↳ Pour une pression de 7 bars.
 - ↳ Pour une pression de 1 bar.
 - ↳ Déduisez-en la pression dans le réservoir pour la température de 20 °C.
 - ↳ Quelle est l'évolution de la pression dans le réservoir, pour une température de 20 °C, en fonction du niveau de carburant dans le réservoir ? Justifiez votre réponse.
- 3.3 : Comment est obtenu l'écoulement de G.P.L. entre le réservoir et le détendeur - vaporisateur.
- 3.4 : Après avoir calculé l'augmentation de volume du G.P.L. en % entre 10 et 50°C, justifiez la limitation de remplissage des réservoirs.

Etude du détendeur - vaporisateur.

Le détendeur - vaporisateur, présenté document 3 permet :

- ↳ Le passage du G.P.L. de l'état liquide à l'état gazeux.
 - ↳ Le maintien d'une pression différentielle fixe (1^{er} étage).
 - ↳ Le réglage de la quantité de G.P.L. nécessaire au fonctionnement du moteur (2^{ème} étage).
- Cette quantité de gaz nécessaire au fonctionnement du moteur est déterminée par la section de passage au niveau de la soupape basse pression.

Questions.

- 3.5 : Sur les documents 1 et 3, on remarque une dérivation du circuit de refroidissement du moteur, au niveau du détendeur - vaporisateur.
- Justifiez le rôle et la nécessité de la circulation du liquide de refroidissement moteur.
- 3.6 : Ecrivez l'équation de débit massique au niveau de la soupape basse pression, en fonction des pressions dans les chambres 1^{er} et 2^{ème} étage.
- 3.7 : Quelles sont les conditions pour que le débit de gaz ne soit fonction que de la section de passage.
- 3.8 : Expliquez le fonctionnement du premier étage du détendeur - vaporisateur.
- Le débit de gaz est-il fonction uniquement de la section de passage au niveau de la soupape basse pression ?

Fonctionnement en G.P.L.

- 3.9 : A-t-on modification du remplissage moteur en fonctionnement G.P.L. ? Justifiez votre réponse.
- 3.10 : Y-a-t-il répercussion sur les températures d'échappement ? Justifiez votre réponse à partir de l'état du G.P.L. au niveau du diffuseur.

4^{ème} partie : Etude du capteur de pression tubulaire.

Données.

* Les relevés d'un capteur pression tubulaire sont repris dans le tableau ci-dessous.

P en mbar	200 mb	302 mb	398 mb	507 mb
U en volt	0,55 V	1 V	1,6 V	2,4 V
610 mb	700 mb	800 mb	900 mb	1000 mb
2,7 V	3,2 V	3,7 V	4,3 V	4,75 V

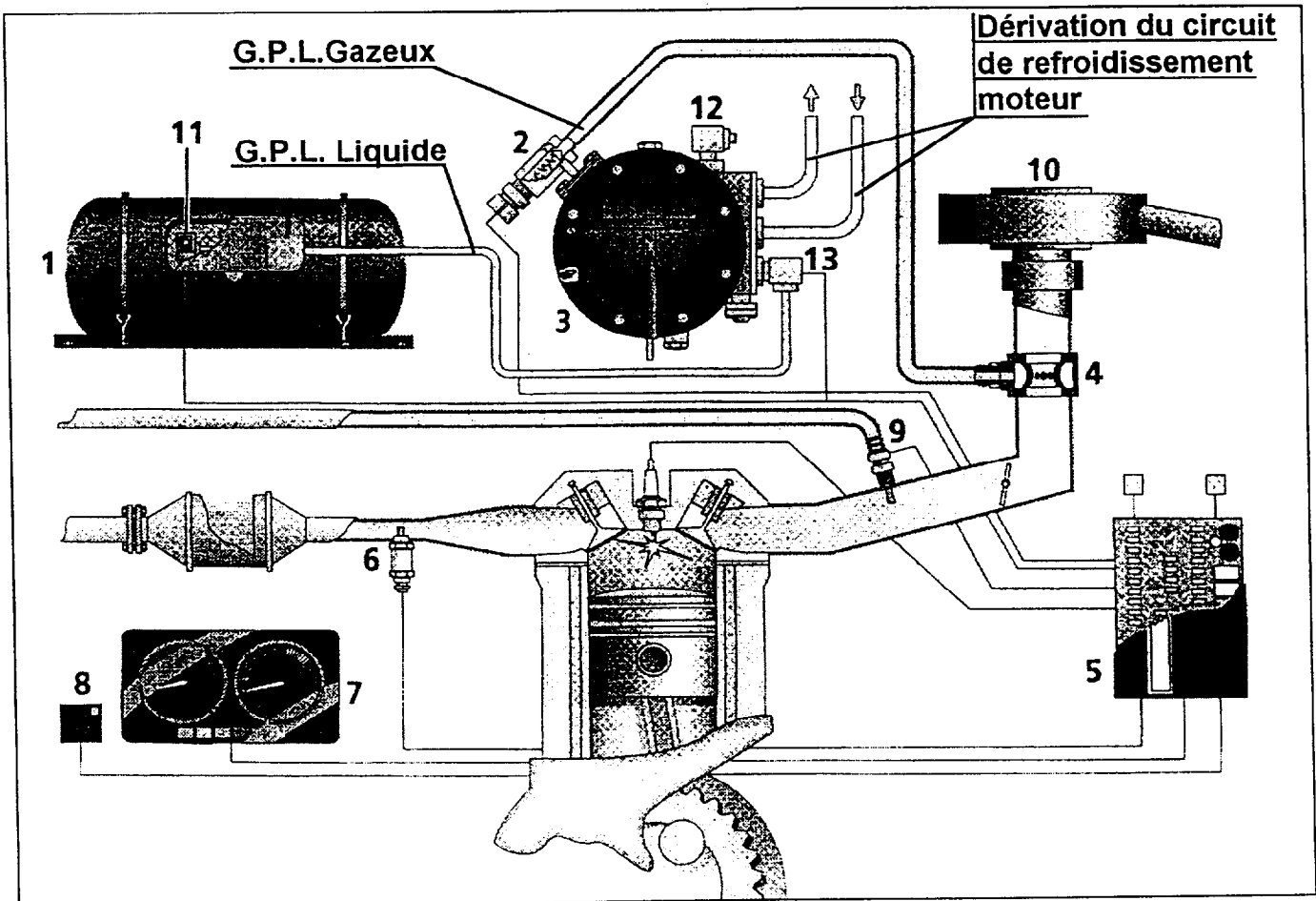
* Le convertisseur analogique numérique (CAN) du calculateur code les informations dans un format de 8 bits.

Questions.

- 4.1 : Tracez directement sur votre copie, la courbe $U = f(P)$.
Echelle : Abscisse : 50 mb . cm⁻¹. Ordonnée : 0,5 V . cm⁻¹.
- 4.2 : Déterminez et écrivez avec les unités, l'équation entrée - sortie du capteur.
- 4.3 : Tracez la forme du signal en sortie du CAN, en fonction de la pression.
- 4.4 : Sur combien de valeurs peut être codée la pression ?
- 4.5 : En prenant comme hypothèse que le mot 0 représentera la pression minimale relevée, et que la pression maximale codée est de 1 b, calculez la résolution du CAN (RES en mb).

Document 1.

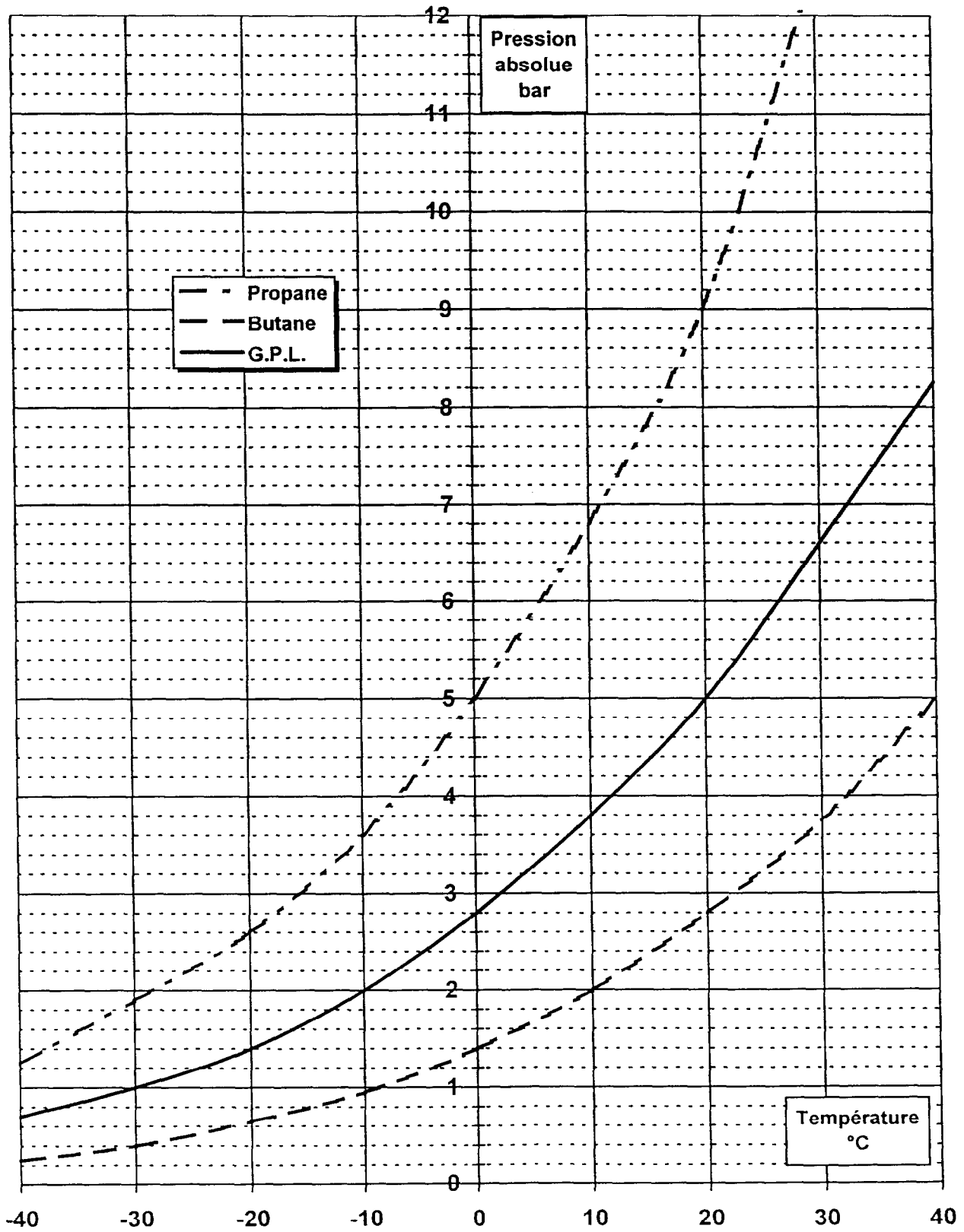
Circuit d'alimentation en G.P.L.

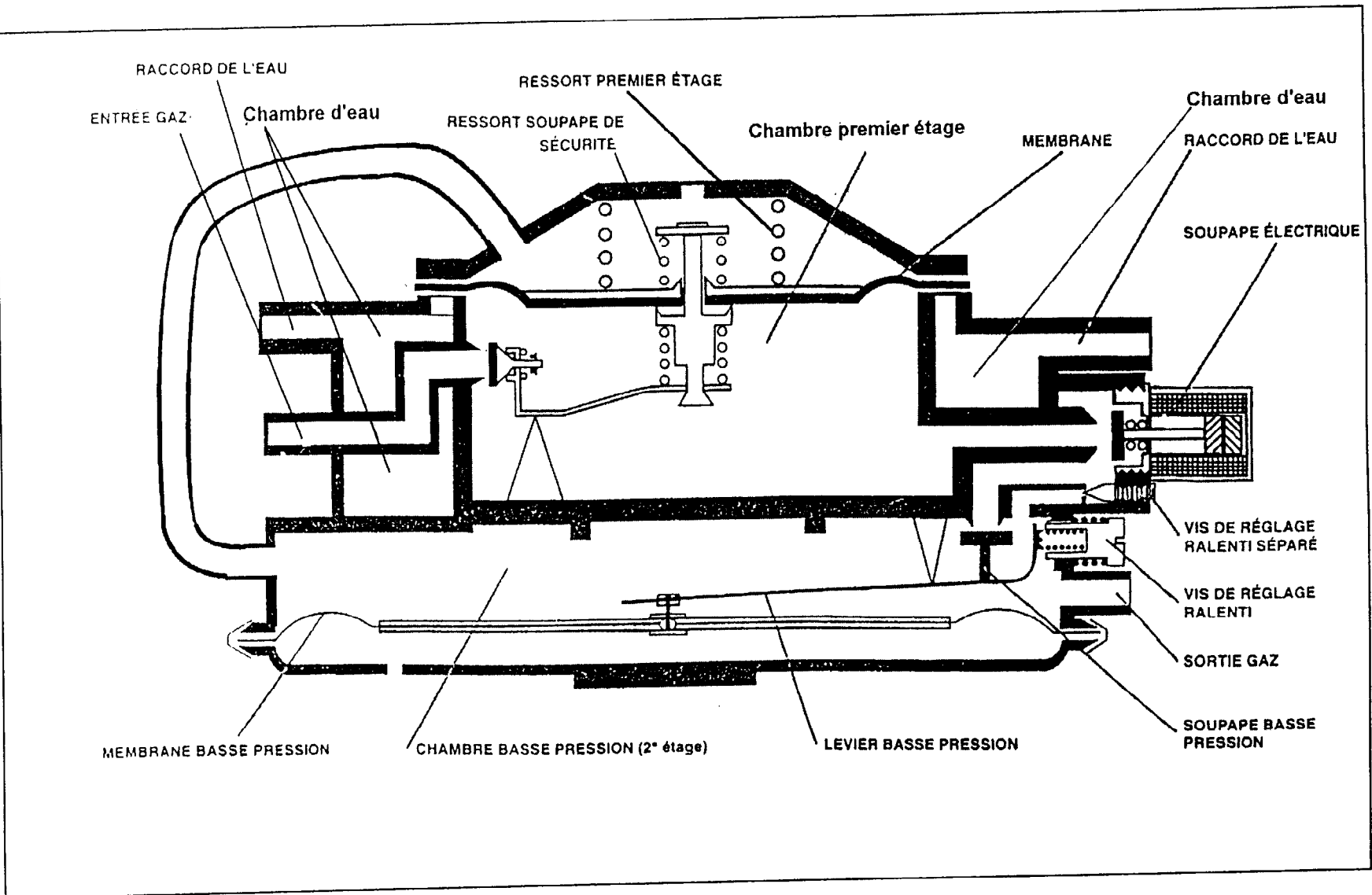


- | | | | |
|---|------------------|----|--------------------------|
| 1 | Réservoir | 8 | Commutateur de sélection |
| 2 | Moteur Pas à Pas | 9 | Injecteur essence |
| 3 | Détendeur | 10 | Filtre à air |
| 4 | Diffuseur | 11 | Electrovanne de sécurité |
| 5 | Calculateur | 12 | Electrovanne de ralenti |
| 6 | Sonde à oxygène | 13 | Electrovanne principale |
| 7 | Tableau de bord | | |

Document 2.

Courbes de pression de vapeur.





Remarque : La chambre d'eau est circulaire et entoure donc la chambre premier étage.