Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

Epreuve U52.

Etude et analyse des moteurs.

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.

1ère partie : 40 min.

2ème partie : 40 min.

3ème partie : 1h

4ème 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 (CO_2) 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 ($\alpha\ C_3H_8 + \beta\ C_4H_{10}$). En volume, le mélange doit comporter entre 19 % et 50 % de Propane.

L'étude comprend 4 parties.

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

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

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

4ème partie : Etude du capteur de pression tubulure.

Texte du sujet.

1ère 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 CO_2, 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 CO_2 (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 g . mol^{-1}. H = 1 g . mol^{-1}. O = 16 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 CO_2 ($m_{c.CO2}$), 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 y1.

1.4 : Exprimez la masse de carbone contenue dans le carburant ($m_{c.CHy}$), 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 :

$m_1 = 1629$ g . essai^{-1} $m_2 = 30,5$ g . essai^{-1} $m_3 = 2,88$ g . 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 kg . m^{-3}) et de la distance parcourue au cours de l'essai (d en km).

1.9 : Application numérique :

$\rho_e = 748$ kg . m^{-3} d = 11 km. On prendra $m_{ce} = 530$ g . essai^{-1}

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

2ème 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 kg . m^{-3}	Pouvoir calorifique PCI en kJ . kg^{-1}	Pouvoir comburivore PCO	Contenu de CO_2 par MJ m_{CO2} 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 ($C_3H_8 + C_4H_{10}$).
* On prendra pour la suite du sujet, $m_{ce} = 530$ g . essai^{-1} .

Questions.

Détermination de la consommation de G.P.L.

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

2.2 : En prenant comme hypothèse que le rendement effectif (ηeff) 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 CO_2.

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 CO_2, 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 CO_2 émise au cours d'un essai :

↳ En fonctionnement essence ($m_{e.CO2}$ en g . $essai^{-1}$).

↳ En fonctionnement G.P.L. ($m_{g.CO2}$ 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.

3ème 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 : $\alpha = 2{,}5\ 10^{-3}\ °C^{-1}$.
* 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.

4ème partie : Etude du capteur de pression tubulure.

Données.

* Les relevés d'un capteur pression tubulure 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.

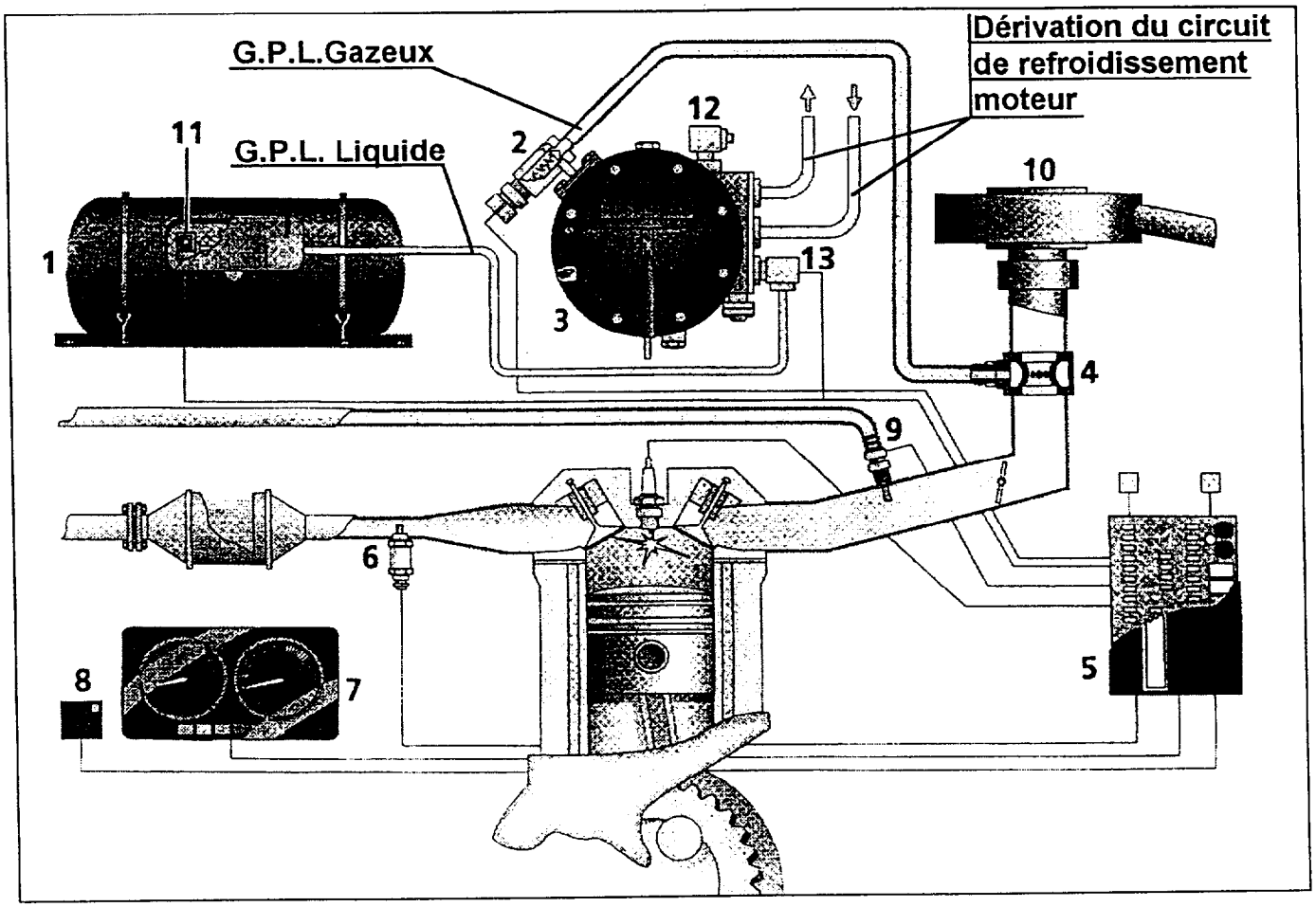
4.3 : Tracez la forme du signal en sortie du CAN, en fonction de la pression.

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.

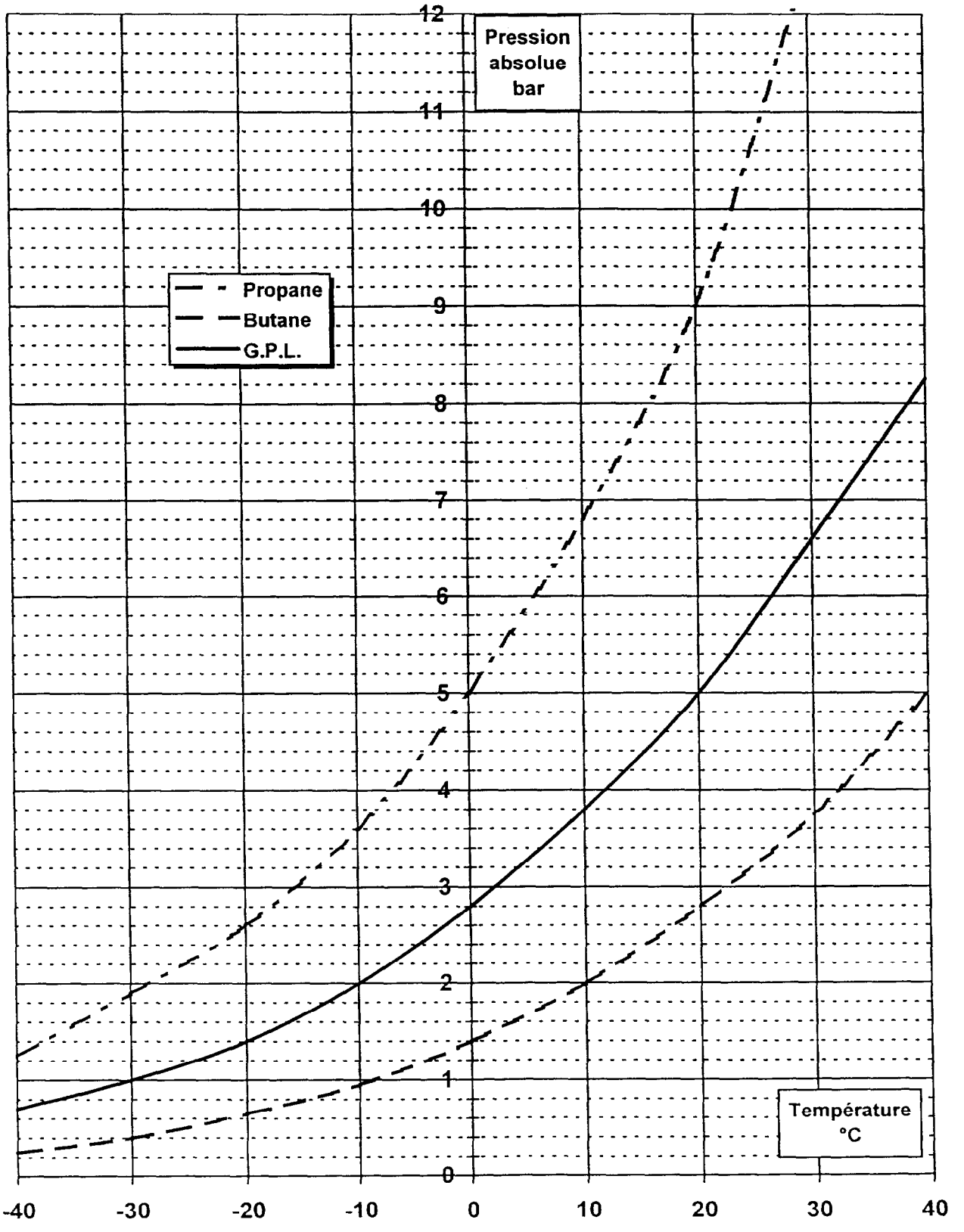
Circuit d'alimentation en G.P.L.



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		

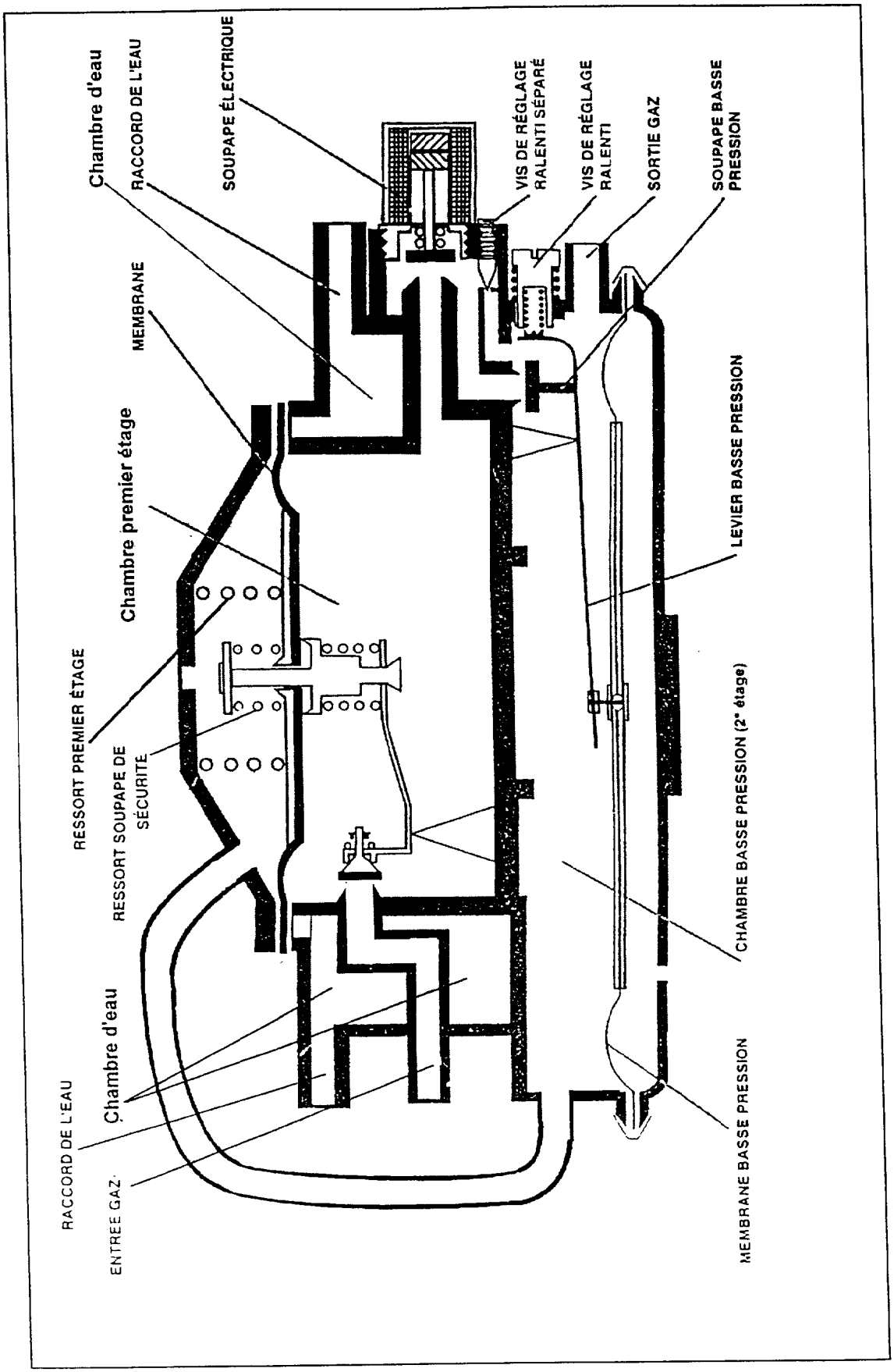
Document 2.

Courbes de pression de vapeur.



Document 3.

Schéma du Détendeur - Vaporisateur.



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

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.