



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Clermont-Ferrand  
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.

## **BREVET PROFESSIONNEL**

### **Monteur en installations de génie climatique**

*Épreuve E4 - Unité 40*

**MATHEMATIQUES**

Durée : 1 heure

Coefficient : 1

- Ce sujet est composé de 4 pages.
- Les questions à traiter sont aux pages numérotées 2/4 et 3/4.
- Une annexe numérotée page 4/4, à rendre avec la copie.

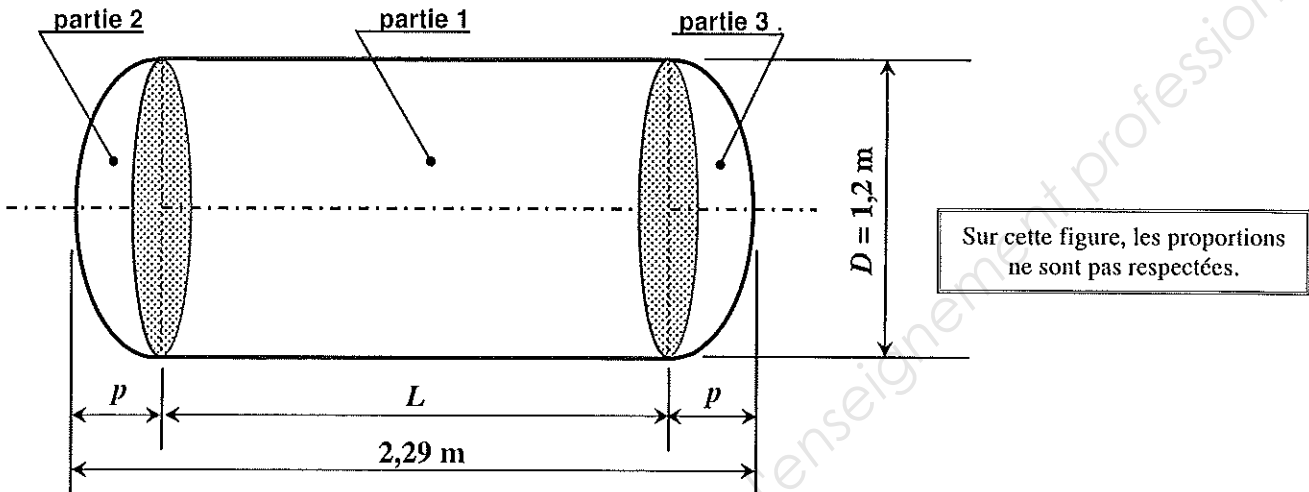
L'usage de la calculatrice est autorisé.

Le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique, à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante.

- Dans ce sujet, les parties A, B, C et D sont indépendantes.
- Le candidat répondra et rédigera le détail des calculs sur une copie.

Le propane est un gaz d'usage courant dans la vie quotidienne et les domaines professionnels (cuisine, chauffage, production d'eau chaude sanitaire, ...) avec des rendements stables et élevés. C'est un gaz liquéfié qui peut être stocké à l'extérieur par basse température.

La figure ci-dessous représente la forme d'une citerne de propane liquide.



- La partie 1, appelée *virole*, est un cylindre horizontal de longueur  $L$ .
- Les parties 2 et 3 sont deux *fonds bombés elliptiques* de profondeur  $p = 0,32$  m
- Le diamètre  $D$  de la base circulaire de ces trois parties mesure 1,2 m.
- Le volume d'un fond bombé elliptique est donné par :  $V = \frac{2}{3} \pi \times R^2 \times p$

■ **Partie A :** Volume  $V_C$  de la citerne et volume  $V_{PL}$  du propane liquide (7 points)

1. Calculer :

- 1.1. le rayon  $R$  (en m) de la base circulaire.
- 1.2. la longueur  $L$  (en m) de la partie 1.
- 1.3. le volume  $V_1$  (en  $m^3$ ) de la partie 1. Arrondir le résultat au millième.
- 1.4. le volume  $V_2$  (en  $m^3$ ) de la partie 2. Arrondir le résultat au millième.
- 1.5. le volume  $V_C$  (en  $m^3$ ) de la citerne.

2. Pour des raisons de sécurité, le volume  $V_{PL}$  du propane liquide à remplir ne doit pas dépasser 90 % du volume  $V_C$  de la citerne.

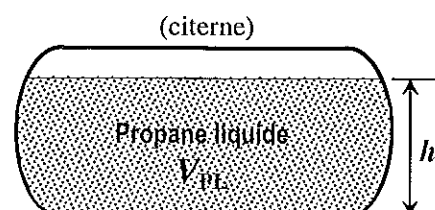
On considère que  $V_C = 2,35$   $m^3$ .

Calculer le volume maximal  $V_{PL}$  du propane liquide. Exprimer le résultat en litre.

■ **Partie B :** Hauteur du propane liquide dans la citerne (4 points)

Dans cette partie, on se propose de déterminer graphiquement la hauteur du propane liquide dans la citerne.

Sur l'annexe (page 4/4 - à rendre avec la copie), on donne la représentation graphique du volume  $V_{PL}$  (en  $m^3$ ) de propane liquide dans la citerne en fonction de la hauteur  $h$  (en cm) de celui-ci.



3. En laissant apparents les traits de lecture sur le graphique, déterminer :
- 3.1. la hauteur  $h_1$  du propane liquide dans la citerne si le volume  $V_{PL}$  est égal à  $1,7 \text{ m}^3$ .
  - 3.2. la hauteur  $h_2$  du propane liquide dans la citerne si le volume  $V_{PL}$  est égal à  $0,2 \text{ m}^3$ .
4. Dans cette situation, le volume  $V_{PL}$  et la hauteur  $h$  du propane liquide sont-ils deux grandeurs proportionnelles ? Justifier la réponse.

■ **Partie C :** *Quelques valeurs caractéristiques du propane*

**(6 points)**

5. À la pression régnant dans la citerne, la masse volumique  $\rho$  (en  $\text{kg/m}^3$ ) du propane liquide varie en fonction de la température  $T$  (en  $^\circ\text{C}$ ) selon la relation suivante :

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 + \alpha T}$$

avec :

- $T$  : température (en  $^\circ\text{C}$ )
- $\alpha$  : coefficient de dilatation du propane liquide ( $\alpha = 2,37 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ )
- $\rho$  : masse volumique (en  $\text{kg/m}^3$ ) du propane liquide à la température  $T$
- $\rho_0$  : masse volumique du propane liquide à  $0^\circ\text{C}$  ( $\rho_0 = 536 \text{ kg/m}^3$ )

- 5.1. Calculer, en  $\text{kg/m}^3$ , la masse volumique  $\rho$  du propane liquide à  $8 \text{ }^\circ\text{C}$ . Arrondir le résultat à l'unité.
  - 5.2. Calculer, en  $^\circ\text{C}$ , la température  $T$  avec laquelle la masse volumique  $\rho$  du propane liquide est égale à  $542,4 \text{ kg/m}^3$ . Écrire le détail de calcul et arrondir le résultat à l'unité.
6. On donne le tableau suivant :

Température	$T$ (en $^\circ\text{C}$ )	-20	-15	-10	0	5	10
Masse volumique de propane liquide	$\rho$ (en $\text{kg/m}^3$ )	562,7	555,8	549	536	529,7	523,6

- 6.1. Décrire l'évolution de la masse volumique du propane liquide lorsque la température augmente.
- 6.2. On considère que le volume  $V_{PL}$  du propane liquide dans la citerne est de  $2,115 \text{ m}^3$  et la température  $T$  est réglée à  $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ .
  - 6.2.a. Calculer, dans ces conditions, la masse  $m$  (en kg) de propane. Arrondir le résultat à l'unité.  
On donne la relation :  $\rho = \frac{m}{V_{PL}}$  ( $m$  en kg ;  $\rho$  en  $\text{kg/m}^3$  et  $V_{PL}$  en  $\text{m}^3$ )
  - 6.2.b. Le pouvoir calorifique du propane est de  $13,8 \text{ kWh/kg}$ .  
Calculer, en kWh, l'énergie dégagée par la combustion de la masse de propane précédente.

■ **Partie D :** *Prix du propane liquide*

**(3 points)**

7. Le propane liquide est vendu au prix hors taxe de  $1\,305 \text{ €}$  la tonne. Le taux de TVA est  $19,6 \%$ .
- 7.1. Calculer, en euro, le prix hors taxe  $P_{HT}$  de  $1\,161 \text{ kg}$  de propane liquide. Arrondir le résultat au centième.
  - 7.2. Calculer, en euro, le prix taxe comprise  $P_{TC}$  de cette quantité.

# ANNEXE (à rendre avec la copie)

## Partie B - Question 3 : (Lectures graphiques)

