



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Montpellier 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 DEPANNEUR EN FROID
ET CLIMATISATION

E4 - U40 SCIENCES PHYSIQUES

DURÉE : 2 H 00

COEFFICIENT : 2

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Ce sujet est composé de 6 pages.

Les parties sont indépendantes et peuvent être traitées séparément.

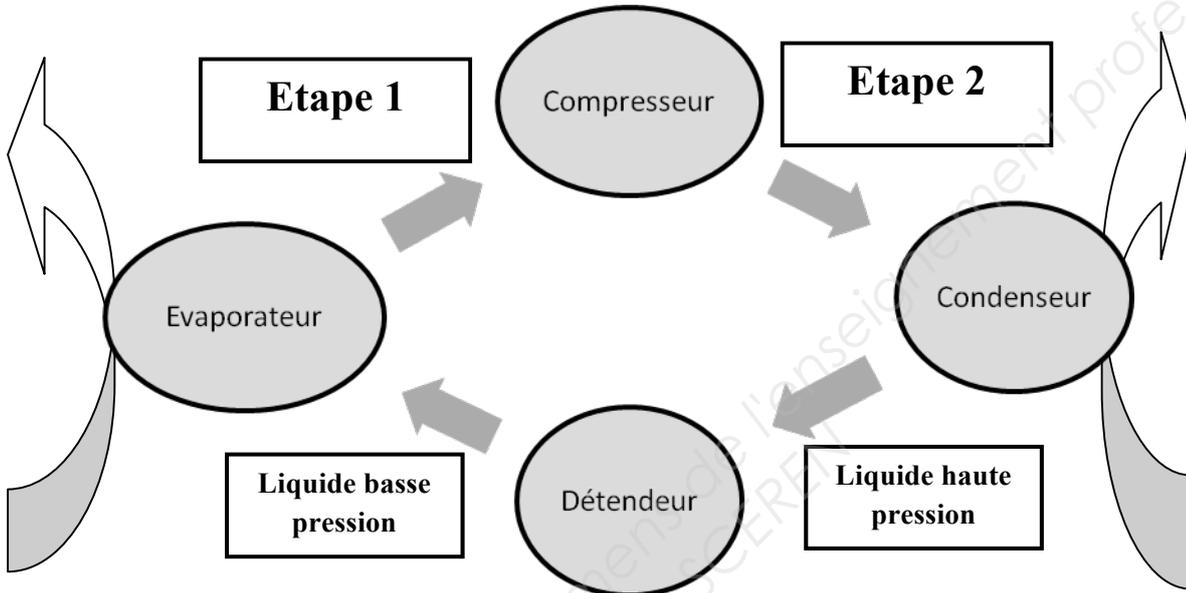
BP-SC.1	BREVET PROFESSIONNEL : Monteur Dépanneur en froid et Climatisation		
SUJET	Session 2012	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
Épreuve E4 U40 : Sciences Physiques			Page : 1/6

Confort thermique d'un chalet

Afin d'améliorer le confort thermique d'un chalet, on décide d'installer une pompe à chaleur réversible air-air, couplée à un puits canadien et associée à un chauffage d'appoint.

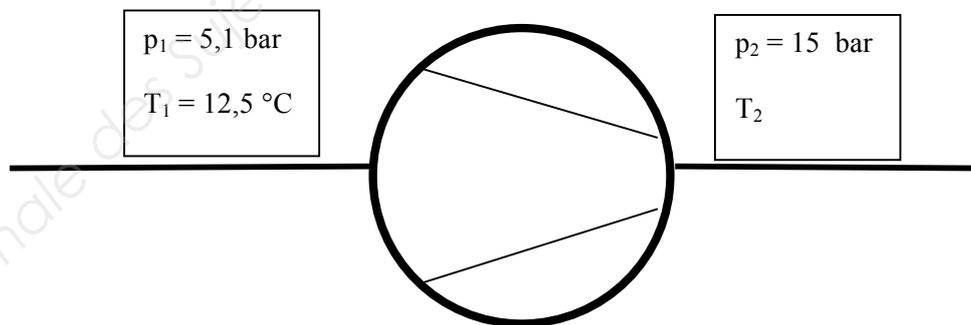
Première partie : étude du compresseur de la pompe à chaleur (5,5 points)

1.1 Indiquer sur votre copie l'état (solide, liquide, vapeur) dans lequel se trouve le fluide frigorigène et l'ordre de grandeur de la pression (haute-pression ou basse pression) dans les étapes 1 et 2 du schéma ci-dessous.



1.2 On souhaite connaître la température du fluide en sortie de compresseur.

On dispose des données suivantes :



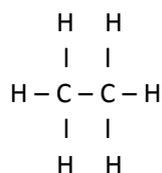
En utilisant la formule, $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{0,17}$ où T_1 et T_2 sont en Kelvin (K), calculer la température T_2 en sortie de compresseur. Donner le résultat en degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Arrondir le résultat à l'unité.

On rappelle $T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273$.

BP-SC.1	BREVET PROFESSIONNEL : Monteur Dépanneur en froid et Climatisation		
SUJET	Session 2012	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
Épreuve E4 U40 : Sciences Physiques			Page : 2/6

1.3 Le fluide frigorigène utilisé est le R407c, mélange de gaz composé majoritairement de R134a, dont le nom scientifique est le 1,1,1,2-tétrafluoroéthane.

Ecrire la formule développée du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, sachant que l'éthane a pour formule développée :



1.4 En vous aidant du tableau ci-dessous et de votre expérience professionnelle, justifier le choix actuel d'utiliser le R134a.

Comparaison de l'impact écologique de trois fluides frigorigènes :

Réfrigérant	R134a	R12	R22
Classe	HFC	CFC	HCFC
Indice mesurant l'impact sur la couche d'ozone (ODP)*	0	1	0,07
Indice mesurant l'impact sur le réchauffement climatique (GWP)**	1300	8500	1700
Durée de vie (années)	16	130	15

*ODP (Ozone Depression Potential) : Mesure le potentiel à appauvrir la couche d'ozone. Varie de 0 (minimum) à 1 (maximum).

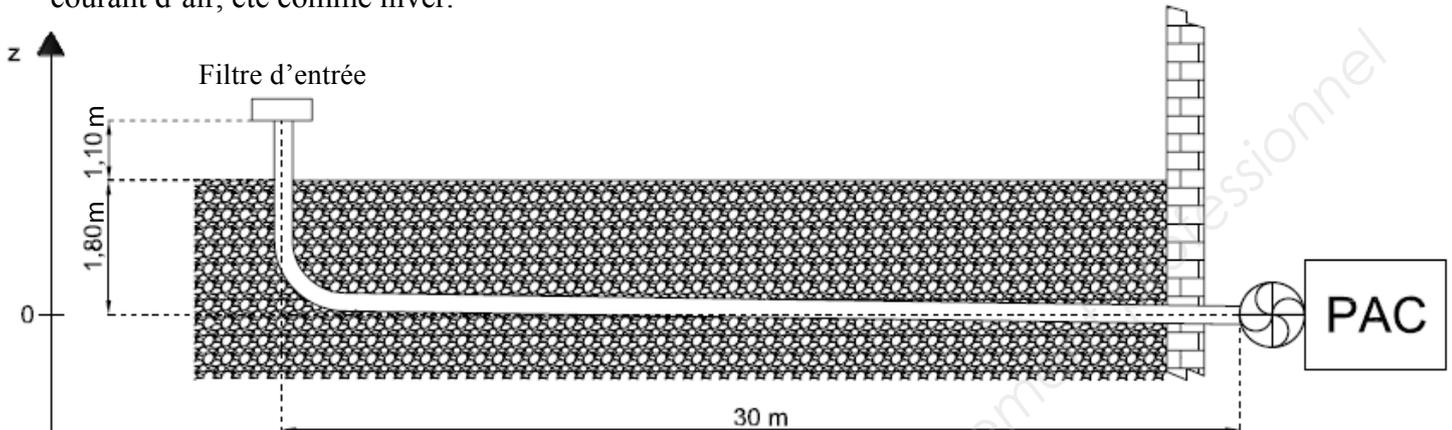
**GWP (Global Warming Potential) : Potentiel à provoquer directement l'effet de serre. Varie de 0 à l'infini. 1 kg de réfrigérant de GWP égal à 150 a le même effet que 150 kg de CO₂.

BP-SC.1	BREVET PROFESSIONNEL : Monteur Dépanneur en froid et Climatisation		
SUJET	Session 2012	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
Épreuve E4 U40 : Sciences Physiques			Page : 3/6

Deuxième partie : le puits canadien (5 points)

La mise en place d'un puits canadien en amont permet d'améliorer le rendement de la pompe à chaleur.

Le puits canadien est un échangeur géothermique à basse énergie : de l'air pulsé passe dans un tube enterré. La transmission de chaleur entre l'air du tube et la terre permet de réguler la température du courant d'air, été comme hiver.



Pour que les échanges thermiques entre la terre et l'air soient efficaces, il faut que la vitesse de l'air à l'intérieur du tube soit comprise entre 1,5 m/s et 3,5 m/s (écoulement laminaire).

2.1 On souhaite enterrer un tube cylindrique en polypropylène antibactérien de diamètre intérieur égal à 200 mm.

Le système de ventilation a un débit de 300 m³/h.

Calculer la vitesse v de l'air dans le tube. Exprimer le résultat en m/s. Arrondir le résultat au dixième.

2.2 Le diamètre du tube est-il correctement choisi ? Justifier la réponse.

2.3 On considère que la vitesse de l'air au niveau du filtre d'entrée est nulle ($v_1 = 0$) et que la pression d'entrée est la pression atmosphérique ($p_1 = 101\,300$ Pa).

En supposant que la vitesse de l'air en sortie de tube (au niveau du ventilateur) soit $v_2 = 2,7$ m/s, calculer, en Pascal, la pression de sortie p_2 de l'air. Arrondir le résultat à l'unité.

Données :

- Accélération de la pesanteur : $g = 9,8$ m/s²
- Masse volumique de l'air : $\rho = 1,3$ kg/m³

Formules :

- Débit : $Q = v \times S$
- Section d'un tube cylindrique : $S = \pi \times R^2$
- Equation de Bernoulli : $p_1 + \rho \cdot g \cdot z_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2 = p_2 + \rho \cdot g \cdot z_2 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2$

BP-SC.1	BREVET PROFESSIONNEL : Monteur Dépanneur en froid et Climatisation		
SUJET	Session 2012	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
Épreuve E4 U40 : Sciences Physiques			Page : 4/6

Troisième partie : Rafraichissement de l'air ambiant (4 points)

En été, la pompe à chaleur est utilisée afin de rafraichir l'air ambiant du chalet. On suppose que la température T_1 de l'air à la sortie du puits est de $12,5^{\circ}\text{C}$.

3.1 Le débit d'air pulsé est de $300 \text{ m}^3/\text{h}$. En supposant que la pompe à chaleur fonctionne pendant 30 minutes calculer, en mètre-cube, le volume V d'air pulsé dans le chalet.

3.2 En déduire la masse d'air pulsé m en kilogramme.

3.3 Calculer, en kJ, la chaleur absorbée par cette masse d'air à la température de $12,5^{\circ}\text{C}$ lorsqu'elle est ventilée dans la pièce où l'air ambiant est à la température $T_2 = 22^{\circ}\text{C}$.

Données :

- Masse volumique de l'air : $\rho = 1,3 \text{ kg}/\text{m}^3$
- Chaleur : $Q = m.C.\Delta T$
- Capacité thermique massique de l'air : $C_{\text{air}} = 1\,000 \text{ J}/(\text{kg}.\text{°C})$.

BP-SC.1	BREVET PROFESSIONNEL : Monteur Dépanneur en froid et Climatisation		
SUJET	Session 2012	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
Épreuve E4 U40 : Sciences Physiques			Page : 5/6

Quatrième partie : Chauffage d'appoint (5,5 points)

Le chalet est équipé d'un chauffage d'appoint fonctionnant avec du butane de formule brute C_4H_{10} .

Les caractéristiques de ce dispositif sont données ci-dessous :

Matériaux : Aluminium, acier et peinture époxy

Réglage : Thermostat, 3 niveaux de température

Sécurité : Contrôleur d'atmosphère et coupure gaz par thermocouple

Allumage : Electronique

Technologie : Infrarouge

Volume de chauffe = $90 m^3$

Mobilité : 4 roulettes pivotantes

Poids net : 14 kg

Garantie : 2 ans – marquage CE

Dimensions : H73 x D43,5 cm

Puissance : 1,5 à 3 kW

Consommation : 110 à 216 g/heure

Autonomie : 118 à 60 heures

Accessoires : Tuyau et détendeur 13 kg butane fournis



- 4.1 Donner la formule développée du butane.
- 4.2 Calculer, en g/mol, la masse molaire du butane.
- 4.3 En vous aidant des caractéristiques du fabricant, donner la masse maximale de butane consommée par l'appareil en une heure.
- 4.4 Calculer le nombre de moles maximal consommé en une heure. Arrondir le résultat au centième.
- 4.5 La combustion du butane dans le dioxygène de l'air produit du dioxyde de carbone et l'eau.

Sur votre copie, recopier et équilibrer l'équation bilan de la combustion du butane.



- 4.6 Calculer le nombre de moles de dioxygène nécessaire à la combustion de 3,72 moles de butane.
- 4.7 Calculer, en litre, le volume de dioxygène correspondant. Arrondir le résultat au dixième.
- 4.8 L'air contient en volume 20 % de dioxygène. Calculer, en litre, le volume d'air nécessaire à cette combustion. Arrondir le résultat à l'unité.
- 4.9 Pour quelle raison cet appareil est-il équipé d'un contrôleur d'atmosphère ?

Données :

- Masses molaires atomiques : $M_C = 12 \text{ g/mol}$; $M_H = 1 \text{ g/mol}$ et $M_O = 16 \text{ g/mol}$.
- Volume molaire dans les conditions de fonctionnement de l'appareil $V_M = 22,4 \text{ L/mol}$

BP-SC.1	BREVET PROFESSIONNEL : Monteur Dépanneur en froid et Climatisation		
SUJET	Session 2012	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
Épreuve E4 U40 : Sciences Physiques			Page : 6/6