



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

**session 2011**

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR CONCEPTION ET RÉALISATION DE CARROSSERIES

## ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

### SESSION 2011

Durée : 2 heures 30

Coefficient : 2

#### Matériel autorisé :

- 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 (Cirulaire n°99-186, 16/11/1999).

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

**Les 5 parties du sujet sont indépendantes.**

**Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.**

**Le sujet se compose de 7 pages, numérotées de 1/7 à 7/7.**

BTS CONCEPTION ET RÉALISATION DE CARROSSERIES		Session 2011
Nom de l'épreuve : Sciences physiques	Code : CRE3SC	Page : 1/7

Un camping-car est un véhicule automobile habitable (voir figure 1).  
 Depuis plusieurs années, l'industrie des véhicules de loisirs ne cesse de croître.  
 Elle se caractérise par l'apport d'évolutions technologiques liées aux soucis de confort et d'autonomie.

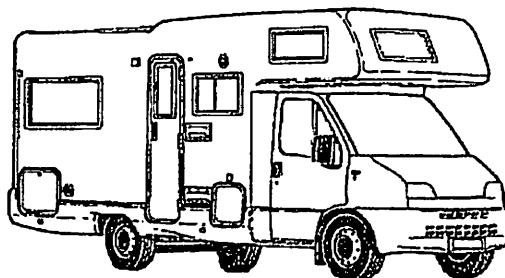


Figure 1

Les deux sources d'énergie de la cellule (partie habitable) sont l'électricité et le gaz.

### L'ÉLECTRICITÉ :

L'électricité utilisée dans la cellule du véhicule provient d'une batterie indépendante de la batterie de démarrage du moteur.

Tous les éléments de la cellule du véhicule (éclairage, pompe à eau, onduleur, téléviseur, ventilateurs...) sont alimentés en 12 V par cette batterie.

À l'arrêt, la charge peut s'effectuer via un branchement au secteur relié à un chargeur.

Pour augmenter l'autonomie électrique du véhicule à l'arrêt, on peut installer un panneau solaire sur le toit de la cellule pour recharger cette batterie (voir figure 2).

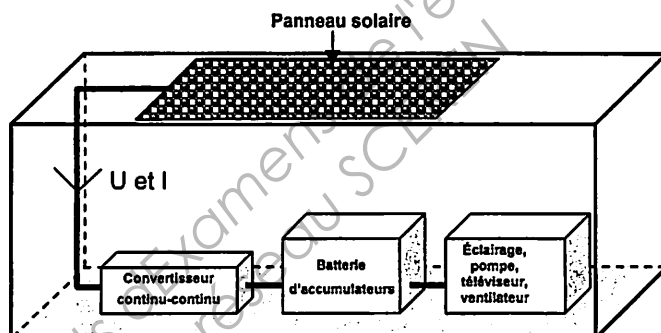


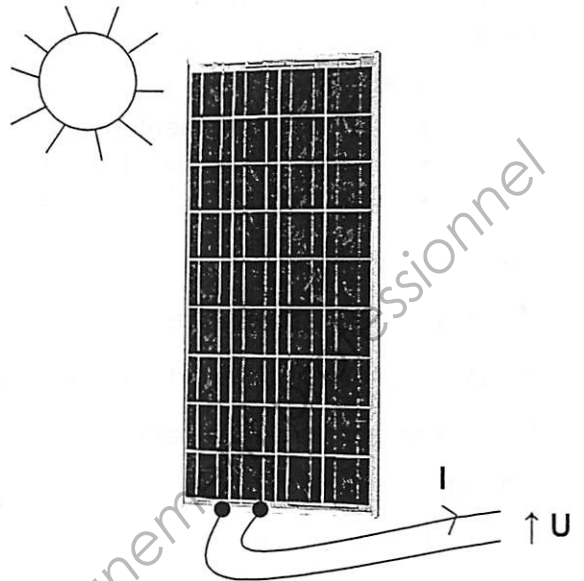
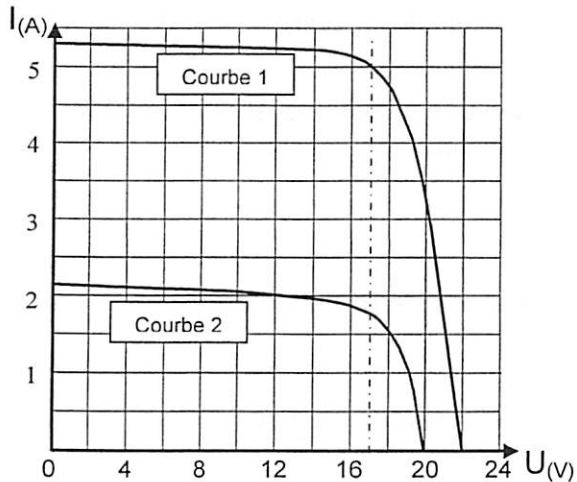
Figure 2

### LE GAZ :

Le gaz propane alimente en énergie le système de chauffage, le chauffe-eau et le réfrigérateur.

## PARTIE A : ÉTUDE DU PANNEAU SOLAIRE (3 points)

La caractéristique d'un panneau solaire photovoltaïque pour deux ensoleillements différents est représentée sur le graphe ci-dessous :



La courbe 1 est la caractéristique courant-tension du panneau solaire soumis à un ensoleillement de  $1 \text{ kW.m}^{-2}$ .

La courbe 2 est la caractéristique courant-tension du panneau solaire soumis à un ensoleillement de  $600 \text{ W.m}^{-2}$ .

Les grandeurs  $U$  et  $I$  sont des grandeurs parfaitement continues.

### A.1 - Cas de l'ensoleillement maximal ( $1 \text{ kW.m}^{-2}$ ) (Courbe 1)

- 1 - Déterminer la tension à vide  $U_{v1}$  du panneau solaire.
- 2 - Déterminer l'intensité du courant de court-circuit  $I_{cc1}$  définie comme étant l'intensité du courant obtenue quand  $U = 0 \text{ V}$ .
- 3 - On montre que le maximum de puissance est atteint pour une tension  $U = 17 \text{ V}$ .  
Calculer, à partir de la caractéristique, la puissance électrique  $P_{e1}$  fournie par le panneau pour cette tension de fonctionnement.

### A.2 : Cas d'un ensoleillement réduit ( $600 \text{ W.m}^{-2}$ ) (Courbe 2)

Suivant la saison, l'enneigement et la disposition du panneau, l'ensoleillement est généralement réduit. On considèrera alors un ensoleillement moyen de  $600 \text{ W.m}^{-2}$ .

- 4 - Déterminer, dans ces conditions, la puissance électrique  $P_{e2}$  fournie par le panneau pour une tension de fonctionnement égale à  $17 \text{ V}$ .
- 5 - En déduire l'énergie électrique  $W_{e2}$  stockée en 10 h d'ensoleillement réduit (en  $\text{W.h}$  puis en  $\text{J}$ ).
- 6 - Au cours d'une soirée d'hiver, l'ensemble éclairage et téléviseur consomment  $100 \text{ W}$  pendant 5 h et le ventilateur d'air pulsé du chauffage  $10 \text{ W}$  pendant 12 h.
  - 6.1 - Déterminer l'énergie  $W_e$  consommée pour cette soirée d'hiver.
  - 6.2 - En déduire si l'énergie stockée pendant 10 heures d'ensoleillement réduit permet de fournir cette énergie.

## PARTIE B : ÉTUDE DU MOTEUR À COURANT CONTINU ENTRAÎNANT LA POMPE À EAU (7 points)

La pompe à eau, permettant l'alimentation en eau de la cuisine et de la salle de bain, est entraînée par un moteur à courant continu à aimants permanents.

La plaque signalétique du moteur indique les données nominales suivantes : 12 V ; 1,4 A ; 1000 tr.min<sup>-1</sup>.

On suppose que :

- La batterie alimentant la pompe à eau délivre une tension constante de 12 V.
- Les pertes mécaniques et magnétiques du moteur sont négligeables.
- Le rendement du moteur est de 80 %.

Pour le point nominal :

7 - Déterminer la puissance absorbée  $P_a$ , puis la puissance utile  $P_u$  du moteur.

8 - Déterminer le moment du couple  $T_u$  utile du moteur.

9 - Déterminer les pertes par effet Joule  $P_J$  dans l'induit du moteur et en déduire sa résistance  $R$ .

10 - Modélisation.

10.1 - Représenter le schéma électrique équivalent de l'induit du moteur.

10.2 - Flécher les différentes tensions et l'intensité du courant.

10.3 - En déduire la relation entre les différentes tensions et intensité représentées sur ce schéma.

10.4 - Déterminer la valeur de la force électromotrice  $E$  du moteur.

10.5 - On rappelle que  $E = k \cdot \Phi \cdot \Omega$ .

Justifier que dans le cas du moteur étudié, on peut écrire :  $E = \alpha \cdot \Omega$  où  $\alpha$  est une constante.

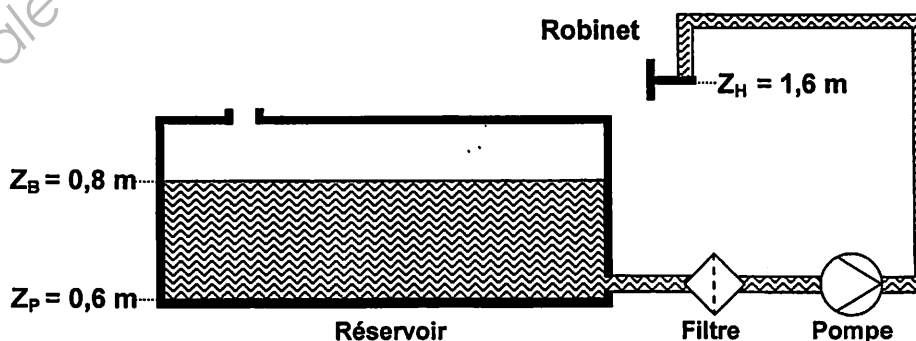
11 - Compatibilité de la pompe.

Parmi les 3 caractéristiques mécaniques de pompe (voir annexe), justifier celle qui correspond au fonctionnement de la pompe à eau du camping car.

## PARTIE C : MÉCANIQUE DES FLUIDES (5 points)

La pompe à eau aspire le liquide dans un réservoir pour le distribuer par un robinet.

Le filtre stoppe les impuretés limitant ainsi les dysfonctionnements de la pompe.



Les altitudes sont prises par rapport au sol ( $Z_s = 0$  m).

- Le débit de la pompe est de  $10 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ .
- La pompe permet de maintenir une pression  $P$  dans l'installation de 1,4 bars.
- La pompe a une puissance utile  $P_u$  de 13,5 W.
- On néglige la variation de volume de fluide dans le réservoir.
- La longueur totale du tuyau (de la sortie du réservoir au robinet) est  $L_T = 6$  m.
- Le tuyau possède un diamètre constant de 1 cm.

12 - Montrer que la pompe délivre un débit massique  $Q_m$  de  $0,17 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ .

13 - Calculer la vitesse  $v$  du fluide dans le tuyau.

14 - Donner une cause responsable des pertes de charges linéaires.

15 - Donner deux éléments responsables des pertes de charges singulières.

16 - Montrer que la pompe fournit à l'eau une énergie  $W$  d'environ  $80 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

17 - En appliquant l'équation de Bernoulli au fluide entre la surface du réservoir (située à l'altitude  $z_B$ ) et la sortie du robinet (située à l'altitude  $z_H$ ), déduire les pertes de charge  $J$  par kilogramme d'eau.

On donne :

- Équation de Bernoulli pour 1 kg de fluide :  $W_{12} + J_{12} = \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{1}{2}(v_2^2 - v_1^2) + g(z_2 - z_1)$ .
- Accélération de la pesanteur :  $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .
- Masse volumique de l'eau :  $\rho = 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ .
- $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ .

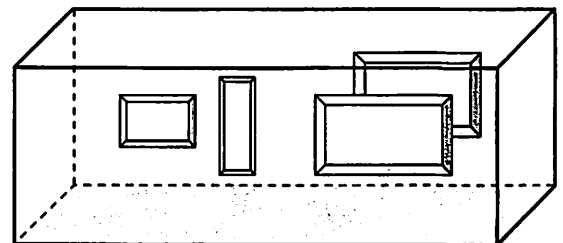
### THERMODYNAMIQUE :

On désire savoir combien de temps une bouteille de gaz propane assurera le chauffage de la cellule du véhicule dans les conditions hivernales d'une station de ski.

Pour cela on déterminera dans un premier temps les déperditions thermiques, puis on déterminera la quantité de chaleur fournie par la combustion d'une bouteille du propane.

### PARTIE D : TRANSFERT THERMIQUE (2,5 points)

- On assimile la cellule à un parallélépipède rectangle.
- Dimension de la cellule : longueur  $L = 6$  m, hauteur  $H = 2$  m, largeur  $l = 2$  m.
- La structure des 6 parois est composée d'isolant en polystyrène extrudé recouvert de deux couches d'aluminium. La résistance thermique de l'aluminium sera négligée devant celle de l'isolant.
- Epaisseur de l'isolant :  $e = 5$  cm
- Conductivité thermique de l'isolant :  $\lambda : 0,03 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- La surface totale des baies vitrées en double vitrage est  $S_v = 4 \text{ m}^2$  avec un coefficient de transmission thermique surfacique  $K_v$  de  $2,5 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
- La température maintenue à l'intérieur de la cellule est de  $18^\circ\text{C}$ . La température extérieure, en faisant une moyenne entre les températures nocturnes et diurnes, est de  $+2^\circ\text{C}$ .



18 - Rappeler les 3 modes de transferts thermiques.

19 - On ne considèrera que les déperditions par conduction.

Calculer le coefficient de transmission thermique surfacique  $K_p$  des parois.

BTS CONCEPTION ET RÉALISATION DE CARROSSERIES		Session 2011
Nom de l'épreuve : Sciences physiques	Code : CRE3SC	Page : 5/7

20 - Montrer que le coefficient global de transmission  $K_G$  de la cellule vaut environ  $41 \text{ W.K}^{-1}$ .

21 - Calculer la puissance thermique totale théorique  $P_H$  (ou flux de chaleur) perdue à travers les parois et les vitres.

On donne :

- Résistance thermique :  $R = \frac{e}{\lambda}$
- Coefficient de transmission surfacique :  $K = \frac{1}{R}$
- Coefficient global de transmission :  $K_G = \sum K.S$
- Loi de Fourier :  $P = K_G . \Delta\theta$

### **PARTIE E : CALORIMÉTRIE (2,5 points)**

En réalité, en considérant les défauts d'isolation, la puissance perdue est de l'ordre de 700 W.

Le chauffage à gaz par air pulsé compense cette perte de puissance.

- Une bouteille classique renferme 13 kg de propane à l'état liquide sous 7,5 bars (à  $15^\circ\text{C}$ ).
- La masse molaire du propane est de  $44 \text{ g.mol}^{-1}$ .
- Le volume molaire dans les conditions normales de température et de pression est de  $22,4 \text{ L.mol}^{-1}$ .
- Le pouvoir calorifique molaire du propane est  $Q_M = 2,2 \text{ MJ.mol}^{-1}$ .

22 - Montrer que la bouteille pleine contient 295 moles de propane.

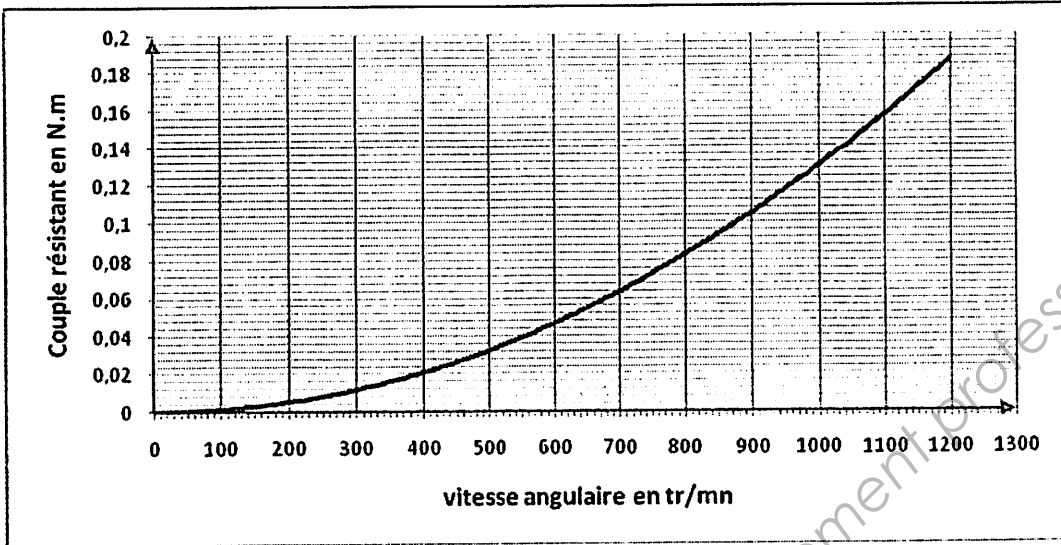
23 - Calculer le volume de gaz  $V_g$  correspondant, à l'extérieur de la bouteille sous pression atmosphérique et à  $0^\circ\text{C}$ .

24 - Calculer l'énergie libérée  $W_{eg}$  par la combustion de la totalité du gaz.

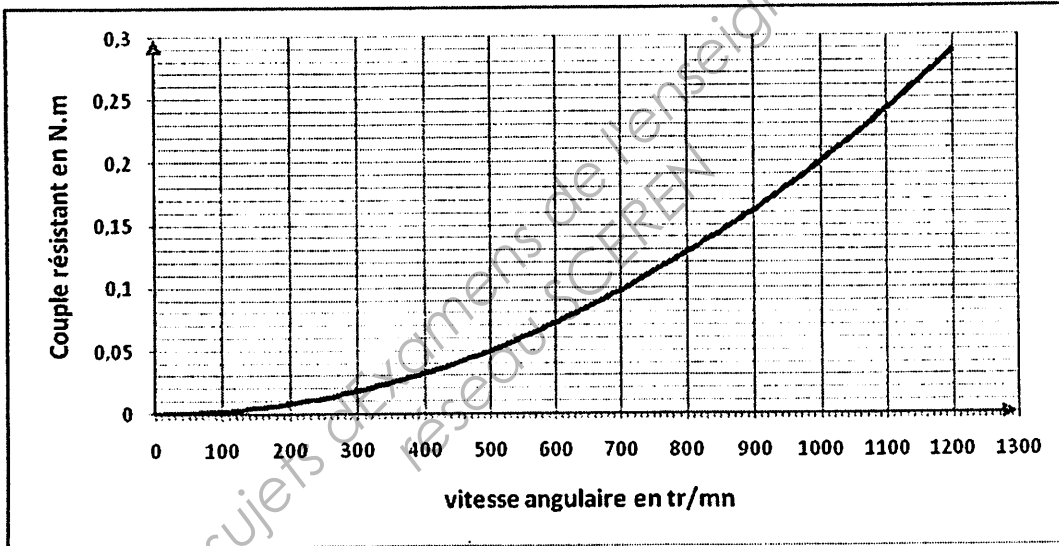
25 - Compte tenu du chauffage nécessaire pour maintenir la température ambiante, déduire le temps (en jours et en heures) au bout duquel la bouteille se sera vidée.

# ANNEXE

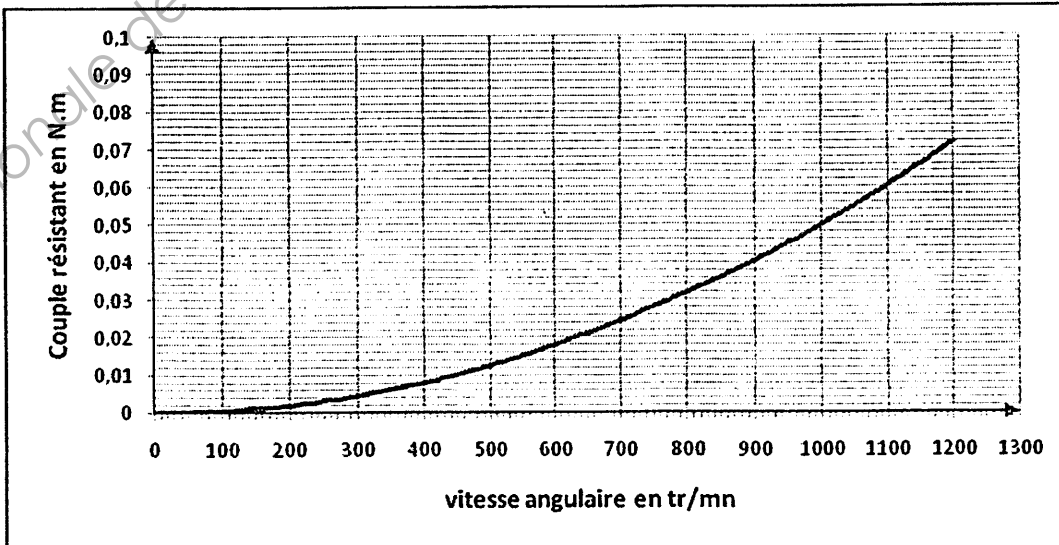
## Caractéristiques de pompes



Pompe 1



Pompe 2



Pompe 3