



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.**

Campagne 2012

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONCEPTION ET RÉALISATION DE CARROSSERIES**

ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES (U 32)

SESSION 2012

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 (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

Document à rendre et à agraffer avec la copie :

- Document réponse page 6/6

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

Les différentes parties du sujet sont indépendantes.

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

Le sujet se compose de 6 pages, numérotées de 1/6 à 6/6.

BTS CONCEPTION ET RÉALISATION DE CARROSSERIES		Session 2012
Nom de l'épreuve : Sciences physiques	Code : CRE3SC	Page : 1/6

Le sujet propose l'étude de 2 problèmes indépendants :

- Problème N°1 : Étude d'un barrage hydraulique (5,5 points)
- Problème N°2 : Étude de trois éléments de sécurité dans une voiture (14,5 points)

PROBLÈME 1 : ÉTUDE D'UN BARRAGE HYDRAULIQUE (5,5 points)

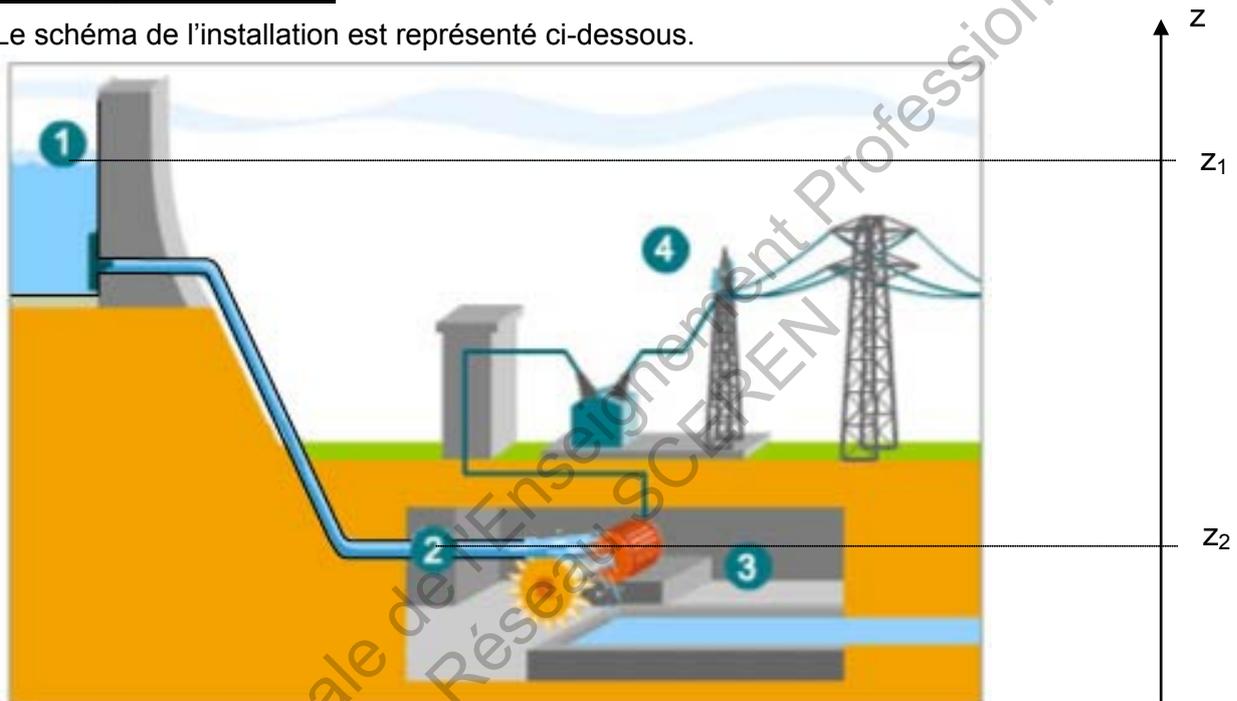
En France, la production d'énergie électrique d'origine hydraulique représente environ 10 % de la production totale de cette énergie.

L'énergie hydraulique représente 19 % de la production totale d'électricité dans le monde et 12 % en France. C'est la source d'énergie renouvelable la plus utilisée. À l'échelle mondiale, les barrages hydroélectriques fournissent plus d'électricité que les réacteurs nucléaires.

Leur principe consiste à transformer la force motrice de l'eau en électricité.

1.1 - Mécanique des fluides

Le schéma de l'installation est représenté ci-dessous.



Une conduite forcée de diamètre intérieur $d = 1,50$ m (repérée 2 sur le schéma précédent) relie un barrage hydraulique (repéré 1) à une turbine d'alternateur (repérée 3).

En fonctionnement normal, le volume V d'eau transitant dans la conduite est de $70 \cdot 10^6$ litres par heure.

Le point 1 situé à la surface de l'eau libérée par le barrage (repéré 1) est à une altitude $z_1 = 1500$ m par rapport au niveau de la mer.

Le point 2, situé avant la turbine (repéré 2), est à une altitude $z_2 = 800$ m et à la pression P_2 .

Les données sont :

Masse volumique de l'eau : $\rho = 1000$ kg/m³ ; pression atmosphérique : $1,00 \cdot 10^5$ Pa ;

Accélération de la pesanteur $g = 9,8$ m/s².

On négligera les pertes de charge dans les coudes.

1.1.1 - Calculer le débit volumique Q_v . L'exprimer en m³/s.

1.1.2 - Calculer la vitesse d'écoulement de l'eau v_2 .

1.1.3 - Quelle est la pression P_1 au point 1 ?

1.1.4 - Quelle est la vitesse v_1 de l'eau au point 1 ?

BTS CONCEPTION ET RÉALISATION DE CARROSSERIES		Session 2012
Nom de l'épreuve : Sciences physiques	Code : CRE3SC	Page : 2/6

On rappelle que la relation de Bernoulli entre deux points A et B d'un circuit d'écoulement d'un fluide, exprimé par unité de masse du fluide, s'écrit : $\frac{v_B^2 - v_A^2}{2\rho} + \frac{P_B - P_A}{\rho} + g(z_B - z_A) = W_{AB} + J_{AB}$ où W_{AB} est le travail des forces extérieures et J_{AB} les pertes de charge entre les points A et B.

1.1.5 - Donner la valeur du travail W_{12} . Justifier votre réponse.

1.1.6 - Donner la valeur des pertes de charge J_{12} entre les points 1 et 2.

1.1.7 - Calculer la pression P_2 au point 2 en utilisant la relation de Bernoulli entre 1 et 2.

1.2 - Électricité

L'alternateur triphasé (repéré 3) de la centrale hydraulique possède 14 pôles et une puissance apparente nominale égale à $S_n = 14$ MVA, il produit des tensions composées alternatives sinusoïdales de valeur maximale $U_m = 14,5$ kV et de période $T = 20$ ms.

1.2.1 - Calculer la fréquence f des tensions produites.

1.2.2 - Calculer la vitesse de rotation N du groupe turbine - l'alternateur en tr/min.

1.2.3 - Calculer la valeur efficace V des tensions simples produites.

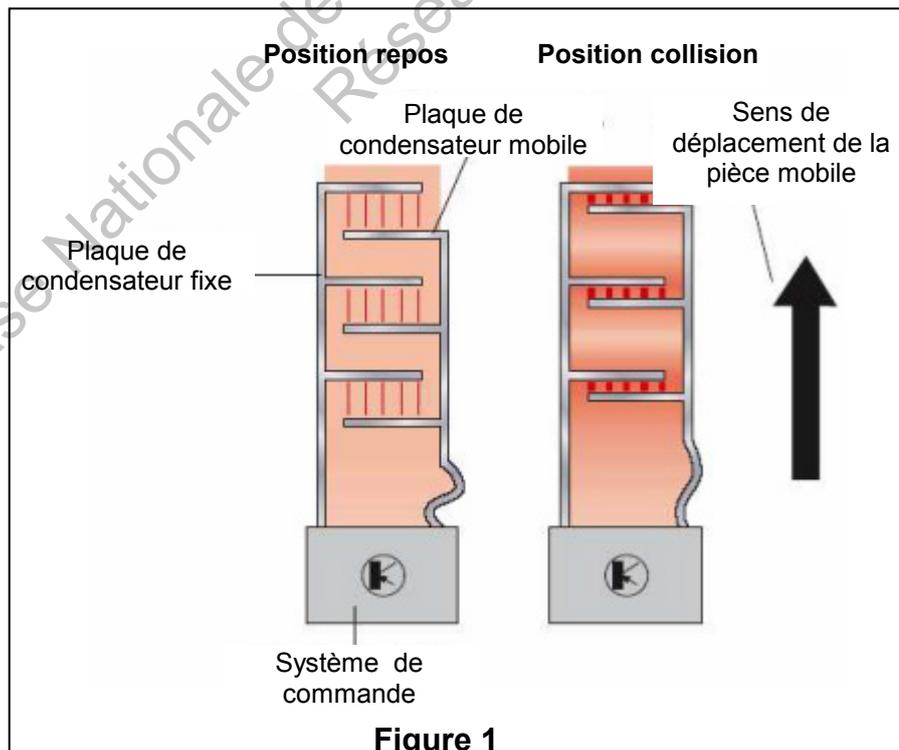
PROBLÈME 2 : ÉTUDE DE TROIS ÉLÉMENTS DE SÉCURITÉ DANS UNE VOITURE (14,5 points)

2.1 - Modélisation du fonctionnement d'un airbag (électricité)

L'accéléromètre utilisé pour déclencher le gonflage des airbags des véhicules en cas de choc brutal est constitué de deux pièces en forme de peignes complémentaires.

L'une est fixe, l'autre est mobile ; L'ensemble constitue un condensateur (**figure 1**).

En cas de choc brutal du véhicule, la partie mobile se déplace par inertie dans le sens opposé au mouvement. Ce changement de distance modifie la capacité du condensateur. Dès que le dispositif électronique détecte ce changement de capacité, il commande le gonflage de l'airbag, avant même que le conducteur et les passagers du véhicule ne soient projetés en avant.



Pour simplifier, on considère l'accéléromètre comme un condensateur de capacité C et on le modélise pendant le choc par le schéma de la **figure 2**.

On donne : $E = 5,0 \text{ V}$; $R = 10 \ \Omega$; $C = 100 \text{ pF}$ (rappel : $1 \text{ pF} = 1.10^{-12} \text{ F}$).

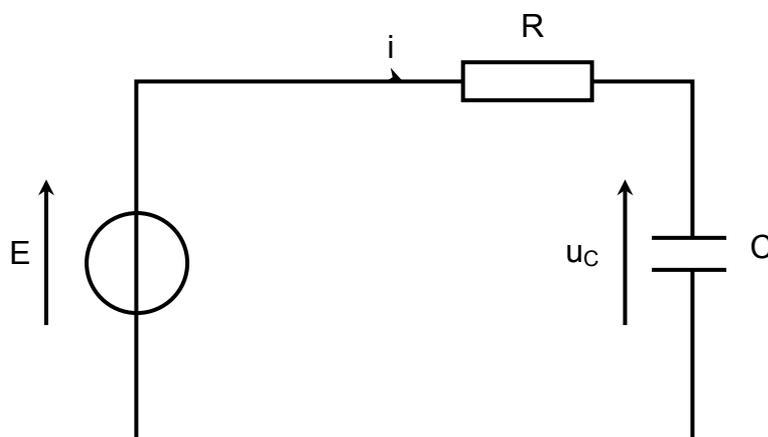


Figure 2

À l'instant $t = 0$, le condensateur est déchargé.

Les courbes représentant les variations de la tension u_C aux bornes du condensateur et de l'intensité i du courant en fonction du temps sont données à la **figure 3**.

2.1.1 - Délimiter de façon approximative et nommer, sur la **figure 3** du **document réponse page 6/6 (à rendre avec votre copie)**, les deux régimes de fonctionnement du circuit RC (régime transitoire et régime permanent).

2.1.2 - Identifier, d'après la **figure 3** du **document réponse page 6/6**, la courbe correspondant à la tension u_C aux bornes du condensateur. Justifier votre réponse.

2.1.3 - Déterminer graphiquement, d'après la **figure 3** du **document réponse page 6/6 (à rendre avec votre copie)**, les valeurs de la tension aux bornes du condensateur et de l'intensité du courant en régime permanent.

2.1.4 - Déterminer graphiquement sur la **figure 3** du **document réponse page 6/6 (à rendre avec votre copie)**, la valeur de la constante de temps du dipôle RC.
Comparer cette valeur à la durée d'un choc de l'ordre de 200 ms.

2.2 - Évolution de la pression d'un pneu (thermodynamique)

Le pneu est un des éléments de sécurité essentiels d'une voiture. On se propose d'étudier ici l'influence de la température sur la pression du pneu.

Un pneu d'automobile est gonflé à la pression $P_1 = 2,0 \text{ bar}$, l'air étant à la température $\theta_1 = 27^\circ\text{C}$. L'air est assimilé à un gaz parfait et on suppose que le volume intérieur V du pneu reste constant.

On rappelle que $T = \theta + 273$ avec T en K et θ en $^\circ\text{C}$ et que 1 bar correspond à 10^5 Pa .

On rappelle également la loi des gaz parfaits : $P.V = n.R.T$ où T est la température absolue (en K) et $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$.

2.2.1 - L'automobiliste ayant roulé sur autoroute, la température de l'air dans le pneu atteint la valeur de $\theta_2 = 57^\circ\text{C}$.

2.2.1.1 - Quel est le nom de la transformation thermodynamique qui s'effectue dans le pneu ? Justifier votre réponse.

2.2.1.2 - Exprimer P_2 en fonction de P_1 , T_1 et T_2 .

2.2.1.3 - Calculer la pression P_2 de l'air dans le pneu.

2.2.2 - À ce moment, le conducteur vérifie la pression des pneus et, la trouvant excessive, la ramène à $P_1 = 2,0$ bar, sans que l'air ait eu le temps de refroidir. Quelle sera la pression P'_1 des pneus quand la température sera revenue à $\theta_1 = 27$ °C ?

2.2.3 - Si la pression maximale admissible dans le pneu est $P_{\max} = 6,0$ bar, à quelle température θ_{\max} risque-t-il d'exploser ?

2.3 - Étude simplifiée d'un turbo compresseur (thermodynamique)

Le mélange air-essence, que l'on assimile à un gaz parfait, utilisé dans une turbine à gaz subit un cycle de quatre transformations successives réversibles :

- une compression adiabatique de l'état A (P_A, V_A, T_A) vers l'état B (P_B, V_B, T_B),
- un échauffement isobare de l'état B vers l'état C (P_C, V_C, T_C),
- une détente adiabatique de l'état C vers l'état D (P_D, V_D, T_D),
- un refroidissement isobare de l'état D vers l'état A.

Les données sont les suivantes :

$R = 8,32 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$; $\gamma = C_p/C_v$; $C_v = 20,8 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$; $C_p = 29,1 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$; $M = 29 \text{ g.mol}^{-1}$; $V_A = 2,0 \text{ L}$; $P_A = 1,0.10^5 \text{ Pa}$; $T_A = 300 \text{ K}$; $P_B = 7,0.10^5 \text{ Pa}$; $T_C = 1180 \text{ K}$; 0 °C correspond à 273 K .

On rappelle que pour une transformation adiabatique $1 \rightarrow 2$: $P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$.

On donne aussi le tableau suivant :

Transformation $1 \rightarrow 2$	W_{12}	Q_{12}
Isobare	$- n.R.(T_2 - T_1)$	$n.C_p.(T_2 - T_1)$
Adiabatique	$n.C_v.(T_2 - T_1)$	0

2.3.1 - Calculer le nombre n de moles de gaz.

2.3.2 - Calculer $V_B, T_B, V_C, P_C, V_D, P_D$ et T_D . Compléter le **tableau 1** du **document réponse page 6/6 (à rendre avec votre copie)**.

2.3.3 - Calculer les travaux et chaleurs échangés au cours des quatre transformations, soient : $W_{AB}; Q_{AB}; W_{BC}; Q_{BC}; W_{CD}; Q_{CD}; W_{DA}; Q_{DA}$. Compléter le **tableau 2** du **document réponse page 6/6 (à rendre avec votre copie)**.

2.3.4 - Calculer W_{tot} et Q_{tot} .

2.3.5 - Déduire la variation de l'énergie interne ΔU .

2.3.6 - Quelle est la nature du cycle ? Justifier votre réponse.

2.3.7 - Un incident survient et provoque un dysfonctionnement : la transformation isobare de l'état D à l'état A ne s'effectue pas correctement. Le travail W_{DA} reçu et la quantité de chaleur Q_{DA} fournie diminuent alors de 20 % chacun.

2.3.7.1 - Calculer la nouvelle valeur du travail W'_{DA} .

2.3.7.2 - En déduire la nouvelle valeur de la température T'_A . Exprimer cette température en °C.

2.3.7.3 - Comparer les températures T'_A et T_A .

2.3.7.4 - Quelle est la conséquence de l'incident ?

DOCUMENT RÉPONSE (à rendre avec la copie)

Figure 3

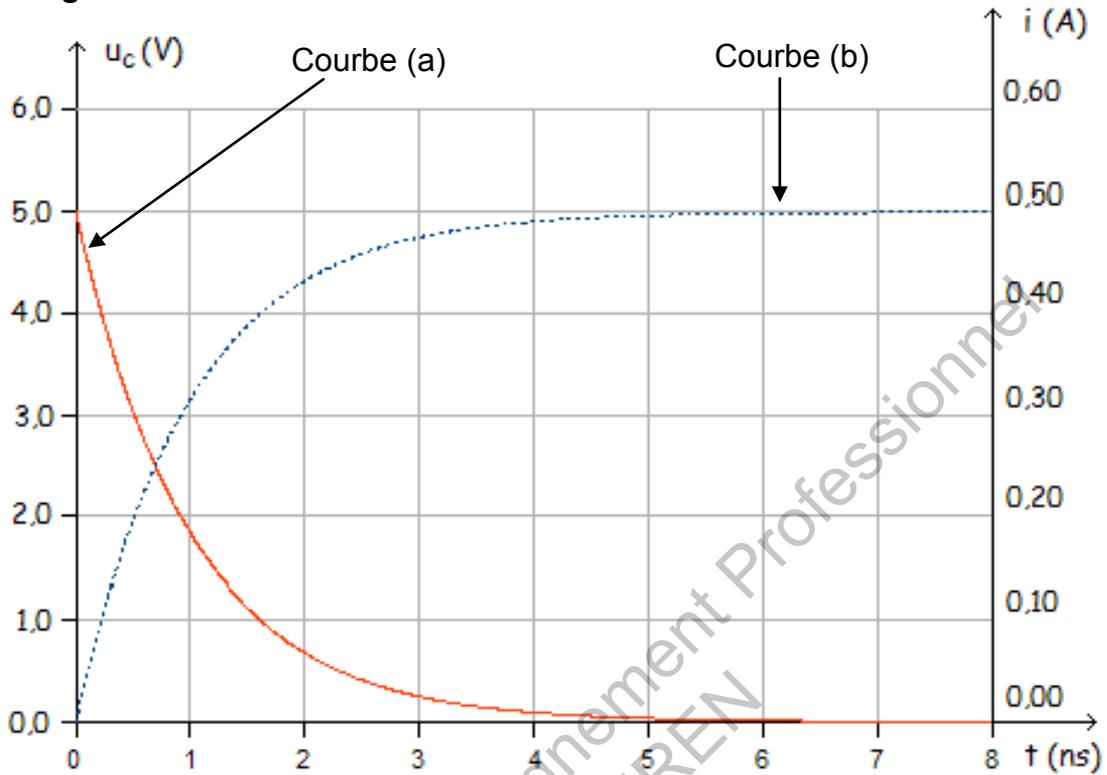


Tableau 1

	P(en Pa)	V(en m ³)	T(en K)
A			
B			
C			
D			

Tableau 2

	W(en J)	Q(en J)
A → B		
B → C		
C → D		
D → A		
Total		