



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux
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 de technicien supérieur

Bâtiment

Épreuve E32

Sciences physiques appliquées

Session 2015

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

La calculatrice conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99 est autorisée.

Important

Ce sujet comporte 8 pages.

Le document réponse page 6 est àagrafer avec la copie.

Un formulaire est donné en annexe page 8.

Maison container

Depuis la construction du quartier « Container City » en 2000 à Londres (63 appartements composés à partir de 128 containers maritimes) , la construction de maisons containers est très répandue : Pays Bas, New York, France ...sous forme de maisons individuelles, appartements privés, logements étudiants, bureaux,...



Container City in East London

Les avantages sont nombreux : ces maisons se montent très facilement et très rapidement, elles sont économiques et peuvent être mises facilement en conformité avec les exigences des normes BBC (économies d'énergie), elles sont bioclimatiques car orientables, sont étanches, écologiques (recyclage des containers maritimes), sont évolutives (possibilité d'ajouter des pièces), elles sont enfin transportables d'une région à une autre en cas de déménagement ...

On se propose d'effectuer :

- dans la partie A, une étude thermique de l'isolation d'un container « standard ».
- dans la partie B, une étude acoustique d'un logement container
- dans la partie C, une étude électrochimique concernant la protection contre la corrosion de l'acier avec lequel les containers sont fabriqués.

Les trois parties A, B et C sont indépendantes. Les résultats des calculs seront donnés avec un nombre de chiffres significatifs cohérent.

BTS Bâtiment	sujet	session 2015
Epreuve U32 sciences physiques appliquées	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
Code : 15BTE3SC		page 1/8

A. Isolation thermique de la maison container

Les dimensions du container sont données en annexe page 7, figure 1.

Le container présente :

- deux portes en bois dont la surface est pour chacune $S_P = 2,40 \text{ m}^2$;
- une baie vitrée en double vitrage de longueur $L_V = 6,50 \text{ m}$ et de hauteur $h_V = 1,20 \text{ m}$;
- une fenêtre également en double vitrage de surface $S_F = 1,40 \text{ m}^2$.

Les murs (structure en acier) sont isolés :

- du côté intérieur par des plaques de liège d'épaisseur $e_{\text{liège}} = 1,20 \text{ cm}$ fixées sur l'acier ;
- du côté extérieur par de la laine de verre d'épaisseur $e_{LV} = 20,0 \text{ cm}$ (voir figure 2 page 7/8). Un bardage en bois (voir figure 3 page 7/8) avec des lattes vernies d'épaisseur $e_{\text{bois}} = 1,20 \text{ cm}$ complète l'isolation extérieure.

Le toit du container est isolé :

- côté extérieur, avec de la laine de verre d'une épaisseur e_{LVT} recouverte d'une tôle en acier ;
- côté intérieur par les mêmes plaques de liège que pour les murs.

Le sol est constitué d'un plancher en bois dont l'épaisseur est $e_{\text{bois}} = 1,20 \text{ cm}$ sous lequel on a introduit une épaisseur $e_{\text{cel}} = 20,0 \text{ cm}$ de ouate de cellulose.

Les résistances superficielles à l'intérieur et à l'extérieur du container sont respectivement : $r_{si} = 0,130 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ et $r_{se} = 0,0400 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$

La température de l'air dans le logement du côté intérieur est $\theta_i = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ et du côté extérieur $\theta_e = - 2,00 \text{ }^\circ\text{C}$.

On donne les conductivités thermiques des matériaux d'isolation:

Matériau	liège	laine de verre	bois	cellulose
$\lambda(\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$	0,043	0,040	0,065	0,039

I. Choix du type d'isolation

1. Le container maritime est en acier. Le propriétaire hésite entre une isolation par l'extérieur ou une isolation par l'intérieur. Donner un avantage et un inconvénient que présente chaque type d'isolation.

2. Le propriétaire du logement a choisi une isolation mixte : côté intérieur par des plaques de liège et côté extérieur par de la laine de verre et du bois.

2.1 Citer les trois modes de transferts thermiques.

2.2 Quel est le mode de transfert observé dans les fluides ?

2.3 Quel est le mode de transfert thermique qui se fait sans déplacement global de matière ?

BTS Bâtiment	sujet	session 2015
Epreuve U32 sciences physiques appliquées	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
Code : 15BTE3SC		page 2/8

II. Détermination des résistances thermiques et des flux thermiques surfaciques

Vu la faible résistance thermique de l'acier, on négligera les composants métalliques (structure du container et tôles du toit) dans les calculs de résistance thermique des différentes parois.

1. Cas des murs, hors vitrage

1.1 Donner l'expression littérale et calculer la résistance thermique surfacique r_m des parois verticales (murs hors vitrage).

1.2 Exprimer puis calculer le flux thermique surfacique φ_m à travers les parois verticales.

1.3 Calculer la surface S_m des parois verticales.

1.4 Déterminer le flux des déperditions thermiques Φ_m à travers ces parois verticales.

2. Cas du toit

2.1 Les normes BBC (Bâtiment Basse Consommation) imposent pour l'isolation du toit du container une résistance thermique surfacique $r_T = 11,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$. Calculer l'épaisseur de laine de verre e_{LV} nécessaire pour respecter cette norme.

2.2 Calculer le flux thermique surfacique φ_T et celui des déperditions thermiques Φ_T à travers le toit.

3. Cas du sol

3.1 Montrer que la résistance thermique unitaire de sol est $r_{sol} = 5,48 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$.

3.2 Calculer le flux des déperditions thermiques Φ_{sol} à travers le sol.

4. Cas des vitrages.

Le flux thermique unitaire à travers la baie vitrée et la fenêtre du logement container est $\varphi_V = 38,0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

Calculer le flux des déperditions thermiques à travers les vitrages Φ_V .

III. Bilan thermique du logement container

1. Montrer que le flux total des déperditions thermiques à travers le logement container est : $\Phi = 798 \text{ W}$.

2. Quelle est l'énergie thermique E en kW·h perdue à travers le container isolé pendant 30 jours en hiver ?

3. Sachant que le prix du kW·h est de 0,140 €, calculer le coût du chauffage pour compenser ces pertes et maintenir la température à 20,0 °C pendant ces 30 jours d'hiver.

4. Un problème important qu'il faut résoudre lorsqu'on utilise les containers maritimes en acier est celui des ponts thermiques. Définir un pont thermique et expliquer pourquoi la structure métallique est propice à l'apparition de ponts thermiques. Comment le problème a-t-il été résolu dans le cas du container ?

BTS Bâtiment	sujet	session 2015
Epreuve U32 sciences physiques appliquées	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
Code : 15BTE3SC		page 3/8

B. Acoustique du logement container

I. Isolement brut D_b du local

On mesure les niveaux de pression acoustique des bruits extérieurs L_{ex} et les niveaux de pression acoustique L_{in} pour différentes bandes d'octaves. On obtient le tableau suivant :

Fréquence médiane de la bande d'octave (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Niveau d'émission extérieur L_{ex} (dB)	75,8	73,0	77,5	74,3	70,2	68,4
Niveau de réception à l'intérieur L_{in} (dB)	45,6	42,3	41,6	44,2	39,8	37,1

1. Donner le type d'appareil qui permet de mesurer les niveaux acoustiques.
2. Montrer que le niveau global de pression L_g peut se calculer à partir de la relation

$$L_g = 20 \cdot \log \left(\sum 10^{L_i/20} \right) \quad \text{où } i = 1, 2, 3, \dots, 6$$

3. Montrer que le niveau sonore global des bruits extérieurs vaut $L_{gex} = 89,3$ dB.

4. Le niveau sonore global des bruits à l'intérieur du logement est $L_{gin} = 57,8$ dB. Déterminer l'isolement brut D_b .

II. Temps de réverbération dans le local

On donne les coefficients d'absorption a_i des différents matériaux à l'intérieur du local :

Matériau i	Surface S_i en m^2	Coefficient a_i	Aire équivalente A_i en m^2
Parois verticales (liège) et plafond		0,42	
Sol (bois) et portes	32,8	0,12	
Baie vitrée et fenêtre	9,2	0,18	1,7

Les dimensions du logement sont données sur la figure 1.

1. Le tableau ci-dessus est reproduit en page 6/8 (Document réponse 1 page 6/8). Compléter le tableau.
2. Calculer l'aire d'absorption équivalente A du logement.
3. Définir la durée de réverbération acoustique dans un local T_r .
4. Montrer que $T_r = 0,28$ s.
5. Le temps de réverbération du logement est-il le même pour un logement vide et pour un logement meublé ? Justifier la réponse.

BTS Bâtiment	sujet	session 2015
Epreuve U32 sciences physiques appliquées	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
Code : 15BTE3SC		page 4/8

C. Oxydoréduction et protection contre la corrosion

Le container maritime est en acier (alliage de fer et de carbone) qui peut être corrodé. Pour le protéger on choisit de relier le container à un métal plus réducteur que lui : le zinc.

On donne les potentiels standards d'oxydoréduction :

$$E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}; E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}; E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = +1,23 \text{ V}$$

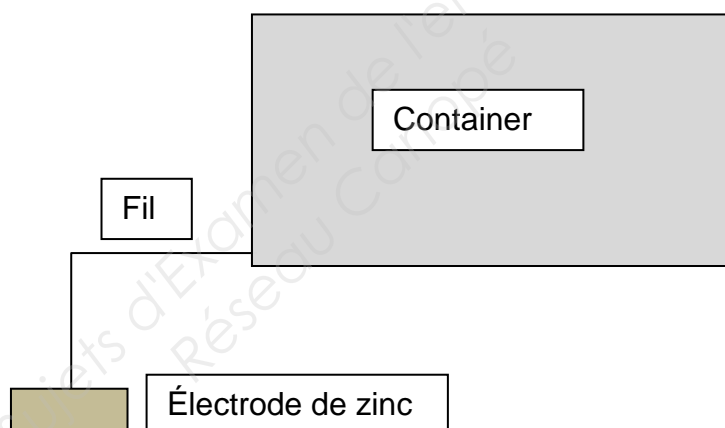
I. Problème de corrosion du container

- En utilisant les couples relatifs au fer et au dioxygène ci-dessus,
 - expliquer pourquoi le fer est corrodé ;
 - écrire les demi-réactions électroniques et la réaction globale correspondant à la corrosion du fer (Fe) par le dioxygène (O₂) en milieu acide.
- Quel nom courant donne-t-on au mélange d'oxydes de fer formé par la corrosion du fer ?

II. Protection du container contre la corrosion

Le container est protégé suivant le montage modélisé ci-dessous.

- Écrire la demi-réaction électronique qui se produit sur l'électrode de zinc et celle qui se produit sur le container. Quel élément du dispositif est oxydé ? Lequel est réduit ?



- Le montage ci-dessus est reproduit en page 6 sur le document-réponse à rendre avec la copie.
Indiquer sur le schéma : le sens de circulation des électrons (e⁻), le sens conventionnel du courant I, les pôles + et -, l'anode et la cathode.
- Quel nom donne-t-on à ce type de protection ? Pourquoi la qualifie-t-on ainsi ?
- Citer deux autres modes de protection des métaux contre la corrosion.

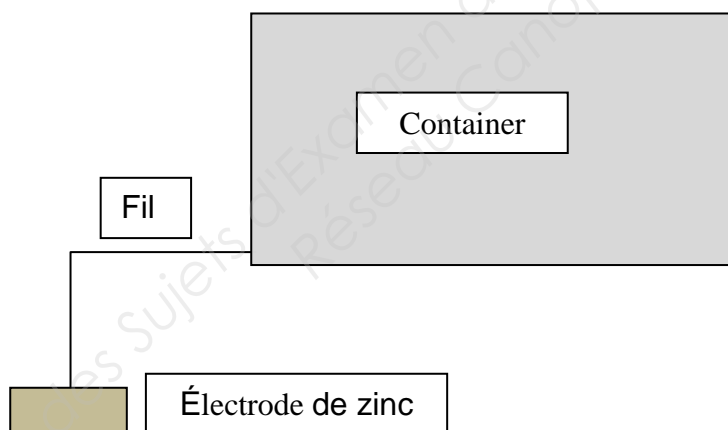
BTS Bâtiment	sujet	session 2015
Epreuve U32 sciences physiques appliquées	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
Code : 15BTE3SC		page 5/8

Document-réponses
à rendre avec la copie

Document-réponse 1

Matériau i	Surface S_i en m^2	Coefficient a_i	Aire équivalente A_i en m^2
Parois verticales (liège) et plafond		0,42	
Sol (bois) et portes	32,8	0,12	
Baie vitrée et fenêtre	9,2	0,18	1,7

Document-réponse 2



BTS Bâtiment	sujet	session 2015
Epreuve U32 sciences physiques appliquées	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
Code : 15BTE3SC		page 6/8

Annexe

Documents relatifs à la maison container (www.lpino.fr)



Figure 1
Container maritime de 40 pieds: de longueur $L = 12,01$ m, de largeur $l = 2,33$ m et de hauteur $h = 3,00$ m.



Figure 2
Isolation des murs par l'extérieur en utilisant une couche de laine de verre de 20,0 cm d'épaisseur maintenue grâce à une ossature en bois.



Figure 3
Bardage en bois à l'aide de lattes de 12 mm d'épaisseur placées transversalement contre l'isolant qui a au préalable été imperméabilisé.

BTS Bâtiment	sujet	session 2015
Epreuve U32 sciences physiques appliquées	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
Code : 15BTE3SC		page 7/8

**Annexe :
Formulaire de Physique Chimie**

Acoustique :

Niveau acoustique : $L = 20 \cdot \log\left(\frac{p_{\text{acoustique}}}{P_0}\right)$

Pression acoustique : $p_{\text{acoustique}} = P_0 \cdot 10^{\frac{L}{20}}$

$P_0 = 2,00 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$

Formule de Sabine: $T_R = k \cdot \frac{V}{A}$

avec $k = 0,16 \text{ s} \cdot \text{m}^{-1}$ et $A = \sum a_i \cdot S_i = a_1 \cdot S_1 + a_2 \cdot S_2 + a_3 \cdot S_3 + \dots$

Thermique :

$$r = r_{si} + \sum \frac{e_i}{\lambda_i} + r_{se}$$

$$\varphi = \frac{\Phi}{S} = \frac{\Delta T}{r}$$

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

BTS Bâtiment	sujet	session 2015
Epreuve U32 sciences physiques appliquées	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
Code : 15BTE3SC		page 8/8