

**AF**

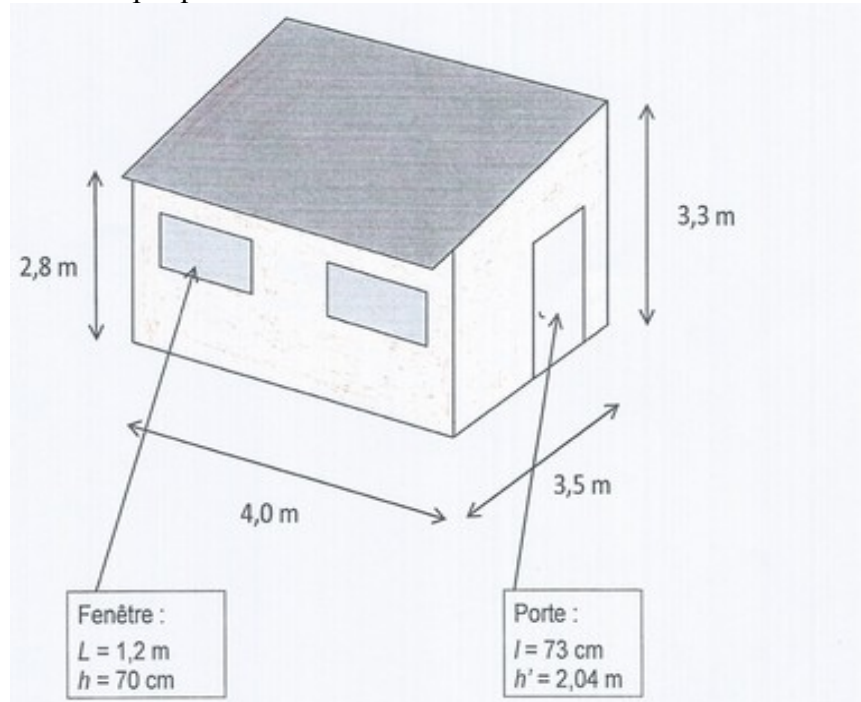
## Extension d'une résidence par une cabane d'appoint

*Un particulier a décidé d'agrandir sa résidence à l'aide d'une cabane d'appoint. Cela devrait lui permettre de recevoir et d'héberger deux personnes supplémentaires.*

### Description du projet

Les murs de la cabane sont en bois avec une isolation en polystyrène expansé, les fenêtres sont en double vitrage, la porte est en bois.

Enfin le toit est recouvert de plaques de tôle ondulée.



## Thermique

### Etude thermique de la cabane d'appoint

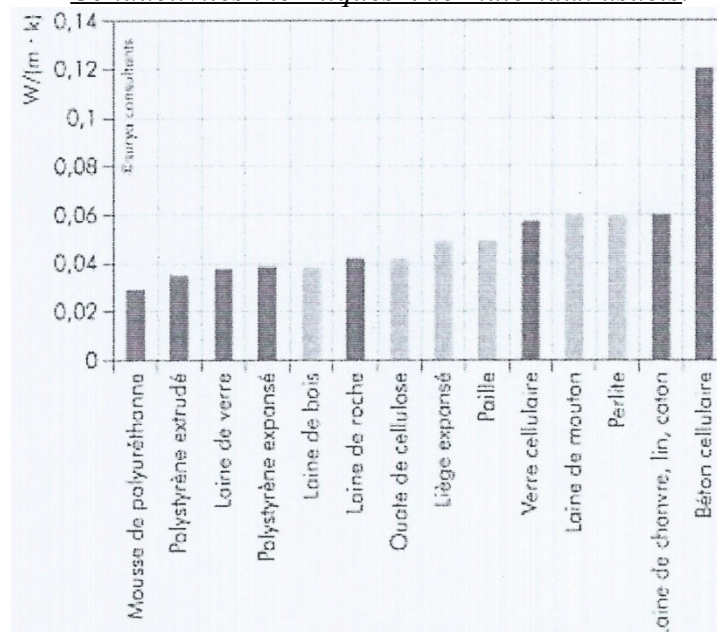
La cabane d'appoint doit pouvoir héberger des personnes en hiver.

Pour cela, elle sera équipée de deux convecteurs afin de maintenir une température intérieure de 19°C, même lorsque la température extérieure sera de 0°C.

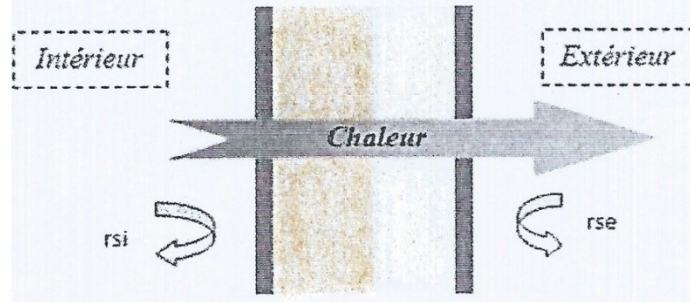
Cinq modèles sont proposés, de puissances : 750 W, 1000 W, 1750 W, 2000 W et 2500 W.

Répondre aux questions suivantes en s'appuyant sur les trois documents ci-dessous :

### • Conductivités thermiques $\lambda$ de matériaux usuels.



- résistances thermiques superficielles surfaciques intérieures et extérieures.

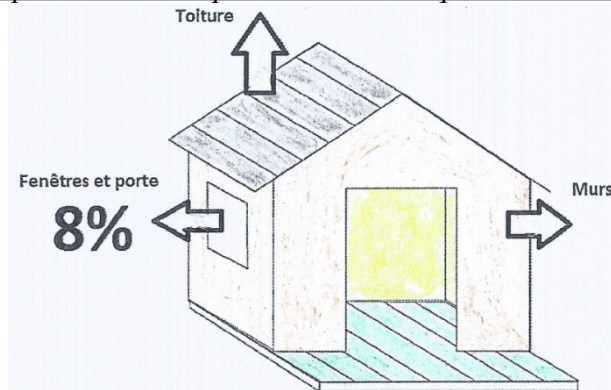


$$r_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1} \text{ et } r_{se} = 0,040 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

- Conductivités thermiques  $\lambda$  du bois et du polystyrène expansé.

$$\lambda_{\text{bois}} = 0,15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \text{ et } \lambda_{\text{polystyrène expansé}} = 0,040 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

- Répartition des déperditions thermiques de la cabane.



Les murs sont constitués d'un isolant thermique d'une épaisseur de 5,0 cm entre deux plaques en bois d'une épaisseur de 1,0 cm.

- 1) a- Justifier l'utilisation du polystyrène expansé plutôt que de la paille comme isolant thermique.
  - b- Exprimer, puis calculer la résistance thermique surfacique  $r_{th}$  d'un mur lorsque l'isolant utilisé est du polystyrène expansé.
  - 2) Exprimer, puis calculer le flux thermique surfacique à travers les murs.
- Le coefficient de déperdition thermique surfacique par transmission du toit vaut  $U = 0,69 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ .
- 3) Calculer le flux thermique surfacique à travers le toit.
- Le flux thermique de déperditions thermiques à travers les murs, le toit et les menuiseries (portes et fenêtres) de la cabane s'élève à 760 W.
- 4) Evaluer le flux thermique, en watts, dissipé à travers les menuiseries (portes et fenêtres).
  - 5) a- Quel modèle de convecteur conseilleriez-vous pour équiper cette cabane d'appoint ?
  - b- Compte tenu des valeurs des différents flux thermiques de déperdition, quels travaux proposeriez-vous pour limiter la consommation énergétique de chauffage dans la cabane ?

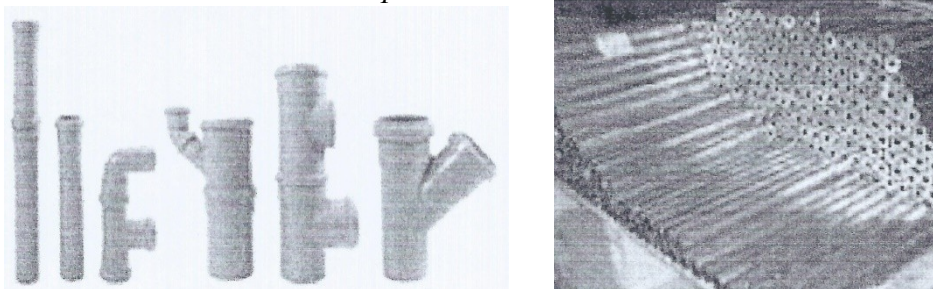
## Chimie organique

### Etude des canalisations

La cabane est équipée d'un lavabo et d'un WC.

Dans ce sujet, on s'intéresse au matériau à utiliser pour les tubes d'évacuation des eaux usées.

- Exemples de tubes d'évacuation.



(Tubes en PVC et Tubes en plomb)

• Pictogrammes du monoxyde de plomb pouvant recouvrir les canalisations de plomb.



• Relier deux pièces entre elles.

- Pour relier deux canalisations en plomb, il faut les souder, par exemple au moyen d'une soudure à l'étain. Pour ce faire, on chauffe modérément le plomb et on chauffe la baguette d'étain pour en faire tomber une goutte sur le plomb. On transporte la soudure sur la zone de liaison des deux pièces avec un tampon de chiffon à la stéarine. Il ne faut pas trop chauffer le plomb qui fond à 327°C.

(D'après « Astuces et bricolage »)

- Les tubes en PVC (polychlorure de vinyle) sont d'un usage pratique de par leur légèreté et leur relative facilité de mise en œuvre. Le PVC se travaille sans soudure, il suffit de coller les pièces, puis on fixe celles-ci avec des colliers.

(D'après <http://plomberie.comprendrechoisir.com/comprendre/tutau-pvc>)

Dans les habitations des particuliers, on rencontre deux types de matériaux pour l'évacuation des eaux usées : le PVC et le plomb.

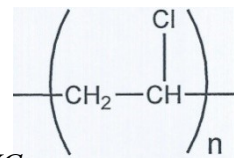
Depuis 1950, le plomb n'est plus autorisé et n'est plus utilisé, si bien qu'il se raréfie progressivement.

1) a- Expliquer pourquoi le plomb n'est plus utilisé dans les canalisations d'alimentation, ni même d'évacuation.

b- D'un point de vue pratique, quel autre avantage peut-il y avoir à utiliser du PVC plutôt que du plomb ?

• A propos du PVC.

- Le PVC est le polymère, obtenu par polyaddition, de formule



- Caractéristiques de différents PVC.

Polymère	Densité	Module d'Young	Température de transition vitreuse $T_v$ (°C)	Remarques
PVC-P PVC-U	1160 à 1350 1400	< 1000 2000 à 3000	- 10 à - 40 80	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensible aux UV</li> <li>• Autoextinguible</li> <li>• Economique par ajout de minéraux</li> </ul>

- La température de transition vitreuse ( $T_v$ ) d'une matière est souvent décrite comme représentant l'intervalle de température à travers lequel le polymère thermoplastique passe d'un état vitreux solide (rigide) à un état caoutchouteux (d'après Wikipédia).

2) Définir le terme « polyaddition ».

3) Donner la formule semi-développée de l'espèce chimique permettant de synthétiser le PVC, puis écrire l'équation de la réaction de polyaddition correspondante.

Dans les « Caractéristiques de différents polymères », il est question de « polymère thermoplastique ».

4) Que signifie le terme « thermoplastique » ?

Quelle(s) structure(s) de macromolécule(s) conduisent à un polymère thermoplastique ?

5) Quel type de PVC (PVC-U ou PVC-P), conseilleriez-vous au plombier pour l'évacuation du lavabo et des WC ?

Une réponse justifiée est attendue.

## Photométrie

### Choix de l'éclairage

L'éclairage est assuré par une ampoule fixée au plafond, au centre de la pièce, à une hauteur  $h_1 = 2,8$  m du sol.

#### • Eclairagements recommandés.

Tâche confiée à l'œil	Exemples	Eclairement (lx)
Orientation	Corridor, chambre à coucher, grand dépôt	50
Facile	Salon, restaurant, salle des machines	150
Normale	Cuisine, halle de montage, local de vente	350
	Local avec travail à l'écran	400
	Salle de classe	500
Difficile	Microtechnique, dessin technique	750
Très difficile	Orfèvre	1000
Cas spéciaux	Table d'opération	5000

1) Quel éclairage préconiserez-vous pour la cabane d'appoint ?

#### Données :

$$I = \frac{\Phi}{\Omega} \quad E = \frac{I \cdot \cos \beta}{d^2} \quad \Omega = 2\pi \cdot (1 - \cos \alpha)$$

$\Phi$  : flux lumineux

$\Omega$  : angle solide du faisceau lumineux émis

$\beta$  : angle entre la direction éclairée et la verticale de la lampe

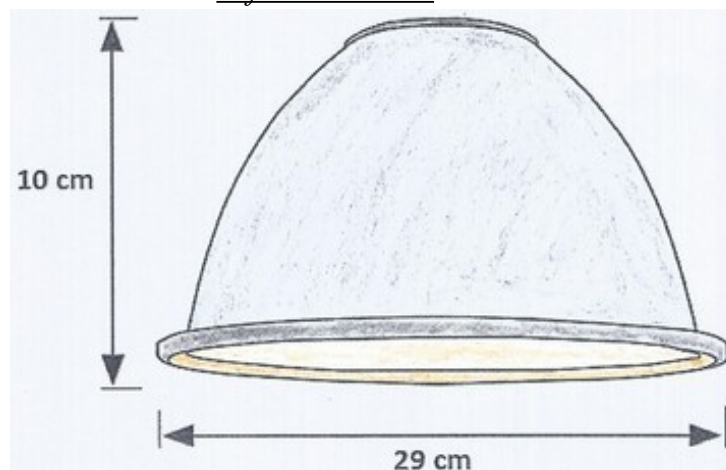
$d$  : distance entre le point éclairé et la lampe

$\alpha$  : demi-angle au sommet du cône éclairé par le réflecteur

2) Vérifier que l'intensité lumineuse  $I$ , nécessaire pour obtenir un éclairage minimum  $E$  de 25 lx dans les coins de la pièce, vaut  $5,3 \cdot 10^2$  cd.

L'ampoule dispose d'un réflecteur.

#### • Réflecteur utilisé.



3) Estimer la valeur de  $\Omega$ .

4) Déterminer la valeur du flux lumineux  $\Phi$ .

Le particulier a choisi d'utiliser une ampoule à économie d'énergie dont l'efficacité lumineuse vaut  $e = 42$  lm.W<sup>-1</sup>.

5) Calculer la puissance  $P$  de cette ampoule.

On propose au particulier d'utiliser une lampe à LED d'une puissance de 25 W qui produit un éclairage adéquat.

6) Quelle économie d'énergie, exprimée en kilowattheures (kWh), réalisera-t-il au bout d'un an, si la lampe fonctionne en moyenne quatre heures par jour ?

7) Sur la base de 0,12 € par kWh, calculer l'économie financière réalisée.

Le calcul effectué permet-il à lui seul, de justifier le choix de l'éclairage par une lampe à LED ?

Proposer un autre critère à envisager.



## Oxydoréduction

### Installation des gouttières

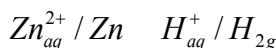
Pour permettre une récupération d'eau, le particulier décide de se procurer des gouttières en zinc et de les installer sur la cabane.

Pour fixer ces gouttières, il dispose d'attaches en fer ou en polymère PVC (polychlorure de vinyle).

L'objectif de l'exercice est de déterminer le meilleur matériau à utiliser pour fixer les gouttières.

#### • Etude de la corrosion du zinc.

- Dans un tube à essai, on place de la limaille de zinc et on ajoute de l'acide chlorhydrique concentré. On observe une attaque du zinc par l'acide. A la fin, il ne reste plus de limaille de zinc.

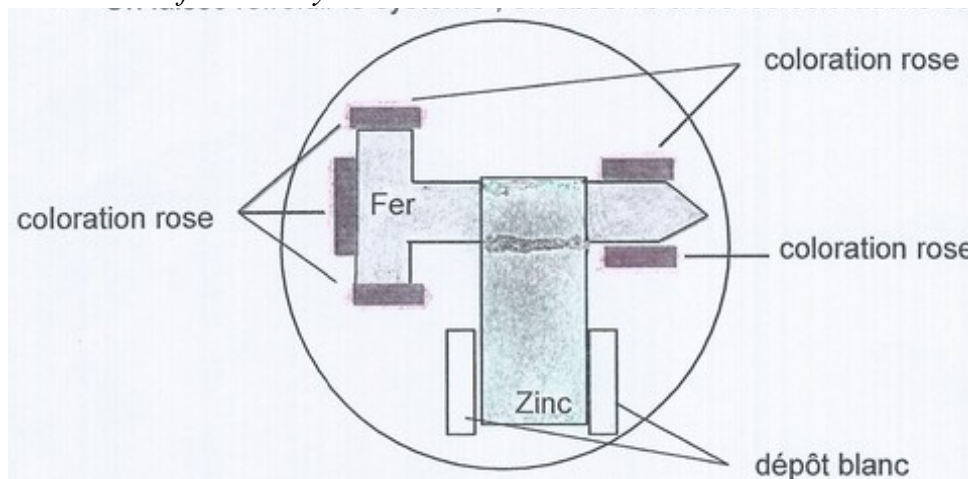


- Couples mis en jeu :

#### • Clou en fer entouré par une bande de zinc.

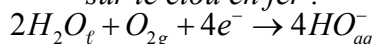
- On a préparé un clou en fer entouré d'une bande de zinc. On dispose l'ensemble dans une boîte de Pétri.
- On ajoute de la gélatine qui contient également de l'hexacyanoferrate III de potassium  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  et de la phénolphtaléine.

- On laisse refroidir le système. On observe alors les colorations suivantes :

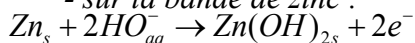


#### - Demi-équations électroniques

- sur le clou en fer :



- sur la bande de zinc :



- La phénolphthaléine devient rose en présence d'ions hydroxyde  $\text{HO}_{\text{aq}}^{-}$

- L'hexacyanoferrate III de potassium prend une coloration bleue en présence d'ions  $\text{Fe}_{\text{aq}}^{2+}$

1) Ecrire les deux demi-équations électroniques, puis la réaction (R) correspondant à l'attaque du métal zinc par l'acide chlorhydrique.

2) La réaction (R) est-elle une réaction acido-basique ou une réaction d'oxydoréduction ? Justifier.

3) Indiquer si les phrases suivantes sont vraies ou fausses :

- a- Durant la réaction (R), le métal zinc se réduit.
- b- Durant la réaction (R), le métal zinc s'oxyde.
- c- Durant la réaction (R), le métal zinc se corrode.

4) A l'aide du document « Clou en fer entouré par une bande de zinc », recopier les phrases suivantes sur la copie en choisissant les bons termes parmi ceux entre parenthèses :

« A la surface du clou en fer, il y a (oxydation / réduction) (de l'eau / du dioxygène) ».

« A la surface de la bande de zinc, il y a (oxydation / réduction) (du métal zinc / des ions hydroxyde) ».

5) Expliquer la coloration rose au niveau du clou de fer.

Quelle espèce chimique est responsable de la coloration blanche au niveau de la bande de zinc ?

6) D'après l'expérience, conseilleriez-vous au particulier d'utiliser les attaches en fer ou celles en PVC ? Justifier.

## B

### Maison container

*Depuis la construction du quartier « Container City » en 2000 à Londres (63 départements 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 BBB (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 :

**A** : une étude thermique de l'isolation d'un « container standard ».

**B** : une étude acoustique d'un logement container.

**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.

#### Dimensions du container :

Longueur :  $L = 12,01 \text{ m}$

largeur :  $\ell = 2,33 \text{ m}$

hauteur  $h = 3,00 \text{ m}$

### **Thermique (A)**

#### Données :

##### Ouvertures :

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  $S_f = 1,40 \text{ m}^2$ .

##### Isolation des murs (structure en acier) :

Du côté intérieur, par des plaques de liège d'épaisseur  $e_{\text{liège}} = 1,20 \text{ cm}$  fixée sur l'acier.

Du côté extérieur, par de la laine de verre d'épaisseur  $e_{\text{LV}} = 20,0 \text{ cm}$ , maintenue grâce à une ossature en bois. Un bardage en bois à l'aide de lattes vernies d'épaisseur  $e_{\text{bois}} = 1,20 \text{ cm}$ , placées transversalement contre l'isolant qui au préalable été imperméabilisé.

Container maritime de 40 pieds



Isolation des murs par l'extérieur



Bardage en bois



Isolation du toit

Côté extérieur, par de la laine) de verre d'épaisseur  $e_{LVT}$  recouverte d'une tôle d'acier.  
Côté intérieur, par les mêmes plaques de liège que pour les murs.

Constitution du sol

Plancher en bois d'épaisseur  $e_{\text{bois}} = 1,20 \text{ cm}$ , sous lequel on a introduit une épaisseur  $e_{\text{cel}} = 20,0 \text{ cm}$  de ouate de cellulose.

Résistances thermiques surfaciques superficielles intérieure et extérieure du container respectivement  $r_{\text{si}} = 0,130 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$  et  $r_{\text{se}} = 0,0400 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ .

Températures de l'air

Dans le logement du côté intérieur :  $\theta_i = 20,0^\circ\text{C}$ .

Du côté extérieur :  $\theta_e = -2,00^\circ\text{C}$ .

Conductivités thermiques des matériaux  $\lambda$  :

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

Choix du type d'isolation

Le container maritime est en acier.

Le propriétaire hésite entre une isolation par l'extérieur ou une isolation par l'intérieur.

1) Donner un avantage et un inconvénient que présente chaque type d'isolation.

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) a- Citer les trois modes de transfert thermique.

b- Quel est le mode de transfert observé dans les fluides ?

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

Détermination des résistances 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 surfacique des différents parois.

Murs, hors vitrage :

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

b- Exprimer puis calculer le flux thermique surfacique  $\phi_m$  à travers les parois verticales.

c- Calculer la surface des parois verticales.

d- Déterminer le flux des déperditions thermiques  $\Phi_m$  à travers ces parois verticales.

Toit :

Les normes BBC (Bâtiment Basse Consommation) imposent pour isolation du toit du container une résistance thermique surfacique  $r_T = 11,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ .

4) a- Calculer l'épaisseur de laine de verre  $e_{\text{LV}}$ .

b- Calculer le flux thermique surfacique  $\phi_T$  et celui des déperditions thermiques  $\Phi_T$  à travers le toit.

Sol :

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

b- Calculer le flux des déperditions thermiques  $\Phi_{\text{sol}}$  à travers le sol.

Vitrages :

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

6) Calculer le flux des déperditions thermiques  $\Phi_v$  à travers les vitrages.

Bilan thermique du logement container

7) Montrer que le flux total des déperditions thermiques à travers le logement container est  $\Phi = 816 \text{ W}$ .

8) Quelle est l'énergie thermique  $E$  (en kWh) perdue à travers le container isolé pendant 30 jours d'hiver ? Le prix du kWh est de 0,140 €.

9) Calculer le coût du chauffage pour compenser ces pertes et maintenir la température à  $20^\circ\text{C}$  pendant ces 30 jours d'hiver.

Un problème important qu'il faut résoudre lorsqu'on utilise les containers maritimes en acier est celui des ponts thermiques.

10) 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 ?



## Acoustique

Données :

$$P_0 = 2,00.10^{-5} \text{ Pa}$$

$$k = 0,16 \text{ s.m}^{-1}$$

### 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 :

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 nom de l'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

où  $i = 1, 2, 3, \dots, 6$

$$L_g = 20 \cdot \log \left( \sum 10^{\frac{L_i}{20}} \right)$$

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

Le niveau sonore global des bruits à l'intérieur du logement est  $L_{gin} = 57,8 \text{ dB}$ .

4) Déterminer l'isolement brut  $D_b$ .

### Temps de réverbération dans le local

Les coefficients d'absorption des différents matériaux à l'intérieur du local sont représentés par  $a_i$ .

5) Compléter le tableau suivant :

Matériau i	Surface $S_i$ (m <sup>2</sup> )	Coefficient $a_i$	Aire équivalente $A_i$ (m <sup>2</sup> )
Paroi verticales (liège) et plafond		0,42	
Sol (bois) et portes	32,8	0,12	
Baie vitrée et fenêtre	9,2	0,18	1,7

6) Calculer l'aire d'absorption équivalente  $A$  du logement.

7) Définir la durée de réverbération acoustique dans un local  $T_r$ .

8) Montrer que  $T_r = 0,28 \text{ s}$ .

9) Le temps de réverbération du logement est-il le même pour un logement vide et pour un logement meublé ?

Justifier la réponse.

## Oxydoréduction

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.

Données :

Couple Redox	$Fe^{2+}/Fe$	$Zn^{2+}/Zn$	$O_2/H_2O$
Potentiel standard d'oxydoréduction $E^0$ (V)	- 0,44	- 0,76	+ 1,23

### Problème de corrosion du container

1) En utilisant les couples relatifs au fer et au dioxygène :

a- expliquer pourquoi le fer est corrodé.

b- Ecrire les demi-réactions électroniques et la relation globale correspondant à la corrosion du fer par le dioxygène en milieu acide.

2) Quel nom courant donne-t-on au mélange d'oxydes de fer formé par la corrosion du fer ?

### Protection du container contre la corrosion

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

3) Ecrire la demi-équation électronique qui se produit sur l'électrode de zinc et celle qui se produit sur le container.

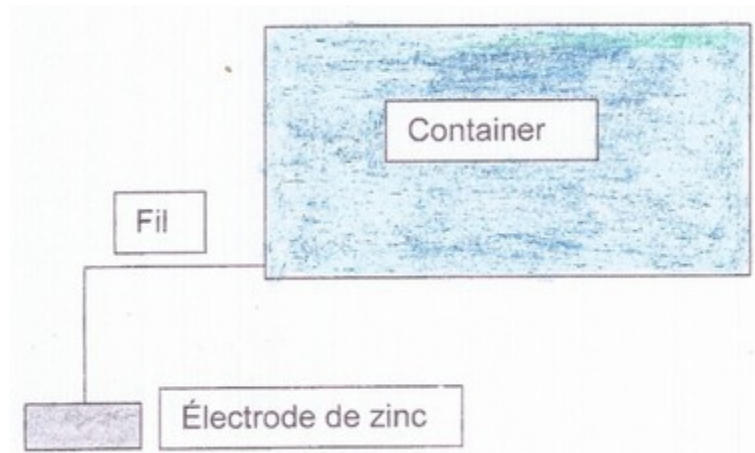
Quel élément du dispositif est oxydé ?

Lequel est réduit.

4) Indiquer sur le schéma :

- le sens de circulation des électrons ( $e^-$ ),

- le sens conventionnel du courant (I),
  - les pôles (+ et -),
  - les électrodes (anode et cathode).
- 5) Quel nom donne-t-on à ce type de protection ?  
Pourquoi la qualifie-t-on ainsi ?
- 6) Citer deux autres modes de protection des métaux contre la corrosion.



## EB

### Autour des eaux usées

*On s'intéresse à quelques aspects du traitement et de la gestion des eaux usées.*

Le sujet est constitué de trois parties indépendantes qui peuvent être traitées dans n'importe quel ordre. Dans une première partie, on étudie l'impact acoustique nocturne d'une station d'épuration sur son voisinage.

Dans une deuxième partie on aborde le fonctionnement d'un bassin d'orage.

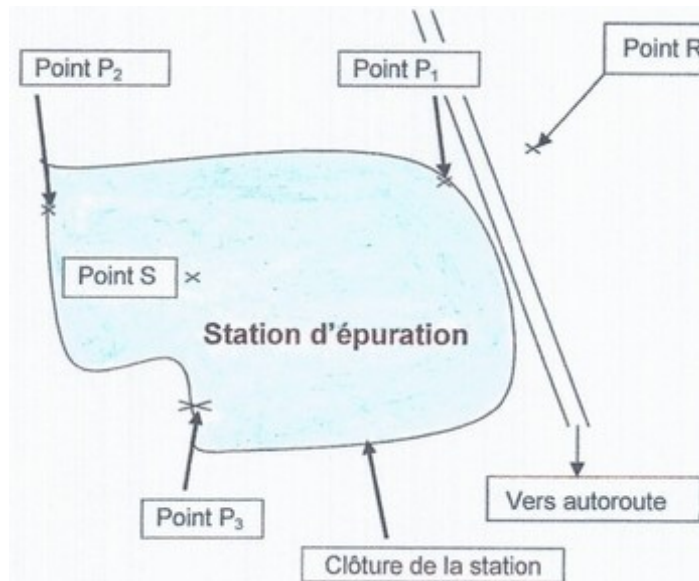
Dans la troisième partie, on s'intéresse à un procédé de désodorisation des gaz dit « d'épuration ».

- 1 -

#### Impact acoustique d'une station d'épuration

##### Acoustique

En effet, une station d'épuration fonctionnant 24 heures sur 24, il est important d'évaluer son impact sonore sur l'environnement.



De tous les systèmes en fonctionnement dans une telle installation, il est communément admis que les surpresseurs sont les principaux responsables des nuisances sonores. Ils sont localisés au point S.

La station d'épuration se situe dans une zone industrielle. Seule une habitation située en R peut être impactée par le bruit de la station.

Afin de quantifier ces nuisances sonores, un technicien a effectué des relevés du niveau de bruit aux points  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P_3$ .

Les nuisances sonores d'une station d'épuration sont réglementés par la norme d'émergence spectrale (Arrêté du 23 / 01 / 1997) :

##### • Norme d'émergence spectrale

*L'émergence spectrale est définie par la différence entre :*

- le niveau de bruit ambiant dans une bande d'octave normalisée, comportant le bruit particulier en cause,
- et le niveau de bruit résiduel dans la même bande d'octave, constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs.

*Ces émissions sonores ne doivent pas engendrer une émergence supérieure aux valeurs admissibles dans le tableau ci-après, dans les zones où celle-ci est réglementée.*

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée (incluant le bruit de l'établissement).	Émergence admissible pour la période allant de 7 heures à 22 heures	
	<u>sauf</u> le dimanche et jours fériés.	<u>ainsi que</u> le dimanche et jours fériés.
$> 35 \text{ dB(A)}$ $\leq 45 \text{ dB(A)}$	6 dB(A)	4 dB(A)
$> 45 \text{ dB(A)}$	5 dB(A)	3 dB(A)

On rappelle que le bruit nocturne généré par la station est essentiellement dû à ses surpresseurs.

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques du bruit résiduel (c'est-à-dire sans les surpresseurs) en dB retenu aux trois emplacements. Seul le niveau global est pondéré en dB(A).

• Caractéristiques du bruit résiduel nocturne

Fréquences centrales des bandes d'octave (Hz)	Niveau de bruit résiduel par bande d'octave en période nocturne (dB)							Niveau global en dB(A)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	
Point $P_1$	46,0	41,0	41,0	40,0	36,0	27,0	17,0	40,7
Point $P_2$	42,0	41,0	46,0	45,0	37,0	29,0	21,0	44,3
Point $P_3$	41,0	40,0	45,0	43,0	36,0	29,0	20,0	42,9

1) a- Pourquoi pondère-t-on les niveaux acoustiques en dB(A) ?

• Pondérations en dB(A) pour les différentes bandes d'octave

Fréquences centrales des bandes d'octave Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000
Pondération en dB(A)	- 26,2	- 16,1	- 8,6	- 3,2	0	1,2	1,0

b- En calculant le niveau pondéré pour chaque bande d'octave au point  $P_1$ , remplir entièrement le tableau suivant :

Fréquence centrale des bandes d'octaves (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
Niveau sonore au point $P_1$ (dB)							
Pondération en dB(A)							
Niveau sonore pondéré en dB(A)							

c- Montrer par le calcul que le niveau du bruit global est bien environ égal à 41 dB(A).

• Niveaux de bruit de la station d'épuration

(Phases Marche / Arrêt en période nocturne)

Repérage	Niveau de bruit ambiant global en dB(A)	
	<u>Equipements en fonctionnement</u>	<u>Equipements à l'arrêt</u>
$P_1$	47	41
$P_2$	48	45
$P_3$	48	43

2) a- Calculer les émergences aux trois points étudiés et remplir le tableau suivant :

Repérage	Niveau de bruit ambiant global en dB(A)		<b>Emergence</b> Bruit engendré par les équipements de la station
	<u>Equipements en fonctionnement</u>	<u>Equipements à l'arrêt</u>	
$P_1$	47	41	
$P_2$	48	45	
$P_3$	48	43	

b- La station d'épuration respecte-t-elle les normes établies en période nocturne pour chacun des trois points ? Justifier.

L'emplacement des surpresseurs noté S est situé à 50 m du point  $P_1$ .

Le riverain, noté R, est à 10 m de  $P_1$ .

Les points S,  $P_1$  et R sont alignés.

c- Déterminer le niveau sonore  $L_{\text{total}}$  (R) chez le riverain si  $L_{\text{total}}$  ( $P_1$ ) = 47 dB(A).

Données :

$$L_{\text{total}}(M) = L_{\text{total}}(N) + 20 \cdot \log \frac{r_N}{r_M}$$

$L_{\text{total}}(M)$  : niveau sonore global en dB(A) à la distance  $r_M$  de la source sonore

$L_{\text{total}}(N)$  : niveau sonore global en dB(A) à la distance  $r_N$  de la source sonore

Le niveau résiduel au niveau du riverain est de 39 dB.

d- Le niveau sonore est-il conforme aux normes établies ?



- 2 -

Etude d'un bassin d'épurationMécanique des fluides

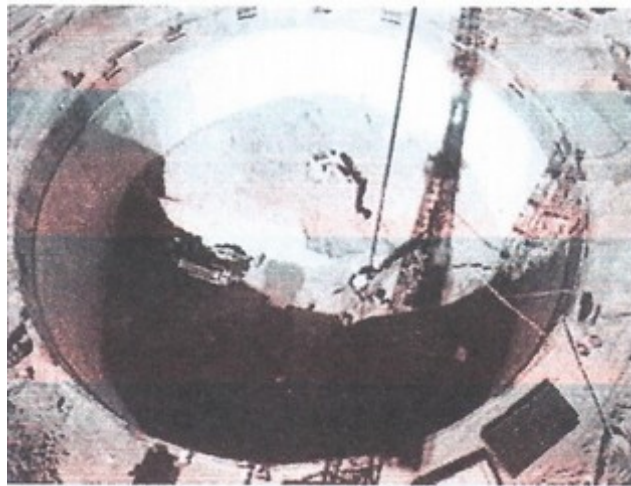
En cas de fortes pluies, le réseau d'eaux usées risque la saturation et les collecteurs des stations d'épuration un débordement.

Afin d'éviter des déversements d'eaux non traitées dans les rivières, il est parfois construit un réseau de bassins d'orage dont la fonction est de stocker ces eaux usées excédentaires le temps nécessaire à leur traitement par la station d'épuration.

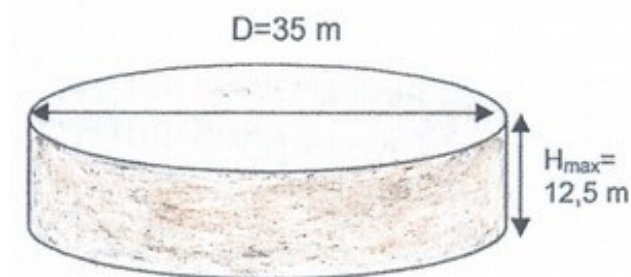
De tels bassins se trouvent aussi bien en environnement urbain que le long des grands axes de communication.

En voici l'un d'entre eux :

- Exemple de bassin d'orage



- Dimensions intérieures du bassin d'orage auquel on s'intéresse



Ce bassin est alimenté par une galerie cylindrique de 315 m de long et de 2,20 m de diamètre.

1) Montrer que le volume de stockage du bassin d'orage est de  $12000 \text{ m}^3$ .

Le bassin d'orage est vidangé par pompage.

Le système de pompage a un débit de  $300 \text{ L.s}^{-1}$ .

2) a- Calculer le temps de vidange du bassin.

La canalisation de vidange a une section de  $s = 0,38 \text{ m}^2$ .

b- Vérifier que la vitesse  $v$  de l'eau dans la canalisation est d'environ  $0,79 \text{ m.s}^{-1}$ .

Dans un document technique, un ingénieur écrit que le fond du bassin d'orage est étudié pour supporter « treize tonnes d'eau par mètre cube » maximum (sans tenir compte de la pression atmosphérique).

On suppose que le bassin est entièrement rempli.

Données :

Accélération de la pesanteur :  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

Masse volumique des eaux pluviales :  $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$

3) a- Expliciter en termes de pression ce qu'a voulu dire cet ingénieur.

b- Calculer la pression due à l'eau au fond du bassin, sans tenir compte de l'indication de l'ingénieur.

c- Montrer que le fond du bassin supporte la pression de l'eau explicitée en 3) a.

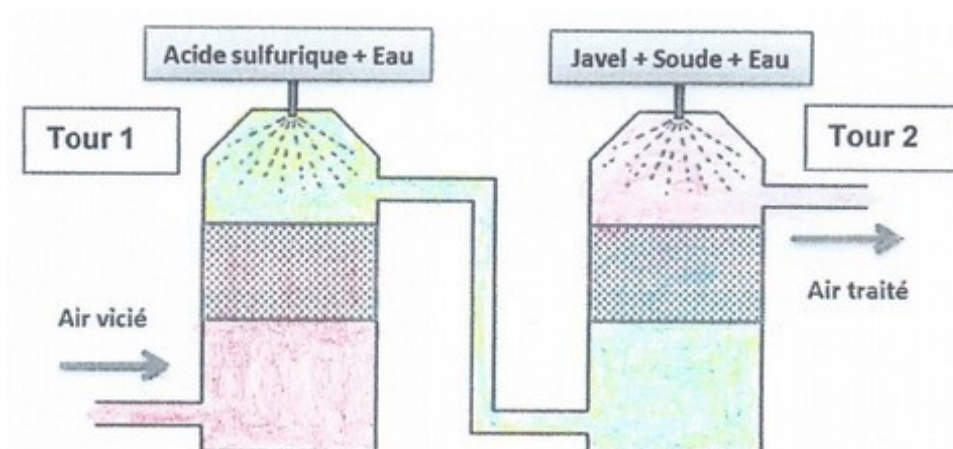
- 3 -

### Désodorisation des gaz d'épuration

Les premières phases du traitement des eaux d'épuration sont généralement confinées dans des bâtiments afin d'éviter tout problème de nuisance.

Les dégagements gazeux nauséabonds sont ainsi collectés et lavés dans des tours de lavage :

#### • Tours de lavage



#### Solution aqueuse

Un des principaux gaz nauséabonds est l'ammoniac de formule  $\text{NH}_3$ .

On rappelle que c'est une base pouvant capter un proton  $\text{H}^+$  pour donner l'ion ammonium.

Ce gaz est neutralisé dans la tour 1 par réaction acide-base avec la solution aqueuse d'acide sulfurique composée des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  et  $\text{SO}_4^{2-}$ .

1) Donner la formule des ions ammonium.

2) Ecrire l'équation de la réaction acido-basique associée à la transformation chimique de l'ammoniac avec la solution d'acide sulfurique.

Le débit massique d'ammoniac entrant dans la tour 1 est de  $1,0 \text{ kg.h}^{-1}$ .

3) a- Calculer la quantité de matière d'ammoniac qui passe par la tour 1 en 8 heures de fonctionnement de la station.

Pour neutraliser deux moles d'ammoniac, il faut une mole d'acide sulfurique noté  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

b- Montrer que la masse d'acide sulfurique nécessaire pour neutraliser tout l'ammoniac est environ égale à 23 kg.

On maintient le pH de 11 dans une des tours et un pH de 3 dans l'autre tour.

c- Attribuer, en le justifiant, le pH correspondant à chaque tour.

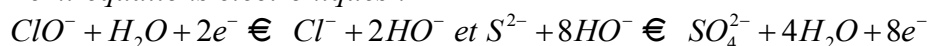
#### Oxydoréduction

La solution de javel est une solution d'hypochlorite de sodium :  $(\text{Na}^+, \text{ClO}^-)_{\text{aq}}$ .

L'ion hypochlorite  $\text{ClO}^-$  permet entre autres d'éliminer par réaction d'oxydo-réduction le sulfure d'hydrogène  $\text{H}_2\text{S}$  à l'odeur très caractéristique d'œuf pourri, sous forme d'ion sulfure  $\text{S}^{2-}$  dans la tour 2.

Données :

Demi-équations électroniques :



4) a- Pourquoi le sulfure d'hydrogène  $\text{H}_2\text{S}$  (diacide) est-il sous la forme  $\text{S}^{2-}$  dans la tour 2 ?

b- Qu'est-ce qu'une oxydation ?

c- Identifier parmi les ions  $\text{ClO}^-$  et  $\text{S}^{2-}$ , ceux qui subissent une réduction.

d- Donner l'équation de réaction associée à la transformation chimique de l'ion hypochlorite  $\text{ClO}^-$  sur l'ion  $\text{S}^{2-}$ .



## Aménagement d'une salle polyvalente

La salle polyvalente d'une commune doit être rénovée : elle devra servir de salle des fêtes, de salle de sport pour l'école attenante et de salle de conférence.

Plusieurs réalisations sont à l'étude :

- La rénovation de la façade vitrée de la salle avec des objectifs d'économies et d'amélioration de l'éclairage intérieur.
- La salle devra répondre à certaines contraintes pour le confort acoustique des usagers et des riverains.
- La pose d'un revêtement de sol en Taraflex pour conforter la salle dans son rôle multifonctionnel.

Le sujet est donc constitué de trois parties indépendantes : **A**, **B** et **C**.

- A -

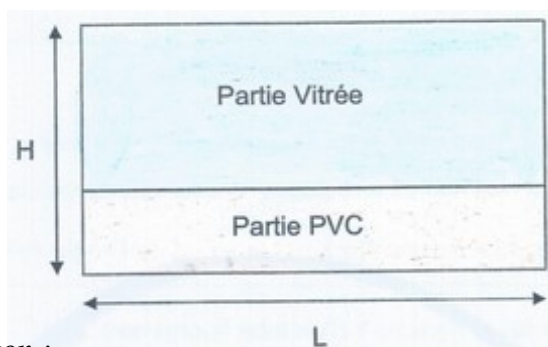
### Confort thermique et éclairage de la salle

#### Thermique

##### Projet de rénovation de la façade

La façade vitrée de la salle actuellement en bois et simple vitrage sera remplacée par une façade vitrée moderne en PVC et double vitrage.

##### • Schéma de la nouvelle façade



##### Données générales :

Hauteur de la salle :  $H = 3,6 \text{ m}$

Longueur de la salle :  $L = 25,0 \text{ m}$

Conductivités thermiques du verre et de l'argon :

$$\lambda_{\text{verre}} = 1,150 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1} \text{ et } \lambda_{\text{argon}} = 0,017 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

résistances thermiques surfaciques superficielles interne et externe :

$$r_{\text{si}} = 0,060 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1} \text{ et } r_{\text{se}} = 0,110 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1}$$

##### Données concernant la salle :

La surface vitrée de la nouvelle façade occupera deux tiers de la hauteur totale.

Il s'agit d'un double vitrage 4 - 16 - 4, constitué de deux couches de verre d'épaisseur  $e_v = 4,0 \text{ mm}$  séparée par une couche d'argon d'épaisseur  $e_{\text{argon}} = 16,0 \text{ mm}$ .

Coefficients de transmission thermique surfaciques :

- partie en PVC de la nouvelle façade :  $U_{\text{PVC}} = 1,4 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

- ancienne façade :  $U_{\text{ANC}} = 2,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

- 1) Calculer l'aire  $S_v$  de surface vitrée de la nouvelle façade.
- 2) a- Donner l'expression littérale de la résistance thermique surfacique  $r_v$  du double vitrage.  
b- Calculer  $r_v$ .
- 3) Déterminer la valeur du coefficient de transmission surfacique  $U_v$  du double vitrage.
- 4) Calculer le flux thermique  $\Phi_v$  à travers la surface vitrée de la nouvelle façade si l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur de la salle est  $\Delta\theta = 20^\circ\text{C}$ .
- 5) Montrer que le flux thermique total  $\Phi_{\text{PVC}}$  à travers la partie inférieure de la nouvelle façade vaut  $0,84 \text{ kW}$ .
- 6) En déduire le flux thermique total  $\Phi$  à travers la nouvelle façade.
- 7) a- Comparer ce flux thermique avec le flux thermique  $\Phi_{\text{ANC}}$  à travers l'ancienne façade.  
b- Quelle économie de chauffage, exprimée en pourcentage, la nouvelle façade permettra-t-elle de réaliser ?

## Photométrie

### Eclairage de la salle

La surface vitrée de la nouvelle façade améliorera l'éclairage diurne de la salle, mais il faut prévoir un nouvel éclairage pour son installation nocturne.

Pour remplacer les anciens luminaires dont l'efficacité lumineuse est jugée insuffisante, on prévoit d'installer des tubes fluorescents dont les caractéristiques sont les suivantes.

#### Données :

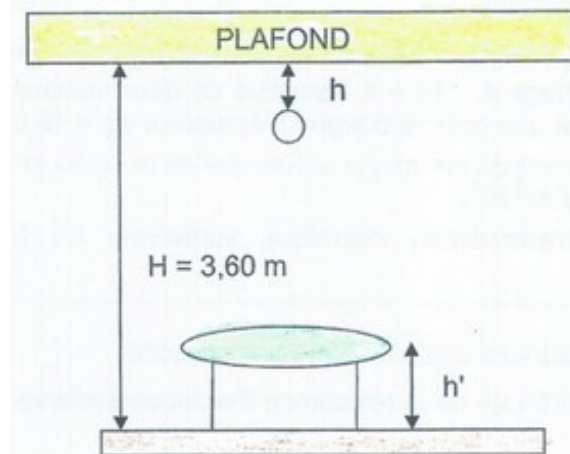
Flux lumineux émis par un tube fluorescent :  $F = 5000 \text{ lm}$

Puissance électrique d'un tube fluorescent :  $P = 58 \text{ W}$

Angle solide dans lequel émet un tube fluorescent :  $\Omega = \pi \text{ sr}$

hauteur sous plafond à laquelle les tubes fluorescents seront installés :  $h$

hauteur de la table :  $h' = 0,80 \text{ m}$



La table est éclairée par un seul tube fluorescent.

1) Calculer l'efficacité lumineuse  $k$ , d'un tube fluorescent.

On assimilera les tubes fluorescents à des sources ponctuelles.

2) A quelle distance  $h$  du plafond doit être accroché un tube fluorescent pour avoir un éclairement  $E = 250 \text{ lx}$ , au centre d'une table placée sous le tube ?

- B -

### Acoustique de la salle

## Acoustique

#### Données :

Seuil d'audibilité à  $1000 \text{ Hz}$  :  $I_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ W.m}^{-2}$

On admettra qu'en extérieur, le niveau d'intensité sonore mesuré en un point diminue de  $6 \text{ dB}$ , lorsqu'on multiplie par deux la distance entre ce point et la source sonore.

De nuit, un bruit est considéré comme gênant pour le repos des personnes à partir d'un niveau d'intensité sonore de  $40 \text{ dB}$ .

#### Limitation du niveau sonore

Il est prévu d'installer au sein de la salle un capteur de niveau sonore qui, lorsqu'il capte un niveau d'intensité sonore supérieur à  $N_{\text{max}} = 89 \text{ dB}$ , coupe l'alimentation électrique d'une partie de la salle.

Ce capteur sera à la distance  $d = 20 \text{ m}$  de haut-parleurs qu'on assimilera à une source sonore ponctuelle émettant des ondes sonores dans toutes les directions (on ne tiendra pas compte de la réverbération de la salle).

1) a- Calculer l'intensité sonore maximale  $I_{\text{max}}$  que tolère le capteur.

b- En déduire la puissance acoustique maximale  $P_{\text{max}}$  des haut-parleurs.

#### Isolation phonique de la salle

Lors d'une soirée festive, on a mesuré à l'extérieur de la salle, un niveau d'intensité sonore moyen  $N_{\text{moy}} = 75 \text{ dB}$ , à  $1,0 \text{ m}$  de la façade à rénover.

Les fenêtres des riverains les plus proches sont situées à  $30 \text{ m}$  de la façade de la salle.

2) a- Ces riverains risquent-ils d'être importunés par les bruits de la salle ? Justifier.



Outre une amélioration d'un point de vue thermique, la nouvelle façade vitrée offrira un meilleur confort acoustique.

Son coefficient d'atténuation phonique est  $R = 35$  dB.

Supposons que le niveau d'intensité sonore à l'intérieur de la salle atteigne au cours de la soirée une valeur juste inférieure à  $N_{\max} = 89$  dB.

b- Calculer le niveau d'intensité sonore  $N_{\text{ext}}$  à l'extérieur de l'autre côté de la façade vitrée.

c- Le confort acoustique des riverains sera-t-il amélioré après rénovation de la façade ? Justifier.

#### Correction acoustique de la salle

En remplaçant le parquet actuel par du Taraflex, on cherche à réduire notablement la durée de réverbération de la salle afin qu'elle puisse faire office de salle de conférence.

##### Données :

Volume de la salle :  $V = 1080 \text{ m}^3$

Surface au sol de la salle :  $S = 300 \text{ m}^2$

Durée de réverbération de la salle avant travaux :  $T_0 = 1,6 \text{ s}$

Coefficients d'absorption du parquet et du Taraflex respectivement :  $\alpha_p = 0,12$  et  $\alpha_r = 0,55$

Dans une salle de conférence, on recommande une durée de réverbération inférieure à  $0,8 \text{ s}$

3) a- Pourquoi recommande-t-on des durées de réverbération courtes dans les salles de conférence ?

b- A l'aide de la loi de Sabine, calculer l'aire de la surface d'absorption équivalente  $A_0$  avant remplacement du parquet.

c- Donner l'expression de l'aire de la surface d'absorption équivalente  $A_1$  après remplacement du parquet par le Taraflex, en fonction de  $A_0$ ,  $\alpha_p$ ,  $\alpha_r$  et  $S$ .

d- Déterminer la valeur de l'aire d'absorption équivalente  $A_1$ . Commenter.

e- La salle pourra-t-elle être utilisée comme salle de conférence après changement du revêtement ?

- C -

#### Le revêtement en Taraflex

#### Chimie organique

##### • Chlorure d'hydrogène

*H 331 : toxique par inhalation*

*H 314 : provoque de graves brûlures de la peau et des lésions oculaires graves*



##### Données :

Dans une molécule organique, l'atome de chlore établit une liaison covalente

Produit ionique de l'eau dans les conditions de l'exercice :  $K_e = 1,0 \cdot 10^{-14}$

#### Le revêtement

Le revêtement de sol de la salle sera remplacé par un revêtement en Taraflex.

Le Taraflex est principalement constitué de polychlorure de vinyle, une matière plastique mieux connue sous l'acronyme de PVC, polyvinyl chloride.

Le polychlorure de vinyle est synthétisé industriellement à partir du chloroéthène de formule brute  $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ .

La molécule de polychlorure de vinyle est un polymère.

1) a- Qu'est-ce qu'un polymère ?

b- Ecrire la formule semi-développée de la molécule de chloroéthène, sachant que cette molécule comporte une double liaison entre deux atomes de carbone.

c- Ecrire l'équation de la réaction chimique correspondant à la synthèse du polychlorure de vinyle à partir du chloroéthène pour un degré de polymérisation moyen  $n = 1000$ .

d- Quel nom donne-t-on à cette réaction chimique ?

#### La combustion

La combustion complète du chloroéthène dans le dioxygène de l'air produit du dioxyde de carbone et du chlorure d'hydrogène gazeux.

2) a- Ecrire l'équation de la réaction de combustion complète du chloroéthène.

b- En déduire l'équation bilan équilibrée de la combustion complète du PVC précédemment étudié.

c- Quels sont les risques liés aux émanations de chlorure d'hydrogène ?

#### Solution aqueuse

##### Entretien du revêtement

Si le revêtement est très sale, son nettoyage s'effectue par une brosse mécanique alimentée par un détergent à base d'hydroxyde de sodium NaOH.

Ce détergent est commercialisé dans des bidons de 5,0 L sous forme d'une solution concentrée et corrosive.

Le technicien responsable du nettoyage doit d'abord effectuer une dilution au centième pour préparer un volume  $V_1 = 10$  L de la solution diluée nécessaire à l'utilisation de la brosse.

1) Quelles précautions doit prendre le technicien pour manipuler la solution commerciale ?

2) Quel volume  $V_0$  de solution commerciale le technicien devra-t-il prélever pour réaliser cette dilution ?

Le pH de la solution commerciale vaut 13.

3) Calculer la concentration molaire volumique des ions hydroxyde  $\text{HO}^-$  dans la solution commerciale.

4) En déduire la concentration molaire volumique des ions hydroxyde dans la solution diluée que doit préparer le technicien.

# SCBH

- 1 -

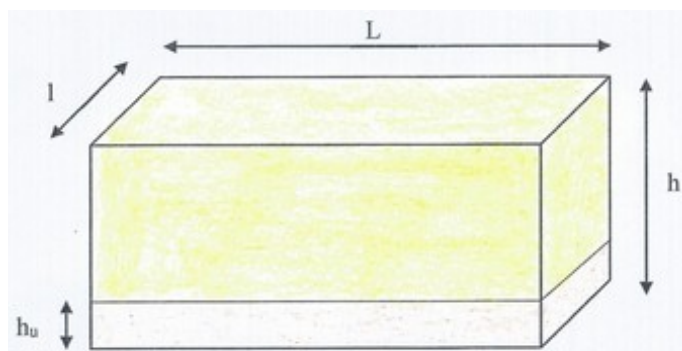
## Rénovation d'une salle de classe

Lors de la rénovation d'un établissement scolaire, l'éclairage des salles de classe est repensé pour améliorer le confort visuel des élèves et des professeurs.

Un technicien de l'entreprise de rénovation est chargé de faire une étude préalable sur une salle de classe pour identifier les principaux paramètres à prendre en compte et proposer des luminaires d'éclairage.

L'étude sera ensuite finalisée par un cabinet conseil spécialisé.

### Photométrie



#### Données concernant la salle de classe parallélépipédique

Longueur :  $L = 9,75 \text{ m}$

largeur :  $l = 6,60 \text{ m}$

hauteur :  $h = 2,80 \text{ m}$

hauteur du plan utile de travail, par rapport au sol :  $h_u = 0,85 \text{ m}$  (hauteur des tables de travail élèves)

Le plafond et les murs seront blanc mat, le sol et les tables de travail de couleur foncée.

L'étude comporte plusieurs étapes :

- Déterminer l'éclairage nécessaire des tables de travail compte tenu de l'usage du local.
- Déterminer quelques caractéristiques du local compte tenu de la hauteur des tables de travail et de la couleur des murs, sol et plafond.
- Calculer le flux lumineux nécessaire.
- En déduire le nombre de luminaires.

Les autres questions portent sur le choix des luminaires et l'éclairage du bureau du professeur.

#### Eclairage nécessaire

On suppose que le flux lumineux reçu est uniforme.

#### • Eclairage moyen recommandé pour les locaux professionnels

Secteur	Activité type	IRC	Tc (K)	Eclairage moyen (lx)
Enseignement	Salle de classe	85	3000 - 4000	500
	Tableau	85	3000 - 4000	600
	Dessin d'art	90	3000 - 4000	625
	Dessin industriel	85	3000 - 4000	950
	Bureau classique	85	4000	500
Bureaux	Bureau paysager	85	4000	750
	Dessin technique	90	4000 - 5000	950
	Salle de conférence	80	3000 - 4000	300
	Informatique	85	4000	20 - 500
	Alimentation	80-90	3000 - 4000	500
Magasins (vente)	Epicerie fine	80 - 90	3000 - 4000	300 - 500
	Boulangerie	80 - 90	2700 - 3000	300
	Boucherie, charcuterie	90 - 100	4000 - 6500	500 - 800
	Textile, maroquinerie	90 - 100	5000 - 6500	500 - 800
	Horlogerie, bijouterie	90 - 100	4000 - 5000	500 - 800
	Fleuriste	90 - 100	4000 - 5000	500
	Coiffeur, salon de beauté	90 - 100	4000 - 5000	500 - 750

	<i>Hall de réception</i>	80	3000	300
<i>Hôtellerie</i>	<i>Comptoir</i>	80	3000	500
	<i>Salle à manger</i>	85 - 90	3000	300
	<i>Cuisine</i>	85 - 90	4000	500
	<i>Chambres et annexes</i>	85	3000	300
	<i>Cafétéria, salons</i>	85	3000	200 - 300
	<i>Circulation</i>	80	3000	150
<i>Santé</i>	<i>Salle de soins</i>	85	4000	300
	<i>Laboratoire</i>	90	5000	500
	<i>Chambre de malade</i>	85	3000 - 4000	50 - 300
	<i>Services médicaux</i>	90	4000	300 - 750
	<i>Salle d'opération</i>	95	5000 - 6500	1500
	<i>Champ opératoire</i>	> 95	spécifique	2000 et plus
	<i>Salle de repos</i>	90	4000	1000

1) A l'aide du document précédent, déterminer l'éclairement moyen en lux recommandé pour la salle de classe.

#### Quelques caractéristiques du local

Pour un éclairagiste, un local est caractérisé par la capacité des parois à diffuser la lumière émise par un luminaire. Cette caractéristique se nomme l'*utilance*.

L'utilance est déterminée, par lecture dans une table, à partir de « l'indice » du local, K, dépendant de ses dimensions et du coefficient de diffusion de l'ensemble des parois.

En effet, des parois claires diffuseront davantage la lumière reçue que des parois sombres.

#### • Indice K d'un local déterminé à partir de ses dimensions

$$K = \frac{\text{Longueur} \times \text{largeur}}{(\text{Longueur} + \text{largeur}) \times (\text{hauteur} - \text{hauteur du plan utile})}$$

#### • Coefficient de diffusion des parois et du plan utile

<i>Paroi</i>	<i>Très clair</i>	<i>Clair</i>	<i>Moyen</i>	<i>Sombre</i>
<i>Plafond</i>	80%	70%	50%	30%
<i>Murs</i>	70%	50%	30%	10%
<i>Plan utile</i>	30%	30%	10%	10%

#### • Facteur de réflexion

Le facteur de réflexion est déterminé à partir des premiers chiffres des coefficients de diffusion des parois et du plan utile.

(Exemple : plafond « moyen », murs « clairs » et plan utile « sombre » : facteur de réflexion = 551)

#### • Utilance d'un local

<i>Indice du local</i>	<i>Facteurs de réflexion</i>										
	873	871	773	771	753	751	731	711	551	531	511
0,60	88	81	87	81	78	74	70	67	74	70	67
0,80	95	87	94	86	85	80	76	73	79	75	73
1,00	102	91	99	90	91	86	81	78	84	81	78
1,25	107	95	104	94	96	91	86	83	88	85	82
1,50	110	97	108	96	100	95	89	86	91	88	86
2,00	116	101	113	100	107	100	94	93	95	93	91
2,50	119	103	116	102	111	105	98	96	98	96	95
3,00	122	105	118	104	114	107	100	99	100	99	98
4,00	125	106	121	105	118	110	103	102	102	101	100
5,00	126	107	122	106	120	112	104	104	103	103	102

2) En utilisant les documents et le formulaire précédents :



- a- Calculer l'indice K du local.
- b- Déterminer le facteur de réflexion à partir des coefficients de diffusion des parois.
- c- Déterminer ensuite l'utilance, par lecture dans la table.

Préciser l'unité de chacune de ces grandeurs.

#### Calcul du flux lumineux

- Flux lumineux nécessaire à l'éclairage d'un local

$$\varphi = \frac{\text{Eclairement} \times \text{Longueur} \times \text{largeur}}{\text{Rendement du luminaire} \times \text{Utilance} / 100}$$

(Le flux est obtenu en lumen avec l'éclairement en lux et les dimensions en mètre)

Le flux lumineux est calculé à partir des dimensions et de l'utilance du local, de l'éclairement préconisé et du rendement vers le bas des luminaires supposés directement fixés au plafond.

Le rendement des luminaires prend en compte notamment l'absorption par le verre luminaire et sa directivité.

Pour une étude préalable, on supposera ce rendement  $\eta$  égal à 0,75.

- 3) Déterminer le flux lumineux nécessaire à l'éclairage de cette salle de classe.

#### Nombre de luminaires

Vous envisagez d'utiliser des luminaires à LED choisis parmi les deux proposés :

#### •Luminaires à LED

Code	Référence	Puissance* (W)	Flux lumineux sortant* (lm)	Température de fonctionnement (°C)	Masse (kg) (hors driver)
3000K IRC (Ra) > 80					
137642 A000	LED/P 600 60 W/830	53	3500	0 à +35	3,5
4000K IRC (Ra) > 80					
137652 A000	LED/P 600 60 W/830	53	3500	0 à +35	3,5

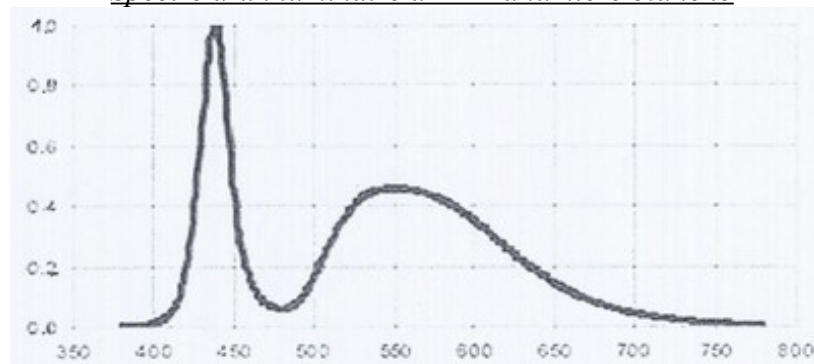
\*Caractéristiques données à titre indicatif, sous réserve d'évolution

- 4) Déterminer :

- a- Le nombre de luminaires nécessaires à l'éclairage d'une salle de classe.
- b- L'énergie en kWh qui serait consommée en une année scolaire sachant que l'éclairage sera utilisé en moyenne 4 heures par jour, 5 jours par semaine pendant 36 semaines.
- c- Le coût annuel de cette consommation énergétique (prix du kWh hors abonnement : 0,1467 €).

#### Choix des luminaires

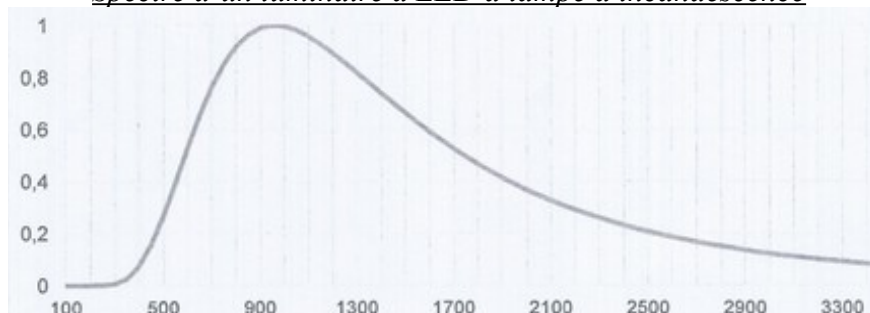
- Spectre d'un luminaire à LED à lumière blanche



Abcisses : longueur d'onde en nanomètres (nm)

Ordonnées : émission relative

- Spectre d'un luminaire à LED à lampe à incandescence



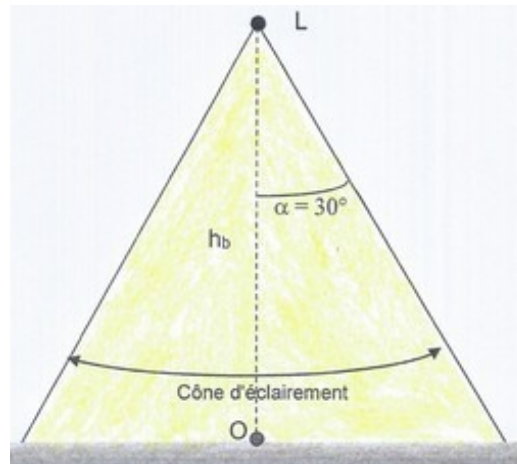
5) Pourquoi n'utilise-t-on plus désormais de luminaire à lampes à incandescence (la réponse doit être argumentée).

#### Eclairage du bureau du professeur

Le bureau du professeur destiné à des travaux de traitement de texte nécessite un éclairage complémentaire, indépendant de celui de la salle de classe.

Il est produit par une lampe, L, placée à la verticale de la zone de travail, à une hauteur  $h_b$  de 1,00 m.

L'éclairement  $E_o$ , au point O, doit être de 650 lx.



#### Données :

Angle solide du cône de demi-angle au sommet  $\alpha$  :  $\Omega = 2\pi (1 - \cos \alpha)$

$\alpha$  en degrés ( $^\circ$ ) ou en radian (rad)

$\Omega$  en stéradian (sr)

6) a- Déterminer l'intensité lumineuse I de la source permettant d'avoir le flux lumineux souhaité au point O.

#### • Caractéristiques des lampes

Caractéristiques	Lampe LED	Lampe halogène
Puissance (W)	9	50
Flux lumineux (lm)	600	800
Durée de vie (h)	15000	6000
Coût (€)	20	2

b- Quelle lampe choisirez-vous ? (La réponse sera argumentée).

- 2 -

#### Levage d'une charge par une grue

La structure d'un immeuble à ossature en bois est constituée de montants et de traverses sur lesquels seront fixés des panneaux.

L'épaisseur des cloisons est déterminée en fonction des contraintes mécaniques de résistance mais aussi des choix du client en termes d'isolation.

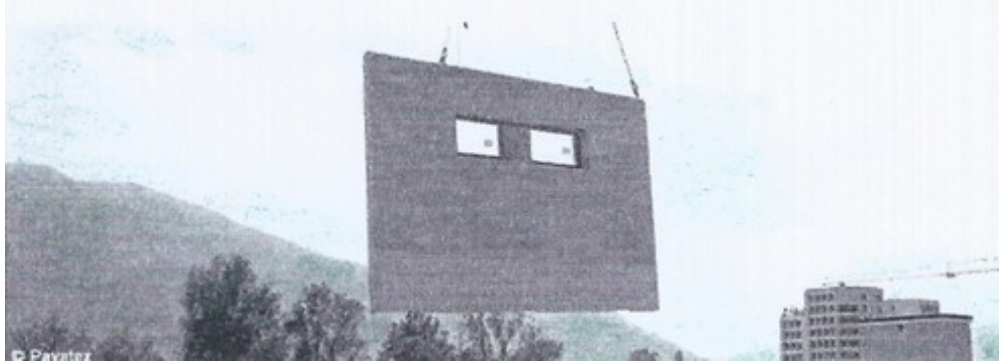
Lorsque la structure est terminée, on passe à l'assemblage des panneaux préfabriqués.

Ils peuvent être positionnés avec précision grâce à un engin de levage.

Dans le cas d'un immeuble à plusieurs étages, cet engin est souvent une grue à tour qui permet de lever les charges au moyen d'un système de palan.



Cet exercice propose une étude mécanique du levage d'un panneau de masse  $M = 650 \text{ kg}$ .



## Mécanique

Donnée :

Accélération de la pesanteur :  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

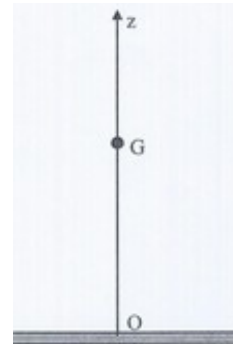
Le panneau de bois, relié au câble de la grue, est initialement maintenu immobile au sol.

A la date  $t = 0$ , la grue soulève la charge en exerçant une force notée  $\vec{T}$ .

$\vec{T}$

Le mouvement du centre de gravité  $G$  du panneau est étudié selon l'axe  $Oz$  dans le référentiel terrestre en supposant les frottements négligeables.

La flèche de la grue est située à une hauteur de 25 m.



### • Evolution de la vitesse du centre de gravité $G$ en fonction du temps

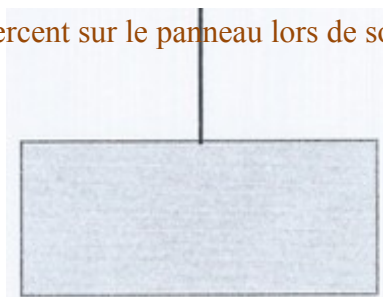


L'évolution de la vitesse se décompose en trois temps :

- Une phase au cours de laquelle la vitesse est croissante.
- Une phase à vitesse constante.
- Une phase pendant laquelle la vitesse décroît.

En  $t = 0$ , le centre de gravité est en  $O$ .

1) Effectuer un bilan des forces qui s'exercent sur le panneau lors de son ascension et les représenter sur le schéma ci-contre :



2)

• Mouvement de translation (données)

$\Delta z = z_{final} - z_{initial}$  : distance parcourue pendant la durée  $\Delta t = t_{final} - t_{initial}$

$a$  : accélération subie

$v_{initiale}$  : vitesse initiale à l'instant  $t_1$

$\Delta z$  : distance parcourue pendant une durée  $\Delta t$  :

$$\Delta z = \frac{1}{2} a (\Delta t)^2 + v_{initiale} (\Delta t)$$

Pour chacune des phases, déterminer graphiquement la valeur de l'accélération, la nature du mouvement et la distance parcourue par le centre de gravité.

Rassembler les résultats dans le tableau ci-dessous :

	Vitesse de levage...		
	Phase 1 ...croît	Phase 2 ...constante	Phase 3 ...décroît
$\Delta t$ (s)			
Accélération (m.s <sup>-2</sup> )			
Nature du mouvement			
Distance parcourue (m)			

3) Dédire de l'étude précédente la hauteur h de levage du panneau.

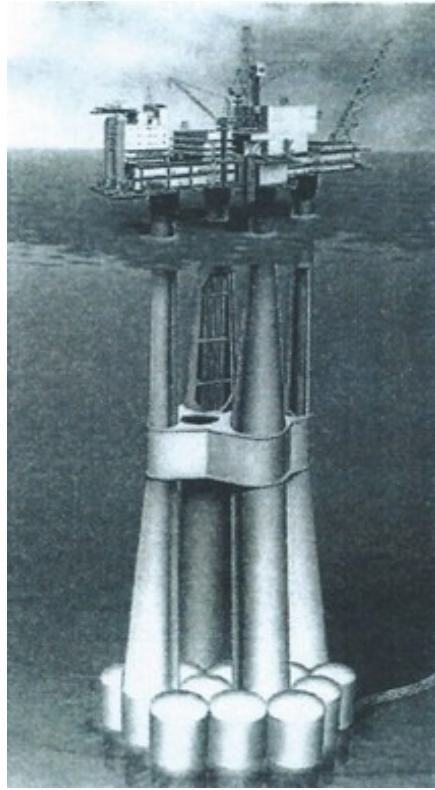


## TP

### Plateforme pétrolière sur site d'exploitation

Une plateforme pétrolière est généralement composée d'une partie utile en surface (appelée topside) constituée de modules préfabriqués et d'une structure porteuse constituée de colonnes en béton qui sont exposées à des conditions climatiques extrêmes.

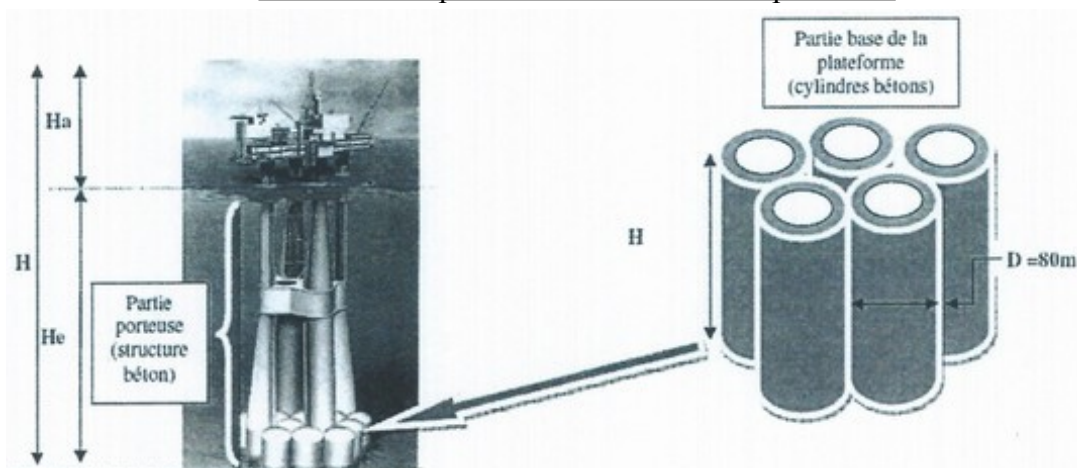
Ces structures nécessitent de grandes quantités de matériaux qui sont, durant l'exploitation de la plateforme, étroitement surveillés et qui nécessitent un recyclage important dans le cadre des chartes sur l'environnement.



Le problème est composé de trois parties indépendantes : **A**, **B** et **C**.

- **A** -

#### Hauteur de la plateforme sur le site d'exploitation



Une fois construite sur le site définitif, la plateforme a une hauteur totale  $H$ .

Le fond se situe à une profondeur  $H_e$ .

Le point le plus élevé de la partie émergée où se situent les lieux d'habitations se trouve à une hauteur  $H_a = 110$  m par rapport à la surface de l'eau.

## Mécanique des fluides

Il est possible d'estimer la valeur de la profondeur  $H_e$  en utilisant le principe fondamental de l'hydrostatique.

Données :

densité de l'éthanol :  $d_{\text{éthanol}} = 0,789$

densité de l'eau pure :  $d_{\text{eau}} = 1,000$

Accélération de la pesanteur :  $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$

Pression atmosphérique :  $P_0 = 1,013.10^5 \text{ Pa}$

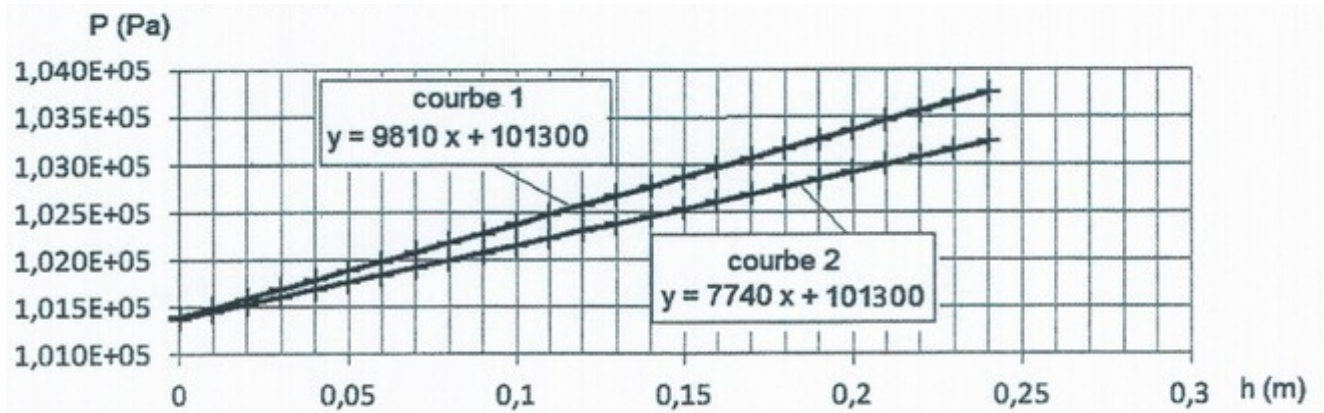
Caractéristiques de l'eau de mer du site d'exploitation :

Masse volumique	Salinité	Température
$\rho_{em} = 1030 \text{ kg.m}^{-3}$	$S = 35,0 \text{ g.kg}^{-1}$	$\theta = 10,0^\circ\text{C}$

On se propose de modéliser, en milieu liquide homogène incompressible, la relation mathématique entre la pression  $P$  en un point du milieu et sa profondeur  $h$ .

Pour se faire, on exploite un montage expérimental avec de l'éthanol puis avec de l'eau pure.

On obtient les résultats expérimentaux suivants :



- 1) Proposer un protocole expérimental permettant d'accéder aux résultats expérimentaux précédents.  
On précisera la liste du matériel nécessaire et on réalisera un schéma légendé du montage envisagé.
- 2) Expliquer pourquoi les deux courbes obtenues permettant de vérifier le principe fondamental de l'hydrostatique.
- 3) Identifier, parmi l'eau et l'éthanol, les liquides utilisés pour obtenir les mesures conduisant respectivement à la courbe 1 et à la courbe 2.
- 4) Exploiter le principe fondamental de l'hydrostatique pour déterminer la hauteur totale,  $H$ , de la plateforme pétrolière.  
On précise que la pression totale exercée au plus bas de la structure est  $P_e = 5,56.10^6 \text{ Pa}$  et que la pression à la surface de l'eau est la pression atmosphérique.
- 5) A l'aide du document suivant, porter un regard critique sur la méthode employée à la question 4).

• *Masse volumique ( $\text{kg.m}^{-3}$ ) d'eaux à différentes pressions, températures et salinités*

$P^*$ (bar)	Température ( $^{\circ}\text{C}$ )					$S$ ( $\text{g.kg}^{-1}$ )
	0	10	20	25	30	
0	999,843	999,702	998,048	997,048	995,651	0
10	1000,351	1000,180	998,664	997,499	996,096	
100	1004,873	1004,430	1002,739	1001,512	1000,062	
200	1009,790	1009,058	1007,178	1005,884	1004,382	
500	1023,885	1022,364	1019,962	1018,479	1016,827	
1000	1045,337	1042,772	1039,652	1037,902	1036,031	
0	1024,071	1023,051	1020,954	1019,569	1017,985	30
10	1024,552	1023,507	1021,393	1020,003	1018,414	
100	1028,826	1027,563	1025,306	1023,866	1022,238	
200	1033,477	1031,982	1029,571	1028,076	1026,406	
500	1046,840	1044,708	1041,871	1040,221	1038,430	
1000	1067,280	1064,296	1060,866	1058,023	1057,023	
0	1028,106	1026,952	1024,763	1023,343	1021,729	35
10	1028,582	1027,404	1025,199	1023,774	1022,155	
100	1032,818	1031,431	1029,087	1027,613	1025,956	
200	1037,429	1035,817	1033,325	1031,798	1030,100	
500	1050,678	1048,451	1045,547	1043,871	1042,057	
1000	1070,958	1067,907	1064,428	1062,538	1060,551	

\* $P$  représente la pression hydrostatique, c'est-à-dire la pression due uniquement à la colonne d'eau.  
(1 bar =  $1,0 \cdot 10^5$  Pa)

## - B -

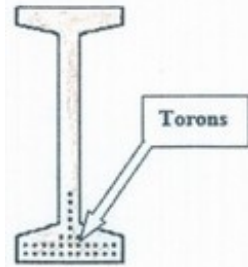
### Système de surveillance de l'ouvrage béton

Une partie de la structure a été réalisée en béton précontraint (construction en post-tension).

La post-tension consiste à disposer les câbles de précontrainte (des torons) dans des gaines incorporées au béton.

Après la prise du béton, les câbles sont tendus au moyen de vérins de manière à comprimer l'ouvrage au repos.

- *Vue en coupe de l'emplacement des torons dans les structures en béton précontraint*



### Acoustique

Donnée :

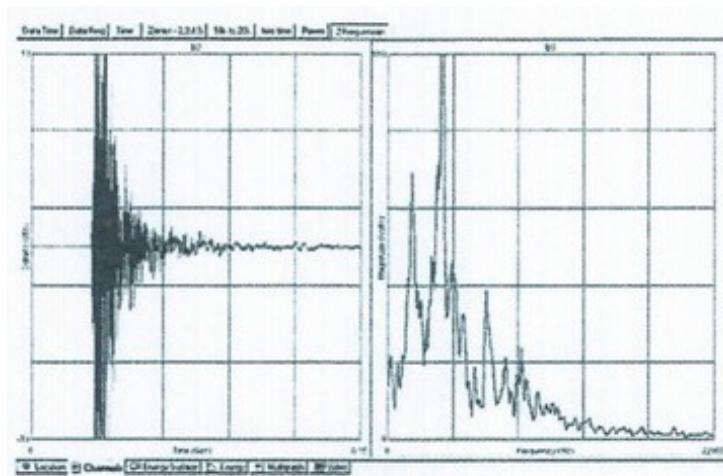
Intensité acoustique de référence ou seuil d'audibilité :  $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$

Afin de surveiller l'ouvrage et de prévenir d'éventuelles ruptures de torons on utilise une méthode d'auscultation non-destructive basée sur l'examen d'émissions acoustiques.

Les défaillances ou ruptures de torons génèrent, en effet, une émission acoustique de fréquence suffisamment différente de l'activité acoustique ambiante dans une structure, pour qu'il soit possible de les identifier.

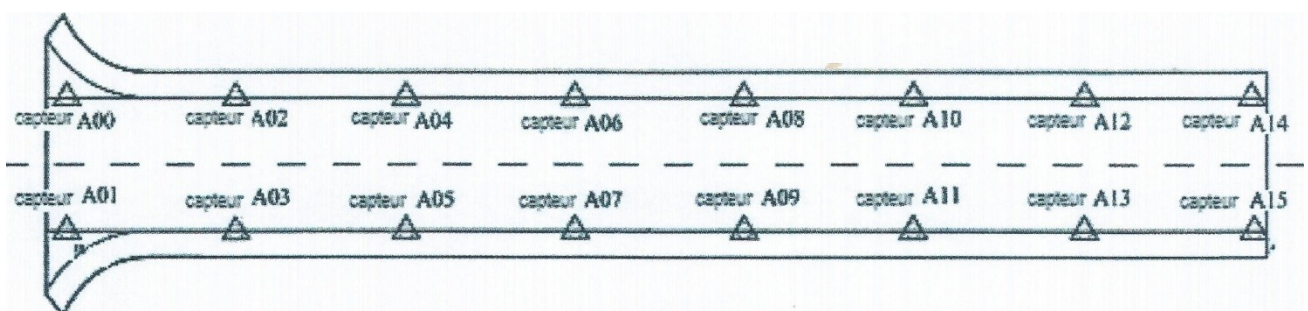
Des capteurs permettent un relevé de ces émissions acoustiques.

- *Capteur*



- *Emissions acoustiques*

- *Emplacement des capteurs (triangles) dans la structure.*

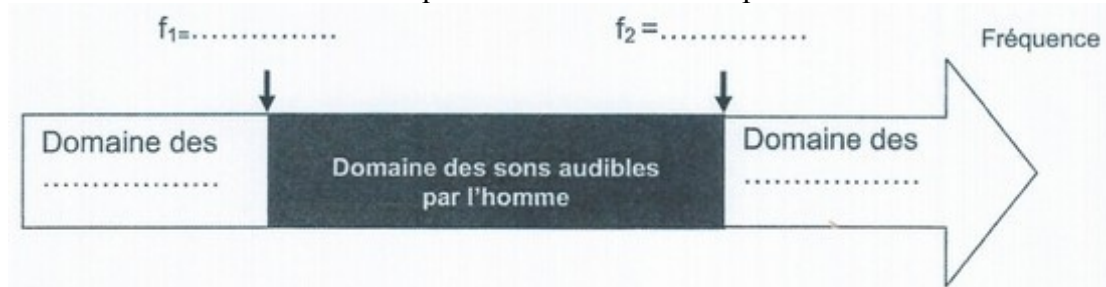




On suppose qu'une rupture de toron a lieu dans la structure.

Le son émis par cette rupture a une fréquence  $f = 1000$  Hz.

1) Compléter le document suivant et indiquer si ce son est audible par l'oreille humaine.



Lors de la détection d'une rupture de toron, le système de surveillance relève les fréquences et niveaux sonores de cinq signaux sonores sur le capteur A07.

Les valeurs correspondantes sont récapitulées dans le tableau suivant :

fréquence (Hz)	$f_1 = 250$	$f_1 = 500$	$f_1 = 1000$	$f_1 = 2000$	$f_1 = 4000$
Niveau sonore (dB)	$N_1 = 64$	$N_1 = 65$	$N_1 = 67$	$N_1 = 64$	$N_1 = 62$

2) Exprimer l'intensité acoustique  $I$  en fonction du niveau sonore  $N$  en dB.

3) Montrer que l'intensité acoustique globale  $I_{A07}$  vaut  $1,48 \cdot 10^{-5} \text{ W.m}^{-2}$ .

La puissance de ce son est  $P = 80 \text{ mW}$ .

4) Montrer que la distance  $d_{07}$  entre le capteur A07 et la rupture du toron vaut environ 21 m (on suppose que l'énergie sonore se dissipe sur une surface sphérique).

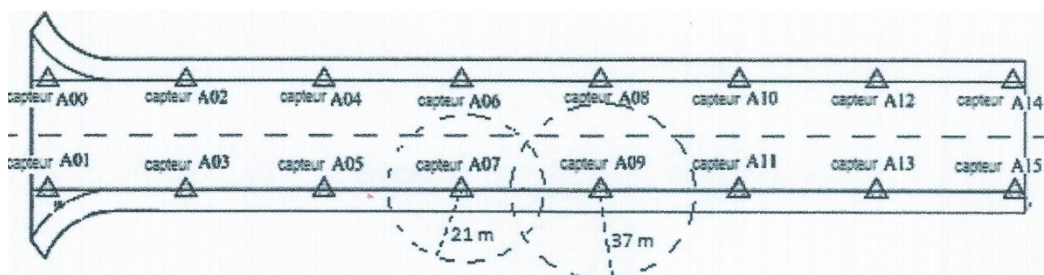
$$S = 4 \pi d_{07}^2$$

En effectuant le même travail sur A09, on détermine que la distance entre le capteur A09 et la rupture de toron vaut environ  $d_{09} = 37 \text{ m}$ .

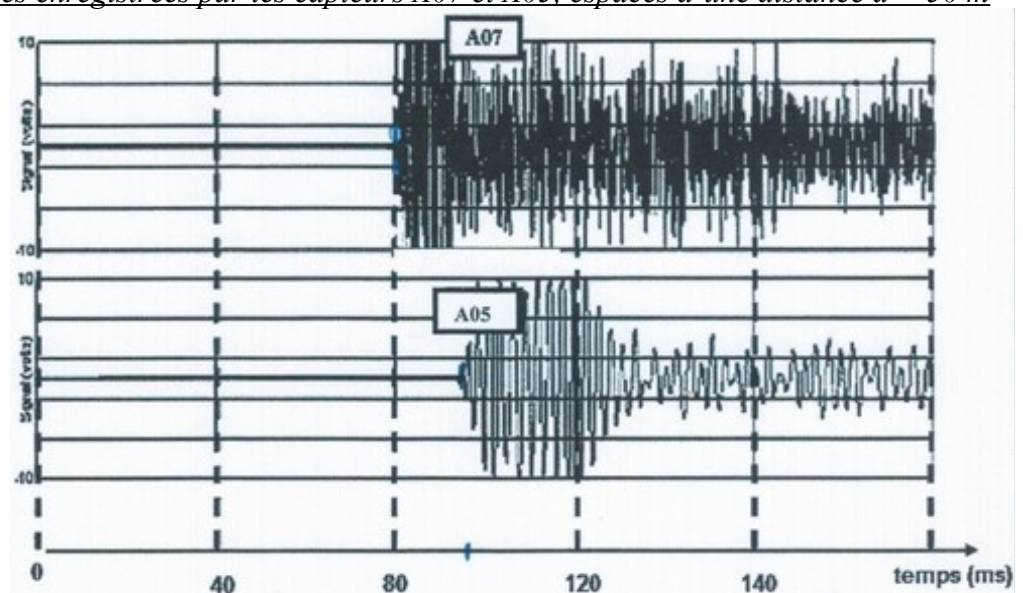
5) Utiliser le schéma tracé (échelle non respectée) sur le document suivant pour déterminer la zone de rupture, sachant que la figure est une projection dans un plan.

On localisera cette zone en quelques mots en faisant référence aux deux sphères centrées sur A07 et A09 de rayons, respectivement, de 21 et 37 m.

On pourra aussi faire un rapide croquis.



• Réponses acoustiques enregistrées par les capteurs A07 et A05, espacés d'une distance  $d = 50 \text{ m}$





6) A partir de ces enregistrements, et puisque la rupture n'a pas lieu entre les capteurs A05 et A07, calculer la vitesse de propagation  $v$  du son dans la structure de la plateforme.

## - C -

Recyclage des matériaux de l'ouvrage

Une grande partie de la structure contient une forte quantité de ferraille.

Les centres de tri récupèrent la ferraille usagée afin de la retraiter pour la transformer en profilé IPN (poutrelles de construction métallique).

Suivant le pourcentage de fer d'une ferraille, son prix de rachat varie énormément.

Si un échantillon de ferraille contient entre 50 et 92% de fer (pourcentage en masse), la ferraille est « pauvre » en fer, elle intéresse peu les industriels et ne se vend pas cher.

Au contraire, si la ferraille contient plus de 92% de fer (en masse), elle est « riche » en fer et se vend cher.

On souhaite déterminer le pourcentage de fer de la ferraille récupérée sur le site.

Pour cela on réalise un dosage dit « en retour ».

On fait réagir avec un excès connu de solution d'acide fort contenu dans une masse donnée de ferraille.

On neutralise ensuite l'acide restant, à l'aide d'une solution de base forte.

La neutralisation de l'acide permet d'accéder à sa quantité de matière restant après réaction avec le fer, puis de connaître la quantité de matière du fer qui a réagi.

Protocole

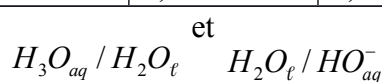
- 1- On pèse une masse de 1,0 g de ferraille et on l'introduit dans un erlenmeyer.
- 2- Sous la hotte, on introduit dans l'erlenmeyer, à l'aide d'une pipette jaugée,  $V = 25 \text{ mL}$  d'un monoacide fort dont la concentration molaire volumique vaut  $C = 2,0 \text{ mol.L}^{-1}$ .  
On observe un dégagement gazeux.
- 3- On porte le contenu de la fiole à douce ébullition en l'agitant de temps en temps.
- 4- On arrête le chauffage lorsque le dégagement gazeux cesse.
- 5- Après refroidissement, on transvase le contenu de l'erlenmeyer dans un bécher, on rince plusieurs fois l'erlenmeyer et on ajoute les eaux de rinçage au contenu du bécher.
- 6- On ajoute dans le bécher quelques gouttes d'indicateur coloré pHmétrique.
- 7- On procède à la neutralisation de l'acide présent dans le bécher avec une solution d'hydroxyde de sodium à la concentration molaire volumique vaut  $C_b = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ .
- 8- On observe un changement de couleur du milieu lorsqu'on a versé  $V_b = 16 \text{ mL}$  d'hydroxyde de sodium.

Données :

- Couples oxydant/réducteur et potentiel standard :

Couple	$\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}_s$	$\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_{2(\text{g})}$	$\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$	$\text{O}_{2(\text{g})} / \text{H}_2\text{O}_\ell$
$E^0 (V)$	- 0,44	0,00	0,77	1,23

- Couples acide/base de l'eau :



Zone de virage de quelques indicateurs colorés pHmétriques :

Indicateur	Zone de virage
Vert de bromocrésol	3,8 - 5,4
Bleu de bromothymol	6,0 - 7,6
Phénolphthaléine	8,2 - 9,8
Jaune d'alizarine R	10,0 - 12

- Tests d'identification de quelques ions en solution :

<i>Ion</i>	<i>Réactif utilisé</i>	<i>Résultat si test positif</i>
<i>ion calcium</i> $Ca_{aq}^{2+}$	<i>solution d'oxalate d'ammonium</i>	<i>précipité blanc</i>
<i>ion fer III</i> $Fe_{aq}^{3+}$	<i>solution d'hydroxyde de sodium</i>	<i>précipité rouille</i>
<i>ion cuivre II</i> $Cu_{aq}^{2+}$	<i>solution d'hydroxyde de sodium</i>	<i>précipité bleu</i>
<i>ion sulfate</i> $SO_{4(aq)}^{2-}$	<i>solution de chlorure de baryum</i>	<i>précipité blanc</i>
<i>ion fer II</i> $Fe_{aq}^{2+}$	<i>solution d'hydroxyde de sodium</i>	<i>précipité vert</i>
<i>ion chlorure</i> $Cl_{aq}^{-}$	<i>solution de nitrate d'argent</i>	<i>précipité blanc qui noircit à la lumière</i>

## **Oxydoréduction**

### Etude de la première réaction entre le fer et l'acide fort

L'acide fort utilisé pour réagir avec le fer est représenté par les ions oxonium,  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

- 1) Justifier que le dégagement gazeux observé est un dégagement de dihydrogène.
- 2) Montrer que la quantité de matière d'acide fort introduite dans l'erenmeyer vaut  $n_{\text{oxonium}} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ .

## **Solution aqueuse**

### Etude de la réaction de neutralisation de l'acide fort restant par l'hydroxyde de sodium

La base forte utilisée pour neutraliser l'acide fort restant après réaction avec le fer est de l'hydroxyde de sodium.

On la représente par l'ion hydroxyde  $\text{HO}^-$ .

- 3) Ecrire l'équation bilan de la réaction mise en jeu au cours de la neutralisation de l'acide fort par l'hydroxyde de sodium.
  - 4) Schématiser et légender le montage permettant la neutralisation de l'acide fort par l'hydroxyde de sodium en indiquant où se trouvent les solutions utilisées.
  - 5) Proposer en argumentant son choix, un indicateur coloré adapté à cette neutralisation.
- On note  $n_{\text{restant}}$  la quantité de matière de l'acide fort neutralisé dans cette réaction et  $n_b$  la quantité de matière de base versée pour atteindre l'équivalence, c'est-à-dire la neutralisation.
- 6) Exprimer la relation entre  $n_{\text{restant}}$  et  $n_b$ , puis montrer que  $n_{\text{restant}} = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ .
- On remarque que, pendant la neutralisation, il apparaît un précipité verdâtre qui disparaît lors de l'agitation.
- 7) Indiquer, en justifiant la réponse, quelle peut être la cause de cette précipitation.

### Exploitation des résultats expérimentaux

Pour exploiter complètement le protocole, il faut remonter à la quantité de matière initiale de fer  $n_{\text{Fe}}$  ayant réagi au départ.

On montre que  $n_{\text{Fe}}$ ,  $n_{\text{oxonium}}$  et  $n_{\text{restant}}$  sont liés par la relation :  $n_{\text{restant}} = n_{\text{oxonium}} - 2 n_{\text{Fe}}$ .

- 8) L'échantillon de ferraille est-il un échantillon « riche » ou « pauvre » en fer ?

Argumenter soigneusement la réponse.

# Bilan des sujets 2015

## Sujets 2015

### Physique

Acoustique : 4  
 Calorimétrie  
 Mécanique : 1  
 Mécanique des fluides : 2  
 Photométrie : 3  
 Rayonnement  
 Thermique : 3  
 Thermodynamique de gaz parfaits

### Chimie

Chimie organique : 2  
 Oxydoréduction : 4  
 Solutions aqueuses : 2

### Bilan global

BTS	?...2015
B	...1990
EEC	...1991
TP	...1991
SCBH	...1992
EB	...1996
AF	...1999

### Physique

Acoustique : 63  
 Calorimétrie : 19<sub>sujets</sub> et 20<sub>extraits</sub>  
 Mécanique : 15  
 Mécanique des fluides : 58  
 Photométrie : 29  
 Rayonnement : 7  
 Thermique : 66  
 Thermodynamique de gaz parfaits : 19

### Chimie

Chimie organique : 68  
 Oxydoréduction : 45  
 Solutions aqueuses : 35



<b>Acoustique...</b> $P_0=10^{-12}W, I_0=10^{-12}W.m^{-2}, p_0=2.10^{-5}Pa$	b 201 5	eb 2015	eec 201 5	tp 2015
<b>...physique</b>				
$\omega = 2\pi.f$ ; $T = 1/f$ ; $\lambda = C.T$ ; $i = f_2/f_1$				
octave (centre $f_0$ ) ; $1/2$ octaves : $f_0/\sqrt{2}-f_0.\sqrt{2}$				
$p = p_{maximum}.\cos \omega(t-x/C)$ ; $p_m = p_{efficace}/\sqrt{2}$				
onde mécanique élastique				
$\eta = P_a/P$				
$N_w = 10\log (P_a/P_0)$				
$P_a = P_0.10^{0,1.N}$				
$S = \Omega.R^2$ ; source isotrope : $\Omega = 4\pi$				
$I = P_a/S$				
$I/I_0 = (p/p_0)^2$				
$I = p_e^2/(\rho.C)$				
$I_1/I_2 = (R_2/R_1)^2$				
$N_i = 10 \log (I/I_0) = N_p$				
$I = I_0.10^{0,1.N}$				
$N_p = 20 \log (p/p_0) = N_i$				
$p = p_0.10^{0,05.N}$				
$I_{\Delta f} = I_{spectral}.\Delta f$ ; $N = N_{spectral} + 10 \log \Delta f$				
$dB(A) = dB + \text{gain}$				
$I_{total} = \Sigma I$ ; $N_{totale} = 10 \log \Sigma 10^{0,1.N}$				
<b>...bâtiment</b>				
$A = \Sigma \alpha_i.S_i$				
<i>Sabine</i> : $T_R = 0,16V/A$				
$N_D = N_w + 10 \log (Q/4\pi R^2)$ ; $\Omega = 4\pi/Q$				
$N_R = N_w + 10 \log (4/A)$				
$N = N_w + 10 \log (Q/4\pi R^2 + 4/A)$ ( $Q = 1,2,4,8$ )				
refraction ; diffraction				
$\tau = I_{transmise}/I_{incidente}$ ; $r = I_{réfléchie}/I_{incidente}$ $\tau = P_t / P_i$ ; $r = P_r / P_i$				
$R = -10 \log \tau = 10 \log (1/\tau)$				
$\tau = 10^{-0,1.R}$				
$D_b = N_1 - N_2$ ; $D_b = R + 10 \log (A/S) = 10 \log (A/\tau.S)$				
$\Delta N = 10 \log (A_1/A_2) = 10 \log (T_2/T_1)$				
$D_n = D_b + 10 \log (T/0,5)$				
$\sigma = p.e$				
$R = a + b \log (c.\sigma)$ ; $a, b, c$ : constantes				
loi de masse – loi de fréquence				
fréquence critique, résonnance, $\Delta R$				
paroi discontinue : $\tau = \Sigma \tau_i.S_i/\Sigma S_i$ $D_b = 10 \log (A/\Sigma \tau_i.S_i) = R + 10 \log (A/\Sigma S_i)$				

TRANSLATION RECTILIGNE...	scbh 2015
<b>..UNIFORME</b> $a = 0 \text{ (} \dot{v} = \ddot{x} \text{)}$ $v = \dot{x} = \text{constante}$ $x = v.t + x_0$ $x_2 - x_1 = v.(t_2 - t_1)$	
<b>..UNIFORMEMENT VARIE</b> $a = \dot{v} = \ddot{x} = \text{constante}$ $v = \dot{x} = a.t + v_0$ $x = \frac{1}{2} a.t^2 + v_0 t + x_0$ $v_2 - v_1 = a.(t_2 - t_1)$ $v_2^2 - v_1^2 = 2a.(x_2 - x_1)$	
<b>..SINUSOÏDAL</b> $x = x_m.\cos(\omega t - \varphi)$ $v = \dot{x} = -\omega.x_m \sin(\omega t - \varphi)$ $a = \ddot{x} = \dot{v} = -\omega^2.x$ $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2.x = 0$ $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi.f$	
$\sum F_{\text{extérieures}} = m.a$	
$W_{A \rightarrow B}^F = F.AB$	
$E_{\text{cinétique}} = \frac{1}{2} m.v^2$	
$E_{\text{potentielle de pesanteur}} = m.g.x$	
$E_{\text{mécanique}} = E_c + E_p$	
$\Delta E_c = E_{c2} - E_{c1}$ $\Delta E_c = \sum W_{t_1 \rightarrow t_2}^F$	
$P_{\text{moyenne}} = W/t$	
$P_{\text{instantanée}} = F.v$	
<b>Oscillateur harmonique</b> $m \frac{d^2x}{dt^2} + k.x = 0$ $x = x_m.\cos(\omega_0 t - \varphi)$ $\omega_0 = \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{2\pi}{T_0} = 2\pi.f_0$	

<b>MECANIQUE des FLUIDES</b>	eb 2015	tp 2015
<b>hydrostatique</b>		
$d_{\text{fluide}} = \rho_{\text{fluide}} / \rho_{\text{fluide référent}}$		
$\rho_{\text{gaz}} = \rho_0 \cdot (P / P_0) \cdot (T_0 / T)$		
$\rho_{\text{mélange}} = \Sigma \rho_i \cdot V_i / \Sigma V_i$ $d_{\text{mélange}} = \Sigma d_i \cdot V_i / \Sigma V_i$		
$P \cdot V_{\text{gaz}} = n \cdot R \cdot T$		
<u>Principe</u> : $\Delta P = \rho \cdot g \cdot h$ ( $P_2 - P_1$ )		
Pression absolue : $P_2 = P_1 + \rho \cdot g \cdot h$		
Pression relative : $P_2 = \rho \cdot g \cdot h$ ( $P_1 = P_{\text{atm}}$ )		
$F = P \cdot S$ (surface horizontale)		
$F = \int p \cdot dS$ (surface verticale)		
Caractéristiques de $\vec{F}$		
Vases communicants		
Poids : $P = m \cdot g$ ( $m = \rho \cdot V$ )		
Théorème d'Archimède $\Pi = \rho \cdot V_{\text{immergé}} \cdot g$		
Théorème de Pascal : <i>les liquides transmettent les pressions</i>		
Tension superficielle, capillarité		
<b>hydrodynamique</b>		
$Q_v = S \cdot v$ ; $Q_m = \rho \cdot Q_v$		
$S_{\text{circulaire}} = \pi \cdot R^2 = \pi \cdot (D^2 / 4)$		
$V_2 = V_1 \cdot (D_1 / D_2)^2 = V_1 \cdot (S_1 / S_2)$		
$t = \text{Volume} / Q_v = m / Q_m$		
$(m / \rho) \cdot (P_2 - P_1) + \frac{1}{2} m \cdot (v_2^2 - v_1^2) + m \cdot g \cdot (z_2 - z_1) = E$ (Bernoulli)		
<u>Ecoulement « libre »</u> : $E = 0$ $P + \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 + \rho \cdot g \cdot z = \text{constante}$		
$v = \sqrt{2g \cdot h}$ (à l'air libre)		
<u>Ecoulement forcé</u> : $E \neq 0$ Si $m = Q_m$ : $E = P$		
$E = P \cdot t$		
Approximations : $v \approx 0$ (grande surface) $P = P_{\text{atmosphérique}}$ (à l'air libre)		
Tube de Pitot		
Travail ; $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ ; $E_p = m \cdot g \cdot h$		
$G = L^a \cdot M^b \dots$ , unités		
Pourcentage		

<b>PHOTOMETRIE</b>	af 2015	eec 2015	scbh 2015
Définitions – Spectre lumineux			
Rayonnement			
Utilance			
$\Phi_{\text{énergétique}} = \eta \cdot P_{\text{électrique}}$ (et $E = P \cdot t$ )			
$\Phi_{\text{lumineux}} = k \cdot P$			
$G_1 = e_{\lambda} \cdot G_e$ ( $G : M, L, I, E, \Phi$ ) $e_{\lambda} = 683 \cdot V$			
Surface indicatrice d'émission			
<u>Source primaire ponctuelle</u> <u>isotrope</u> : $\Phi = I \cdot \Omega$			
$\Omega = 4\pi$ (espace)			
$\Omega = 2\pi$ (demi-espace)			
$\Omega = 2\pi \cdot (1 - \cos \theta)$			
$d\Omega = dS \cdot \cos \theta / x^2$			
$d\Omega = 2\pi \cdot \sin \theta \cdot d\theta$			
<u>Source primaire ponctuelle</u> <u>orthotrope</u> : $d\Phi = I \cdot d\Omega$ $\Phi = \pi \cdot I_N \cdot (1 - \cos^2 \theta_{\text{maximum}}) = \int d\Phi$ $\Phi = \pi \cdot I_N$ ( $\theta_{\text{maximum}} = \pi / 2$ )			
$I_{\theta} = I_N \cdot \cos \theta$			
<u>Source étendue</u> loi de Lambert $M = \pi \cdot L$			
$L = I / S_{\text{apparente source}}$			
$\Phi = M \cdot S_{\text{réelle source}}$			
$E = I \cdot \cos \theta / d^2$ (source ponctuelle)			
$E_N = I_N / h^2$ (source ponctuelle)			
$E = \Phi / S_{\text{éclairée}}$			
$E = \sum E_i$			
Luxmètre			
Source secondaire réfléchissante : $M = r \cdot E$ ( $r = \Phi_{\text{réfléchi}} / \Phi_{\text{incident}}$ )			
Source secondaire transmittante : $M = t \cdot E$ ( $t = \Phi_{\text{transmis}} / \Phi_{\text{incident}}$ )			
Eclairage			
Descartes...			
Pourcentage			

<b>THERMIQUE</b>	af 2015	b 2015	eec 2015
Transferts de chaleur, définitions			
Loi de Fourier $\varphi = -\lambda \cdot d\theta / dx$			
$\varphi = \lambda \cdot (\theta_1 - \theta_2) / e$			
$\Phi = \lambda \cdot S \cdot (\theta_1 - \theta_2) / e = \varphi \cdot S$			
Convection, rayonnement $r_s = 1 / h$			
Paroi simple $r = e / \lambda + \Sigma r_s$			
Paroi composite $r = \Sigma e_i / \lambda_i + \Sigma r_s + \Sigma r_j$			
$U = 1 / r$			
$R = r / S$			
Ponts thermiques: $\Sigma \Psi_j \cdot \ell_j + \Sigma \chi$			
Paroi discontinue $U_{bat} = (\Sigma U_i \cdot S_i + \Sigma \Psi_j \cdot \ell_j + \Sigma \chi) / \Sigma S_i$			
$\varphi = U \cdot \Delta\theta = \Delta\theta / r$			
(P) $\Phi = \varphi \cdot S = U \cdot S \cdot \Delta\theta = \Delta\theta / R$			
$G = [U_{bat} \cdot S + (\eta \cdot \rho \cdot c \cdot V) / 3600] / V$ $G = G_{paroi} + G_{air}$			
(P) $\Phi = G \cdot V \cdot \Delta\theta$			
$E = \Phi \cdot t$			
Coût, économie			
Label BBC			
$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$ ( $m = \rho \cdot V$ )			
$Q = m \cdot L$			
$\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2 = \varphi \cdot r_{\Delta\theta}$			
$\theta_{si}, \theta_{se}$			
Diagramme des températures			
$\theta_{si}$ et point de rosée			
$\theta_{si}$ et confort			
Diagramme de l'air humide			
$H_R$ ( $p/p_s$ ; $w/w_s$ )			
Isolation thermique			
Rayonnement			
$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$			
$p = \rho \cdot g \cdot h$			
Pourcentage			
$G = M^\alpha \cdot L^\beta \cdot T^\gamma \dots$			



<b>CHIMIE ORGANIQUE</b>	af 2015	eec 2015
$n = m / M ; n = V_{\text{gaz}} / V_{\text{molaire}}$		
Nomenclature		
Isomères		
Alcanes $C_nH_{2n+2}$		
Alcènes $C_nH_{2n}$		
Alcynes $C_nH_{2n-2}$		
Autres : benzène $C_6H_6$ , chloro.,...		
Formule et pourcentage massique		
Densité et aération		
<b>Combustion complète</b>		
$V_{\text{air}} = 5 \cdot V_{\text{dioxygène}}$		
CO <sub>2</sub> et effet de serre (GES)		
Energie thermique E, pouvoir calorifique		
$E = P \cdot t$		
$P \cdot C \cdot S = P \cdot C \cdot I + m \cdot L_{\text{liquéfaction}}$		
$Q_1 = m \cdot c \cdot \Delta\theta ; Q_2 = m \cdot L$		
Combustion incomplète		
Substitution		
Addition		
Elimination		
Craquage (pyrolyse)		
<b>Polymérisation : polyaddition</b> $x \cdot \text{monomère} \rightarrow \text{polymère}$ $(\text{motif})_x$		
Indice de polymérisation : x		
$M(\text{polymère}) = x \cdot M(\text{monomère})$		
Fabrication du monomère		
Facteurs cinétiques		
Groupements fonctionnels		
<b>Polymérisation : polycondensation</b> $x \text{ Aa} + x \text{ Bb} \rightarrow (\text{AB})_x + x \text{ ab}$		
Polymères : utilisation		
Polymère et matière plastique		
Polymère et adjuvants		
Polymère et combustion		
Polymère et chaleur		
Polymère et pollution		
Pourcentage. <i>Incertitude relative</i>		

<b><u>OXYDOREDUCTION</u></b>	af 2015	b 2015	eb 2015	tp 2015
Définitions. Nomenclature				
$n = m / M ; n = V_{\text{gaz}} / V_{\text{molaire}}$				
Oxydoréduction en <u>phase sèche</u>				
$n = C(X) \cdot V_{\text{solution aqueuse}}$ $n = [X^{x+}]_{\text{aq}} \cdot V_{\text{aq}} ; n = [Y^{y-}]_{\text{aq}} \cdot V_{\text{aq}}$				
Oxydoréduction en <u>phase aqueuse</u> Potentiel d'oxydoréduction : $E^0$ Couple « redox » oxydant / réducteur				
<b>Couple</b> $M^{x+}$ ion métallique / Métal				
Classification des métaux réducteurs				
Couple $H^+$ aqueux / $H_2$				
Règle du gamma				
Réduction <b>Oxydant 1</b> + $x e^- \rightarrow$ Réducteur 1				
Oxydation Oxydant 2 + $y e^- \leftarrow$ <b>Réducteur 2</b>				
<u>Oxydoréduction</u> <b>...Oxydant 1</b> + <b>...Réducteur 2</b> $\rightarrow$ ...Réducteur 1 + Oxydant 2				
Dosage				
Pile : <i>description</i>				
Pile : <i>polarité (anode- ;cathode+)</i>				
Pile : <i>force électromotrice (f.e.m)</i>				
Pile : <i>électrode de référence (Pt)</i>				
Pile : <i>notation (<math>M_1/M_1^{x+} // M_2^{y+}/M_2</math>)</i>				
Faraday : $96500 \text{ C.mol}^{-1}$ (F)				
$Q = I.t ; n_{e^-} = Q / F$				
$n_{\text{métal}} = (1 / y).n_{e^-}$				
$m_{\text{métal anode}} = (1 / y).(I.t / F).M_{\text{métal}}$				
Corrosion par <i>agent oxydant</i>				
Corrosion <i>électrochimique</i> (pile)				
Protection par <i>revêtement</i>				
Protection par <i>générateur électrique</i>				
<u>Protection électrochimique</u> (pile) (anode sacrificielle)				
Manipulation - Protocole				
Electrolyse				

Solution <b>acide</b> . Solution <b>basique</b> Solution aqueuse... <i>autre</i>	eb 2015	eec 2015	tp 2015
Définitions. Nomenclature			
Solution aqueuse			
Solution acide			
Solution basique			
$n = m / M$ ; $n = V_{\text{gaz}} / V_{\text{molaire}}$			
$n = C(X) \cdot V_{\text{solution aqueuse}}$ $n = [C^{x+}]_{\text{aq}} \cdot V_{\text{aq}}$ ; $n = [A^{y-}]_{\text{aq}} \cdot V_{\text{aq}}$			
$d = \rho / \rho_{\text{eau}}$ ; $\rho = m / V_{\text{aq}}$ ; $\chi = m_{\text{soluté}} / V_{\text{aq}}$ $t = 100 \cdot (m_{\text{soluté}} / m)$			
Autoionisation de l'eau $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{\text{aq}} + \text{OH}^-_{\text{aq}}$			
$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+_{\text{aq}}] = 14 + \log[\text{OH}^-_{\text{aq}}]$ $[\text{H}_3\text{O}^+_{\text{aq}}] = 10^{-\text{pH}}$			
$K_e = [\text{H}_3\text{O}^+_{\text{aq}}] \cdot [\text{OH}^-_{\text{aq}}]$			
Solution électriquement neutre $\sum x \cdot [C^{x+}] + [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] + \sum y \cdot [A^{y-}]$			
Dissolution			
mono <b>Acide fort</b> AH $\text{AH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{\text{aq}} + \text{A}^-_{\text{aq}}$ Réaction totale			
mono <b>Base forte</b> COH $\text{COH} \rightarrow \text{C}^+_{\text{aq}} + \text{OH}^-_{\text{aq}}$ Dissolution totale			
<u>Dosage</u> $A_{\text{fort}} \text{ par } B_{\text{forte}}$ ; $B_{\text{forte}} \text{ par } A_{\text{fort}}$			
Mode opératoire. Courbe			
Equation de neutralisation $\text{H}_3\text{O}^+_{\text{aq}} + \text{OH}^-_{\text{aq}} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$			
Equivalence (pH = 7) $C_{\text{acide}} \cdot V_{\text{acide}} = C_{\text{base}} \cdot V_{\text{base}}$			
Résidu : n, m, C			
Précautions			
mono <b>acide faible</b> AH $\text{AH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{\text{aq}} + \text{A}^-_{\text{aq}}$ Réaction partielle			
monobase faible : B $\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{OH}^-_{\text{aq}} + \text{BH}^+_{\text{aq}}$ Réaction partielle			
Conservation de la matière Acide faible $[\text{AH}_{\text{solution}}] = [\text{AH}_{\text{initiale}}] - [\text{A}^-_{\text{aq}}]$			
Conservation de la matière Acide faible $[\text{B}_{\text{solution}}] = [\text{B}_{\text{initiale}}] - [\text{BH}^+_{\text{aq}}]$			
Constante d'acidité $\text{pK}_A = -\log K_A$ $K_A = [\text{H}_3\text{O}^+_{\text{aq}}] \cdot [\text{A}^-_{\text{aq}}] / [\text{AH}_{\text{solution}}]$			
Dosage $A_{\text{faible}}$ par $B_{\text{forte}}$ ( $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_B$ ) $\text{AH}_{\text{solution}} + \text{OH}^-_{\text{aq}} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{A}^-_{\text{aq}}$			
Dosage $B_{\text{faible}}$ par $A_{\text{fort}}$ ( $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_B$ ) $\text{B}_{\text{solution}} + \text{H}_3\text{O}^+_{\text{aq}} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{BH}^+_{\text{aq}}$			
Précipitation			
Dilution $C = C_1 V_1 / (V_1 + V_2)$			
Mélange $C = (C_1 V_1 + C_2 V_2) / (V_1 + V_2)$			