

**AF**

## Habitation sur l'île de la Réunion

*Le projet consiste à étudier un logement situé sur l'île de la Réunion.*

*Les choix seront guidés par les spécificités du climat local.*

*Par exemple, la durée du jour est peu fluctuante en fonction des saisons (Treize heures en été et onze en hiver).*

*Les murs de l'habitation sont en bois, le toit est composé de plaques de tôles peintes en blanc.*



*La Réunion est une île française du sud-ouest de l'océan Indien (Hémisphère sud).*

*Elle est caractérisée par un climat tropical humide.*

*Malgré la latitude, l'influence océanique tempère les températures estivales qui ne sont jamais caniculaires, les températures maximales dépassent rarement la valeur de 35°C.*

*Sur le littoral, les températures moyennes mensuelles sont comprises en général entre les valeurs extrêmes de 21°C (août) et de 28,5°C (janvier).*

*La Réunion est située dans le bassin de formation des cyclones tropicaux du Sud-Ouest de l'océan Indien : durant la saison cyclonique, qui s'étend généralement d'octobre à mai, l'île peut être frappée par des cyclones dont les vents dépassent la vitesse de 200 km.h<sup>-1</sup> et qui apportent des précipitations diluviennes.*



(Source Wikipédia)



## Calorimétrie

### Dimensionnement du capteur de chauffe-eau solaire.

La production d'eau chaude sanitaire dans cette région est assurée en partie par un chauffe-solaire. On souhaite déterminer la surface  $S$  du capteur à installer sur le toit de cette habitation.

#### Données :

- Volume du ballon :  $V = 100 \text{ L}$

- Eau :

capacité thermique massique :  $c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Masse volumique :  $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$ .

- Capteur de chauffe-eau solaire



Le chauffe-eau permet d'élever la température de l'eau stockée dans le ballon de volume  $V$ , de la température  $\theta_1$  égale à  $20^\circ\text{C}$  à la température  $\theta_2$  égale à  $51^\circ\text{C}$ .

1) Montrer que l'énergie thermique  $Q_1$  stockée par l'eau contenue dans ce ballon vaut  $1,3 \cdot 10^4 \text{ kJ}$ .

En raison des pertes thermiques le long des tuyaux, l'énergie stockée dans le ballon ne représente que 75% de l'énergie captée par le dispositif installé sur le toit de l'habitation.

2) Déterminer la valeur de l'énergie  $Q_2$  récupérée par le capteur.

Cette énergie est récupérée par le capteur solaire pendant une durée de 11 h.

3) En déduire la puissance  $P_1$  captée par le dispositif.

Le panneau solaire de surface  $S$  permet de récupérer 95% de l'énergie solaire incidente.

Le flux solaire moyen est de  $230 \text{ W.m}^{-2}$ .

4) Déterminer la surface  $S$  du capteur à utiliser.

## Thermique

### Étude de l'isolation thermique.

Le climat permet de limiter l'isolation thermique.

Cependant, pendant l'été, la température extérieure pouvant atteindre la valeur de 40°C, il est préférable de placer une fine couche d'isolant dans les parois.

- *résistance thermique surfacique  $r$  pour une paroi composée de plusieurs couches de résistances thermiques surfaciques superficielles  $r_{si}$ ,  $r_{se}$  et internes  $r_1$ ,  $r_2...$*

$$r = \sum_{j=1}^m \frac{e_j}{\lambda_j} + \sum_{k=0}^n r_k + \sum_{\ell=0}^p r_{s_\ell}$$

- *résistance thermique surfacique pour une paroi  $j$ , d'épaisseur  $e_j$  et de conductivité thermique  $\lambda_j$*

$$r_j = \frac{e_j}{\lambda_j}$$

- *Flux thermique surfacique à travers un matériau de résistance thermique surfacique  $r$  dont la différence de température entre les surfaces intérieure et extérieure*

$$\varphi = \frac{\theta_2 - \theta_1}{r}$$

- 1) Représenter la paroi, puis une flèche montrant le sens du flux thermique en été.

Les murs sont composés d'une couche de polystyrène d'épaisseur égale à 5,0 cm emprisonnée entre une plaque de bois d'épaisseur égale à 1,0 cm et une plaque de plâtre.

#### Données :

- *Conductivité thermique  $\lambda$  ( $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ) :*

$$\lambda_{\text{bois}} = 0,15$$

$$\lambda_{\text{polystyrène}} = 0,040$$

- *résistance thermique surfacique du plâtre*

$$r_{\text{plâtre}} = 0,040 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1}$$

- *résistances thermiques surfaciques intérieure et extérieure*

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

- 2) Calculer la valeur de la résistance thermique surfacique du mur.

Les températures extérieure et intérieure sont respectivement  $\theta_{\text{ext}} = 40^\circ\text{C}$  et  $\theta_{\text{int}} = 25^\circ\text{C}$ .

- 3) Montrer que le flux thermique surfacique  $\varphi$  à travers les murs a pour valeur  $9,8 \text{ W.m}^{-2}$ .

On néglige les flux entrants autres que le flux à travers les murs.

- 4) Déterminer le flux thermique total pour une surface de  $150 \text{ m}^2$ .

- 5) Préciser quelle autre source d'énergie thermique devrait être prise en compte dans cette étude.

On souhaite maintenir la température intérieure à la valeur  $25^\circ\text{C}$  en utilisant un climatiseur.

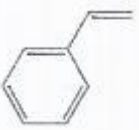
- 6) En expliquant le bilan énergétique effectué, déterminer la puissance minimale de climatisation qui permette de maintenir cette température constante à la valeur désirée.

## Chimie organique

On se propose d'utiliser comme isolant le polystyrène expansé, synthétisé à partir du styrène.

**STYRÈNE** (42% stabilisé) 1 L  
 N° CAS : 100-42-5 Numéro CE : 202 851-5  
 Formule chimique :  $C_6H_5CHCH_2$

Formule topologique :



Informations physico-chimiques  
 Masse molaire :  $104,15 \text{ g.mol}^{-1}$   
 Masse volumique :  $0,906 \text{ g.cm}^{-3}$  ( $20^\circ\text{C}$ )  
 Solubilité dans l'eau :  $0,24 \text{ g.L}^{-1}$   
 Point d'ébullition :  $145^\circ\text{C}$  (1013 hPa)  
 Point éclair :  $31^\circ\text{C}$   
 Température d'inflammation :  $480^\circ\text{C}$   
 Point de fusion :  $31^\circ\text{C}$

Danger



- 1) Écrire l'équation de la réaction de polymérisation du styrène.  
Indiquer la nature de cette polymérisation.
- 2) Citer le(s) conseil(s) de prudence à préconiser pour réaliser la synthèse du polystyrène en toute sécurité.

Pour produire du polystyrène expansé, on injecte du pentane  $C_5H_{12}$ , dans du polystyrène liquide. Des microbilles contenant du pentane liquide se forment. Par chauffage (température supérieure à  $50^\circ\text{C}$ ), les billes de pentane gonflent...on obtient du polystyrène expansé.



### Fiche technique du pentane

Formule brute :  $C_5H_{12}$   
 Densité :  $626 \text{ kg.m}^{-3}$   
 Point d'ébullition :  $36,1^\circ\text{C}$   
 Masse molaire :  $72,15 \text{ g.mol}^{-1}$   
 Point de fusion :  $-129,8^\circ\text{C}$

- 3) Expliquer le mode de fabrication du polystyrène expansé et en particulier la structure poreuse du matériau.

Le Néopor est l'association de polystyrène expansé et de graphite.

Ce matériau a des propriétés encore plus remarquables que le polystyrène expansé.

Bloc de Néopor

Dimension :  $60\text{ cm} \times 20\text{ cm} \times 30\text{ cm}$

Masse volumique :  $20\text{ kg.m}^{-3}$

Rendement de la réaction de polymérisation du polystyrène : 90%

Masse de styrène utilisée pour la réalisation d'un bloc de Néopor : 80 g

Indice de polymérisation moyen du polystyrène : 2000



4) Déterminer le pourcentage massique de polystyrène dans le Néopor.

(La résolution de cette question nécessite un raisonnement comportant plusieurs étapes)

5) Donner la valeur tabulée qui permettrait de vérifier que le Néopor a des propriétés isolantes encore plus remarquables que le polystyrène expansé.

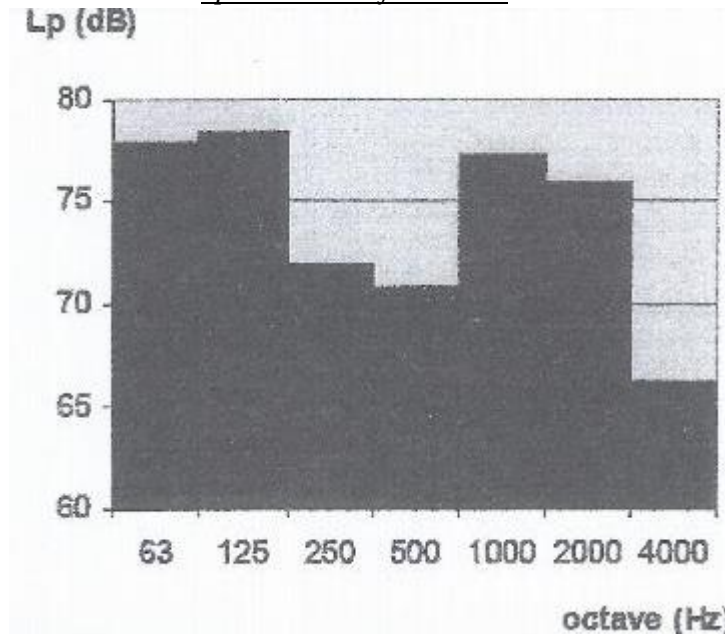
## Acoustique

### Étude acoustique du double vitrage.

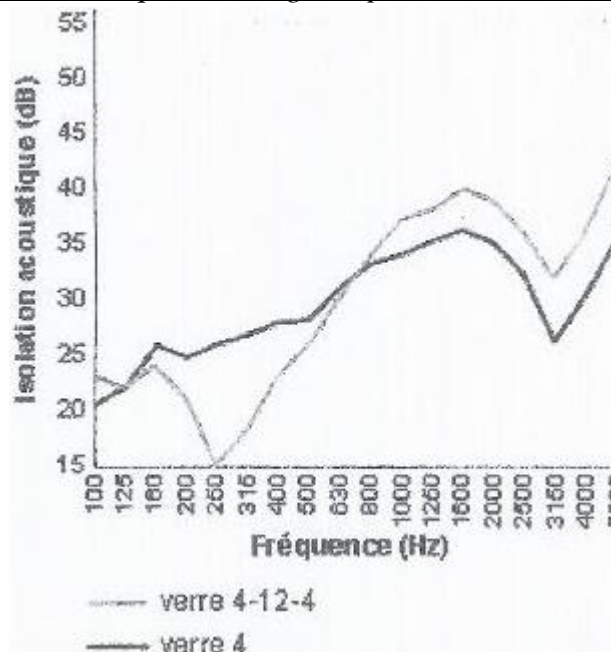
L'habitation est située à la distance de 15 m environ d'une rue très fréquentée.

Elle a été équipée en double-vitrage dont on se propose de vérifier l'efficacité.

### Spectre du trafic urbain.



### Affaiblissement acoustique du vitrage simple et du double-vitrage.



### Relation entre l'intensité acoustique et le niveau sonore.

- Intensité acoustique :  $I = I_0 \times 10^{L/10}$

- Intensité acoustique seuil :  $I_0 = 1,0 \cdot 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$

1) Déterminer la fréquence centrale de la bande d'octave pour laquelle l'émission sonore du trafic urbain est la plus importante.

Une mesure du niveau sonore à la distance de 1 m de la route donne une valeur de 83 dB.

2) Calculer l'intensité acoustique  $I_1$  correspondante.

3) Calculer l'intensité acoustique  $I_{15}$  à une distance de 15 m de la route.

4) En déduire la valeur du niveau sonore  $L_{15}$  correspondant.

5) Donner (dB) la valeur de l'affaiblissement lié à l'isolation acoustique pour le simple vitrage et le double-vitrage (4-12-4) à la fréquence déterminée à la question 1).



6) Donner la valeur du niveau sonore perçu à l'intérieur de l'habitation pour des fenêtres en simple vitrage puis pour des fenêtres en double-vitrage pour la fréquence centrale de la bande d'octave considérée.

7) Conclure sur l'efficacité du double-vitrage par rapport au simple vitrage pour cette fréquence puis pour l'ensemble des nuisances sonores considérées.

## Chimie

Blanchiment du bois.

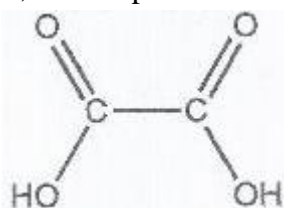
### • Chimie organique

Afin d'avoir des façades en bois clair, il convient de blanchir le bois brut à l'aide d'un agent de blanchiment, l'acide oxalique.

- L'acide oxalique est un agent de blanchiment des textiles, du cuir et du bois, mais aussi un agent mordant pour les teintures.

Il est aussi un produit industriel, dont la production annuelle mondiale est estimée à 140000 t.an<sup>-1</sup> en 2000.

- Formule semi-développée :



- L'acide oxalique commercial se trouve sous forme de solide dihydraté.

(Masse molaire : 126 g.mol<sup>-1</sup>)



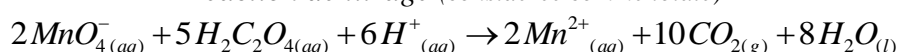
1) Reporter la formule semi-développée de la molécule d'acide oxalique sur la copie et entourée la(les) fonction(s) présente(s).

Donner le nom de la(ou des) fonction(s) chimique(s) présente(s).

On souhaite déterminer la teneur massique en acide oxalique de ce produit commercial.

Une méthode courante consiste à réaliser un titrage de l'acide oxalique par les ions permanganate de couleur violette  $MnO_4^-$ .

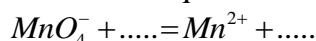
*Réaction de titrage (considérée comme totale)*



2) Ajuster les nombres stœchiométriques de la demi-équation électronique faisant intervenir l'ion permanganate.

En déduire si l'ion permanganate joue le rôle d'une espèce oxydante ou réductrice.

Répondre à la question analogue pour l'acide oxalique.



### • Solutions aqueuses

On réalise ensuite les essais suivants :

#### Essai 1

Dans un bécher de contenance 100 mL, on verse un volume de 50 mL d'une solution d'acide oxalique.

On verse un volume de 1 mL d'une solution acidifiée de permanganate de potassium.

Aucune décoloration n'est observée au bout d'une durée de 10 minutes.

#### Essai 2

On réitère le protocole mais en chauffant le milieu réactionnel à la température de 40°C.

Une décoloration est observée au bout de quelques minutes.

#### Essai 3

On réitère le protocole de l'essai 2, en ajoutant au milieu réactionnel quelques gouttes d'une solution contenant les ions  $\text{Mn}^{2+}$ .

La décoloration est immédiate.

3) Apporter des commentaires inspirés par l'essai 1 à propos de la cinétique de la réaction de titrage.

4) Expliquer l'intérêt du chauffage lors de l'essai 2.

5) Interpréter le rôle des ions  $\text{Mn}^{2+}$  dans la réaction de titrage.

La réaction de titrage est qualifiée de réaction autocatalytique.

6) En analysant l'équation de la réaction de titrage, expliquer le terme autocatalytique.

Préciser s'il s'agit d'une analyse d'une catalyse homogène ou hétérogène.

On réalise alors le titrage en suivant le protocole suivant :

- On prépare un volume de 250 mL d'une solution S en dissolvant une masse  $m_0$  égale à 350 g de produit commercial contenant l'acide oxalique.

- On titre un volume  $V_A$  égal à 10,0 mL de solution aqueuse S par une solution aqueuse de permanganate de potassium ( $\text{MnO}_4^- + \text{K}^+$ ) de concentration molaire volumique  $C_{\text{Mn}}$  égale à  $2,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .

- Durant le titrage, on chauffe le milieu réactionnel à la température de 40°C.

Il faut verser un volume  $V_E$  de solution de permanganate de potassium égal à 15,5 mL pour atteindre l'équivalence, c'est-à-dire avoir placé l'acide oxalique et le permanganate de potassium en proportions stœchiométriques.

7) Proposer un protocole pour réaliser la solution S en précisant le matériel nécessaire.

La quantité d'acide oxalique  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$  présente dans la prise d'essai de volume  $V_A$ , conformément au protocole, peut être déterminée par la réaction :

$$n(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) = \frac{5}{2} C_{\text{Mn}} \cdot V_E$$

8) En déduire la concentration molaire volumique  $C$ , puis la concentration massique volumique  $C_m$  de l'acide oxalique dans la solution S.

9) Déterminer le pourcentage massique d'acide oxalique dihydraté dans le produit commercial.





## Une maison éco-construite

*(Définition et contexte de la construction durable)*

*On appelle construction durable, toute construction ou rénovation qui, tout en assurant la qualité de vie des occupants, maîtrise ses impacts sur l'environnement et assure une performance énergétique optimale, en utilisant autant que possible les énergies renouvelables et les ressources naturelles et locales.*

*On parle aussi d'éco-construction.*

*À l'heure où les citoyens ont de plus en plus conscience de leur environnement et de sa nécessaire préservation, il est impératif que l'habitat prenne en compte ces dimensions.*

*Loin de constituer un effet de mode, les enjeux sont considérables.*

*Réaliser et promouvoir un habitat différent, économe en énergie et respectueux de l'environnement, est une préoccupation majeure que les entreprises de bâtiment intègrent de plus en plus dans leurs pratiques.*

*(D'après le site <http://www.ffbatiment.fr/>)*

*Dans ce sujet, on étudie les caractéristiques thermiques d'une maison éco-construite, puis on en vérifie le confort acoustique.*

*On s'interroge également sur l'influence du mode de chauffage sur l'émission de dioxyde de carbone, gaz en partie responsable de l'effet de serre.*

Le sujet est constitué de trois parties indépendantes.

**A** : Étude thermique d'une maison éco-construite.

**B** : Étude acoustique.

**C** : Chauffage et émission de dioxyde de carbone.

## Thermique (A)

### Définition d'une maison passive

On dit d'une maison qu'elle est passive lorsque ses besoins en chauffage sont inférieurs à 15 kWh par m<sup>2</sup> habitable et par an contre 250 à 300 kWh par m<sup>2</sup> habitable et par an en moyenne pour les besoins en chauffage d'un bâtiment classique.

(D'après le site <http://frekopedia.org>)

Une maison, sans étage et de surface habitable 68 m<sup>2</sup> est construite dans une région où la température de l'air extérieur, durant la période hivernale est en moyenne de  $\theta_{\text{air}} = 4,0^\circ\text{C}$  et celle du sol  $\theta_{\text{sol}} = 10,0^\circ\text{C}$ .

Un poêle à bois maintient la température intérieure de la maison à  $\theta_i = 19^\circ\text{C}$ .

### Données :

- Isolation des murs extérieurs, du sol, des combles, des vitrages et de la porte :

	Surface $S \text{ (m}^2\text{)}$	Matériaux	Épaisseur $e \text{ (cm)}$	Conductivité thermique $\lambda \text{ (W.m}^{-1}\text{.K}^{-1}\text{)}$	résistance thermique surfaccique $r \text{ (m}^2\text{.K.W}^{-1}\text{)}$	Flux thermique $\Phi \text{ (W)}$
Murs extérieurs		Enduit plâtre	1,5	0,50	2,1	
		Briques plâtrières	5,0	0,80		
		Panneaux liège expansé	6,0	0,040		
		Briques creuses standard	20,0	0,60		
		Enduit sable/chaux	2,5	1,1		
Sol	70,0	Mortier chaux	25,0	0,17	1,6	$3,9.10^2$
Combles	7,07	Gypse/cellulose	1,3	0,35	4,2	$2,7.10^2$
		Granulé de chanvre	20,0	0,050		
Vitrages	15,0	Triple vitrage verre/air	4/12/4/12/4		1,7	$1,3.10^2$
Porte	1,9	Bois	4,0	0,20	0,37	77

- résistances thermiques surfacciques d'échange superficiel interne et externe :

$$r_{si} = 0,11 \text{ m}^2\text{.K.W}^{-1} \text{ et } r_{se} = 0,060 \text{ m}^2\text{.K.W}^{-1}$$

- Dimensions de la maison : Longueur  $L = 10,0 \text{ m}$ , largeur  $\ell = 7,0 \text{ m}$ , hauteur  $h = 2,5 \text{ m}$

- La maison possède :

- Deux baies vitrées, largeur  $\ell_b = 2,5 \text{ m}$  et hauteur  $h_b = 1,7 \text{ m}$
- Deux portes fenêtres, largeur  $\ell_{pf} = 1,8 \text{ m}$  et hauteur  $h_{pf} = 2,1 \text{ m}$
- Une porte pleine, largeur  $\ell_{po} = 0,90 \text{ m}$  et hauteur  $h_{po} = 2,1 \text{ m}$

1) Donner l'expression de la résistance thermique surfaccique d'une paroi simple en fonction de son épaisseur  $e$ , de sa conductivité thermique  $\lambda$  et des résistances thermiques surfacciques superficielles  $r_{si}$  et  $r_{se}$ .

2) Dans quel sens doivent évoluer ces caractéristiques afin d'augmenter l'isolation de la maison ?

3) Donner l'expression de la résistance thermique surfaccique  $r_m$  des murs extérieurs de la maison.

Vérifier que sa valeur est de  $2,1 \text{ m}^2\text{.K.W}^{-1}$ .

4) Exprimer le flux thermique surfaccique  $\phi_m$  à travers les murs.

Calculer sa valeur.

5) Calculer la surface  $S_m$  des murs ;

6) Calculer le flux thermique  $\Phi_m$  à travers les murs.

7) Montrer que le flux thermique à travers le sol est  $\Phi_{\text{sol}} = 3,9 \cdot 10^2 \text{ W}$ .

8) Montrer que le flux thermique total qui sort de la maison est  $\Phi = 1,3 \text{ kW}$ .

La période de chauffage en hiver dure 100 jours.

9) Peut-on considérer cette maison éco-construite comme passive ?

## Acoustique (B)

### Isolement brut $D_b$ .

On mesure les niveaux d'intensité acoustique des bruits extérieurs  $L_{ext}$  et les niveaux d'intensité acoustique à l'intérieur de la maison  $L_{int}$ , pour différentes bandes d'octave.

Les mesures sont données par le tableau suivant :

Fréquence centrale (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Niveau d'émission extérieure $L_{ext}$ (dB)	75,8	73,0	77,5	74,3	70,2	68,4
Niveau de réception à l'intérieur $L_{int}$ (dB)	45,6	42,3	41,6	44,2	39,8	37,1

L'isolement acoustique brut est une mesure expérimentale de l'affaiblissement acoustique.

Il correspond à la différence entre le niveau d'intensité acoustique global extérieur et le niveau d'intensité acoustique global dans le local.

Données :

- Niveau d'intensité acoustique  $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$

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

- Loi de composition des niveaux d'intensité acoustique  $L_r = 10 \log(\sum 10^{0,1 L_i})$

- Formule de Sabine  $T_R = 0,16 \frac{V}{A}$

$$A = \sum \alpha_i \cdot S_i$$

1) a- Quel appareil permet de mesurer un niveau d'intensité acoustique ?

b- Montrer que le niveau d'intensité acoustique global des bruits extérieurs vaut  $L_{g_{ext}} = 82,0 \text{ dB}$ .

Le niveau d'intensité acoustique global à l'intérieur vaut  $L_{g_{int}} = 50,4 \text{ dB}$ .

c- Calculer l'isolement brut  $D_b$ .

### Temps de réverbération $T_R$ dans le salon.

Données :

- Dimensions du salon : Longueur  $L_s = 6,00 \text{ m}$ , largeur  $\ell_s = 5,00 \text{ m}$  et hauteur  $h_s = 2,50 \text{ m}$

- Le salon possède une porte-fenêtre, une baie vitrée et une porte donnant sur la cuisine.

- Un faible temps de réverbération, inférieur à  $0,5 \text{ s}$ , permet de réduire la fatigue et le stress.

2) a- Donner la définition du temps de réverbération.

b- Compléter le tableau ci-dessous.

	Surface $S_i$ (m <sup>2</sup> )	Coefficient d'absorption $\alpha_i$	Aire équivalente $A_i$ (m <sup>2</sup> )
Murs et plafond	75,6	0,25	
Sol	30,0	0,12	
Porte	1,90	0,10	
Baie vitrée et porte-fenêtre	7,50	0,18	
Aire équivalente totale A :			

Montrer que l'aire d'absorption équivalente A du salon est égale à  $24 \text{ m}^2$ .

c- Calculer le temps de réverbération  $T_R$ .

Le calcul du temps de réverbération est réalisé pour le salon vide (c'est-à-dire sans personne dans la pièce, ni mobilier, ni tapis).

d- Comment évolue ce temps de réverbération lorsque le salon est occupé ?

Conclure.

Chimie organique (C)Moine d'émission de dioxyde de carbone avec le bois

Lors de sa combustion, le bois ne fait que libérer dans l'air le dioxyde de carbone qu'il a absorbé durant sa croissance.

Son impact est donc neutre sur l'effet de serre, sous réserve que l'équilibre entre le développement et le prélèvement sur la ressource globale soit respecté.

Selon les études de l'ADEME, en comptabilisant l'énergie consommée du « puits » à la chaleur produite y compris les étapes de transport et raffinage, le chauffage au gaz, au fioul et à l'électricité émet respectivement 222, 480 et environ 180 kg de dioxyde de carbone par kWh.

*Le chauffage au bois n'en émet que 40.*

Ainsi l'utilisation du bois permet de diviser les émissions de dioxyde de carbone par 12 par rapport au fioul et par 6 par rapport au gaz.

(D'après le guide de l'Agence De l'Environnement Et de la Maîtrise de l'Énergie)

ADEME : « Se chauffer au bois » - Mars 2014.

Le chauffage de la maison est assuré par un poêle à bois.

Le propriétaire a préféré ce mode de chauffage à une chaudière au fioul.

Le bois est constitué principalement de cellulose  $C_6H_{10}O_5$  et le fioul de molécules  $C_{18}H_{38}$ .

Données :

	<i>Fioul</i>	<i>Bois</i>
<i>Pouvoir calorifique inférieur PCI</i>	$10 \text{ kWh.L}^{-1}$	$4,0 \text{ kWh.kg}^{-1}$
<i>Masse volumique</i>	$0,84 \text{ kg.L}^{-1}$	

-  $1 \text{ MWh} = 10^6 \text{ Wh}$

1) Qu'est-ce que l'effet de serre ?

Le raffinage est l'ensemble des opérations de traitement du pétrole brut.

2) Citer une des étapes du raffinage.

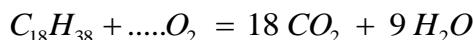
3) a- À quelle famille organique appartient le constituant principal du fioul ?

Justifier.

b- Donner le nom et la formule brute d'un autre composé de cette famille.

La combustion complète du fioul dans le dioxygène de l'air produit du dioxyde de carbone et de l'eau.

4) Réécrire et compléter l'équation de la réaction de combustion du fioul.



5) Calculer la masse de fioul nécessaire pour produire 1 MWh d'énergie.

6) En déduire la quantité de matière  $n_{\text{fioul}}$  correspondante.

7) Vérifier que la quantité de matière de dioxyde de carbone alors produite est  $n_{CO_2} = 6,0.10^3 \text{ mol}$ .

8) En déduire la masse de carbone alors produite correspondante.

9) Comparer avec la valeur du document de l'ADEME, et proposer une explication.

Un calcul analogue réalisé pour le chauffage au bois nous indique que lors de la production de 1 MWh d'énergie,  $4,1.10^2 \text{ kg}$  de dioxyde de carbone sont émis.

10) Expliquer alors la phrase en *italique* du document de l'ADEME.

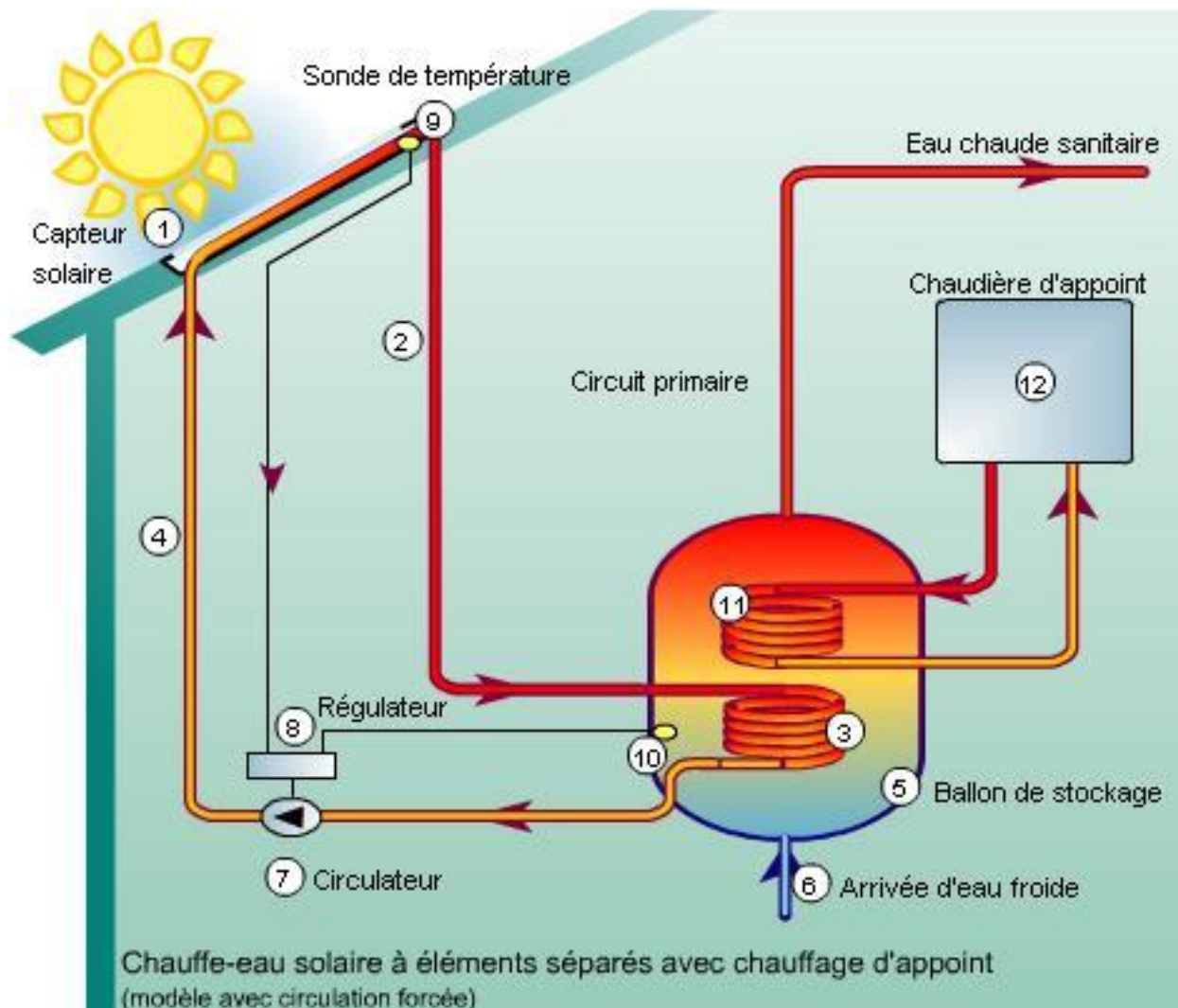
## EEC

Afin de minimiser le coût énergétique de production d'eau chaude sanitaire, de nombreuses constructions optent pour l'installation d'un chauffe-eau solaire.

Les capteurs solaires, installés sur le toit d'une maison, recueillent l'énergie transmise par les rayonnements provenant du soleil et la communiquent à un fluide caloporteur.

Le circuit du fluide caloporteur traverse un ballon de stockage d'eau et permet l'échauffement de cette eau.

Schéma d'une installation de chauffe-eau solaire.



(<http://www.les-energies-renouvelables.eu/conseils/chauffe-eau-solaire/fonctionnement-chauffe-eau-solaire/>)

Le sujet est constitué de trois parties indépendantes :

- A. Chauffage de l'eau du ballon de stockage.
- B. Coût de fonctionnement de la pompe.
- C. Dépôt de calcaire et protection contre la corrosion.

## Calorimétrie (A)

### Chauffage de l'eau du ballon de stockage.

#### Données :

- Capacité de remplissage en eau du ballon : 200 L
- Masse volumique de l'eau :  $\rho_{\text{eau}} = 1,00.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
- capacité thermique massique de l'eau :  $c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$
- $1 \text{ kWh} = 3,6.10^6 \text{ J}$

#### 1- Température de l'eau du ballon.

On installe, sur le toit d'une maison située dans une ville du sud de la France, un capteur solaire de surface  $3,50 \text{ m}^2$ .

Pour cette installation, l'énergie apportée par le rayonnement solaire est de  $4,80 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{jour}^{-1}$ .

L'eau présente dans le ballon, avant d'être réchauffée, est à la température de  $15,0^\circ\text{C}$ .

- 1) Quelle est l'énergie thermique apportée par le rayonnement solaire au fluide caloporteur en une journée ?
- 2) En admettant que les pertes thermiques, pour ce dispositif, sont de l'ordre de 20%, quelle est l'énergie apportée sous forme de chaleur à l'eau, en une journée, par le fluide caloporteur.
- 3) Montrer que la valeur de la température de l'eau, en fin de journée, atteint environ  $73^\circ\text{C}$ .

Après une nuit, la température de l'eau dans le ballon est d'environ  $40^\circ\text{C}$ , ce qui correspond à des pertes thermiques de l'ordre de  $7,7 \text{ kWh}$ .

- 4) Citer le mode principal de transfert thermique à l'origine de ces pertes thermiques.

#### 2- Amélioration énergétique du ballon avec l'utilisation de matériaux à changement de phase (MCP).

L'ajout de matériaux à changement de phase (MCP) à l'intérieur du ballon est un procédé très efficace pour limiter la baisse de température nocturne.

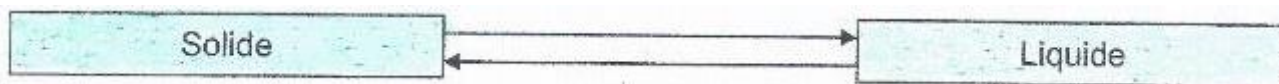
Ces matériaux sont contenus dans des petites billes un plastique, directement au contact de l'eau du ballon.

L'utilisation des MCP est fondée sur un principe physique simple : lorsqu'un corps passe de l'état solide à l'état liquide, il absorbe une certaine quantité d'énergie et inversement lorsqu'il passe de l'état liquide à l'état solide, il libère de l'énergie.

#### Caractéristiques du MCP utilisé :

- Température de fusion :  $\theta_f = 50^\circ\text{C}$
- Chaleur latente massique de fusion :  $L_f = 189 \text{ kJ.kg}^{-1}$

- 1) Recopier et compléter le schéma suivant en indiquant le nom des changements d'état correspondants.



- 2) Au cours de quel changement d'état des MCP, de l'énergie est-elle cédée à l'eau du ballon ?
  - 3) À quelle température des MCP deviennent-elles efficaces ?
- Justifier.

Pour une efficacité optimale, on utilise  $50 \text{ kg}$  de MCP dans le ballon.

- 4) Quelle quantité d'énergie fournissent les MCP lors de leur changement d'état ?

Donne cette valeur en kWh.

- 5) En comparant cette valeur à celle des pertes thermiques indiquées dans la question 14), conclure quant à l'utilité des MCP pour le ballon.

## Mécanique des fluides (B)

### Coût de fonctionnement de la pompe du circuit de fluide caloporteur.

L'installation de chauffe-eau solaire nécessite une pompe, appelée circulateur, chargée de faire circuler le fluide caloporteur entre les panneaux solaires et le ballon d'eau chaude.

Dans cette partie, on cherche à évaluer le coût de fonctionnement de cette pompe.

#### Caractéristiques techniques de la station solaire DE Dietrich PRO D230 :

<i>Pression de service : 2,50 bars</i>	<i>Température de service maximale : 120°C</i>
<i>Pression de service maximale : 10 bars</i>	
<i>Contenance en fluide : 2,1 L</i>	<i>Diamètre des tuyaux de liaison sur la totalité du circuit : 18,0 mm</i>
<i>Débit préconisé : 72,4 kg.h<sup>-1</sup></i>	<i>Masse à vide : 37 kg</i>

(Notice technique Detrisol)

#### Données :

- Masse volumique du fluide caloporteur :  $\rho_{cal} = 1,035.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

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

-  $1,0 \text{ bar} = 1,0.10^5 \text{ Pa}$

- Équation de Bernoulli pour un fluide en écoulement permanent, d'un point A vers un point B, avec un débit volumique  $Q_v$  échangeant avec une machine de puissance  $P_u$

$$\frac{1}{2} \rho (v_B^2 - v_A^2) + (P_B - P_A) + \rho g (z_B - z_A) = \frac{P_u}{Q_v}$$

#### 1- Étude du débit du fluide caloporteur.

1) Montrer que le débit volumique du fluide est d'environ  $1,9.10^{-5} \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$

2) Calculer, en  $\text{m.s}^{-1}$ , la vitesse du fluide caloporteur dans les tuyaux.

#### 2- Détermination de la puissance de la puissance utile du circulateur.

Sur le circuit du fluide caloporteur, un manomètre indique l'écart de pression entre les points M et N du circuit (cf. schéma de l'installation, page 1) :  $P_N - P_M = 2,5 \text{ bars}$ .

La différence de hauteur entre les points M et N est de 8,0 m.

1) Montrer que la puissance utile de la pompe est de 6,3 W.

Le rendement de la pompe est de 93%.

2) Quelle est la puissance électrique consommée par cette pompe ?

Le coût du kilowattheure est de 0,1449 €.

3) Quel est le prix de fonctionnement de la pompe, sur une année, sachant qu'elle fonctionne 10 h par jour ?

Commenter la valeur obtenue.



## Chimie (C)

Quand l'eau stagne ou que sa température augmente, le calcaire solide, de formule  $\text{CaCO}_3$ , initialement dissout dans l'eau, précipite et se dépose sur les parois des canalisations et réservoirs.

Le calcaire apparaît le plus souvent là où il y a des matières métalliques ou plastiques.

La quantité de dépôt du calcaire dépend de la dureté de l'eau, mais aussi de son volume, de sa température, de son pH et de sa durée de stagnation.

Afin d'augmenter la durée de vie du chauffe-eau, il est nécessaire d'enlever régulièrement le calcaire formé et renouveler si nécessaire les anodes qui protègent contre la corrosion.

### • Solutions aqueuses

#### 1- Elimination du calcaire.

##### Données :

- Dureté de l'eau.

*Plus une eau est calcaire, plus elle est dite « dure ».*

*La dureté de l'eau varie en fonction des régions.*

*Ainsi, un sol calcaire ou crayeux donnera une eau à forte teneur en calcaire, tandis qu'une eau traversant un sol cristallin, comme du sable ou du granite, sera « douce ».*

*À titre d'exemple, le sol du bassin parisien est très calcaire alors que celui de la Bretagne ou des Vosges l'est moins.*

*La dureté de l'eau s'exprime en degrés français (°f) : 1°f équivaut à 10 mg de calcaire dissout par litre.*

*Jusqu'à 15°f, l'eau est dite douce ; au-delà de 30°f, l'eau est dure ou très dure.*

*(<https://www.toutsurmoneau.fr/fiche/111485/eau-et-calcaire>)*

- Solubilité du calcaire dans l'eau pure à pression atmosphérique normale.

*La solubilité est la quantité maximale de soluté (en mol ou en g) dissout dans un litre de solution saturée.*

*Elle dépend du pH, de la pression et de la température.*

Solubilité du calcaire à différentes températures à pH = 7			
Température (°C)	0	25	50
Solubilité (mol.L <sup>-1</sup> )	$6,3 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$

1) Expliquer pourquoi le calcaire, initialement dissout dans l'eau potable, peut se déposer dans le chauffe-eau.

L'eau potable, distribuée dans la commune où est installé le chauffe-eau solaire, a une dureté de 25,0°f.

2) Calculer la concentration molaire de calcaire dissout dans l'eau de cette commune.

3) À l'aide des informations données et de la valeur trouvée précédemment, montrer que le calcaire peut se déposer dans le chauffe-eau.

La solubilité est la quantité de matière restant dissoute dans l'eau.

4) Montrer que la masse de calcaire pouvant se déposer dans le chauffe-eau, en un an, est de 3,5 kg, pour une consommation annuelle d'eau chaude, à 50°C, est de 70 m<sup>3</sup>.

### • Oxydo-réduction

#### 2- Protection contre la corrosion.

Cette protection est assurée par un émaillage du fer constituant la carcasse du ballon et par contact de cette carcasse avec une anode en zinc.

##### Données :

- Une mole d'électrons transporte une charge de  $1 F = 96500 C$

- La charge électrique  $q$ , transportée par un courant électrique d'intensité  $I$  circulant pendant une durée  $t$  est donnée par :  $q = I.t$

- Potentiels standards de couples redox :

Couples	$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$	$\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$	$\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$	$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$	$\text{Al}^{3+}/\text{Al}$	$\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$
Potentiels (V)	0,34	-0,13	- 0,44	- 0,76	- 1,66	- 2,37

- 1) Comment se nomment ces deux types de protection ?
- 2) Citer un métal qui pourrait remplacer le zinc pour protéger le ballon de la corrosion.  
Justifier votre réponse.
- 3) Écrire la demi-équation d'oxydation du zinc.

L'intensité du courant est estimée à 2,50 mA, et on souhaite placer une électrode de zinc protégeant la carcasse du ballon pendant dix ans.

Il faut remplacer l'électrode dès que 80% de sa masse est consommée.

- 4) Quelle est la masse minimale de l'électrode en zinc utilisée ?  
(Le candidat est invité à présenter sa stratégie de résolution même si elle n'a pas abouti entièrement)

## SCBH

On souhaite étudier le mode de chauffage d'une extension de maison individuelle de largeur 5 m, de longueur 7 m et de hauteur 7 m avec un toit plat.

Elle est composée d'un salon au rez-de-chaussée de grande hauteur sous plafond et d'un étage avec deux chambres de hauteur standard.

Dans des conditions hivernales, on souhaite une température intérieure de 20°C pour une température extérieure de - 5°C.

Partie A : Évaluation de la résistance thermique surfacique et du flux thermique.

Partie B : Étude d'un chauffage électrique.

Partie C : Étude d'un chauffage au bois.

Partie D : Comparaison de deux modes de chauffage.

Les parties A B et C sont indépendantes et peuvent être traitées dans le désordre.

### Thermique (A)

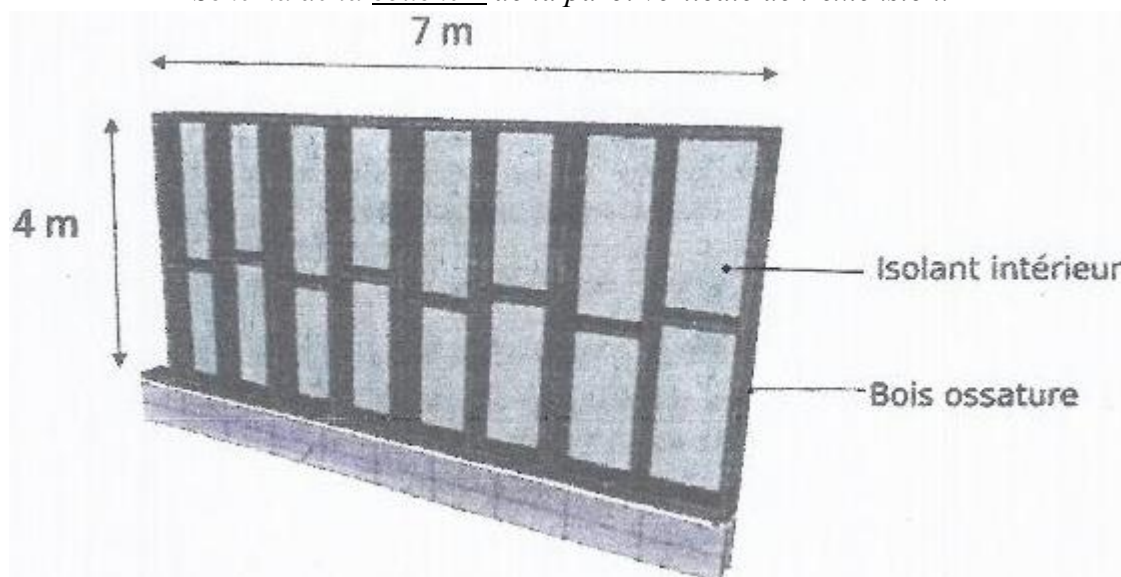
Détermination de la résistance thermique surfacique d'une paroi non vitrée de l'extension.

Données :

Composition de la paroi verticale de l'extension :

Numéro de la couche	1	2	3	4	5
Matériau	BA 13	Ossature bois + isolant intérieur	OSB	Isolation extérieure	Bardage zinc
Épaisseur (mm)	13	140	15	80	1

Schéma de la couche 2 de la paroi verticale de l'extension.



Documents :

• Coefficient de transmission et résistance thermiques surfaciques :

- Le coefficient de transmission thermique surfacique  $U$  est défini comme l'inverse de la résistance thermique surfacique  $r_s$ .

- Couche composée de plusieurs matériaux :  $U_{couche} = \frac{\sum_{i=1}^n (U_i \times A_i)}{\sum_{i=1}^n A_i}$

( $U_i$  le coefficient et  $A_i$  la surface couverte de chaque matériau)

- Pour une paroi multicouche, on peut calculer sa résistance thermique surfacique en additionnant les résistances de chaque couche.

• *Isolation extérieure : STEICO intégral :*

Conductivité thermique $\lambda$ ( $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ )	0,04
résistance thermique surfacique $r$ ( $\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}$ )	1,00 (40) ; 2,00 (80) ; 3,00 (120) ; 3,50 (140)
Épaisseur (mm)	4,00 (160) ; 4,50 (180) ; 5,00 (200)
Masse volumique $\rho$ ( $\text{kg.m}^{-3}$ )	Environ 140
capacité thermique massique $c$ ( $\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ )	2100

(www.steico.fr)

• *Isolation intérieure : STEICO flex*

Conductivité thermique $\lambda$ ( $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ )	0,04
résistance thermique surfacique $r$ ( $\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}$ )	1,05 (40) ; 1,30 (50) ; 1,55 (60) ; 2,10 (80)
Épaisseur (mm)	2,60 (100) ; 3,15 (120) ; 3,65 (140) ; 3,80 (145) ; 4,20 (160) ; 4,70 (180) ; 5,25 (200) ; 5,75 (220) ; 6,30 (240)
Masse volumique $\rho$ ( $\text{kg.m}^{-3}$ )	Environ 1450
capacité thermique massique $c$ ( $\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ )	2100

(www.steico.fr)

• *Données pour différents matériaux :*

Matériau	Masse volumique $\rho$ ( $\text{kg.m}^{-3}$ )	capacité thermique surfacique $c$ ( $\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ )	Conductivité thermique $\lambda$ ( $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ )	résistance thermique surfacique $r$ ( $\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}$ )
Bois ossature	500	2500	0,14	1
BA 13	825	1008	0,25	0,052
OSB	470	2500	0,12	0,125
Zinc	7134	380	116	$8,62.10^{-6}$

(www.wikipedia.fr)

• *résistances thermiques surfaciques tenant compte des phénomènes de convection et de rayonnement*

( $\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}$ )

Sens de la paroi	Sens du flux	$r_{si}$	$r_{se}$
Verticale	Intérieur > extérieur	0,13	0,04
Horizontale	Ascendant	0,1	0,04
Horizontale	Descendant	0,17	0,04

(https://www.therexcel.com)

1- Isolation extérieure.

- 1) Énoncer la relation liant la résistance thermique surfacique et la conductivité thermique.
- 2) Pour l'isolant extérieur choisi, retrouver avec cette relation la valeur de la résistance thermique surfacique fournie.

2- Calcul de la résistance thermique surfacique des parois verticales.

- 1) Vérifier que le coefficient de transmission surfacique de la paroi de la couche 2, composée à 15% d'ossature en bois et à 85% d'isolant intérieur placé entre les montants, est de  $0,38 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ .

La résistance thermique surfacique du bardage de zinc est négligeable par rapport aux résistances thermiques surfaciques des autres couches de la paroi verticale.

- 2) Vérifier que la résistance thermique surfacique de la façade sans fenêtre est d'environ  $5,0 \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}$  (Prendre en compte les phénomènes de convection et de rayonnement).

- 3) Déterminer le flux thermique surfacique en hiver à travers la paroi.

## Calorimétrie (B)

### Étude d'un chauffage électrique.

- *Énergie primaire, énergie finale et réglementation thermique RT 2012*  
(Article 15 – Arrêté du 26 octobre 2010)

#### Énergie primaire :

Énergie « potentielle » contenue dans les ressources naturelles (bois, gaz, pétrole, etc.) avant toute transformation.

#### Énergie finale :

Énergie consommée et facturée à chaque bâtiment, en tenant compte des pertes lors de la production, du transport et de la transformation du combustible.

Coefficient d'énergie primaire :  $C_{ep} = \frac{\text{Quantité d'énergie primaire}}{\text{Quantité d'énergie finale}}$

- Pour une énergie finale électrique :  $C_{ep} = 2,58$
- Pour toute autre forme d'énergie finale :  $C_{ep} = 1$

Pour respecter la norme RT 2012, un bâtiment doit « consommer une énergie primaire inférieure à  $50 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$  ».

La surface à prendre en compte est la surface habitable et non la surface au sol.

(<https://www.e-rt2012.fr/conversion-energie-primaire-energie-finale/>)  
(<http://www.legifrance.gouv.fr/>)

L'énergie annuelle nécessaire pour cette extension est estimée à  $E_f = 4,00.10^9 \text{ J}$ .

#### 1- Puissance nécessaire.

- 1) Vérifier que l'extension est conforme à la norme RT 2012.

On considère que la durée de chauffage annuel est équivalente à une utilisation du chauffage à pleine puissance pendant 400 heures.

- 2) Déterminer la puissance électrique à prévoir pour chauffer l'extension.
- 3) Évaluer le coût par an du chauffage électrique, le kWh d'électricité étant évalué à 0,14 euros.

#### 2- Chauffage électrique à installer.

La puissance du chauffage est également répartie entre les deux niveaux de l'extension : rez-de-chaussée et étage.

Le rez-de-chaussée est chauffé par un ensemble de modules de « plancher chauffant » électriques, chaque module ayant une puissance,  $P_{mod}$ , de 600 W.

L'étage est chauffé par deux radiateurs à panneaux rayonnants.

Plusieurs puissances de panneaux sont disponibles : 800 W, 1000 W, 1500 W et 2000 W.

- 1) Citer les trois modes de transfert thermique et les décrire brièvement.
- 2) Évaluer le nombre de modules « plancher chauffant » à installer pour avoir une puissance suffisante au rez-de-chaussée.
- 3) Quels panneaux rayonnants doit-on choisir pour équiper les deux chambres de l'étage ?

L'extension chauffée par les modules et les panneaux rayonnants (supposés purement résistifs) est alimentée par un réseau monophasé de tension 230 V.

Afin de protéger l'installation et l'extension, deux disjoncteurs sont disponibles : 10 A et 20 A.

- 4) Lequel doit-on choisir ? (La réponse est à justifier)

**Chimie organique (C)**Étude d'un chauffage au bois.Données :

- Poêle à bois ADURO 1-2

Puissance nominale (kW)	6
Rendement	0,81
Émission de CO (%)	0,10

- Bois :

*Pouvoir calorifique inférieur :  $PCI = 13,7 \text{ MJ.kg}^{-1}$* *Masse volumique :  $\rho_{\text{bois}} = 680 \text{ kg.m}^{-3}$* *Prix du stère : 60 €**Avec la découpe, on considère que 1,43 stères occupent un volume de  $1 \text{ m}^3$* 

Le chauffage de l'extension peut être assuré par un poêle à bois.

L'énergie nécessaire annuelle pour cette extension est estimée à  $E_f = 1,11.10^3 \text{ kWh}$ .Le bois est essentiellement constitué d'un polymère dénommé cellulose de formule  $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$ .

1) Quels sont les produits d'une réaction de combustion complète.

Le comburant est le dioxygène de l'air.

2) Écrire et équilibrer l'équation de combustion de la cellulose pour un degré n.

3) Évaluer le coût par an du chauffage au bois.

**Conclusion – Comparaison (D)**

Rédiger en quelques lignes un rapport succinct pour choisir le moyen de chauffage qui vous semble le plus adapté.

## TP

**Les routes de demain**

*Economes en matériaux et en main-d'œuvre, non polluantes, silencieuses, productrices d'électricité, automatisées, sûres, etc...les routes de demain devront répondre à des exigences nouvelles et nombreuses. On s'intéresse dans les deux premières parties à deux aspects de ces routes de cinquième génération que sont la réduction du bruit et la production d'électricité.*

*Dans une troisième partie, on s'intéresse à la réparation d'une route en béton carbonaté.*

Les trois parties sont indépendantes.

Partie 1 : Réduire le bruit.

Partie 2 : Produire de l'électricité.

Partie 3 : Traitement par réalcanisation d'une route en béton.

**Acoustique (1)****Réduire le bruit.**

Un impact environnemental du trafic est le bruit, que l'on cherche à limiter là où il est gênant, à savoir en milieu urbain et péri-urbain.

Plusieurs techniques permettent de réduire le bruit au niveau du contact pneu-chaussée.

Une solution consiste à incorporer au bitume des granulats ou de la poudre de caoutchouc, issus notamment du recyclage de pneus usagés, ce qui permet de rogner quelques décibels sur le bruit.

(« Pour la science » Avril 2015)

Données :

$$- N = 10 \log \frac{I}{I_0} \text{ et } I = I_0 \cdot 10^{0,1N}$$

$N$  : niveau d'intensité acoustique (dB)

$I$  : intensité acoustique ( $\text{W.m}^{-2}$ )

$I_0$  : intensité acoustique du seuil minimal d'audibilité ( $1,0 \cdot 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ )

- Niveau d'intensité acoustique pondéré ( $\text{dB}_A$ ) du fait de la sensibilité auditive :

$$N (\text{dB}_A) = N (\text{dB}) + \text{pondération } A (\text{dB})$$

Fréquence (Hz)	125	250	500	1000	2000	5000
Pondération A (dB)	- 15,5	- 8,5	- 3,0	0,0	1,0	1,0

- Spectre du bruit de roulement d'un véhicule léger découpé en bandes d'octave

Fréquence médiane $f$ (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Niveau d'intensité acoustique ( $\text{dB}_A$ )	74	77	76	80	63	53

- Niveau d'intensité acoustique total  $N_t$  :

$$N_{total} = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1N_i}$$

$N_i$  : niveau d'intensité acoustique de chaque octave

- 1) De quelle ressource naturelle le bitume est-il issu ?
- 2) Avec quel appareil de mesure le niveau d'intensité acoustique est-il mesuré ?
- 3) Calculer le niveau d'intensité acoustique total  $N_t$  en décibels acoustiques.
- 4) Expliquer la signification de la pondération A lors du passage du niveau d'intensité acoustique exprimé en décibels à celui exprimé en décibels acoustiques.
- 5) Déterminer le niveau acoustique (dB) à la fréquence unique de 500 Hz.



**Enrobé COLSOFT**

Une entreprise de BTP, Colas, commercialise un enrobé (revêtement des routes) appelé COLSOFT contenant du caoutchouc provenant de pneumatiques usagés.

En se référant au niveau d'intensité acoustique à la fréquence unique de 1000 Hz, l'entreprise annonce les performances suivantes :

Température (20°C)	N (dBA)		Gain (dBA)
	Avec l'enrobé COLSOFT	Avec un autre enrobé	
COLSOFT 0/10 (90 km.h <sup>-1</sup> )	75	80	
COLSOFT 0/6 (90 km.h <sup>-1</sup> )	70	74	4,0

Les indications 0/10 et 0/6 correspondent à la taille des granulats (mm) incorporés dans l'enrobé et la vitesse (km.h<sup>-1</sup>) est celle d'un véhicule léger roulant sur l'enrobé.

6) Calculer le gain acoustique d'un véhicule se déplaçant à 90 km.h<sup>-1</sup> sur l'enrobé COLSOFT 0/10.

Cette entreprise de BTP annonce qu'avec cet enrobé COLSOFT 0/10, l'intensité acoustique est divisée par 3 et donc qu'avec un tel gain, le passage de 100 véhicules devient égal en terme de bruit au passage de 33 véhicules avec l'ancien enrobé.

7) Vérifier, à l'aide d'arguments quantitatifs, si l'annonce faite par cette entreprise à propos de son enrobé est correcte.

(Toute démarche scientifique cohérente sera valorisée, même si elle ne conduit pas au résultat final)

**Photométrie (2)****Production de l'électricité.**

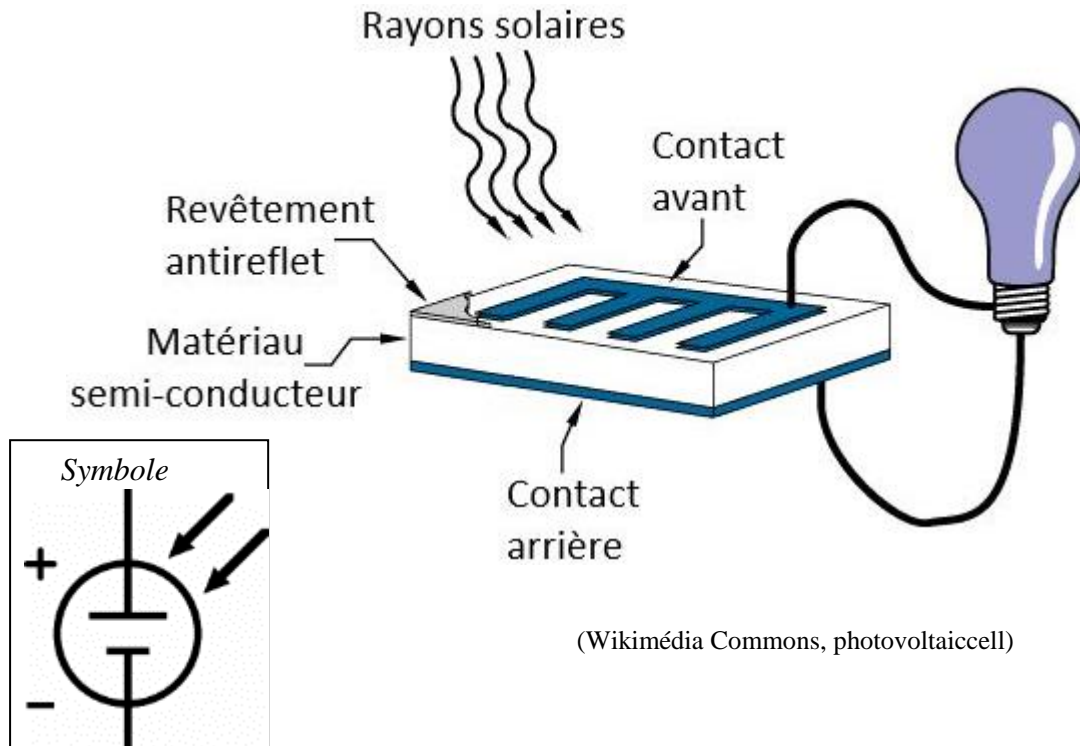
Dans le domaine du transport routier, la transition énergétique a pour écho la notion de routes à énergie positive, c'est-à-dire des routes qui collecteront de l'énergie pour leur propre usage : régulation thermique, signalisation, éclairage...

Une piste cyclable pilote longue de 100 mètres et large de 4,0 mètres a été inaugurée fin 2014 dans la ville de Krommenie aux Pays-Bas. (« Pour la science » Avril 2015)



# 1- Etude du rendement d'une cellule photovoltaïque au laboratoire.

## Fonctionnement d'une cellule photovoltaïque



(Wikimédia Commons, photovoltaiccell)

Lorsque la cellule reçoit de la lumière, une tension électrique apparaît à ses bornes. Elle se comporte alors comme un générateur.

- 1) Proposer un montage pour mesurer la tension  $U$  aux bornes d'une cellule photovoltaïque et l'intensité  $I$  qu'elle génère lorsqu'elle est éclairée par la lumière du soleil afin de connaître ainsi la puissance électrique générée par la cellule.
- 2) Avec quel appareil de mesure l'éclairement est-il mesuré ?

### Données :

- Surface de la cellule :  $S = 1,4 \cdot 10^2 \text{ cm}^2$
- Éclairement moyen au niveau de la cellule :  $E_r = 1,3 \cdot 10^4 \text{ lux}$
- Rendement de la cellule photovoltaïque :  $\rho = \frac{P_{\max}}{P_r}$

Puissance électrique maximale  $P_{\max}$  générée par la cellule  
Puissance solaire moyenne reçue  $P_r$  par la cellule

On considère qu'une intensité lumineuse  $I_0 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ W.m}^{-2}$  correspond à un éclairement  $E_0 = 1,0 \text{ lux}$  pour toutes les longueurs d'onde émises par le soleil.

- 3) Calculer la puissance solaire moyenne  $P_r$  reçue par la cellule photovoltaïque.

Expérimentalement, on a déterminé  $P_{\max}$  qui vaut 35 mW.

- 4) En déduire le rendement de cette cellule photovoltaïque.

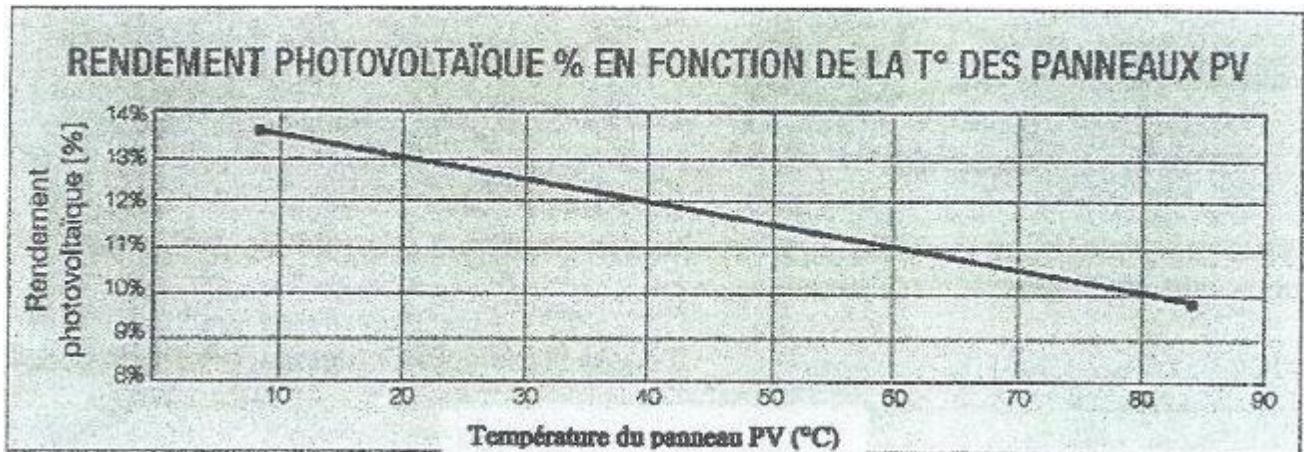
## 2- Détermination de la puissance maximale fournie par la piste cyclable de Krommenie.

À l'aide d'un calcul simple, évaluer l'ordre de grandeur de la puissance maximale fournie par le « champ » de cellules photovoltaïques qui constitue la piste cyclable de Krommenie au Pays-Bas.

(On admet pour cela que les cellules et l'éclairement sont les mêmes que dans l'expérience qui vient d'être faite)

### 3- Effet de la température sur le rendement photovoltaïque.

- Rendement photovoltaïque (%) du champ de cellules photovoltaïques de cette piste cyclable en fonction de la température ( $^{\circ}\text{C}$ ) des cellules



- 1) Quel est le rendement du champ de cellules photovoltaïques à  $40^{\circ}\text{C}$  ?  
Comment évolue ce rendement lorsque la température augmente ?

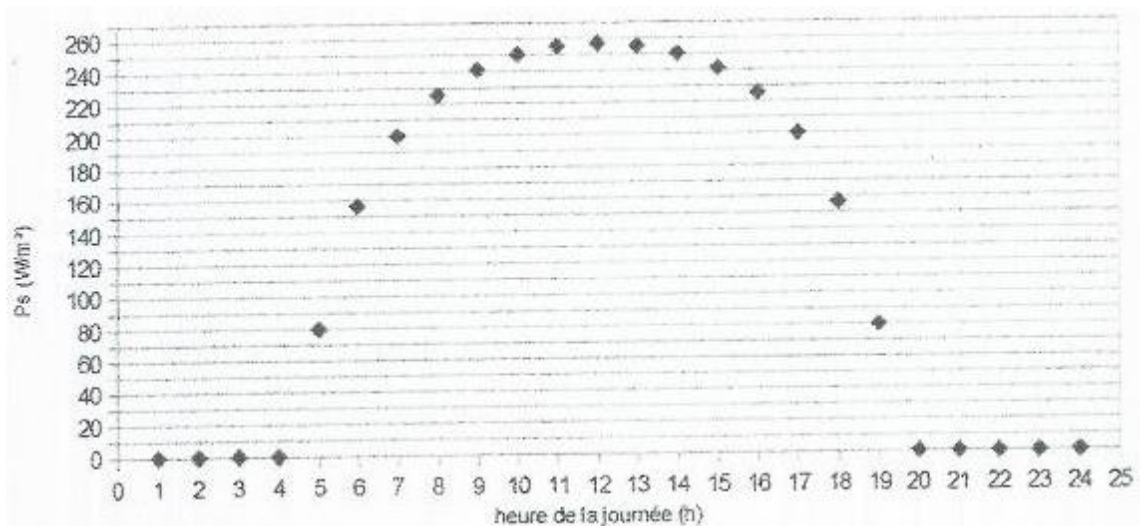
La cellule est chauffée par le soleil.

- 2) De quel type de transfert thermique s'agit-il ?

La terre tournant autour du soleil et sur elle-même autour de l'axe des pôles, la position du soleil dans le ciel va varier en fonction des heures et des saisons.

L'exposition de la cellule photovoltaïque au flux de rayonnement provenant du soleil sera alors modifiée et son rendement également.

- Puissance solaire ( $P_s$ ) reçue par unité de surface au sol en fonction des heures de la journée le 21 juin à Krommenie



- 3) À quelle heure de la journée, notée  $t_1$ , la puissance solaire par unité de surface au sol est-elle maximale ?

Déterminer la puissance solaire reçue par ce champ de cellules photovoltaïques à cette même heure  $t_1$ .

- 4) Expliquer pourquoi la production d'énergie électrique de ce champ de cellules dépend de l'heure de la journée et du jour de l'année (sans tenir compte des effets météorologiques).

### Chimie (3)

#### Etude du traitement par réalcanisation d'une route en béton.

La route en béton constitue une excellente solution dans le cadre de revêtements routiers et autoroutiers ou encore d'aménagements urbains.

Toutefois, le béton de ces routes subit, au cours du temps, une altération par carbonatation ;

Pour réparer ce béton, on procède à un traitement par réalcanisation.

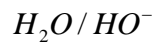
Le but de cette partie est d'estimer la durée nécessaire au traitement par réalcanisation pour réparer les bétons carbonatés des routes en béton.

#### Données :

- Produit ionique de l'eau :  $K_e = [H_3O^+].[HO^-]$  et  $K_e = 1,0 \cdot 10^{-14}$

- pH et concentration molaire volumique d'ions oxonium ( $\text{mol.L}^{-1}$ ) :  $[H_3O^+] = 10^{-pH}$

- Couples acide/base :  $H_2CO_3 / HCO_3^-$



- Indicateur coloré : *phénolphtaléine* (couleur)

pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Couleur	Incolore													

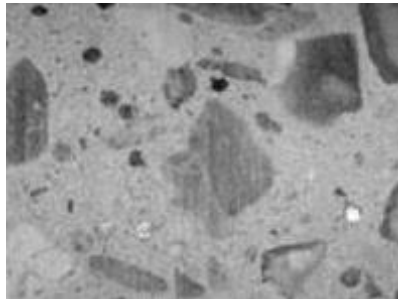
#### Béton armé

Il est obtenu en incorporant du ciment à un mélange de sable et graviers (granulats), le tout additionné d'eau.

Après hydratation du ciment,  $1 \text{ m}^3$  de béton contient 30 kg d'hydroxyde de calcium  $Ca(OH)_2$ .

L'hydroxyde de calcium est une base qui confère à l'eau qui se trouve dans les pores du béton un pH élevé, compris entre 12 et 14.

À ces valeurs de pH, les armatures en acier sont dans un état dit « passif », pour lequel une couche d'oxydes très stable se forme à leur surface et les protège.



*Section d'un béton vue après sciage*

(« Carbonatation du béton et corrosion des armatures », Laboratoire des matériaux de construction de l'EPF de Lausanne)

Le béton est généralement associé à des armatures en acier, ce qui permet d'augmenter sa résistance, d'où le terme de béton armé.

Les armatures en acier proches de la surface et protégées par le béton d'enrobage peuvent être soumises, au cours de la vie de l'ouvrage, à un phénomène d'oxydation (corrosion).

Les produits de corrosion qui se forment occupent un volume plus important, ce qui déclenche une fissuration du béton.

Une des techniques permettant de réparer le béton armé dégradé par corrosion des armatures consiste en un traitement électrochimique : la réalcalinisation.

(Construction-Moderne – Ouvrage d'Art 2011)



### Processus de carbonatation du béton

Tous les bétons sont concernés : le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) présent dans l'atmosphère diffuse sous forme gazeuse dans le béton du fait de sa porosité et s'y dissout.

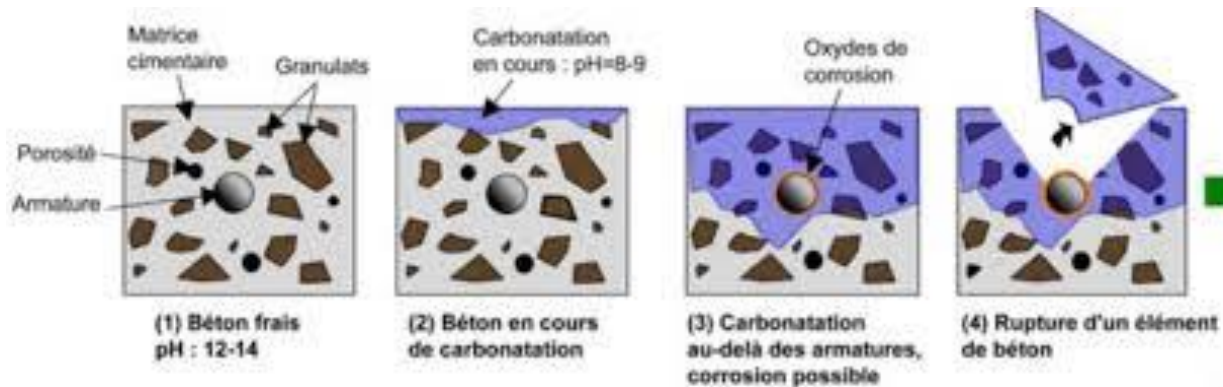
Cela entraîne une baisse de la concentration en ions hydroxyde ( $\text{HO}^-$ ).

Le pH se stabilise alors autour de 8, ce qui conduit à l'acidification du milieu.

La couche protégeant les aciers n'est plus stable.

Elle se détruit progressivement et la réaction de corrosion peut alors se développer sur les armatures en acier en présence d'une humidité suffisante.

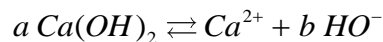
Il est possible de réaliser un diagnostic de l'état de carbonatation du béton en prélevant un échantillon de béton sur lequel de la phénolphthaléine est pulvérisée.



(« Solutions béton-Ouvrages d'Art-Hors-série 2012 » : L'actualité chimique-octobre, novembre 2007)

### • Solutions aqueuses

L'hydroxyde de calcium se dissout dans l'eau qui se trouve dans les pores du béton selon la réaction chimique :

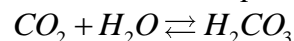


1) Déterminer la valeur des coefficients stœchiométriques a et b de façon à équilibrer cette équation chimique.

2) Donner le nom de l'espèce chimique formée lors de cette réaction qui est responsable du pH élevé du béton.

3) Dans le cas d'un béton de pH égal à 12, quelle est la concentration molaire volumique des ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$  ?

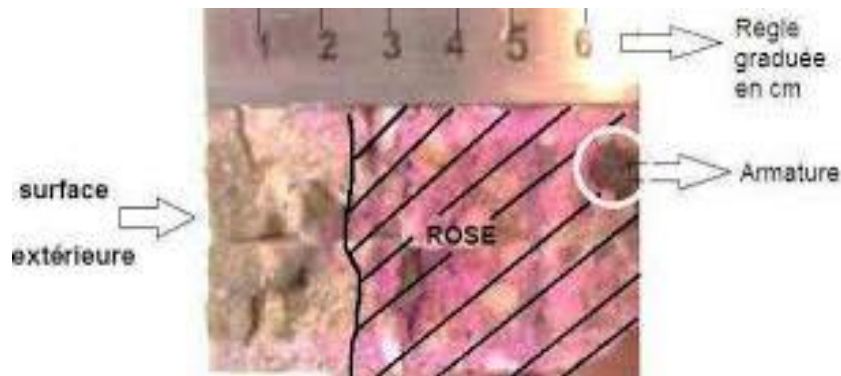
Le dioxyde de carbone gazeux ( $\text{CO}_2$ ) se dissout dans l'eau contenue dans les pores du béton et se transforme en acide carbonique  $\text{H}_2\text{CO}_3$  selon la réaction d'équation :



4) À l'aide des couples acide/base mis en jeu, écrire l'équation de la réaction acido-basique intervenant entre l'acide carbonique  $\text{H}_2\text{CO}_3$  et les ions hydroxyde  $\text{HO}^-$ .

5) Justifier alors l'évolution du pH du béton.

### Test diagnostic à la phénolphthaléine sur un échantillon de béton de la route



(<http://www.renofors.com/fr/savoir-faire/le-beton/>)

6) Indiquer si le béton au voisinage immédiat de l'armature est carboné ?

L'armature en acier va-t-elle se corroder ?

7) Montrer que la réfection de  $1 \text{ m}^3$  de route en béton consiste à réalcaliniser environ  $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$  de béton.

### • Oxydo-réduction

#### Traitement du béton par réalcalinisation à courant imposé

Il s'agit d'une méthode électrochimique qui consiste à :

- Se connecter sur les armatures du béton et à les utiliser comme cathode.
- Poser temporairement, à la surface du béton, un grillage métallique servant d'anode, noyé dans une pâte électrolytique.
- Faire passer un courant entre anode et cathode, en les reliant à un générateur de courant.

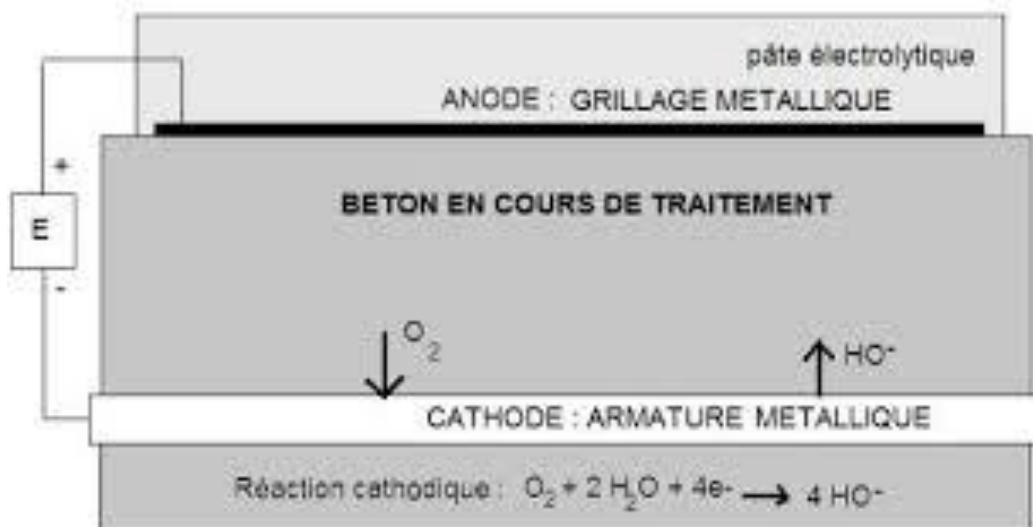
Le traitement est une électrolyse au cours de laquelle le dioxygène produit à l'anode est réduit à la cathode.

Il y a alors formation d'ions hydroxyde à la cathode.

Cela conduit à l'augmentation du pH du béton corrigeant ainsi la diminution de pH consécutive à sa carbonatation.

Le traitement est réalisé avec une densité de courant imposé de valeur comprise entre  $0,50$  et  $1,0 \text{ A.m}^{-2}$  et sa durée est de deux semaines.

La réalcalinisation est un traitement adapté, à condition que le front de carbonatation n'ait pas encore atteint l'armature.



(Bulletin du ciment, numéro 21, septembre 1993 – Construction Moderne, Ouvrage d'Art, annuel 2011)

8) Pourquoi utilise-t-on un générateur électrique ?

Indiquer en justifiant si ce générateur est de tension continue ou sinusoïdale.

9) Quel est l'intérêt de la présence de la pâte électrolytique sur l'anode ?

10) Comment savoir si l'opération de réalcalinisation a été efficace, par exemple au bout de 15 jours ?



# Bilan des sujets 2018

## Sujets 2018

### Physique

Acoustique : 3  
 Calorimétrie : 3  
 Dilatation  
 Mécanique  
 Mécanique des fluides : 1  
 Photométrie : 1  
 Thermique : 3  
 Thermodynamique de gaz parfaits

### Chimie

Chimie organique : 4  
 Oxydoréduction : 1  
 Solutions aqueuses : 3

## Bilan global

BTS	?...2018
B	1990...
EEC	1991...
TP	1991...
SCBH	1992...
EB	1996...2017
AF	1999...

### Physique

Acoustique : 69  
 Calorimétrie : 24<sub>sujets</sub> et 20<sub>extraits</sub>  
 Mécanique : 16  
 Mécanique des fluides : 61  
 Photométrie : 36  
 Rayonnement : 7  
 Thermique : 78  
 Thermodynamique de gaz parfaits : 20

### Chimie

Chimie organique : 81  
 Oxydoréduction : 50  
 Solutions aqueuses : 44

<b>Acoustique...</b> $P_0=10^{-12}W$ , $I_0=10^{-12}W.m^{-2}$ , $p_0=2.10^{-5}Pa$	af 2018	b 2018	tp 2018
<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 : $f_0/\sqrt{2}-f_0.\sqrt{2}$			
$p = p_{maximum} \cdot \cos \omega(t-x/C)$ ; $p_m = p_{efficace} / \sqrt{2}$			
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 : $\Omega = 4\pi$			
$I = P_a/S$			
$I/I_0 = (p/p_0)^2$			
$I = p_e^2/(\rho.C)$			
$I_1/I_2 = (R_2/R_1)^2$			
$N_i = 10 \log (I/I_0) = N_p$			
$I = I_0.10^{0,1.N}$			
$N_p = 20 \log (p/p_0) = N_i$			
$p = p_0.10^{0,05.N}$			
$I_{\Delta f} = I_{spectral} \cdot \Delta f$ ; $N = N_{spectral} + 10 \log \Delta f$			
$dB(A) = dB + \text{gain}$			
$I_{total} = \Sigma I$ ; $N_{totale} = 10 \log \Sigma 10^{0,1.N}$			
<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			
$\tau = I_{transmise}/I_{incidente}$ ; $r = I_{réfléchie}/I_{incidente}$ $\tau = P_t/P_i$ ; $r = P_r/P_i$			
$R = -10 \log \tau = 10 \log (1/\tau)$			
$\tau = 10^{-0,1.R}$			
$D_b = N_1 - N_2$ ; $D_b = R + 10 \log (A/S) = 10 \log (A/\tau.S)$			
$\Delta N = 10 \log (A_1/A_2) = 10 \log (T_2/T_1)$			
$D_n = D_b + 10 \log (T/0,5)$			
$\sigma = \rho.c$			
$R = a + b \log (c.\sigma)$ ; $a, b, c$ : constantes			
loi de masse			
loi de fréquence			
fréquence critique, résonnance, $\Delta R$			
paroi discontinue : $\tau = \Sigma \tau_i.S_i/\Sigma S_i$ $D_b = 10 \log (A/\Sigma \tau_i.S_i) = R + 10 \log (A/\Sigma S_i)$			

Sujets	af 2018	eec 2018	scbh 2018
<b>Calorimétrie</b>			
définitions			
$Q = m.c.\Delta\theta$			
$Q = n.C.\Delta\theta$ ( $C_p : C_v = \gamma$ )			
$Q = C.\Delta\theta$			
$Q = m.L$			
$\Sigma Q_i = 0$			
$Q(E) = P.t$			
$m = \rho.V$			
t(temps) ; d(débit)			
$\eta$ : rendement %			
coût			
pouvoir calorifique $P_c$			
$Q = n.P_c$			
$n = m/M$ , $n = V/V_{\text{molaire}}$			
$P.C.S = P.C.I + m.L$			
$p.V = n.RT$			
Transfert de chaleur			

<b>MECANIQUE des FLUIDES</b>	eec 2018
<b>hydrostatique</b>	
$d_{\text{fluide}} = \rho_{\text{fluide}} / \rho_{\text{fluide référent}}$	
$\rho_{\text{gaz}} = \rho_0 \cdot (P / P_0) \cdot (T_0 / T)$	
$\rho_{\text{mélange}} = \sum \rho_i \cdot V_i / \sum V_i$ $d_{\text{mélange}} = \sum d_i \cdot V_i / \sum V_i$	
$P \cdot V_{\text{gaz}} = n \cdot R \cdot T$	
<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 : $P_2 = \rho \cdot g \cdot h \ (P_1 = P_{\text{atm}})$	
$F = P \cdot S \ (surface \ horizontale)$	
$F = \int p \cdot dS \ (surface \ verticale)$	
Carctéristiques 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 ; $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ ; $E_p = m \cdot g \cdot h$	
$G = L^\alpha \cdot M^\beta \dots$ , unités	
Pourcentage	

<b>PHOTOMETRIE</b>	tp 2018
Définitions – Spectre lumineux	
Rayonnement	
Utilance	
$\Phi_{\text{énergétique}} = \eta \cdot P_{\text{électrique}}$ (et $E = P \cdot t$ )	
$\Phi_{\text{lumineux}} = k \cdot P$	
$G_l = e_\lambda \cdot G_e$ ( $G : M, L, I, E, \Phi$ ) $e_\lambda = 683 \cdot V$	
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)	
$\Omega = 2\pi \cdot (1 - \cos \theta)$	
$d\Omega = dS \cdot \cos \theta / r^2$	
$d\Omega = 2\pi \cdot \sin \theta \cdot d\theta$	
<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 : $M = t \cdot E$ ( $t = \Phi_{\text{transmis}} / \Phi_{\text{incident}}$ )	
Cellule photovoltaïque	
Descartes...	
Pourcentage - Rendement	

<b>THERMIQUE</b>	af 2018	b 2018	scbh 2018
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 $U_{bat} = (\Sigma U_{i,i} \cdot S_i + \Sigma \Psi_j \cdot \ell_j + \Sigma \chi) / \Sigma S_i$			
$\varphi = U \cdot \Delta\theta = \Delta\theta / r$			
(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 – Label BEPAS			
$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$ ( $m = \rho \cdot V$ )			
$Q = m \cdot L$			
$P = U \cdot I$			
$\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2 = \varphi \cdot r_{\Delta\theta}$			
$\theta_{si}, \theta_{se}$			
Diagramme des températures			
$\theta_{si}$ et point de rosée			
$\theta_{si}$ et confort			
Diagramme de l'air humide			
$H_R$ ( $p/p_s$ ; $w/w_s$ )			
Panneaux solaires			
Isolation thermique			
Rayonnement			
$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$			
$p = \rho \cdot g \cdot h$			
Pourcentage - Rendement			
Maison passive			

<b>CHIMIE ORGANIQUE</b>	af 2018	b 2018	scbh 2018
$n = m / M ; n = V_{\text{gaz}} / V_{\text{molaire}}$			
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>		$C_{18}H_{38}$	bois
$V_{\text{air}} = 5. V_{\text{dioxygène}}$			
CO <sub>2</sub> et effet de serre (GES)			
Energie thermique E, pouvoir calorifique			
$E = P.t$			
$P.C.S = P.C.I + m.L_{\text{liquéfaction}}$			
$Q_1 = m.c.\Delta\theta ; Q_2 = m.L$			
Combustion incomplète			
Substitution			
Addition			
Elimination			
Craquage (pyrolyse)			
Estérification			
<b>Polymérisation : polyaddition</b> $x.\text{monomère} \rightarrow \text{polymère}$ $(\text{motif})_x$	PS	PVC	
Indice de polymérisation : x			
$M(\text{polymère}) = x.M(\text{monomère})$			
Fabrication du monomère			
Facteurs cinétiques (catalyseur)			
Groupements fonctionnels			
<b>Polymérisation : polycondensation</b> $x Aa + x Bb \rightarrow (AB)_x + x ab$			
Polymères : utilisation			
Polymère et matière plastique			
Polymère et adjuvants			
Polymère et combustion			
Polymère et chaleur			
Polymère et pollution	cov		
Pourcentage. <i>Incertitude relative</i>			



<b><u>OXYDOREDUCTION</u></b>	eec 2018	tp 2018
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 <math>M^{x+}_{\text{ion métallique}}</math> / Métal</b>		
Classification des métaux réducteurs		
Couple $H^+_{\text{aqueux}}$ / $H_2$		
Règle du gamma		
Réduction <b><i>Oxydant 1</i></b> + $x e^- \rightarrow$ <b><i>Réducteur 1</i></b>		
Oxydation <i>Oxydant 2</i> + $y e^- \leftarrow$ <b><i>Réducteur 2</i></b>		
<u>Oxydoréduction</u> <b><i>...Oxydant 1</i></b> + <b><i>...Réducteur 2</i></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 : $96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ (F)		
$Q = I \cdot t$ ; $n_{e^-} = Q / F$		
$n_{\text{métal}} = (1 / y) \cdot n_{e^-}$		
$m_{\text{métal anode}} = (1 / y) \cdot (I \cdot t / F) \cdot M_{\text{métal}}$		
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...autre	af 2018	eec 2018	tp 2018
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> $\text{A}_{\text{fort}} \text{ par } \text{B}_{\text{forte}}$ ; $\text{B}_{\text{forte}} \text{ par } \text{A}_{\text{fort}}$			
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 - Protocole			
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			
mono <b>base faible</b> : 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 $\text{p}K_A = -\log K_A$ $K_A = [\text{H}_3\text{O}^+_{\text{aq}}] \cdot [\text{A}^-_{\text{aq}}] / [\text{AH}_{\text{solution}}]$			
Dosage A <sub>faible</sub> par <b>B<sub>forte</sub></b> ( $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_B$ ) $\text{AH}_{\text{solution}} + \text{OH}^-_{\text{aq}} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{A}^-_{\text{aq}}$			
Dosage B <sub>faible</sub> par <b>A<sub>fort</sub></b> ( $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_B$ ) $\text{B}_{\text{solution}} + \text{H}_3\text{O}^+_{\text{aq}} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{BH}^+_{\text{aq}}$			
Précipitation			
Dilution $C = C_1 V_1 / (V_1 + V_2)$			
Mélange $C = (C_1 V_1 + C_2 V_2) / (V_1 + V_2)$			