

AF

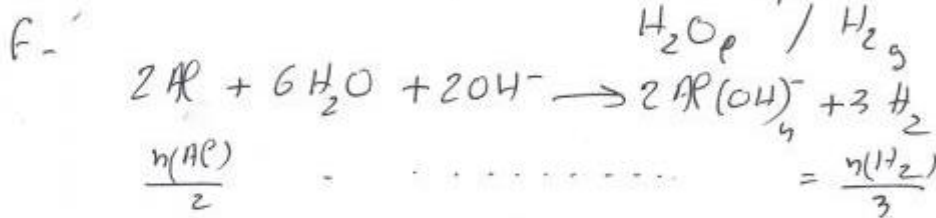
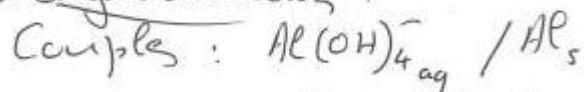
# SOLUTION AQUEUSE

1) a. « alcalin » → basique.  
b. BBT

$$c - pH = 14 + \log[OH^-] \quad pH = 12,5$$

d. Équipements : blouse  
gants  
 lunettes

e. Réaction d'oxydoréduction :



$$n(Al) = \frac{2}{3} n(H_2)$$

$$n(Al) = 45 \text{ mol}$$

g. Coût de l'aluminium :  $12 \times 1,4 = 17 \text{ €}$

Coût du béton :

$$\begin{aligned} 0,48 \cdot 10^3 \text{ kg} &\rightarrow 1 \text{ m}^3 \\ 1000 \text{ kg} &\rightarrow 2,08 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$V_{\text{bloc}} = 0,63 \times 0,25 \times 0,20 = 0,0315 \text{ m}^3$$

$$\text{Nombre de blocs dans } 1000 \text{ kg} = \frac{2,08}{0,0315} = 66$$

$$\rightarrow 66 \times 5 = 330 \text{ €}$$

Pourcentage :

$$\frac{17}{33 \cdot 10^2} \times 100 = 0,52\% \quad (\text{très faible!})$$

h. Coût béton cellulaire

$$\frac{5}{0,0315} = 158 \text{ €} \cdot \text{m}^{-3}$$

Le plus avantageux à l'achat est le béton classique  
100 € · m<sup>-3</sup>

# THERMIQUE

1) a-  $\lambda_{\text{air}}$  très petite car l'air est très isolant.  
Comme il y a de l'air dans le béton cellulaire, sa conductivité thermique est plus petite que celle du béton classique !

$$b- U = \frac{1}{r} = \frac{1}{r_{sa} + r_{se} + \sum \frac{e}{\lambda}} \rightarrow m$$

$\frac{W \cdot m^2 \cdot K^{-1}}{K \cdot m^2 \cdot W^{-1}} \rightarrow W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$

$$U = \frac{1}{0,15 + 0,04 + \frac{12 \cdot 10^{-3}}{1,2} + \frac{0,30}{0,02} + \frac{1,0 \cdot 10^{-3}}{0,25}}$$

$$U = 0,37 \, W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$$

$$c- U' = 2,6 \, W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$$

$U < U' \rightarrow$  moins de transfert de chaleur avec le béton cellulaire, d'où meilleur pour l'isolation thermique !

$$d- \Phi = U \cdot \Delta \theta \cdot S$$

$\frac{W}{W \cdot m^2 \cdot K^{-1}} \cdot K \cdot m^2 \rightarrow m^2$

$$0,37 \times 15 \times 90$$

$$\Phi = 5,0 \cdot 10^2 \, W$$

$$\Phi' = U' \cdot \Delta \theta \cdot S$$

$$\Phi' = 3,5 \cdot 10^3 \, W$$

$$e- E = \Phi \cdot t$$

$\frac{kWh}{kW} \rightarrow h$

$$E = 5,0 \cdot 10^2 \times 10^{-3} \times 180 \times 24 = 2,2 \cdot 10^3 \, kWh$$

$$E' = 3,5 \times 10^3 \times 180 \times 24 = 1,5 \cdot 10^4 \, kWh$$

Les exigences RT 2012 sont satisfaites pour le béton cellulaire

f- Avec  $F \approx 11,4$ , il faut faire la journée dans la maison.  
alors que dehors on est au plus chaud...  
et inversement pour la nuit : plus frais dehors,  
et plus chaud dans la maison.

2) Hiver : chauffage en fonctionnement.  
 96% de réflexion au niveau des vitrages.  
 Donc évite les pertes de chaleur vers l'extérieur  
 dues aux ouvertures.

été : rayonnement solaire important.  
 96% de réflexion au niveau des vitrages.  
 Donc évite que la chaleur due au soleil rentre  
 trop dans la maison.

## ACOUSTIQUE

1)  $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$

$$\frac{L}{10} = \log \frac{I}{I_0} \rightarrow \frac{I}{I_0} = 10^{L/10}$$

$$I = I_0 \cdot 10^{L/10}$$

2)

125	$3,2 \cdot 10^{-5}$
250	$4,0 \cdot 10^{-5}$
500	$1,2 \cdot 10^{-5}$
1000	$1,0 \cdot 10^{-5} \text{ W.m}^{-2}$
2000	$6,3 \cdot 10^{-6} \text{ W.m}^{-2}$
4000	$1,6 \cdot 10^{-6}$

3)  $I_T = \sum I = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ W.m}^{-2}$

4)  $L_T = 10 \log \frac{I_T}{I_0}$

$$L_T = 10 \log \frac{1,0 \cdot 10^{-4}}{10^{-12}} = 80 \text{ dB}$$

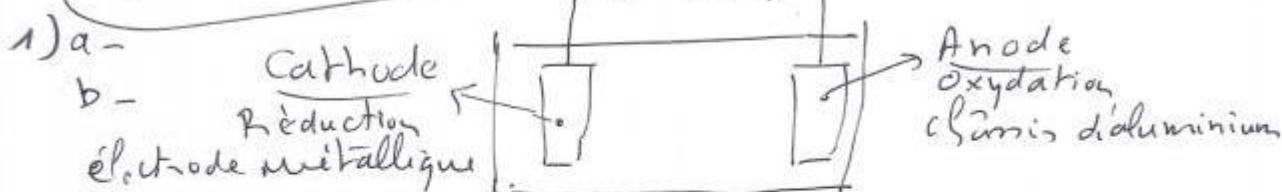
$$(-40 \text{ dB})$$


---

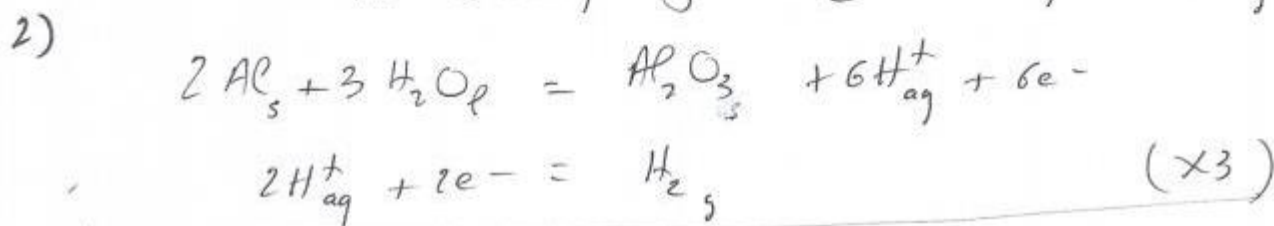
40 dB

Déjà un niveau  
satisfaisant!

# OXYDO RÉDUCTION



c - A la cathode, le gaz qui se dégage est le dihydrogène  $H_2$  ( $2H_{aq}^+ + 2e^- = H_{2g}$ )



3) La vitesse de formation de la couche d'alumine doit être supérieure à sa vitesse de destruction.

4) Plutôt après car sinon, comme l'état de surface se modifie lors du trempage dans l'eau bouillante, la corrosion risque de ne pas être homogène.

5)  $\left[ \frac{C_m - C \cdot M}{g \cdot L^{-1} \quad mol \cdot L^{-1}} \right] \rightarrow g \cdot mol^{-1}$   $C_m = 2,0 \times 98$

$C_m = 2,0 \cdot 10^2 g \cdot L^{-1}$ , cela correspond bien aux conditions du procédé OAS.

6)  $\left[ \frac{I = j \cdot S}{\frac{A}{m^2} \cdot m^2} \right] \rightarrow A$   $I = (1,0 \times 100) = 100 A = I$

$\left[ \frac{d = \frac{I \cdot \Delta t \cdot M}{6 \cdot P \cdot F \cdot S}}{\frac{kg \cdot m^{-3} \cdot m^2}{mol^{-1}}} \right] \rightarrow g \cdot mol^{-1}$

$$d = \frac{100 \times (25 \times 60) \times 10^3}{6 \cdot (4,0 \cdot 10^6) \times 96300 \times 10}$$

$$d = 6,6 \cdot 10^{-6} m$$

$$(6,6 \mu m)$$

En accord avec le modèle OAS



## THERMIQUE

$$1) \left[ r_{sup} = \frac{1}{h} + \sum \frac{e}{\lambda} \right] \begin{matrix} \text{m} \\ \text{W.m}^{-1}.K^{-1} \end{matrix} \quad \left( \frac{e_3}{\lambda_3} + \frac{e_4}{\lambda_4} \right) \quad r_{sup} = 0,15 \text{ m}^2.K.W^{-1}$$

$$2) \left[ \varphi_{sup} = \frac{\Delta \theta}{r_{sup}} \right] \begin{matrix} K(^{\circ}C) \\ \text{W.m}^{-2} \end{matrix} \quad (\Delta \theta = \theta_e - \theta_a) \quad \varphi_{sup} = 82 \text{ W.m}^{-2} (280)$$

$$3) \left[ r_{inf} = \sum \frac{e}{\lambda} \right] \quad \left( \frac{e_3}{\lambda_3} + \frac{e_4}{\lambda_4} \right) \quad r_{inf} = 0,73 \text{ m}^2.K.W^{-1}$$

$$4) \left[ \varphi_{inf} = \frac{\Delta \theta}{r_{inf}} \right] \quad (\Delta \theta = \theta_e - \theta_f) \quad \varphi_{inf} = 26 \text{ W.m}^{-2}$$

$$5) \left[ \phi = \varphi \cdot S \right] \quad \begin{matrix} \text{W} \\ \text{W.m}^{-2} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{m}^2 \end{matrix}$$

$$\phi_{sup} = \varphi_{sup} \cdot S = 2,5 \cdot 10^3 \text{ W}$$

$$\phi_{inf} = \varphi_{inf} \cdot S = 7,8 \cdot 10^2 \text{ W}$$

$$\phi_{total} = \phi_{sup} + \phi_{inf} = 3,2 \cdot 10^3 \text{ W} (3,2 \text{ kW})$$

$$6) \left[ \Delta \theta = \varphi \cdot r \right] \quad \begin{matrix} K \\ \text{W.m}^{-2} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{m}^2.K.W^{-1} \end{matrix}$$

$$\theta_s - \theta_a = \varphi_{sup} \cdot \frac{1}{h}$$

$$\theta_s = \frac{\varphi_{sup} \cdot \frac{1}{h} + \theta_a}{1}$$

$$\theta_s = 26^{\circ}C$$

Température acceptable.  
Car elle est inférieure à la  
température maximale fixée par  
le décret (28°C)

$$7) \phi'_{inf} = \varphi_{inf} \cdot S = \frac{\theta_e - \theta_f}{\frac{e_3}{\lambda_3} + \frac{e_4}{\lambda_4}} \cdot S$$

$$\phi'_{inf} \left( \frac{e_3}{\lambda_3} + \frac{e_4}{\lambda_4} \right) = (\theta_e - \theta_f) \cdot S$$

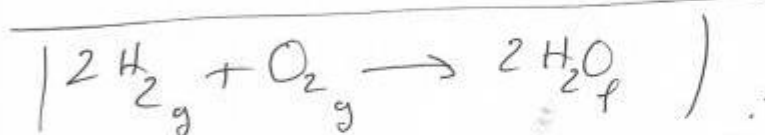
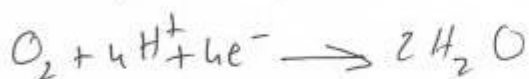
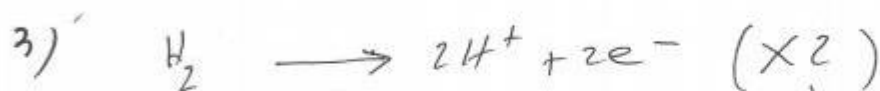
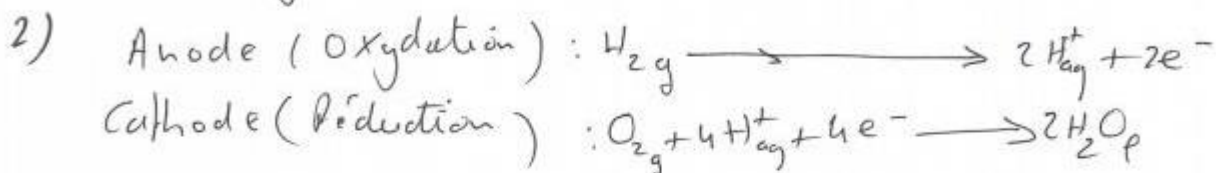
$$e'_3 = \lambda_3 \left[ \frac{(\theta_e - \theta_f) \cdot S}{\phi'_{inf}} - \frac{e_4}{\lambda_4} \right]$$

$$e'_3 = 10 \text{ cm}$$

## OXYDORÉDUCTION

1) L'excédent d'énergie va être utilisé dans une électrolyse qui produit du dihydrogène.

En cas de forte nécessité, ce dihydrogène est utilisé dans une pile pour "refabriquer" de l'énergie, d'où le terme de "stockage de l'énergie".



4) a-  $n = \frac{m}{M} \rightarrow g$   
 mol  $\leftarrow \frac{g}{g \cdot mol^{-1}} \rightarrow g$

$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = 30 \text{ mol}$

b-  $n(\text{H}_2) = \frac{n(e^-)}{2}$

$n(e^-) = 2 \cdot n(\text{H}_2) = 60 \text{ mol}$

c-  $Q = I \cdot \Delta t$   
 $Q = n(e^-) \cdot F$

$\Delta t = \frac{n(e^-) \cdot F}{I} \quad C \cdot mol^{-1}$

$\Delta t = 15800 \text{ s} \quad (\approx 32 \text{ h } 10 \text{ min})$

## ACOUSTIQUE

1) a- Sonomètre

b-  $N_{\text{total}} = 10 \log \left( \sum_{i=1}^n 10^{0.1 \cdot N_i} \right) \dots N_{\text{total}} = 92 \text{ dB}$   
 $(\sum 10^7 + 10^6 + 10^8 + 10^7 + 10^6 + 10^5)$

2) a-  
b-  
temps de réverbération (s)  $T = 0,16 \cdot \frac{V}{A}$   $\rightarrow$  volume du local ( $m^3$ )  
coefficient ( $s \cdot m^{-1}$ )  $\rightarrow$  aire d'absorption équivalente ( $m^2$ )

3) •  $S = [S_{plancher} + S_{plafond}] + [S_{mur}]$   
 $S = (L \cdot l) \times 2 + (L + l) \times h \times 2 - L' \cdot l'$   
 $\begin{matrix} 3,0m & 2,0m & 2m & 1,4m & 2,4m \end{matrix}$   
 $S = 33 m^2$

•  $T = 0,16 \cdot \frac{V}{A}$   $T = 0,16 \cdot \frac{L \cdot l \cdot h}{S_1 \alpha_1 + S_2 \alpha_2}$   
 $\left( 0,16 \cdot \frac{3,0 \times 2,0 \times 2,4}{33 \times 0,010 + 1,4 \times 2,0 \times 0,090} \right)$

$T = 1,45$

4)  $T' = 0,16 \cdot \frac{V}{A'}$   
 $\left( 0,16 \cdot \frac{3,0 \times 2,0 \times 2,4}{1,4} \right)$

$T' = 0,165$

5)  $\Delta N = 10 \log \frac{T'}{T}$   
 $10 \log \frac{0,16}{1,4}$

$\Delta N = -9,4 \text{ dB}$

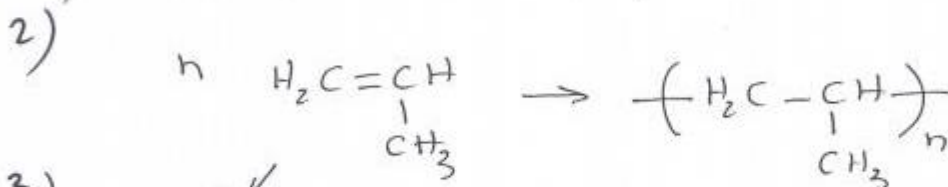
$N' = N - \Delta N$   
 $(92 - 9,4)$

$N' = 82,6 \text{ dB} (\approx 83 \text{ dB})$

# CHIMIE ORGANIQUE

- 1) Polymère: grosse molécule (plusieurs milliers d'atomes) qui résulte de l'assemblage par des liaisons covalentes d'un grand nombre de groupements chimiques semblables ou différents nommés motifs de répétition (ou de molécules) monomère(s).

Un ensemble de macromolécules de même nature chimique forme un polymère.



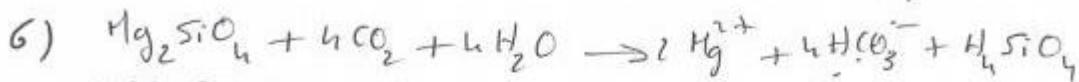
- 3) Polyaddition: création de liaisons covalentes entre les motifs par "ouverture" des doubles liaisons, sans élimination de petites molécules (eau).

- 4) Matériau composite: il résulte de l'assemblage d'au moins 2 matériaux différents non miscibles.

Exemples: béton armé, fibres multicouches...

5)

$$n = \frac{m}{M} \rightarrow g \quad n = \frac{1,40 \cdot 10^3}{2 \times 12,01 + 28,01 + 4 \times 16,0} = 9,95 \text{ mol} \approx 10 \text{ mol}$$



$$\frac{n(\text{H}_2\text{SiO}_4)}{1} = \frac{n(\text{CO}_2)}{4}$$

$$n(\text{CO}_2) = 4 \cdot n(\text{H}_2\text{SiO}_4) = 40 \text{ mol}$$

$$(PV = nRT) \rightarrow V(\text{CO}_2) = \frac{n(\text{CO}_2) \cdot R \cdot T}{P}$$

- 7) Contribution à la diminution du  $\text{CO}_2$  dans l'air, donc à l'effet de serre dû à celui-ci!
- $$\frac{40 \times 22,4 \times 10^3}{10^5} \approx 1 \text{ m}^3 (1000 \text{ L})$$



## THERMIQUE

$$1) \left[ U = \frac{1}{r} \right] \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$r = r_e + C r_{re} + r_{se}$$

$$U = 0,18 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$$

2)  $\phi$  transfert thermique s'effectue...  
de l'extérieur vers l'intérieur  
(chaud  $\rightarrow$  froid)

$$3) \left[ \varphi = \frac{\Delta \theta}{r} = \Delta \theta \cdot U \right]$$

$$\varphi = 1,8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$4) \left[ \phi = \varphi \cdot S \right] \text{ m}^2$$

$$\phi = 1,7 \cdot 10^3 \text{ W}$$

$$5) \left[ Q = \phi \cdot t \right] \text{ t} \quad (t = 10 \times 24)$$

$$Q = 4,2 \cdot 10^5 \text{ Wh}$$

$$6) \left[ r = \frac{e}{\lambda} \right] \text{ m}$$

$$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$7) e_1 = r_1 \cdot \lambda$$

$$(5,3 \times 0,038)$$

$$e_1 = 20 \text{ cm}$$

$$e_2 = r_2 \cdot \lambda$$

$$(5,3 - 4) \times 0,038$$

$$e_2 = 4,9 \text{ cm}$$

$\rightarrow$  grosse économie d'épaisseur d'isolant  
 $\hookrightarrow$  économie financière.

$$8) \left[ S_{pr} = \alpha_p V_p / h_e \right]$$

$$S_{pr} = 2,7 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{pc} = 0,011 \text{ m}^2$$

$$S_{pc} = 2,75 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{pc} \approx S_{pr}$$

Donc la quantité d'énergie qui traverse la toiture  
munie d'une membrane réfléchissante est 2 à 4 fois  
plus faible que celle qui traverse la toiture  
munie d'une membrane domique.

9) Cette différence de comportement vient de la forte  
réflectivité des membranes réfléchissantes.

# PHOTOMETRIE

1) 
$$P_{\text{soleil}} = \frac{E}{r} \rightarrow \text{Wh. m}^{-2}$$

$\frac{\text{W.m}^{-2}}{\text{m}}$

$P_{\text{soleil}} = 733,7 \text{ W.m}^{-2}$

2) 
$$P_{\text{puits}} = P_{\text{soleil}} \cdot S$$

$\frac{\text{Jm}^2}{\text{m}^2}$

$P_{\text{puits}} = 183 \text{ W}$

3) 
$$e = \frac{\phi}{P_{\text{puits}}}$$

$\phi = e \cdot P_{\text{puits}}$   
( $910 \times 100$ )

$\phi = 1,67 \cdot 10^4 \text{ lm}$

4) 
$$I = \frac{\phi}{\Omega}$$

$\frac{\text{cd}}{\text{sr}}$

$I = 2067 \text{ cd}$

5) 
$$E_{\text{vertical}} = \frac{I}{h^2}$$

$\frac{\text{lx}}{\text{m}^2}$

$E_{\text{vertical}} = 57 \text{ lx}$

6) Cette valeur paraît un peu faible car on préconise 100 lx pour les couloirs.  
Il faudra donc ajouter un éclairage artificiel.

EEC

## THERMIQUE

(1)

$$1) \left| r_1 = \sum \frac{e}{\lambda} + (r_{se} + r_{si}) \right|$$

$\frac{m}{m^2 \cdot K \cdot W^{-1}} \quad \frac{W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}}{W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}}$

$$2) \left| \phi_1 = \frac{\Delta \theta}{r_1} \right| \rightarrow K$$

$\left( \frac{10 \cdot 10^{-2}}{0,55} + \frac{0,160}{0,03} + \frac{0,150}{1,89} \right) (0,130 + 0,050)$

$(\theta = \theta_i - \theta_e)$

$\frac{W \cdot m^{-2}}{W \cdot m^{-2}}$

$$3) \left| \phi_1 = \phi_1 \cdot S_1 \right|$$

$\frac{W}{W} \quad S_{mur} = (L + l) \times 2 \times h - S_p - S_f$

$= 101 m^2$

$$4) \left( \phi = \sum \phi \right)$$

$\phi = \phi_1 + \phi_2 + \phi_3$

$$5) \left| E = \phi \cdot t \right|$$

$\frac{Wh}{Wh} \quad t = 24 + 360$

$$6) E_{total} = E + E'$$

$(6,05 \cdot 10^7 + 1,59 \cdot 10^8)$

$$1) \left| m = \frac{\rho \cdot V \cdot t}{1 \text{ heure}} \right|$$

$\frac{kg \cdot m^3}{kg} \quad 130 \times (12 \times 10 \times 2,5) \times 24$

$$2) \left| E'' = m \cdot c_{air} \cdot \Delta \theta \right| \rightarrow K$$

$\frac{K}{K} \quad \frac{kg}{kg} \quad \frac{J}{J} \quad \frac{K}{K} \quad \frac{K^{-1}}{K^{-1}}$

$E' < E'$  mais  $E'$  : énergie apportée (gain) par le puits canadien  
représente 47% de  $E'$   $\left( \frac{7,49 \cdot 10^7}{1,59 \cdot 10^8} \times 100 \right)$   
soit un gain de presque 50% au niveau du  
renouvellement d'air. (loin d'être négligeable !)

$$r_1 = 5,61 m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$$

$$\phi_1 = 3,03 W \cdot m^{-2}$$

$$\phi_1 = 306 W$$

$$\phi = 700 W$$

$$E = 6,05 \cdot 10^7 J$$

$$E_{total} = 2,19 \cdot 10^8 J$$

$$m = 9360 kg$$

$$E' = 7,49 \cdot 10^7 J$$

4) Consommation d'énergie :  $7,49 \cdot 10^7 \text{ J/jour}$

$$\left( \frac{1}{3600} \right) \hookrightarrow 20805 \text{ Wh/jour} \approx 20,8 \text{ kWh} \cdot \text{jour}^{-1}$$

$$\times 6 \times 30 \hookrightarrow 3765 \text{ kWh/6 mois}$$

$$\times 0,063 \hookrightarrow 236 \text{ € / 6 mois}$$

↳ économie financière.

5) ... car le système de ventilation utilise pour le fonctionnement du puits caudien à l'eau aussi et coût d'utilisation qui n'a pas été pris en compte ici.

## MÉCANIQUE des FLUIDES

1)  $10 \rightarrow 83,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

$1h \rightarrow 3600 \rightarrow V$  ?

$$V = \frac{3600 \times 83,3 \cdot 10^{-3}}{1} = 300 \text{ m}^3$$

Débit volumique constant ( $d_v$ )

2)  $v = \frac{d_v}{S} \rightarrow \text{m}^3/\text{s}^{-1}$   $\left( \frac{83,3 \cdot 10^{-3}}{\pi \times 0,100^2} \right) v = 2,65 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (3 m.s<sup>-1</sup>)  
(contrainte respectée)

## ACOUSTIQUE

1)  $f_{\min} = \frac{f_0}{\sqrt{2}}$   $f_{\max} = f_0 \cdot \sqrt{2}$   $\left( \frac{250}{\sqrt{2}} \right)$   $f_{\min} = 176,8 \text{ Hz}$   
 $\left( 250 \sqrt{2} \right)$   $f_{\max} = 353,6 \text{ Hz}$

$f_c (\text{Hz})$	125	250	500
$L_{\text{pond}} (\text{dBA})$	14 (30-16)	22 (30-8)	27 (30-3)

$$I = I_0 \cdot 10^{0,1 L}$$

$$I_{\text{totale}} = I_0 \cdot \sum 10^{0,1 L}$$

$$L_{\text{total}} = 10 \log \frac{I_{\text{totale}}}{I_0} = 10 \log \left( \sum 10^{0,1 L} \right)$$

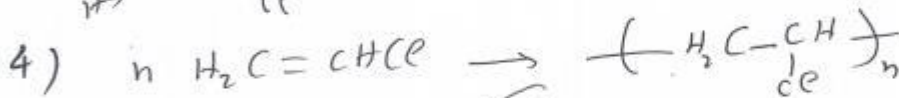
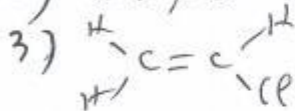
(Conforme à la réglementation)  $L_{\text{total}} = 28,4 \text{ dBA} < 30 \text{ dBA}$



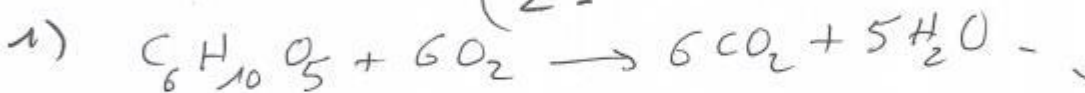
# CHIMIE (ORGANIQUE)

1) polymère: grosse molécule (plusieurs millions d'atomes) qui résulte de l'assemblage par des liaisons covalentes d'un grand nombre de groupements chimiques semblables ou différents nommés motifs de répétition.  
(issus de molécule(s) monomère(s)).  
Un ensemble de macromolécules de même nature chimique forme un polymère.

2)  $n$ : nombre de fois que le motif se répète



(2-



2)  $4,90 \text{ kWh} \rightarrow 1 \text{ kg}$

$680 \cdot 10^3 \text{ kWh} \rightarrow m?$

$m = \frac{680 \cdot 10^3 \times 1}{4,90} = 1,388 \cdot 10^3 \text{ kg}$   
si le rendement est 100%

Or rendement 90% donc  $m_{\text{granule}}' = \frac{1,388}{0,9} = 1,54 \text{ t}$

3)  $V = \frac{m}{\rho}$   
 $\frac{\text{kg}}{\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}} = \text{m}^3$

$V = 2,37 \text{ m}^3$

4)  $M(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5) = 6M(\text{C}) + 10M(\text{H}) + 5M(\text{O}) = 162,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

5)  $n = \frac{m}{M} \rightarrow \frac{1,54 \cdot 10^6}{162,0} \rightarrow n = 9,51 \cdot 10^3 \text{ mol}$

6)  $n(\text{O}_2) = 6 \cdot n(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)$   
 $V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_m$   
 $V(\text{O}_2) = 6 \times 9,51 \cdot 10^3 \times 24,0$   
 $V(\text{O}_2) = 1,37 \cdot 10^6 \text{ L}$   
 $\frac{1,37 \cdot 10^6 \text{ L}}{1,37 \cdot 10^3 \text{ m}^3}$

7)  $V(\text{air}) = \frac{V(\text{O}_2)}{0,20} = 6,84 \cdot 10^3 \text{ m}^3$

8)  $300 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \rightarrow 300 \times 6 \times 30 = 54 \cdot 10^3 \text{ m}^3$   
donc  $\rightarrow 6,84 \cdot 10^3 \text{ m}^3$

# THERMODYNAMIQUE

- 1) Situation 1: PAC type SOL/EAU  
 Situation 2: PAC type AIR/EAU  
 Situation 3: PAC type AIR/AIR

2) Dans le condenseur, le transfert thermique s'effectue du fluide vers le milieu extérieur.  
 Dans l'évaporateur, le transfert thermique s'effectue du milieu extérieur vers le fluide.

3)  $n = \frac{m}{M} \rightarrow \text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$   $\left( \frac{1600}{72,6} \right) \cdot n = 13,8 \text{ mol}$

4) a- En A, le fluide est à l'état gazeux

b-  $P_A \cdot V_A = n \cdot R \cdot T_A$

$V_A = \frac{n \cdot R \cdot T_A}{P_A}$

$V_A = 9,39 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$

c-  $\frac{P_A}{P_B} = \frac{3,0}{20} = 0,15$

↳ document  $\rightarrow \frac{V_B}{V_A} = 0,2$

$V_B = 0,2 \cdot V_A$

$V_B = 1,87 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 (18,7 \text{ L})$

d-  $P_B \cdot V_B = n \cdot R \cdot T_B$

$T_B = \frac{P_B \cdot V_B}{n \cdot R}$

$T_B = 326 \text{ K}$

$\theta_B = T_B - 273 = 53,0^\circ \text{C} = \theta_B$

5) a-  $Q_{AB} = Q_{CD} = 0$

les transformations sont adiabatiques.

b "Premier principe": la variation d'énergie interne du système entre les 2 états d'équilibre notés 1 et 2 est égale à la somme algébrique des quantités d'énergie mécanique  $W$  (travail) et des quantités de chaleur  $Q$  échangées avec le milieu extérieur  $\Delta U = U_2 - U_1 = \Sigma W + \Sigma Q$

c. Aucun d'un cycle

$$\Delta U = 0 \quad (\Sigma W + \Sigma Q = 0 \quad \Sigma W = -\Sigma Q)$$

$$\text{d'où } W = -\Sigma Q = -Q_{BC} - Q_{DA}$$

$$(215 - 160) = 55,0 \text{ kJ} = W$$

$$d. \text{ C.O.P.} = \frac{|Q_{BC}|}{W/\eta_{\text{comp}}} \left( \frac{215}{55/0,77} \right) \quad \underline{2,8 = \text{C.O.P.}}$$

6) • Chauffage avec des radiateurs électriques

$$E = 160 \times 120 = 19200 \text{ kWh}$$

$$\text{Coût} : E \times P_u (19200 \times 0,15) = \underline{2880 \text{ €}}$$

• PAC :

$$E = \frac{19200}{2,8} = 6857 \text{ kWh}$$

(1 kWh d'électricité produit

2,8 kWh  $E_{\text{thermique}}$ )

$$\text{Coût} : E \times P_u (6857 \times 0,15) = \underline{1028 \text{ €}}$$

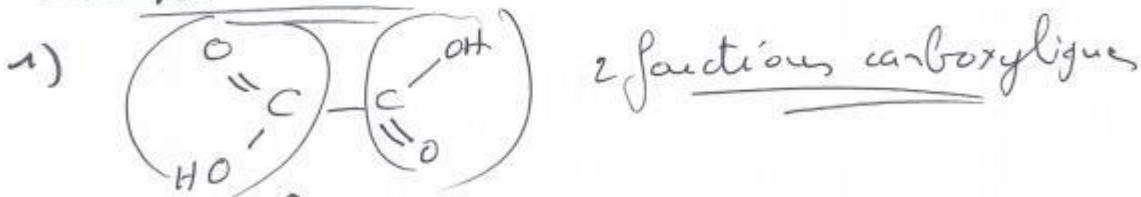
• Economie annuelle

$$2880 - 1028 = 1852$$

$$\text{Durée d'amortissement} : \frac{13800}{1852} = \underline{7,45 \text{ ans}}$$

CHIMIE

oxydoreduction



SOLUTION AQUEUSE

2) L'acide oxalique provoque des lésions oculaires, des brûlures et irrite les voies respiratoires.

Lorsqu'on le manipule, on doit donc porter des gants, des lunettes, une blouse et le manipuler dans un endroit aéré (hotte)



3) On a mes 20 mL de  $S_0$  et on a complété à 200 mL.  
 $S_0$  a donc été dilué par 10 pour aboutir à  $S$ .

4) On verse une petite solution  $S$  dans un bécher de 100 mL.

- A l'aide d'une pipette jaugée de 10 mL, on en prélève 10 mL, que l'on verse dans l'érlenmeyer qui servira au dosage.

- On verse de la solution d'hydroxyde de sodium dans le second bécher de 100 mL.

- A l'aide de ce bécher, on remplit la burnette graduée jusqu'au zéro.

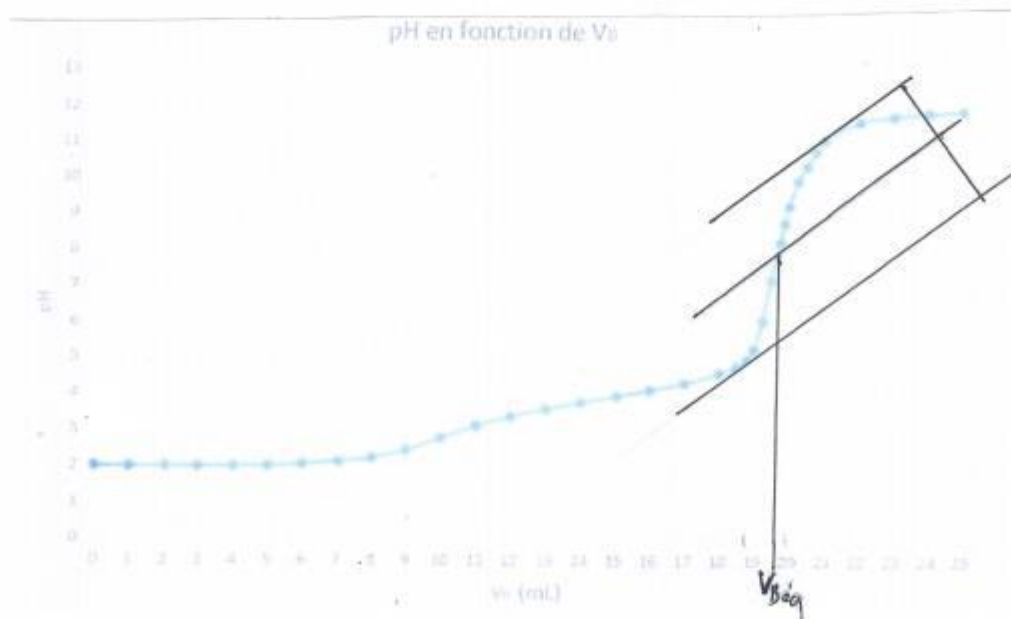
- On place le barreau aimanté dans l'érlenmeyer, puis on positionne l'ensemble sur l'agitateur magnétique, sur la burnette graduée.

- On introduit la sonde pH-métrique dans l'érlenmeyer.

- On verse l'hydroxyde de sodium dans l'érlenmeyer, mL par mL, tout en relevant le balan du pH à chaque ajout.

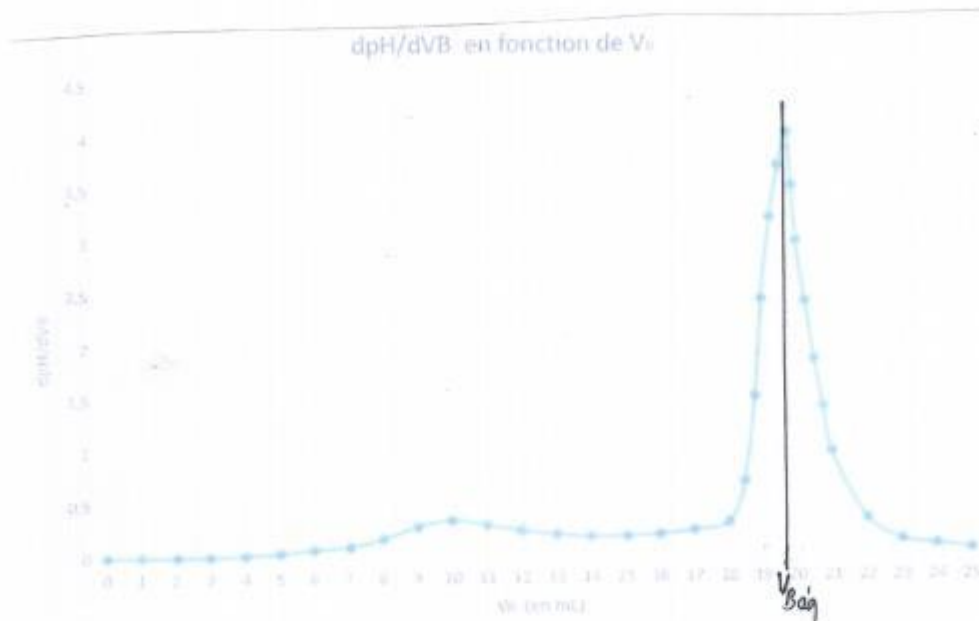
- Enfin on trace la courbe  $pH = f(V)$

5)



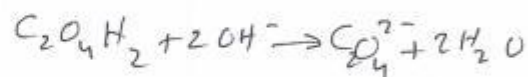


6)



$$V_{\text{eq}} = 19,7 \text{ mL}$$

7) A l'équivalence :



$$\left\{ \begin{array}{l} C_A \cdot V_A = \frac{C_B \cdot V_B}{2} \\ C_A = \frac{C_B \cdot V_B \text{ équi}}{2 \cdot V_A} \end{array} \right.$$

$$\frac{n_A}{1} = \frac{n_B}{2}$$

$$C_A = 0,148 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$8) \quad C_{A0} = 10 \cdot C_A$$

$$C_{A0} = 1,48 \text{ mol.L}^{-1}$$

9) Masse d'acide oxalique dans 1L :  $m = n \cdot M$ 

$$m = 1,48 \cdot (2 \times 12,0 + 4 \times 16,0 + 2 \times 1,0) = 133 \text{ g}$$

Pourcentage massique :  $\frac{133}{950} \times 100 = 14,0\%$

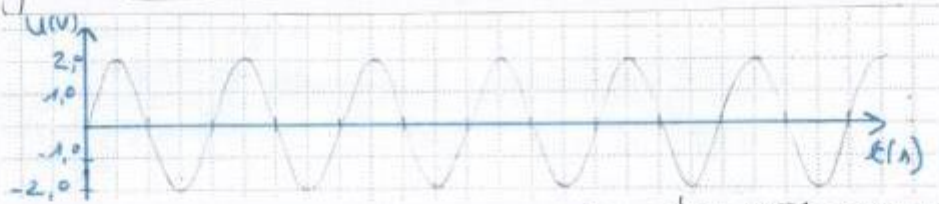
Ce pourcentage est supérieur à ce qui est marqué sur l'étiquette (10%). Il est peut-être trop concentré et pourra peut-être détériorer le bois.

Il est donc nécessaire de faire un test sur un échantillon avant de l'utiliser sur le bardage entier !

# MÉCANIQUE

## Oscillations

1) Régime non amorti.



2) Le banc à coussin d'air évite les frottements dus au contact entre le système solide-ressort et la table.  
Il n'y a plus de réaction du sol! <sup>pas d'amortissement!</sup>

3)  $14,4 \text{ cm} \rightarrow 0,80 \text{ s}$

$$5,6 \text{ cm} \rightarrow \frac{T}{T} = \frac{5,6 \times 0,80}{14,4} \quad T = 0,315$$

4)  $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{0,20}{9,81}} \quad T_0 = 0,90 \text{ s}$

$\hookrightarrow$  période propre du pendule 1.

$$T_0 \neq 1 \text{ s}$$

donc la montre battant les

secondes ne contiendrait pas

pour mesurer  $T_0$ .

Pour mesurer  $T_0$ , il faudrait une montre ayant la même période, ainsi on aurait résonance de la part du pendule 1.

5) Pendule 2: excitateur.

Pendule 1: résonateur.

6) Le phénomène de résonance est illustré par cette expérience - car on voit bien que c'est pour  $L = L_0$  soit  $T = T_0$  que l'amplitude angulaire  $\theta_m$  du pendule 1 est maximale.

7)  $\underline{U_r = \frac{T \cdot U}{B}}$

Pont:  $U_r = \frac{50 \times 19}{12,2} = 7,79$

8)  $\underline{S_F = \frac{D}{U \cdot T}}$   $\underline{U = \frac{U_r \cdot B}{T}}$   $\underline{S_F = \frac{D}{U_r \cdot B}} = \frac{1,2 \times 10^{-2}}{50 \times 0,094} = 0,026$  (Bien différent de  $S_F = 0,11$  !)

$\rightarrow$  Pas de résonance de la magnéto (Pas de destruction du pont !)

### 9) Première proposition:

• Approche mécanique oscillatoire classique, le pont s'inclinant génère un couple de forces sur les haubans qui se comportent comme des ressorts. Comme le vent souffle <sup>(voir document)</sup> en rafales périodiques, il y a mise en route d'oscillations qui peuvent provoquer la mise en résonance du tablier.

### • Deuxième proposition:

• Approche mécanique des fluides, l'écoulement de l'air autour du tablier incliné génère une turbulence plus importante au-dessus qu'en dessous, d'où une dépression au-dessus du pont qui se soulève.

Comme les rafales sont périodiques, le pont se soulève puis redescend par grâtes périodiquement, il y a mise en route d'oscillations qui peuvent provoquer la mise en résonance du tablier.

---

# DILATATION

1) Dilatation : sous l'effet de l'augmentation de température le matériau se dilate, c'est à dire que sa longueur augmente ( $T_0 \rightarrow T$ ) ( $l_0 \rightarrow l$ ).

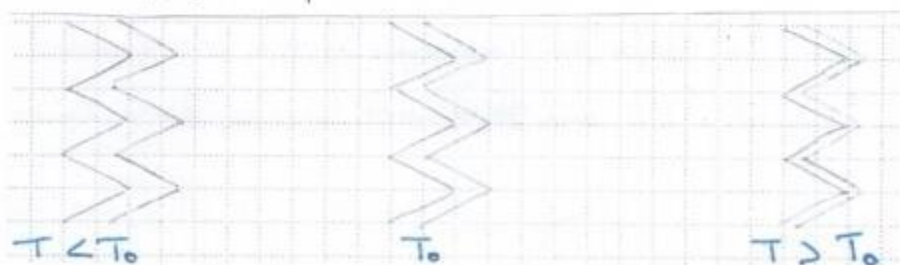
2) si les coefficients de dilatation du béton et de l'acier étaient différents, lors de l'augmentation de la température l'un des deux matériaux s'allongerait plus que l'autre, ce qui ferait rompre le second (celui qui s'allonge moins!)

3) Rétracter : diminution de température  
Dilater : augmentation de température

$$4) \Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \rightarrow ^\circ C (K)$$

$$= 2460 \times 1,2 \cdot 10^{-5} \times (37,5 - (-17,5)) \quad \Delta L = 1,6m$$

5) Les joints de dilatation permettent de pallier à cette variation de longueur, en s'écartant ou en se rapprochant, tout en maintenant une continuité du tablier du pont.

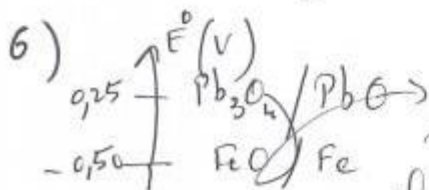
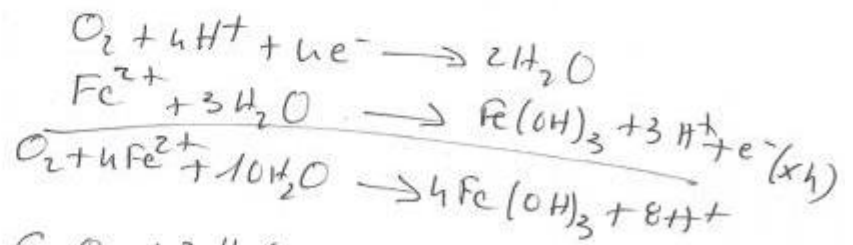
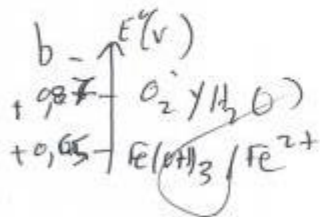
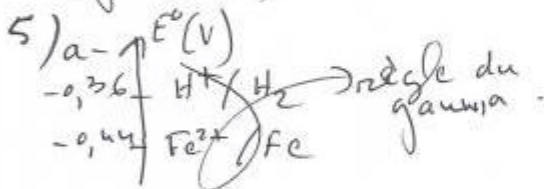
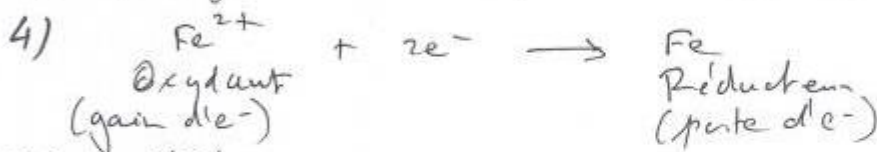


6) Seul le modèle B (joint de dilatation en "peigne") permet des mouvements selon trois dimensions (le modèle A, ne permet pas les mouvements transversaux!)



# OXYDOREDUCTION

- 1) L'huile est au dessus de l'eau dans la boîte 2 car sa densité est plus faible que celle de l'eau (0,92) < (1)
- 2) Présence ou non de dioxygène et d'eau.
- 3) Peinture sur la structure des cuissons.  
(plus) Système de ventilation d'air sec.  
(plus) Système de récupération des eaux de ruissellement.



D'après la règle du gamma  
 il y a formation de  $\text{PbO}$  et  $\text{FeO}$   
 qui forment une couche protectrice!