

PCM STID2D - Métropole 2022

Merci d'adresser vos remarques (liées à d'éventuelles coquilles, fautes ou erreurs de raisonnement) à anthony.le.bihan@icloud.com. Je ne réponds pas aux questions.

Exercice 1 : Modèle de la vitesse de refroidissement d'un lait écrémé

1. Les 3 modes de transferts thermiques sont : **la conduction, la convection et le rayonnement.**
2. On sait que le sens des transferts thermiques naturel est : des corps les plus chauds vers les corps les plus froids. Donc **le transfert thermique s'effectue du lait chaud vers l'air de la pièce.**
3. D'après le cours, $Q = m \times c \times \Delta T$ avec c la capacité thermique massique ΔT la différence de température. Ici, $c = 4,0 \text{ kJ/kg/K}$, $m = 150 \times 10^{-3} \text{ kg}$ et $\Delta T = T(2 \text{ min}) - T(1 \text{ min}) = 60,2 - 61,7 = -1,5^\circ\text{K}$.

Application numérique : $Q = 4,0 \times 10^3 \times 150 \times 10^{-3} \times (-1,5) \implies \boxed{Q = -900 \text{ J}}$.

2 réponses possibles (une mathématique et une physique) :

- L'écart de température entre 6 min et 7 min est plus faible que celui entre 1 min et 2 min. Or le transfert thermique est proportionnel cet écart. **Donc le transfert thermique entre 6 min et 7 min est plus faible (en absolu) que celui entre 1 min et 2 min.**
 - Au fil du temps, la température du lait chaud tend à s'homogénéiser avec celle de l'air de la pièce. Donc le transfert thermique (corps chaud vers corps froid) sont de plus en plus faibles. **Donc le transfert thermique entre 6 min et 7 min est plus faible (en absolu) que celui entre 1 min et 2 min.**
4. On remplace t par 0 dans l'expression de $T(t)$:

$$T(t=0) = 37 \times e^{-\frac{20}{459} \times 0} + 26,4 = 37 \times e^0 + 26,4 = 37 \times 1 + 26,4$$

Ainsi, $\boxed{T(t=0) = 63,4^\circ\text{C}}$. **Cela signifie qu'au début de l'expérience, à $t = 0 \text{ s}$, la température du lait était de $63,4^\circ\text{C}$.** Ce résultat est cohérent avec le tableau pour $t = 0 \text{ s}$.

5. Calcul direct de la limite :

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} T(t) = 37 \times \lim_{t \rightarrow +\infty} e^{-\frac{20}{459}t} + 26,4$$

Or, on sait, par le cours, $\lim_{t \rightarrow +\infty} e^{-t} = 0$ donc en posant $X = \frac{20}{459}t$

$$\times \lim_{t \rightarrow +\infty} e^{-\frac{20}{459}t} = \lim_{X \rightarrow +\infty} e^{-X} = 0$$

Ainsi, par composition, produit et somme de limites finies,

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} T(t) = 37 \times 0 + 26,4 \implies \boxed{\lim_{t \rightarrow +\infty} T(t) = 26,4}$$

Puisque la température du lait tend vers celle de l'air de la pièce, on en déduit que **la température de la pièce est de $26,4^\circ\text{C}$.**

6. On cherche le temps t_0 tel que $T(t_0) = 40$. Par résolution directe,

$$T(t_0) = 40 \iff 37e^{-\frac{20}{459} \times t_0} + 26,4 = 40 \iff e^{-\frac{20}{459} \times t_0} = \frac{40 - 26,4}{37} = \frac{13,6}{37}$$

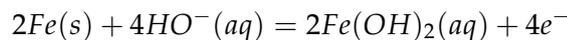
Par application de la fonction \ln , continue sur \mathbb{R}_+^* ,

$$\ln\left(e^{-\frac{20}{459} \times t_0}\right) = \ln\left(\frac{13,6}{37}\right) \iff -\frac{20}{459} \times t_0 = \ln\left(\frac{13,6}{37}\right) \iff t_0 = \frac{459 \times \ln\left(\frac{37}{13,6}\right)}{20}$$

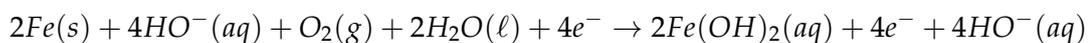
Application numérique : $t_0 = 22,96$ min. Or, $0,96$ min = $0,96 \times 60$ s = 58 s. D'où $t_0 = 22$ min 58 s. Ce résultat est cohérent avec le tableau donné car on doit trouver $t_0 > 15$ min.

Exercice 2 : Le son de la guitare électrique

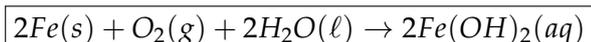
1.1 L'énoncé dit « la transformation chimique subie par le fer » : le fer $Fe(s)$ doit donc être du côté des produits dans la réaction. Avant de sommer ces deux demi-équations, il faut s'assurer que la réaction finale ne contiendra pas d'électrons. Pour cela, on multiplie par 2 la demi-équation associée au couple $Fe/Fe(OH)_2$:



On peut maintenant sommer les 2 demi-équations, sachant que l'oxydant d'un couple réagit avec le réducteur de l'autre couple :



En simplifiant, il reste :



Cette équation est bien équilibrée en atomes.

- 1.2 Une oxydation est la transformation d'un réducteur en oxydant. Dans le couple $Fe/Fe(OH)_2$ $Fe(s)$ est le réducteur et $Fe(OH)_2(aq)$ est l'oxydant (on les identifie dans la demi-équation grâce à « $Ox + ne^- = Red$ »). Ainsi, $Fe(s)$ se transforme et $Fe(OH)_2(aq)$, donc **le fer subit bien une oxydation.**
- 1.3 **L'enduit devra être un oxydant plus fort que le fer**, sinon il ne servira à rien. Il faut donc que son électronégativité soit plus élevée.
- 1.4 On identifie facilement la fréquence fondamentale : c'est la plus faible dans le spectre. **La fréquence fondamentale de la note jouée est de 200 Hz.**
- 1.5 D'après le tableau, il s'agit d'un Sol2.
- 1.6 Bien qu'il soit moins net, le fondamental de la corde oxydée est aussi à 200 Hz. **La corde neuve et la corde oxydée ont la même fréquence fondamentale, elles ont donc la même hauteur.**
- 1.7 On voit que, par rapport à une corde neuve, une corde oxydée présente des harmoniques différentes (c'est très très léger à très hautes fréquences) mais surtout, les amplitudes des harmoniques sont modifiées. **Les 2 cordes auront donc un timbre différent.**

- 2.1 On cherche à isoler R . On part de la relation d'atténuation et on utilise la réciprocity entre les fonctions \log et $x \mapsto 10^x$:

$$\frac{U_e}{U_s} = 10^{\frac{R}{20}} \iff \log\left(\frac{U_e}{U_s}\right) = \log\left(10^{\frac{R}{20}}\right) = \frac{R}{20} \iff \boxed{R = 20 \log\left(\frac{U_e}{U_s}\right)}$$

En sachant que le \log est strictement croissant sur R_+^* et que $\log(1) = 0$, on peut distinguer deux cas :

- s'il y a amplification, $U_s > U_e$ donc $\frac{U_e}{U_s} < 1$ et donc $\log\left(\frac{U_e}{U_s}\right) < 0$ donc $R < 0$;
- **s'il y a atténuation, $U_s < U_e$ donc $\frac{U_e}{U_s} > 1$ et donc $\log\left(\frac{U_e}{U_s}\right) > 0$ donc $R > 0$.**

- 2.2 D'après la formule d'atténuation, $U_e = U_s \times 10^{\frac{R}{20}} \iff \boxed{U_s = U_e \times 10^{-\frac{R}{20}}}$.

Application numérique : $U_s = 20 \times 10^{-\frac{0,09}{20}} \implies \boxed{U_s = 19,8 \text{ mV}}$. On a $R > 0$ donc il s'agit d'une atténuation, on doit donc trouver $U_s < U_e$, ce qui est le cas.

- 2.3 Les questions effectuées précédemment permettent de mettre en évidence l'influence du câble sur l'atténuation de sa tension de sortie par rapport à sa tension d'entrée. Et le graphe proposé montre que l'affaiblissement R semble indépendant de la fréquence (grave ou aiguë), et toujours égal à 0,09. En l'état, **les propriétés électriques du câbles seul ne permettent pas de justifier une modification de timbre.**
- 2.4 A hautes fréquences (sons aigus), on constate que la courbe 2 (câble important) est décalée à gauche par rapport à la courbe 1 (presque pas de câble). Cela signifie que le câble tend à diminuer les fréquences hautes donc à rendre plus graves des notes aiguës. A basses fréquences (sons graves), il semblerait que le câble n'ait aucun impact. Cela confirme donc l'impression des musiciens : **les notes aiguës sont rendues plus graves par le câble.**
-

Exercice 3 : Mathématiques

Question 1

1. On part du membre de droite, et on utilise la propriété du \ln , $a \ln(b) = \ln(b^a)$:

$$4 \ln(3) + 2 \ln(5) = \ln(3^4) + \ln(5^2) = \ln(81) + \ln(25)$$

On utilise de plus, la propriété $\ln(a \times b) = \ln(a) + \ln(b)$

$$\ln(81) + \ln(25) = \ln(81 \times 25) = \ln(2025) \implies \boxed{4 \ln(3) + 2 \ln(5) = \ln(2025)}$$

2. Déjà, on peut taper l'expression de A à la calculatrice. On sait qu'on doit trouver 11. On ajoute aux propriétés du \ln , la suivante $\ln\left(\frac{1}{a}\right) = -\ln(a)$:

$$A = 2 \ln(e^4) - 3 \ln\left(\frac{1}{e}\right) = \ln\left((e^4)^2\right) - 3 \times (-\ln(e)) = \ln(e^8) + 3 \ln(e) = \ln(e^8) + \ln(e^3)$$

On continue à se servir des de l'exponentielle cette fois-ci, pour aboutir :

$$A = \ln(e^8) + \ln(e^3) = \ln(e^8 \times e^3) = \ln(e^{8+3}) = \ln(e^{11}) = 11$$

par réciprocity. Ainsi, $\boxed{A = 11}$.

Question 2

1. On joue avec z de sorte à « éliminer » le dénominateur :

$$z = \frac{-1+i}{3i} = \frac{-1+i}{3i} \times \frac{i}{i} = \frac{-i+i^2}{3i^2} = \frac{-i-1}{-3} \implies \boxed{z = \frac{1}{3} + \frac{1}{3}i}$$

2. On doit écrire z sous la forme $|z|e^{i\theta}$, avec

$$|z| = \sqrt{\left(\frac{1}{3}\right)^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^2} = \frac{\sqrt{2}}{3}$$

L'argument θ doit vérifier :

$$\begin{cases} \cos(\theta) = \frac{\Re(z)}{|z|} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{\sqrt{2}}{3}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \sin(\theta) = \frac{\Im(z)}{|z|} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{\sqrt{2}}{3}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \end{cases}$$

On a donc, en s'aidant d'un cercle trigonométrique, que $\theta = \frac{\pi}{4}$ (modulo 2π). La forme exponentielle de z est donc :

$$\boxed{z = \frac{\sqrt{2}}{3} e^{i\frac{\pi}{4}}$$

Question 3

1. L'équation différentielle peut s'écrire $y' = -\frac{y}{2}$. Il s'agit d'une équation différentielle homogène du premier ordre. La solution générale est égale à la solution homogène. Le cours nous assure que les solutions sont de la forme :

$$\boxed{\forall t \in \mathbb{R}, \quad y_k(t) = k \exp\left(-\frac{t}{2}\right) \quad k \in \mathbb{R}}$$

2. Quelle est la signification de « f passe par le point de coordonnées $(\ln(9); 1)$? Tout simplement que $f(\ln(9)) = 1$! Par ailleurs f est solution de (E) donc on peut écrire f de la forme $f(t) = k \exp\left(-\frac{t}{2}\right) \quad k \in \mathbb{R}$. On va donc déterminer la constante k avec la condition $f(\ln(9)) = 1$:

$$f(\ln(9)) = 1 \iff k \exp\left(-\frac{\ln(9)}{2}\right) = 1 \iff \frac{1}{k} = \exp\left(-\frac{\ln(9)}{2}\right)$$

En appliquant la fonction \ln continue sur \mathbb{R}_+^* ,

$$\ln\left(\exp\left(-\frac{\ln(9)}{2}\right)\right) = \ln\left(\frac{1}{k}\right) \iff -\frac{\ln(9)}{2} = -\ln(k) \iff \ln(k) = \frac{1}{2} \ln(9)$$

On utilise à nouveau les propriétés du \ln :

$$\ln(k) = \ln\left(9^{\frac{1}{2}}\right) = \ln(\sqrt{9}) = \ln(3)$$

Ainsi, par stricte croissance du \ln sur \mathbb{R} , ou par application de l'exponentielle, on obtient que $\boxed{k = 3}$. On a donc,

$$\boxed{\forall t \in \mathbb{R}, \quad f(t) = 3 \exp\left(-\frac{t}{2}\right)}$$

Question 4

1. $g(0) = 0^2 - 4 \times 0 - 1 \implies \boxed{g(0) = -1}$. On sait donc que les coordonnées de A sont $(0; -1)$. Puisque f passe par A , on sait $f(0) = -1$. Or,

$$f(0) = a + be^0 = a + b \implies \boxed{a + b = -1}$$

- 2a. g est dérivable sur \mathbb{R} comme fonction polynomiale et

$$\boxed{\forall x \in \mathbb{R}, \quad g'(x) = 2x - 4}$$

En remplaçant x par 0 , on obtient que $\boxed{g'(0) = -4}$.

- 2b. Puisque T est la tangente à g , on sait que T est de pente $g'(0) = -4$. Mais, T est aussi tangente à f ! Donc sa pente vaut également $f'(0)$. On a donc que $f'(0) = -4$. Or f est dérivable sur \mathbb{R} comme somme de fonctions dérivables sur un tel intervalle et,

$$\forall x \in \mathbb{R}, \quad f'(x) = be^x \implies f'(0) = b$$

Par identification, on a donc que $\boxed{b = -4}$. Or $a + b = -1 \implies a = -1 - b$. D'où $\boxed{a = 3}$. On a donc l'expression de f sur \mathbb{R} ,

$$\boxed{\forall x \in \mathbb{R}, \quad f(x) = 3 - 4e^x}$$

Question 5

1. g est dérivable sur \mathbb{R}_+^* comme somme de fonctions dérivables sur un tel intervalle et

$$\forall x \in \mathbb{R}_+^*, \quad g'(x) = \frac{1}{2} \times 2x - \frac{1}{x} = x - \frac{1}{x} = \frac{x^2}{x} - \frac{1}{x} = \frac{x^2 - 1}{x}$$

En utilisant l'identité remarquable $a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$, on obtient :

$$\boxed{\forall x \in \mathbb{R}_+^*, \quad g'(x) = \frac{(x + 1)(x - 1)}{x}}$$

2. On effectue le tableau de variation de g :

x	0	1	$+\infty$
$x + 1$	+		+
$x - 1$	-	0	+
$(x + 1)(x - 1)$	-	0	+
x	+		+
$g'(x)$	-	0	+
$g(x)$	$+\infty$	$g(1)$	$+\infty$

Pour être vraiment précis, on peut préciser les limites de g bien que ce ne soit pas la question :

— en 0 : $\lim_{x \rightarrow 0^+} g(x) = 0 - (-\infty) = +\infty$

— en $+\infty$: il vaut mieux écrire g sous la forme $g(x) = x \left(\frac{x}{2} - \frac{\ln(x)}{x} \right)$ pour lever l'indétermination. Par croissances comparées, $\lim_{x \rightarrow +\infty} g(x) = \infty \times (\infty - 0) = +\infty$

— en 1 : $g(1) = \frac{1}{2} - \ln(1) = \frac{1}{2}$

Le tableau nous permet d'affirmer que g possède un minimum en 1 sur \mathbb{R}_+^* . La valeur de ce minimum est $\frac{1}{2}$.

Question 6

1. Vu l'expression que l'on doit obtenir, on va utiliser la formule $\cos(a+b) = \cos(a)\cos(b) - \sin(a)\sin(b)$:

$$u(t) = U_{max} \cos(\omega t + \varphi) = U_{max} \cos(\omega t) \cos(\varphi) - U_{max} \sin(\omega t) \sin(\varphi)$$

On doit donc trouver U_{max}, ω et φ tels que :

$$u(t) = U_{max} \cos(\varphi) \cos(\omega t) - U_{max} \sin(\varphi) \sin(\omega t) = \cos(50t) + \sqrt{3} \sin(50t)$$

On reconnaît directement le terme en ωt : $\omega = 50 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ On identifie également les deux termes devant les fonctions temporelles ce qui nous donne :

$$\begin{cases} U_{max} \cos(\varphi) = 1 \\ U_{max} \sin(\varphi) = -\sqrt{3} \end{cases}$$

En faisant le quotient de ces deux équations, on se débarrasse de U_{max} et on obtient

$$\tan(\varphi) = -\sqrt{3} \implies \varphi = \arctan(-\sqrt{3}) = -\frac{\pi}{3} \quad (1)$$

Puis, l'équation $U_{max} \sin(\varphi) = -\sqrt{3}$ nous permet d'obtenir U_{max} :

$$U_{max} = -\sqrt{3} \frac{1}{\sin(-\frac{\pi}{3})} \implies U_{max} = 2 \text{ V} \quad (2)$$

La tension peut donc se mettre sous la forme $u(t) = 2 \cos\left(50t - \frac{\pi}{3}\right)$

2. Application numérique directe : $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{50}{2\pi} = \frac{25}{\pi} \implies f = 8 \text{ Hz}$.

Exercice 4A : Produit détachant et lessive

- 1.1 On sait que 30% de la lessive est constituée de carbonate de calcium. La masse de carbonate de calcium dans 50g de lessive est donc :

$$m(\text{CaCO}_3) = 30\% \times 50\text{g} = 15 \text{ g}$$

Par ailleurs la masse molaire du carbonate de calcium est :

$$M(\text{CaCO}_3) = M(\text{Ca}) + M(\text{C}) + 3 \times M(\text{O}) = 40 + 12 + 3 \times 16 = 100 \text{ g/mol}$$

Donc la quantité de carbonate de calcium introduite est :

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{15}{100} = 0,15 \text{ mol}$$

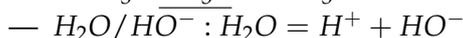
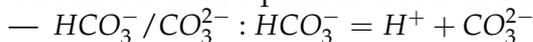
On réalise ensuite le tableau de la réaction pour connaître la quantité de d'ions carbonate créés. Puisqu'il s'agit de la dissolution d'un solide, la réaction est totale :

	$\text{CaCO}_3(s)$	$=$	$\text{Ca}^{2+}(aq)$	$+$	$\text{CO}_3^{2-}(aq)$
État initial	0,15 mol		0		0
État intermédiaire	$0,15 \text{ mol} - x$		x		x
État final	0		0,15 mol		0,15 mol

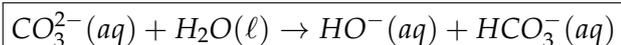
On a donc $n_f(\text{CO}_3^{2-}) = 0,15 \text{ mol}$. Sachant que la dissolution est réalisée dans un volume $V = 20 \text{ L}$, la concentration molaire en ions carbonate est :

$$[\text{CO}_3^{2-}]_f = \frac{n_f(\text{CO}_3^{2-})}{V} \implies [\text{CO}_3^{2-}]_f = 7,5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

1.2 On écrit les demi-équations associées à chaque couple acide/base :

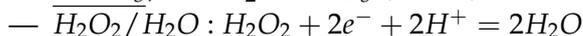


Les espèces réactives sont soulignées, elles sont donc à gauche dans la réaction. En sommant ces 2 demi-équations, qui sont déjà équilibrées en protons, on obtient :

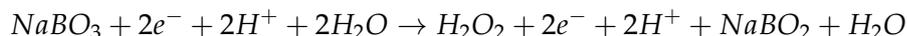


La réaction du CO_3^{2-} avec l'eau tend à créer des ions hydroxydes HO^- , caractéristiques des milieux basiques. **La présence d'ions carbonate augmente donc le pH.**

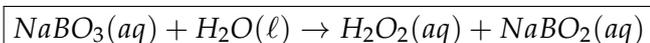
2.1 On écrit les demi-équations associées à chaque couple redox :



Il y a autant d'électrons mis en jeu dans chacune des 2 demi-équations, on peut donc les sommer directement. Les espèces réactives sont soulignées, elles sont donc à gauche dans la réaction :



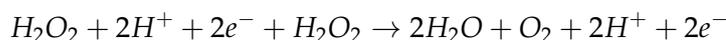
En simplifiant, il reste :



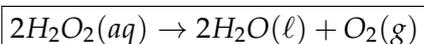
2.2 On sait qu'une demi-équation redox est de la forme « $\text{Ox} + ne^- = \text{Red}$ ». Autrement dit, l'oxydant est du côté des électrons. Donc H_2O_2 joue le rôle d'oxydant dans (1).

2.3 Dans (2), c'est le couple $\text{O}_2(g) / \text{H}_2\text{O}_2(aq)$.

2.4 Vu que le nombre d'électrons échangés est le même, on peut les sommer directement :



En simplifiant, il reste :



Les produits de la réaction sont de l'eau et du dioxygène gazeux.

- 3.1 Le spectre du visible est compris entre les longueurs d'onde 400 nm et 800 nm. Les UV sont situées avant le spectre du visible *i.e.* pour des longueurs inférieures à 400 nm.
- 3.2 D'après le spectre d'émission, la longueur d'onde correspondant au maximum d'émission de l'azurant optique est $\lambda = 460 \text{ nm}$. C'est du bleu.
- 3.3 Il faut retenir du paragraphe que les agents azurants sont dangereux pour les espèces aquatiques, et plus généralement pour l'environnement. Il ne faut donc pas jeter les agents azurants dans les eaux usées. C'est donc le pictogramme GHS09 .

Exercice 4B : Dormir en refuge, un mode d'hébergement écologique ?

- 1.1 D'après le cours, pour un photon, on a la relation $\Delta E = hf \implies f = \frac{\Delta E}{h}$.

La fréquence associée à $\Delta E = 1,1 \text{ eV} = 1,1 \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ J} = 1,76 \times 10^{-19} \text{ J}$ est

$$f = \frac{1,76 \times 10^{-19}}{6,63 \times 10^{-34}} = \frac{1,76}{6,63} \times 10^{15} \implies f = 26,5 \times 10^{13} \text{ Hz}$$

Par ailleurs, la relation liant fréquence et longueur d'onde est : $f = \frac{c}{\lambda} \implies \lambda = \frac{c}{f}$.

Application numérique : $\lambda = \frac{3,00 \times 10^8}{26,5 \times 10^{13}} = \frac{3,00}{26,5} \times 10^{-5} \implies \lambda = 1130 \text{ nm}$. Il s'agit d'un **infrarouge, hors du domaine visible**.

- 1.2.1 On utilise la formule classique : $P_{max} = U_{max} \times I_{max}$.

Application numérique : $P_{max} = 30,7 \times 8,15 \implies P_{max} = 250 \text{ W}$.

- 1.2.2 La puissance reçue par un panneau solaire est $P_{recue} = \varphi \times S$ avec $\varphi = 1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ et $S = 990 \times 1677 \times 10^{-6} = 1,66 \text{ m}^2$. Ainsi, $P_{recue} = 1000 \times 1,66 \implies P_{recue} = 1660 \text{ W}$.

On définit donc le rendement η comme le rapport de la puissance reçue sur la puissance délivrée :

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{recue}} = \frac{250}{1660} \implies \eta = 15\%$$

Rendement faible mais symptomatique des panneaux solaires.

- 1.2.3 On détaille les énergies chronologiquement en utilisant la puissance électrique $P_{max} = 250 \text{ W}$:

— de 8h à 12h : 8 panneaux contribuent pendant 4h donc l'énergie reçue est

$$E_1 = 8 \times 4 \text{ h} \times 250 \text{ W} = 8 \text{ kW.h}$$

— de 12h à 15h : 12 panneaux contribuent pendant 3h donc l'énergie reçue est

$$E_2 = 12 \times 3 \text{ h} \times 250 \text{ W} = 9 \text{ kW.h}$$

— de 15h à 18h : 4 panneaux contribuent pendant 3h donc l'énergie reçue est

$$E_3 = 4 \times 3 \text{ h} \times 250 \text{ W} = 3 \text{ kW.h}$$

L'énergie totale récupérée sur la journée est donc $E = E_1 + E_2 + E_3$.

Application numérique : $E = 20 \text{ kW.h}$

1.2.4 Le refuge peut accueillir 70 personnes. D'après le tableau, 30 personnes consomment 5000 W.h/j donc une personne consomme 167 W.h/j. Donc le refuge nécessite $167 \times 70 = 11\ 667$ W.h/j.

L'installation électrique est donc largement suffisante pour subvenir aux besoins du refuge. **Il n'y a pas de nécessité à installer un poêle à bois supplémentaire pour le chauffage.**

2.1 On souhaite obtenir une énergie $E = 1$ MWh. Sachant que le pouvoir calorifique du bois est PC, la masse de bois nécessaire est :

$$m(C_6H_{10}O_5) = \frac{E}{PC} = \frac{1\text{MWh}}{4\text{kWh/kg}} = \frac{1000}{4} = 250\text{kg}$$

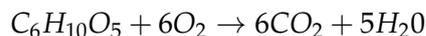
La masse molaire de la cellulose est

$$M(C_6H_{10}O_5) = 6M(C) + 10M(H) + 5M(O) = 6 \times 12 + 10 \times 1 + 5 \times 16 = 162\text{g/mol}$$

La quantité nécessaire est donc

$$n(C_6H_{10}O_5) = \frac{m(C_6H_{10}O_5)}{M(C_6H_{10}O_5)} = \frac{250 \times 10^3}{162} = 1543 \text{ mol} \implies \boxed{n(C_6H_{10}O_5) = 1,5 \times 10^3 \text{ mol}}$$

2.2 La réaction de combustion du cellulose est, en équilibrant les atomes,



Le dioxygène est en large excès (c'est une combustion), donc le réactif limitant est le cellulose. On pourrait faire un tableau d'avancement pour s'en convaincre mais on voit directement qu'on va obtenir :

$$n_f(CO_2) = 6n(C_6H_{10}O_5) = 9 \times 10^3 \text{ mol}$$

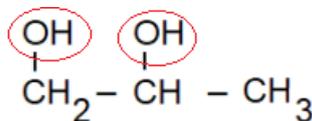
Par ailleurs, $M(CO_2) = 44$ g/mol. Donc la masse de CO_2 créée est :

$$m(CO_2) = n_f(CO_2) \times M(CO_2) = 44 \times 9 \times 10^3 \implies \boxed{m(CO_2) = 396 \text{ kg}}$$

2.3 En réalité, il n'y a que 40 kg de CO_2 émis. Cela est, en partie, lié à l'hypothèse très simplificatrice que le bois n'est constitué que de cellulose. En réalité **le bois n'est pas que seulement constitué de cellulose** et un autre réactif devient limitant pour la réaction.

L'intérêt majeur d'un poêle à bois est le faible rejet de CO_2 par rapport au fioul ou au gaz : **l'impact environnemental est donc bien plus faible.**

3.1 Les groupes sont les suivants :



Il s'agit de **2 groupes hydroxyles**.

3.2 L'hiver, la température en montage peut descendre très bas : parfois en dessous de 0° C. Or, on sait que l'eau se solidifie en dessous de 0° (c'est son point de fusion). Donc, **si le fluide caloporteur était de l'eau pure, il se solidifierait l'hiver** ce qui empêcherait la circulation du fluide et donc le fonctionnement des panneaux solaires thermiques.

L'avantage d'un fluide eau-propylène glycol est que la température de fusion du propylène glycol est très basse : -59°C . Et, **puisque le propylène glycol est miscible dans l'eau, la température de fusion du mélange est abaissée, ce qui permet au fluide de ne pas se solidifier en hiver** et donc de permettre le fonctionnement des panneaux solaires thermiques, quelque soit la température.