

1. Limiter la baisse de température la nuit

1.1. En l'absence de couverture à bulles, l'eau de la piscine cède de la chaleur au milieu extérieur par rayonnement, par convection et par conduction.

1.2. L'énoncé indique que les transferts thermiques se font principalement à la surface de l'eau or c'est à ce niveau que la couverture agit.

Premièrement, elle limite les échanges thermiques par conduction avec l'air en évitant le contact direct air-eau. Deuxièmement, elle évite les pertes par rayonnement car elle est opaque aux IR (infrarouges) et qu'un corps aux alentours de 25 °C émet principalement dans ce domaine (10^4 nm d'après les données soit $\lambda > 800$ nm).

1.3. Il faut d'abord déterminer la masse d'eau évaporée.

- Volume d'eau évaporé :

Sur une surface S de 32 m^2 , une épaisseur e de 5 mm d'eau s'est évaporée.

$$V_{\text{eau}} = S \cdot e$$

- Masse d'eau évaporée :

$$\rho_{\text{eau}} = \frac{m_{\text{eau}}}{V_{\text{eau}}} \text{ donc } m_{\text{eau}} = \rho_{\text{eau}} \cdot V_{\text{eau}} = \rho_{\text{eau}} \cdot S \cdot e$$

$$m_{\text{eau}} = 1,00 \times 10^3 \times 32 \times 5 \times 10^{-3} = 1,6 \times 10^2 \text{ kg} \quad \text{on n'arrondit pas ce résultat intermédiaire.}$$

- Énergie Q nécessaire à l'évaporation d'eau :

« Il faut un apport de $2,4 \times 10^6$ joules par kilogramme d'eau évaporée. »

$$Q = 2,4 \times 10^6 \times 1,6 \times 10^2 = 3,84 \times 10^8 \text{ J} \text{ soit environ } 4 \times 10^8 \text{ J} \text{ comme indiqué.}$$

1.4. La variation d'énergie interne des 48 m^3 d'eau est définie par $\Delta U = m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta\theta = \rho_{\text{eau}} \cdot V_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta\theta$

$$\Delta\theta = \frac{\Delta U}{\rho_{\text{eau}} \cdot V_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}}}$$

L'énergie perdue par les 48 m^3 d'eau a servi à faire évaporer l'eau en surface ainsi $\Delta U = -Q < 0$

$$\Delta\theta = \frac{-3,84 \times 10^8}{1,00 \times 10^3 \times 48 \times 4,18 \times 10^3} = -1,9 \text{ K}$$

La température de l'eau a baissé d'environ 2 K (ou 2°C) en raison de l'évaporation, soit la moitié de la baisse de température observée pendant la nuit.

Remarques :

Une variation de température s'exprime indifféremment en K ou en $^\circ\text{C}$.

L'eau peut passer à l'état gazeux à une température largement inférieure à 100°C : c'est l'évaporation qu'il ne faut pas confondre avec l'ébullition.

1.5. En conclusion, l'utilisation d'une couverture à bulles la nuit, permet de limiter la baisse de température due aux transferts thermiques vers l'extérieur mais aussi due à l'évaporation de l'eau.

De plus, en limitant l'évaporation, on réalise des économies d'eau (environ 160 L chaque nuit).

2. Augmenter la température en journée

Exposition	1		2		3	
Exposition	Ciel clair, pleine lumière		Ciel clair, pleine lumière		Ciel nuageux	
Puissance du rayonnement solaire reçu par unité de surface	8,5×10 ² W.m ⁻²		8,5×10 ² W.m ⁻²		5,1×10 ² W.m ⁻²	
Température de l'air	29°C		34°C		23°C	
Bassin	A	B	A	B	A	B
Couverture à bulles	Aucune	Translucide	Noire opaque	Translucide	Noire opaque	Translucide
Température initiale	24,1°C	24,1°C	24,0°C	24,0°C	23,8°C	23,8°C
Température après 2h d'exposition	28,0°C	28,8°C	27,5°C	28,8°C	23,7°C	24,4°C

2.1. L'expérience en exposition 1 montre que la hausse de température est plus forte avec la couverture translucide que sans elle.

La couverture translucide présente donc un intérêt.

L'expérience en exposition 2 montre que l'élévation de température est plus forte avec la couverture translucide qu'avec la couverture noire opaque.

Il faut privilégier la couverture à bulles plutôt qu'une couverture noire opaque.

L'expérience avec l'exposition 3, où la température extérieure est inférieure à celle de l'eau du bassin, montre que la couverture translucide permet une augmentation de température.

La couverture translucide confirme son intérêt.

Cette expérience montre que la couverture noire opaque est responsable d'une baisse de température.

La couverture noire opaque n'est pas intéressante.

2.2. Par définition, $\eta = \frac{\Delta U_{eau}}{E_{solaire}} \times 100$ en %.

Avec $E_{solaire} = P_{solaire} \cdot \Delta t = P_{solaire\ surfacique} \cdot S_{couverture} \cdot \Delta t$

Et $\Delta U_{eau} = m_{eau} \cdot c_{eau} \cdot \Delta\theta = \rho_{eau} \cdot V_{eau} \cdot c_{eau} \cdot \Delta\theta$

Ainsi, $\eta = \frac{\rho_{eau} \cdot V_{eau} \cdot c_{eau} \cdot \Delta\theta}{P_{solaire\ surfacique} \cdot S_{couverture} \cdot \Delta t}$

L'expérience dure $\Delta t = 2$ h.

$$\eta = \frac{1,00 \times 10^3 \times 1,3 \times 10^{-2} \times 4,18 \times 10^3 \times (28,8 - 24,1)}{8,5 \times 10^2 \times 7,6 \times 10^{-2} \times 2 \times 3600} \times 100 = 54,9 \%$$

Si l'on ne conserve qu'un seul chiffre significatif (comme Δt), on a un rendement de 5×10^1 %

2.3. On a établi que $\eta = \frac{\rho_{eau} \cdot V_{eau} \cdot c_{eau} \cdot \Delta\theta}{P_{solaire\ surfacique} \cdot S_{couverture} \cdot \Delta t}$

donc $\Delta\theta = \frac{\eta \cdot P_{solaire\ surfacique} \cdot S_{couverture} \cdot \Delta t}{\rho_{eau} \cdot V_{eau} \cdot c_{eau}}$

$$AN : \Delta\theta = \frac{0,12 \times 5,1 \times 10^2 \times 32 \times 2 \times 3600}{1,00 \times 10^3 \times 48 \times 4,18 \times 10^3} = 0,07^\circ C$$

L'augmentation de température dans ces conditions est effectivement négligeable.

3. Réduire la consommation de produit de traitement

3.1. $E = \frac{h.c}{\lambda}$ donc $\lambda = \frac{h.c}{E}$ où E représente l'énergie d'un photon nécessaire à la rupture d'une seule liaison

O-Cl.

$D = 251 \times 10^3 \text{ J.mol}^{-1}$ est l'énergie à fournir pour casser une mole de liaison O-Cl, soient N_A liaisons,

$$\text{alors } E = \frac{D}{N_A}$$

$$\lambda = \frac{h.c}{D} = \frac{h.c}{D} \cdot N_A$$

$$\lambda = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{251 \times 10^3} \times 6,02 \times 10^{23} = 4,77 \times 10^{-7} \text{ m} = 477 \text{ nm}$$

6.63E-34 * 3E8 * 6.0
2E23 / 251E3
4.770430279E-7

L'énoncé indique une valeur très proche de 480 nm. L'écart relatif n'étant que de $(480 - 477) / 480 = 0,6\%$, on peut considérer notre raisonnement comme étant valable.

Remarque : la valeur de la célérité de la lumière n'était pas donnée dans le sujet, il faut la connaître impérativement.

3.2. La présence du solvant divise par deux la longueur d'onde des photons responsables de la photolyse.

Comme $E = \frac{h.c}{\lambda}$ avec h et c constantes, alors E est multipliée par deux

Il faut des photons deux fois plus énergétiques pour briser les liaisons Cl-O en présence de solvant.

3.3. L'eau de la piscine joue un rôle de solvant pour l'acide hypochloreux. Dans ces conditions, des photons de longueur d'onde égale à 240 nm appartenant aux ultraviolets sont responsables de la dégradation de l'acide. La couverture translucide étant opaque aux ultraviolets, elle empêche ces photons UV de détruire l'acide hypochloreux, ce qui réduit la quantité à utiliser pour le traitement.