

AUTOUR DE LA PISCINE

PARTIE A : Les aspects énergétiques

A.1. Répartition des besoins

A.1.1. Consommation énergétique annuelle

La consommation énergétique, ramenée à la surface, est de $4,00.10^3 \text{ kW.h.m}^{-2}$ par an et la surface du bassin est de $1\,650 \text{ m}^2$.

$$E = 4,00.10^3 \times 1650 = 6,6.10^6 \text{ kW.h}$$

1.2. Consommation énergétique annuelle pour la production d'eau chaude

D'après le document 1, la production d'eau chaude représente 20 % (12 % chauffage de l'eau des bassins et 8 % chauffage de l'eau des sanitaires) de la consommation énergétique annuelle totale.

$$E' = 6,6.10^6 \times 0,2 = 1,3.10^6 \text{ kW.h}$$

A.2. Utilisation de capteurs solaires thermiques

A.2.1. Calcul du pourcentage de la production d'eau chaude assurée par les capteurs solaires

La surface des capteurs solaires est de 140 m^2 .

$$E_{\text{reçue}} = 1,30.10^3 \times 140 = 1,82.10^5 \text{ kW.h}$$

$$E_{\text{utile}} = \eta \times E_{\text{reçue}} = 0,8 \times 1,82.10^5 = 1,46.10^5 \text{ kW.h}$$

Le pourcentage de la production d'eau chaude assurée par les capteurs solaires est donc de :

$$\% = \frac{1,46.10^5}{1,3.10^6} \times 100 = 11 \%$$

A.2.2. Rendement du capteur thermique et calcul de sa valeur

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{absorbée}}} = \frac{P_u}{P_i} = \frac{7,60.10^2}{1,00.10^3} = 0,76 \text{ soit } 76 \%$$

A.2.3. Calcul du rendement optique β

D'après la définition du document 3. : « *Le rendement optique du capteur est le rapport de la puissance absorbée par le capteur sur la puissance solaire incidente* »

$$\beta = \frac{P_{\text{absorbée}}}{P_{\text{incidente}}} = \frac{P_u + P_p}{P_i} = \frac{7,60.10^2 + 4,00.10^1}{1,00.10^3} = 0,8$$

A.2.4. Calcul du rendement

$$\eta = \beta - K \cdot \frac{T_{\text{fl}} - T_{\text{ext}}}{E} = 0,8 - 2 \frac{30 - 10}{1,00.10^3} = 0,76 \text{ soit } 76 \%$$

Cette valeur est cohérente avec celle trouvée à la question **A.2.2.**

A.3. Utilisation de capteurs solaires photovoltaïques

A.3.1. Calcul de la puissance maximale du panneau

D'après le document 4., la tension à la puissance maximale est de 54,7 V et l'intensité à la puissance maximale est de 5,86 A

$$P = U \times I = 54,7 \times 5,86 = 320,5 \text{ W soit environ } 320 \text{ W}$$

A.3.2. Valeur de l'éclairement qui correspond à cette valeur maximale

En reportant les coordonnées du point correspondant à la puissance maxi sur le graphique (54,7 V ; 5,86 A), on n'aboutit pas sur une des courbes d'éclairement proposées. On tombe juste en dessous de celle de 1000 W.m^{-2} . On peut en conclure que l'éclairement est compris entre 800 et 1000 W.m^{-2} et vraisemblablement proche de cette dernière valeur

A.3.3. Calcul de la puissance fournie par l'ensemble des panneaux

D'après le document 4, la surface d'un panneau est de :

$$S = L \times l = 1,559 \times 1,046 = 1,63 \text{ m}^2$$

La surface totale de l'installation est de 163 m^2 donc elle est constituée de 100 panneaux

La puissance fournie par un panneau est de 320 W donc pour l'ensemble des panneaux :

$$P = 320 \times 100 = 3,2 \cdot 10^4 \text{ W}$$

PARTIE B : Le traitement de l'eau

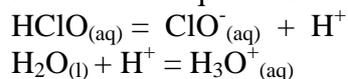
B.1. Le chlore dans l'eau

B.1.1. Ecriture du couple acide base

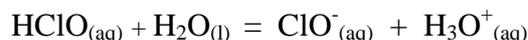
Le couple acide base du document 6 est : $\text{HClO}_{(\text{aq})} / \text{ClO}^{-}_{(\text{aq})}$.

1.2. Ecriture de l'équation de la réaction

On a les deux demi-équations suivantes :



D'où l'équation suivante :



B.2. Mesures de la teneur en chlore de l'eau

B.2.1. Nom de l'espèce chimique correspond au chlore actif

D'après le document 9, le chlore actif correspond à l'espèce chimique dont la formule est HClO. Il s'agit de l'acide hypochloreux. Sa mesure est déterminante car la réglementation en piscines publiques impose une concentration en chlore actif compris entre 0,4 et 1,4 mg/L.

B.2.2. Détermination de la teneur en chlore actif

D'après le document 8, et les valeurs du prélèvement, la teneur en chlore actif est de 0,94 mg/L. On peut en conclure que la qualité de l'eau est bonne car elle respecte la réglementation vdes piscines publiques (concentration en chlore actif compris entre 0,4 et 1,4 mg/L).

| Teneur en chlore libre en mg/L \ pH | 0,8 | 0,9 | 1 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 6,8 | 0,67 | 0,75 | 0,84 | 0,92 | 1 | 1,09 | 1,17 | 1,25 | 1,34 | 1,42 | 1,5 |
| 6,9 | 0,64 | 0,72 | 0,8 | 0,88 | 0,96 | 1,04 | 1,12 | 1,2 | 1,28 | 1,36 | 1,44 |
| 7 | 0,61 | 0,69 | 0,76 | 0,84 | 0,91 | 0,99 | 1,07 | 1,14 | 1,22 | 1,3 | 1,37 |
| 7,1 | 0,57 | 0,65 | 0,72 | 0,79 | 0,86 | 0,93 | 1,01 | 1,08 | 1,15 | 1,22 | 1,29 |
| 7,2 | 0,54 | 0,6 | 0,67 | 0,74 | 0,8 | 0,87 | 0,94 | 1 | 1,07 | 1,14 | 1,2 |
| 7,3 | 0,49 | 0,55 | 0,62 | 0,68 | 0,74 | 0,8 | 0,86 | 0,92 | 0,91 | 1,05 | 1,11 |
| 7,4 | 0,45 | 0,5 | 0,56 | 0,62 | 0,67 | 0,73 | 0,78 | 0,84 | 0,9 | 0,95 | 1,01 |
| 7,5 | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,65 | 0,7 | 0,75 | 0,81 | 0,86 | 0,91 |
| 7,6 | 0,36 | 0,4 | 0,45 | 0,49 | 0,54 | 0,58 | 0,62 | 0,67 | 0,71 | 0,75 | 0,8 |
| 7,7 | 0,31 | 0,35 | 0,39 | 0,43 | 0,47 | 0,51 | 0,55 | 0,58 | 0,62 | 0,66 | 0,7 |
| 7,8 | 0,27 | 0,3 | 0,34 | 0,37 | 0,4 | 0,44 | 0,47 | 0,51 | 0,54 | 0,57 | 0,61 |
| 7,9 | 0,28 | 0,25 | 0,29 | 0,32 | 0,34 | 0,37 | 0,4 | 0,43 | 0,46 | 0,49 | 0,52 |
| 8 | 0,19 | 0,2 | 0,24 | 0,27 | 0,29 | 0,32 | 0,34 | 0,36 | 0,39 | 0,41 | 0,44 |

B.2.3. Calcul du pourcentage en chlore actif du prélèvement

Il y a 0,94 mg/L de chlore actif sur les 1,4 mg/L de chlore libre donc le pourcentage est de :

$$\% = \frac{0,94}{1,4} \times 100 = 67\%$$

B.2.4 Variation de la teneur en chlore actif en fonction du pH

D'après le document 8, pour une teneur en chlore libre constante, la teneur en chlore actif diminue lorsque le pH augmente.

B.2.5 Type de chlore des chloramines

D'après le document 9, les chloramines appartiennent au chlore combiné.

B.2.6 Nom de la chloramine principalement présente dans l'eau contrôlée.

Lors de la mesure, le pH a une valeur de 7,2. Donc, d'après le document 10, il s'agit de la monochloramine qui est majoritairement présente dans l'eau contrôlée. D'après le document 10, cette chloramine a une bonne efficacité de désinfection. Donc elle permet de limiter la prolifération des microorganismes.

B.2.7 Calcul de la teneur en chlore combiné de l'eau.

D'après le document 9, la teneur en chlore total correspond à la somme de la teneur en chlore libre et en chlore combiné. Donc la teneur de chlore combiné est de $2,2 - 1,4 = 0,8$ mg/L.

B.2.8 La teneur en chloramines de ce prélèvement est-elle conforme à la réglementation ?

La teneur en chloramines de ce prélèvement n'est pas conforme à la réglementation car, d'après le document 7, cette valeur doit être inférieure à 0,6 mg/L.

PARTIE C : La natation

C.1. Comparaison de performances

C.1.1. Tableau concernant le quatrième nageur

| Nageurs | Vitesse (m.s ⁻¹) | Amplitude (m/cycle) | Fréquence (cycle/min) |
|------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Premier niveau | 0,866 | 1,52 | 34,3 |
| Deuxième niveau | 1,13 | 1,72 | 39,3 |
| Troisième niveau | 1,34 | 2,63 | 30,6 |
| Quatrième niveau | 1,70 | 3,33 | 30,7 |

Le quatrième nageur parcourt 25 m en 14,68 s donc :

$$v = \frac{d}{t} = \frac{25}{14,68} = 1,70 \text{ m.s}^{-1}$$

L'amplitude correspond au quotient de la distance parcourue par le nombre de cycle :

$$\text{Amplitude} = \frac{\text{distance}}{\text{nombre de cycle}} = \frac{25}{7,5} = 3,33$$

La fréquence correspond au quotient du nombre de cycle par la durée

$$\text{fréquence} = \frac{\text{nombre de cycle}}{\text{durée}} = \frac{7,5}{\frac{14,68}{60}} = 30,7$$

C.1.2. Le nageur doit-il axer son entraînement sur l'amélioration de l'amplitude ou de la fréquence ?

D'après le tableau ci-dessus, plus l'amplitude augmente plus la vitesse augmente. Toujours, d'après ce tableau, on ne voit pas de lien entre la fréquence et la vitesse donc le nageur doit axer son entraînement sur l'amélioration de l'amplitude.

C.2. Combinaison technique et frottement

C.2.1. Position qui permet d'augmenter la performance du nageur pour une vitesse constante.

Pour augmenter la performance du nageur, la force de résistance doit être la plus petite possible. A vitesse constante, elle dépend du produit $K \times S$. Pour chaque position, il suffit d'effectuer le produit $K \times S$.

| | Position 1 | Position 2 | Position 2 |
|--------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| $K \times S$ | $0,376 \times 185 = 69,6$ | $0,307 \times 130 = 39,9$ | $0,277 \times 180 = 49,9$ |

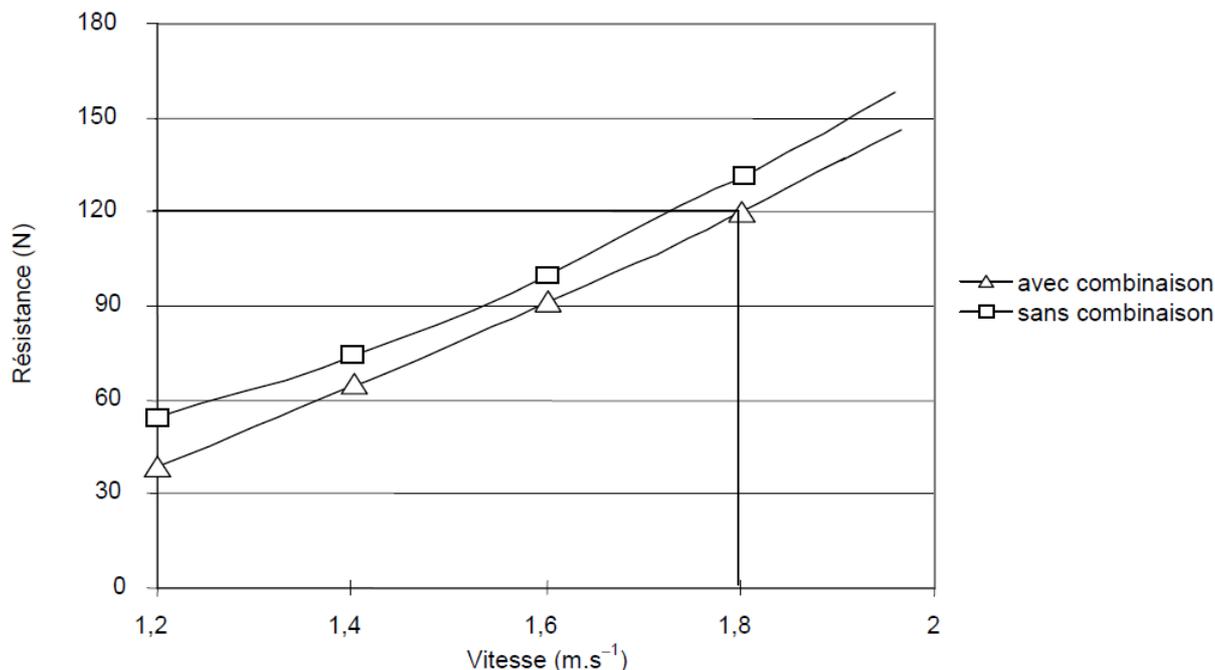
La plus petite valeur est donc pour la position 2. C'est cette position qui permettra d'améliorer la performance du nageur.

C.2.2. Détermination du travail de la force de la résistance

D'après le document 15, la valeur F de la force de résistance est de 120 N

La force de frottement s'oppose au mouvement donc $\alpha = 180^\circ$. Le travail de cette force est résistant donc le travail sera de signe négatif.

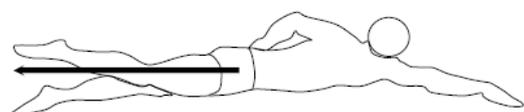
$$W_F = F \times d \times \cos \alpha = 120 \times 25 \times \cos 180^\circ = - 3000 \text{ J}$$



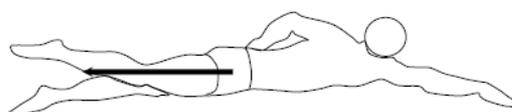
C.2.3. Document à compléter

D'après le document 15, la force de résistance, à la vitesse de $1,8 \text{ m.s}^{-1}$ est plus faible avec combinaison technique. Donc le nageur de droite sur le schéma est équipé d'une combinaison technique car le vecteur représentant la force de résistance est plus petite que sur le schéma de gauche.

Représentation sans soucis d'échelle de la résistance de l'eau sur le nageur



Sans combinaison technique



Avec combinaison technique

C.2.4. Le port d'une combinaison technique permet d'améliorer l'amplitude du nageur.

Le port d'une combinaison technique permet l'amplitude du nageur car elle diminue la force de résistance et donc le travail de cette force. Donc le travail fourni par le nageur pour compenser cette force est plus petit et, ainsi, au cours d'un cycle, il parcourt une plus grande distance et améliore l'amplitude.