



Baccalauréat STL B

Épreuve de sciences physiques

Session juin 2014
Métropole

20/06/2014

www.udppc.asso.fr

Corrigé

PARTIE A : Les aspects énergétiques

A.1. Répartition des besoins

Les besoins énergétiques d'une piscine peuvent être regroupés en quatre grandes catégories :

- le chauffage des bâtiments,
- le chauffage de l'eau des bassins,
- la production d'eau chaude sanitaire (douches),
- l'éclairage, la ventilation, la machinerie (équipements électriques).

La consommation énergétique d'une piscine est souvent ramenée à la surface des bassins. Elle varie fortement en fonction des performances énergétiques de la piscine.

Elle est estimée en moyenne à $4,00 \cdot 10^3 \text{ kW.h.m}^{-2}$ par an (la surface prise en compte, pour calculer la consommation par m^2 est celle des bassins).

La piscine olympique étudiée possède une surface totale de bassin (bassin olympique et bassins annexes) de $1\,650 \text{ m}^2$.

A.1.1. Estimer la consommation énergétique annuelle totale de cette piscine.

D'après le texte ci-dessus « Elle est estimée en moyenne à $4,00 \cdot 10^3 \text{ kW.h.m}^{-2}$ par an.

La piscine olympique étudiée possède une surface totale de bassin de $1\,650 \text{ m}^2$ »

$E_{\text{totale}} = 4,00 \cdot 10^3 \times 1650 = 6,60 \cdot 10^6 \text{ kW.h}$ pour un an.

A.1.2. Montrer que la consommation énergétique annuelle de cette piscine pour la production totale d'eau chaude est de l'ordre de $1,3 \cdot 10^6 \text{ kW.h}$.

D'après le diagramme, la production totale d'eau chaude (eau des bassins et sanitaire) représente 20% de l'énergie totale :

$6,60 \cdot 10^6 \times 20 / 100 = 1,32 \cdot 10^6 \text{ kW.h}$ (soit $1,3 \cdot 10^6 \text{ kW.h}$ avec deux chiffres significatifs)

Bien qu'une piscine soit fortement consommatrice d'énergie, il existe des solutions à mettre en œuvre pour diminuer celle-ci.

Le but des questions suivantes est d'explorer quelques pistes d'économies.

A.2. Utilisation de capteurs solaires thermiques

Pour diminuer sa consommation énergétique, la piscine citée précédemment est équipée de 140 m^2 de capteurs solaires thermiques.

A.2.1. Sur le lieu d'implantation de la piscine, l'énergie solaire rayonnée est de l'ordre de $1,30 \cdot 10^3 \text{ kW.h.m}^{-2}$ par an.

Les capteurs solaires convertissent au mieux 80 % de l'énergie reçue.

Dans ce cas, montrer que les capteurs solaires installés assurent 11 % de la production totale d'eau chaude.

L'énergie reçue par les capteurs est : $E_{\text{reçue}} = 1,30 \cdot 10^3 \times 140 = 1,82 \cdot 10^5 \text{ kW.h}$ en un an.

Seule 80% de cette énergie est convertie soit : $E_{\text{utile}} = 1,82 \cdot 10^5 \times 80 / 100 = 1,46 \cdot 10^5 \text{ kW.h}$ en un an.

Ce qui représente : $\frac{1,46 \cdot 10^5}{1,32 \cdot 10^6} = 0,11 = 11\%$ de l'énergie nécessaire à la production d'eau chaude.

Il existe plusieurs types de capteurs solaires thermiques.

Le document 2 représente un capteur solaire de type « capteur sous vide »

- A.2.2.** Définir le rendement du capteur thermique représenté sur le document 2 et calculer sa valeur.

Le rendement peut être défini par le rapport : $\frac{\text{Puissance utile}}{\text{Puissance reçue}} = \frac{P_u}{P_i}$

Pour le capteur présenté sur le document 2 :

La puissance reçue est $P_i = 1,00.10^3 \text{ W}$

La puissance utile est $P_u = 7,60.10^2 \text{ W}$

Donc : $\frac{P_u}{P_i} = \frac{7,60.10^2}{1,00.10^3} = 0,76 = 76\%$

Pour un capteur thermique il existe un mode de calcul spécifique présenté dans le document 3.

- A.2.3.** À partir de la définition du document 3 du rendement optique β , montrer que la valeur β du capteur présenté dans le document 2 est égale à 0,80.

D'après le document 3, β est le rapport de la puissance absorbée par le capteur sur la puissance solaire incidente.

$$\beta = \frac{P_u + P_p}{P_i} = \frac{7,60.10^2 + 4,00.10^1}{1,00.10^3} = 0,80 = 80\%$$

- A.2.4.** La puissance solaire incidente P_i du capteur solaire du document 2 correspond à un éclairement $E = 1,00.10^3 \text{ W.m}^{-2}$.

Par application de la relation donnée dans le document 3, déterminer la valeur η du rendement de ce capteur thermique.

$$\eta = \beta - K \cdot \frac{T_{fl} - T_{ext}}{E} = 0,80 - 2 \times \frac{30 - 10}{1,00.10^3} = 0,76 = 76\%$$

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

On retrouve la valeur de la question **A.2.2.**

A.3. Utilisation de capteurs solaires photovoltaïques

La piscine étudiée possède également une surface de panneaux solaires photovoltaïques égale à 163 m^2 .

Dans cette partie, on cherchera à déterminer la puissance électrique fournie par ces panneaux.

- A.3.1.** En utilisant le document 4, montrer que la puissance maximale du panneau " Modèle E19-320 " est d'environ 320 W.

$$P_{max} = U_{(P_{max})} \times I_{(P_{max})} = 54,7 \times 5,86 = 320 \text{ W}$$

- A.3.2.** En utilisant le document 5, déterminer la valeur de l'éclairement qui correspond à cette puissance maximale ? Justifier votre réponse.

La seule courbe pour laquelle on retrouve le couple ($U = 54,7 \text{ V}$ | $I = 5,86 \text{ A}$) est la courbe correspondant à un éclairement de 1000 W.m^{-2}

- A.3.3.** Pour un éclairement de 1000 W.m^{-2} , déterminer la puissance électrique fournie par

l'ensemble de ces panneaux.

La piscine est équipée de 163 m^2 de panneaux solaires de ce type.

La puissance reçue est donc $P_{\text{reçue}} = 163 * 1000 = 1,63.10^5 \text{ W}$.

Le rendement est de 19,8 %, donc la puissance fournie est $P = 1,63.10^5 \times 19,8 / 100$

Soit $P = 3,2.10^4 \text{ W}$.

Autre solution :

La surface d'un panneau est $S = 1,559 \times 1,046 = 1,63 \text{ m}^2$

La piscine est équipée de 163 m^2 de panneaux, donc de 100 panneaux.

On a vu qu'un panneau fournit 320 W, donc l'ensemble fournit $320 \times 100 = 3,2.10^4 \text{ W}$.

PARTIE B : Le traitement de l'eau

L'eau d'une piscine est un milieu vivant où prolifèrent des bactéries, des virus, des champignons et des algues. Le traitement de l'eau d'une piscine collective est complexe (coagulant, filtres, bac tampon...). Dans cette partie, nous nous intéresserons à la désinfection de l'eau par le chlore qui reste le désinfectant le plus utilisé dans les piscines.

B.1. Le chlore dans l'eau

B.1.1. Écrire le couple acide/base cité dans le document 6.

Il s'agit du couple : $\text{HClO}_{(\text{aq})} / \text{ClO}^-_{(\text{aq})}$.

B.1.2. Un des couples acide/base associé à l'eau est $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} / \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$, écrire l'équation de la réaction traduisant la phrase en caractères gras dans le document 6.



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

B.2.1. Donner le nom de l'espèce chimique correspondant au chlore actif. Pourquoi sa mesure est-elle déterminante ?

D'après le document 9, le chlore actif correspond à HClO , c'est-à-dire l'acide hypochloreux. D'après le document 7, la réglementation impose une teneur comprise entre 0,4 et 1,4 mg/L

Le contrôleur fait un prélèvement et relève

- un pH = 7,2 ;
- une teneur en chlore libre de $1,4 \text{ mg.L}^{-1}$;
- une teneur en chlore total de $2,2 \text{ mg.L}^{-1}$.

B.2.2. En utilisant le document 8, déterminer la teneur en chlore actif du prélèvement effectué. Que peut-on conclure sur la qualité de l'eau ?

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	0,99	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

D'après ce document, pour pH = 7,2, si la teneur en chlore libre est de 1,4 mg/L, alors la teneur en chlore actif est de 0,94 mg/L.

B.2.3. À partir des valeurs relevées, retrouver par le calcul que le pourcentage en chlore actif du prélèvement vaut 67 %.

Il y a 0,94 mg/L de chlore actif sur 1,4 mg/L de chlore libre, soit : $\frac{0,94}{1,4} = 0,67 = 67\%$

B.2.4. Comment varie la teneur en chlore actif en fonction du pH pour une teneur en chlore libre constante ?

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

Les chloramines se forment dans l'eau des bassins à partir des matières azotées composées de la sueur des baigneurs, du mucus, de l'urine, etc. Elles sont responsables de la fameuse odeur dite de « chlore ». Elles sont fortement irritantes pour les yeux et le système respiratoire, mais certaines d'entre elles ont malgré tout la propriété d'être désinfectantes.

B.2.5. À quel type de chlore correspondent les chloramines ?

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

B.2.6. Quel est le nom de la chloramine principalement présente dans l'eau contrôlée ? Conclure quant à la prolifération des microorganismes.

D'après le document 10, lorsque le pH est supérieur à 7, c'est la monochloramine qui prédomine sur les autres formes.

Cette chloramine a une bonne efficacité pour la désinfection.

B.2.7. En utilisant le document 9 et les mesures relevées par le contrôleur, calculer la teneur en chlore combiné de l'eau.

D'après ce document la teneur en chlore total est égale à la somme de la teneur en chlore combiné et de la teneur en chlore libre.

Donc $t_{\text{combiné}} = t_{\text{total}} - t_{\text{libre}} = 2,2 - 1,4 = 0,8 \text{ mg/L}$.

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

D'après la réglementation (document 7), cette teneur devrait être inférieure à 0,6

mg/L.
Elle n'est donc pas conforme.

PARTIE C : La natation

La performance en natation dépend fortement de la technique adoptée par les nageurs durant les différentes phases de la nage ainsi que de la résistance à l'avancement dans l'eau. L'amélioration de la performance nécessite [...] une bonne connaissance des forces de résistance (aussi appelées frottements) rencontrées afin de les minimiser.

d'après www.theses.fr/2008REIMS004

Document 11 : Définitions utilisées en natation

Cycle : mouvement complet des quatre membres du nageur. La nage est constituée d'une succession de cycles répétés au cours du temps.

Fréquence : nombre de cycles réalisés pendant une unité de temps.

Amplitude : distance parcourue pendant un cycle.

C.1. Comparaison de performances

Un entraîneur fait participer quatre nageurs de différents niveaux à une expérience. Ceux-ci réalisent une épreuve chronométrée de nage libre dans un bassin de 25 mètres. Le tableau du **document 12** regroupe quelques mesures effectuées par l'entraîneur.

Document 12 : Mesures effectuées par l'entraîneur

Nageurs	Durée (en s) pour parcourir les 25 m	Nombres de cycles réalisés sur 25 m
Premier niveau	28,88	16,5
Deuxième niveau	22,12	14,5
Troisième niveau	18,64	9,5
Quatrième niveau	14,68	7,5

d'après http://campusport.univ-lille2.fr/ress_crawl/co/

C.1.1. Compléter la dernière ligne du **tableau du document réponse D1** à rendre avec la **copie** 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	$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{25}{14,68} = 1,70$	$\frac{\text{distance}}{n^{\text{bre}} \text{ cycles}} = \frac{25}{7,5} = 3,33$	7,5 cycles en 14,68 s Soit : $\frac{7,5 \times 60}{14,68} = 30,7 \text{ en } 60 \text{ s}$

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

Ce nageur est le plus rapide, il a la plus grande amplitude, par contre sa fréquence est parmi les plus faibles. Il devrait donc axer son entraînement sur l'amélioration de la fréquence.

C.2. Combinaison technique et frottement

L'analyse des actions freinant le nageur fait l'étude de recherches complexes et variées. Une meilleure compréhension de ces phénomènes hydrodynamiques permet de faire évoluer les techniques de natation au plus haut niveau sportif.

C.2.1. À partir des documents 13 et 14, déterminer la position qui permet d'augmenter la performance du nageur pour une vitesse constante. Justifier.

Pour une vitesse constante, la force de résistance totale F_r ne dépend plus que de K et S. Pour augmenter les performances, il faut minimiser cette force, donc choisir la position pour laquelle le produit $K \times S$ est le plus petit.

Position de la tête	Position 1	Position 2	Position 3
Surface hachurée S (m ²)	0,376	0,307	0,277
Constante K	185	130	180
K × S	69,6	39,9	49,9

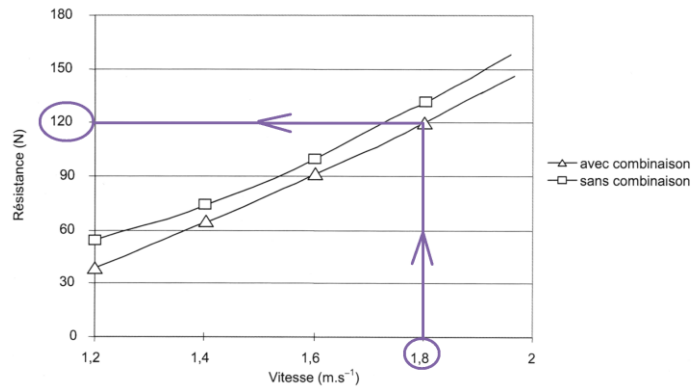
Il faut donc choisir la position 2.

Le développement des combinaisons techniques de natation a permis d'améliorer sensiblement les performances des sportifs de haut niveau. Ainsi en 2008, de nombreux records mondiaux ont été battus par des nageurs équipés de combinaisons.

On considère un nageur évoluant à une vitesse constante de 1,8 m.s⁻¹.

C.2.2. En utilisant le document 15, déterminer le travail de la force de la résistance (supposée constante) exercée par l'eau sur le nageur équipé d'une combinaison, pour une distance parcourue de 25 m.

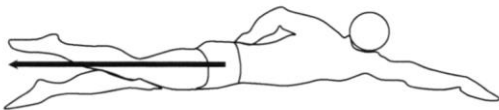
D'après le document 15, la force de résistance est de 120 N pour un nageur se déplaçant à 1,8 m/s avec une combinaison :



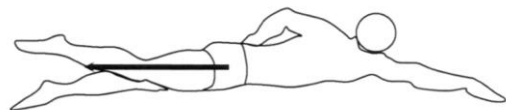
Si on suppose que cette force est colinéaire au déplacement : $W(R) = R \times D = 120 \times 25 = 3,0.10^3 \text{ J}$.

C.2.3. Les schémas du **document réponse D2 à rendre avec la copie** représentent le même nageur, se déplaçant à la même vitesse, mais équipé ou non d'une combinaison technique. On précise que seule la force de frottement due à la résistance de l'eau est représentée. À partir du document 15, compléter ces schémas en choisissant :

" Avec combinaison technique " ou " sans combinaison technique "



Sans combinaison technique



Avec combinaison technique

La force de frottement est plus grande lorsque le nageur n'a pas de combinaison technique.

C.2.4. D'après l'étude précédente, expliquer pourquoi le port d'une combinaison technique permet d'améliorer l'amplitude du nageur ?

Le port d'une combinaison technique permet de minimiser les forces de frottements, donc le travail à fournir par le nageur pour contrer cette force est plus petit.