

WATERGOOD

PARTIE 1 – REALISATION DE LA STATION DE POMPAGE

A) Etude de la station de pompage

1.A.1) Le niveau dynamique atteint sa valeur maximale en janvier avec 37,8 m. La hauteur géométrique maximale est alors de $z_{g\max} = H_R + N_d = 2,20 + 37,8 = 40 \text{ m}$

1.A.2) $H_{MT} = z_g + P_C$ avec $P_C = 0,20 \times z_g$ soit $H_{MT} = 40 + 0,20 \times 40 = 48 \text{ m}$.

1.A.3) Le nombre d'heures de plein soleil moyen par jour est de

$$M_s = \frac{205 + 190 + 205 + 210 + 215 + 210 + 230 + 235 + 195 + 190 + 180 + 185}{365} = 6,71 \text{ h/jour}$$

1.A.4) La pompe ne fonctionne que par l'énergie solaire. Le volume d'eau journalier à pomper est de $V = 14,1 \text{ m}^3$.

$$\text{Soit } Q_V = \frac{V}{M_s} = \frac{14,1}{6,71} = 2,1 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = 2,1 \cdot 10^3 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}. Q_V = \frac{V}{M_s} = \frac{14,1}{6,71} = 2,1 \text{ m}^3/\text{h} = 2,1 \cdot 10^3 \text{ L/h}$$

1.A.5) La pompe B est la pompe la moins puissante permettant toutefois un débit de 2100 L/h avec une H_{MT} de 48 m car pour un débit compris entre 1800 et 3000 L/h, elle présente une H_{MT} de 67 m.

B) Alimentation de la pompe par des panneaux photovoltaïques

1.B.1) L'onduleur est un dispositif permettant de transformer un courant continu (celui fourni par les panneaux photovoltaïques) en courant alternatif (celui nécessaire pour le fonctionnement de la pompe centrifuge).

1.B.2) Par définition du rendement : $r = \frac{P_A}{P_f} \rightarrow P_f = \frac{P_A}{r} = \frac{1,28}{0,88} = 1,45 \text{ kW}$

1.B.3) Les modèles 1 et 3 sont à éliminer car ils ne présentent pas une tension de sortie suffisante (31,7 V ou 28,9 V pour 35 V minimum).

Il est possible de placer 10 m² de panneaux, soit $\frac{10}{1,6} = 6,25$ soit 6 panneaux au maximum. Ce

qui représente une surface totale de $6 \times 1,6 = 9,6 \text{ m}^2$ de panneaux. La puissance crête est donc de $195 \times 9,6 = 1872 \text{ W}$ pour le modèle 2 et $149 \times 9,6 = 1430 \text{ W}$ pour le modèle 4. Seul le modèle 2 offre la puissance minimale nécessaire de 1,7 kW. Il faut donc choisir le modèle 2.

PARTIE 2 – METHODES DE POTABILISATION DE L'EAU

A) Par chloration

1) Production d'hypochlorite

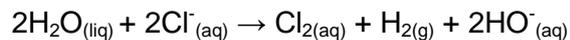
2.A.1.1) Par définition $n = \frac{m_{\text{NaCl}}}{M_{\text{NaCl}}} = \frac{50}{58,5} = 0,855 \text{ mol}$ Soit $C_0 = \frac{n_{\text{NaCl}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{0,855}{1} = \mathbf{0,855 \text{ mol/L}}$.

2.A.1.2) La cathode est le lieu d'une réduction. La réduction est le fait de capter des électrons. Les électrons sont fournis par la borne négative de l'alimentation. La cathode est donc reliée à la borne négative du générateur.

2.A.1.3) À la cathode, il se produit une réduction de l'eau (H_2O) avec production de dihydrogène gazeux (H_2). À l'anode, il se produit une oxydation de l'ion chlorure (Cl^-) avec production de dichlore (Cl_2).

2.A.1.4) $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$: $2\text{H}_2\text{O} + e^- \leftrightarrow \text{H}_2 + 2\text{HO}^-$ (nous sommes en milieu basique)

Cl_2/Cl^- : $2\text{Cl}^- \leftrightarrow \text{Cl}_2 + 2e^-$ soit :



2.A.1.5) La solution contient 0,855 mol d'ions chlorure. Selon l'équation bilan de l'électrolyse, il peut se former $\frac{1}{2} \times 0,855 = 0,427$ mol de dichlore. Selon l'équation bilan de la dismutation, il peut se former autant d'ions hypochlorite que de dichlore initialement présent, soit une quantité maximale d'ions hypochlorite de 0,427 mol.

2) Dosage de la solution d'hypochlorite par étalonnage

2.A.2.1) La longueur d'onde de 350 nm correspond à la longueur d'onde d'absorbance maximale du diiode. C'est la situation recherchée pour la spectrophotométrie.

2.A.2.2) La loi de Beer-Lambert est : $A = k \times C$

Pour que l'absorbance A soit proportionnelle à la concentration molaire, il faut :

- Une lumière monochromatique. C'est bien le cas avec $\lambda = 350 \text{ nm}$.
- Une cuve d'épaisseur constante. C'est bien le cas avec $\ell = 1 \text{ cm}$.

Ces conditions sont vérifiées car la courbe du document 8 est une droite passant par l'origine. L'absorbance est donc bien une fonction linéaire de la concentration.

Remarque 1 : on pourrait ajouter :

- La concentration doit être faible afin que l'absorbance soit proportionnelle au nombre de molécules. C'est le cas avec des concentrations en diiode limitées à $8,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$. Mais seule la non linéarité nous permettrait de connaître la concentration maximale à ne pas dépasser pour rester dans la validité de la loi.
- La solution doit être limpide afin d'exclure tout phénomène parasite. (Aucune information dans ce sens n'est donnée dans le sujet).

Remarque 2 : Seules les 2 premières conditions sont attendues. Mais la dilution 100 fois permet à la concentration de rester dans l'intervalle car selon l'équation bilan, une mole d'ions hypochlorite donne une mole de diiode, soit $0,427/100 = 4,27 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$.

2.A.2.3) Par lecture graphique, à une absorbance de 1,0 correspond une concentration en diiode de $4,0 \cdot 10^{-3}$ mol/L. La concentration de la solution S_2 est donc $C_2 = 4,0 \cdot 10^{-3}$ mol/L car la réaction est totale.

2.A.2.4) La solution S_2 est obtenue par dilution 100 fois de la solution S_1 , soit $C_1 = 100 \times C_2 = 0,40$ mol/L.

2.A.2.5) $U_{C_1} = 0,40 \times 0,02 = 0,008$ mol/L.

2.A.2.6) La valeur simplifiée calculée à la question précédente correspond à la valeur complexe calculée par le technicien. Les incertitudes liées à la pipette et à la fiole n'ont donc pas d'incidence sur l'incertitude finale et sont donc négligeables.

2.A.2.7) $0,39 < C_1 < 0,41$ mol/L

2.A.2.8) La solution correspond à la norme car au minimum elle est à $0,39$ mol/L $> 0,37$ mol/L. Et au maximum elle est à $0,41$ mol/L $< 0,43$ mol/L.

2.A.2.9) $\eta = \frac{C_1}{C_0} \times 100 = \frac{0,40}{0,855} \times 100 = 46,8\%$.

Le rendement maximale étant de $\eta' = \frac{C'_1}{C_0} \times 100 = \frac{0,427}{0,855} \times 100 = 50,0\%$; on peut conclure à un bon rendement de production de la solution d'hypochlorite de sodium car l'écart n'est que de 3,2 points.

B) Par rayonnement Ultra-Violet

2.B.1) D'après le document 9, seuls les UVC de 200 à 280 nm sont germicides.

2.B.2) La longueur d'onde correspondant à la fréquence de la lampe UV est :

$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3,0 \cdot 10^8}{1,18 \cdot 10^{15}} = 2,54 \cdot 10^{-7} m$ soit 254 nm. Elle émet dans l'encadrement recherché (200 nm $<$ 254 nm $<$ 280 nm). Elle est donc adaptée à la destruction des germes.

2.B.3) La puissance (en Watt) correspond à une énergie (en Joule) par unité de temps (en seconde). $W = \frac{J}{s}$. Soit $J = W \times s$. Il vient : $W \cdot s \cdot m^{-2} \leftrightarrow J \cdot m^{-2}$. La dose minimale correspond bien à une énergie par unité de surface.

PARTIE 3 – CHOIX DE LA METHODE DE POTABILISATION DE L'EAU

Méthode chimique	
Points positifs	Points négatifs
<p>Selon le document 10 sur les 12 principes de la chimie verte :</p> <p>Point 7 : Consommation de chlorure de sodium et d'eau qui sont des ressources renouvelables.</p>	<p>Selon le document 10 sur les 12 principes de la chimie verte :</p> <p>Point 1 : Production de résidus (trichlorométhane, acide dichloroacétique, acide trichloroacétique, dichloroacétonitrile et dihydrogène).</p> <p>Point 2 : Pas d'économie d'atomes, ni d'étapes.</p> <p>Points 3, 4, 8, 10 et 12 : Danger des produits (dihydrogène, hypochlorite de sodium, acide dichloroacétique, acide trichloroacétique, dichloroacétonitrile et trichlorométhane).</p> <p>Point 6 : l'électrolyse est couteuse en énergie.</p>

Méthode par rayonnement U.V.	
Points positifs	Points négatifs
<p>Selon le document 10 sur les 12 principes de la chimie verte :</p> <p>Par l'absence de synthèse chimique, cette méthode respecte les points 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 et 12.</p>	<p>Selon le document 12 sur les effets du rayonnement U.V.</p> <p>Danger pour la peau et les yeux.</p>

La synthèse chimique présente de nombreux inconvénients soulignés par le document 10 sur les 12 principes de la chimie verte. Car si l'eau et le chlorure de sodium ne sont pas dangereux, les 2 étapes que sont l'électrolyse puis la dismutation produisent des composés dangereux comme le dihydrogène et l'hypochlorite de sodium. Ensuite, lors de la désinfection, le procédé de chloration produit des résidus toxiques et dangereux qu'il faudra éliminer par des étapes complémentaires de purification. De plus, l'électrolyse est couteuse en énergie. La méthode par rayonnement ne présente aucun de ces inconvénients. Il faut seulement se protéger de la lumière par un boîtier opaque aux U.V. La consommation énergétique est probablement plus faible pour la lampe qu'elle ne l'est pour l'électrolyseur. Néanmoins, il faut faire une étude comparative complète intégrant l'efficacité de chaque méthode une fois installée sur place avant de faire un choix définitif.