

**L'ÉLECTROLYSE :
UNE MÉTHODE ACTIVE POUR RÉNOVER LES RÉCIFS CORALLIENS.**

PARTIE A : Suivre et comprendre la disparition des récifs coralliens

A.1. L'acidification des océans

A.1.1. Les deux causes responsables de l'augmentation de l'émission de CO_2 dans l'atmosphère ces dernières années sont :

- l'augmentation des combustions des carburants fossiles (charbon, gaz naturel, pétrole)
- l'augmentation des activités humaines (déforestation, procédés industriels ...)

A.1.2. La molécule d'acide carbonique $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ est bien une espèce acide car elle peut un ou deux protons H^+ .

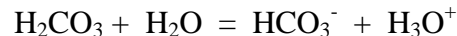
A.1.3 La demi-équation acido-basique traduisant la transformation de l'eau $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ en ion oxonium $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ est :



A.1.4 On a également la demi-équation suivante :



On additionne les deux demi-équations et on obtient l'équation bilan de la réaction entre l'acide carbonique $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ et l'eau $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$:



A.1.5 L'augmentation de la quantité de dioxyde de carbone CO_2 dans l'air entraîne une dissolution plus importante de dioxyde de carbone dans les océans. Cette dissolution entraîne la formation d'acide carbonique puis d'après la réponse A.1.4 une formation d'ion oxonium H_3O^+ . La concentration des ions oxonium H_3O^+ augmente dans l'eau dans le pH des océans diminue. C'est pour cela que l'on parle d'acidification des océans.

A.2 Les observations satellites

A.2.1. a)

1) Les ultrasons sont des ondes électromagnétiques.

Faux, il s'agit d'une onde mécanique dû à la propagation de la variation de la pression de l'air.

2) Les particules alpha (émises lors des désintégrations nucléaires) sont des ondes électromagnétiques.

Faux, les particules alpha sont des noyaux d'Hélium.

3) Une onde électromagnétique est composée d'un champ électrique et d'un champ cinétique.

Faux, une onde électromagnétique est composée d'un champ électrique et d'un champ magnétique.

4) La longueur d'onde d'une onde électromagnétique est proportionnelle à sa période.

Vrai, $\lambda = c \times T$

b) Grandeur d'entrée : énergie lumineuse

Grandeur de sortie : signal électrique

Ces deux signaux sont des grandeurs analogiques. Une grandeur est analogique lorsqu'il y a une infinité de valeurs possibles sur un intervalle donné et une grandeur est numérique quand elle ne peut prendre qu'un nombre limité de valeurs distinctes.

c) C.A.N signifie convertisseur analogique numérique.

A.2.2.

a) D'après la relation donnée dans le document 3,

$$T = \frac{2,90 \times 10^{-3}}{\lambda_{\max}} \quad \text{donc} \quad \lambda_{\max} = \frac{2,90 \times 10^{-3}}{T} = \frac{2,90 \times 10^{-3}}{273 + 20} = 9,90 \times 10^{-6} \text{ m} = 9,90 \mu\text{m}$$

b) $\lambda_{\max} = 9,90 \times 10^{-6} \text{ m} = 9,90 \times 10^3 \text{ nm} = 9900 \text{ nm}$

Donc, d'après le document 3, cette onde appartient au domaine de l'infrarouge.

c) La longueur d'onde du rayonnement du corps noir est de l'ordre de $10 \mu\text{m}$.

L'évaluation des températures par télédétection nécessite de corriger les valeurs de quelques micromètres. En tenant compte de cela, les étendues de mesures des bandes 6 de Landsat Tm et des bandes 4 et 5 de NOAA permettent de détecter ce rayonnement.

A.2.3 a) On peut les différencier en mesurant la réflectance. La réflectance des coraux vivants est supérieure à celles des coraux morts. Tandis la réflectance des coraux vivants est inférieure à celle des algues.

b) La longueur d'onde du rayonnement réfléchi maximal pour un corail vivant « soft » est de $0,5 \mu\text{m}$ soit 500 nm . Donc ce rayonnement réfléchi maximal appartient au domaine du visible car la longueur d'onde est comprise entre 400 et 800 nm .

c) On détermine la valeur de la longueur d'onde

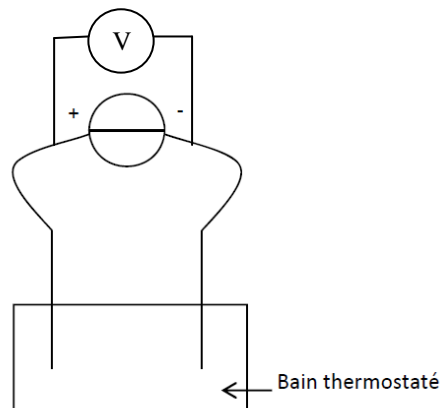
$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad \text{donc} \quad \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{2,84 \times 10^{-19}} = 7 \times 10^{-7} \text{ m} = 0,7 \mu\text{m}$$

Pour cette longueur de $0,7 \mu\text{m}$ et pour une réflectance de $0,25$, il s'agit d'une algue qui est détectée.

PARTIE B : Sauver les coraux : la structure Biorock

B.1. L'expérimentation en laboratoire

B.1.1



Pour montrer l'influence de la tension sur la quantité de CaCO_3 :

- on pèse l'électrode négative.
- on fixe la tension sur une certaine valeur et on réalise l'expérience pendant une durée fixée (5 minutes par exemple)
- on pèse l'électrode négative pour déterminer la quantité de CaCO_3
- on répète la même manipulation avec une valeur différente de tension.

B.1.2 a) D'après le document 7, la précision est de 0,3 % de l'indic. + 2 digits donc

$$\varepsilon_1 = 0,003 \times 1,230 + 2 \times 0,001 = 0,006 \text{ V}$$

D'après le document 7, la précision est de 1,2 % de la valeur lue + 2 digits (plage de mesure 2,000 V) donc

$$\varepsilon_2 = 0,012 \times 1,230 + 2 \times 0,001 = 0,017 \text{ V}$$

b)

$$u_1(U) = \frac{\varepsilon_1}{\sqrt{3}} = \frac{0,006}{\sqrt{3}} = 0,003 \text{ V}$$

$$u_2(U) = \frac{\varepsilon_2}{\sqrt{3}} = \frac{0,017}{\sqrt{3}} = 0,010 \text{ V}$$

Pour le premier voltmètre : $U_1 = 1,230 \pm 0,003 \text{ V}$

Pour le deuxième voltmètre : $U_2 = 1,230 \pm 0,010 \text{ V}$

c) On doit mesurer une tension entre 1,200 et 1,270 V, donc la précision du deuxième voltmètre peut suffire.

B.2. Les propriétés de l'aragonite obtenue

B.2.1 P_A et P_B : pression respectivement au point A et B exprimées en pascal (Pa)

g : intensité de la pesanteur exprimée en m.s^{-2}

ρ : masse volumique exprimée en kg.m^{-3}

h_A et h_B : profondeur des points A et B exprimée en mètre (m)

B.2.2. On considère que le point A se situe à la surface et que le point B se situe à 20 m de profondeur.

D'après le principe fondamental de l'hydrostatique, on a la relation :

$$P_B - P_A = \rho g (h_A - h_B) = P_B = P_A + \rho g (h_A - h_B) = 1,013 \times 10^5 + 1030 \times 9,81 \times 20 = 3,03 \times 10^5 \text{ Pa} = 0,3 \text{ MPa}$$

L'aragonite peut résister à cette pression de 0,3 MPa à 20 m de profondeur car elle peut supporter, d'après l'indication de l'énoncé, une pression jusqu'à 80 MPa.

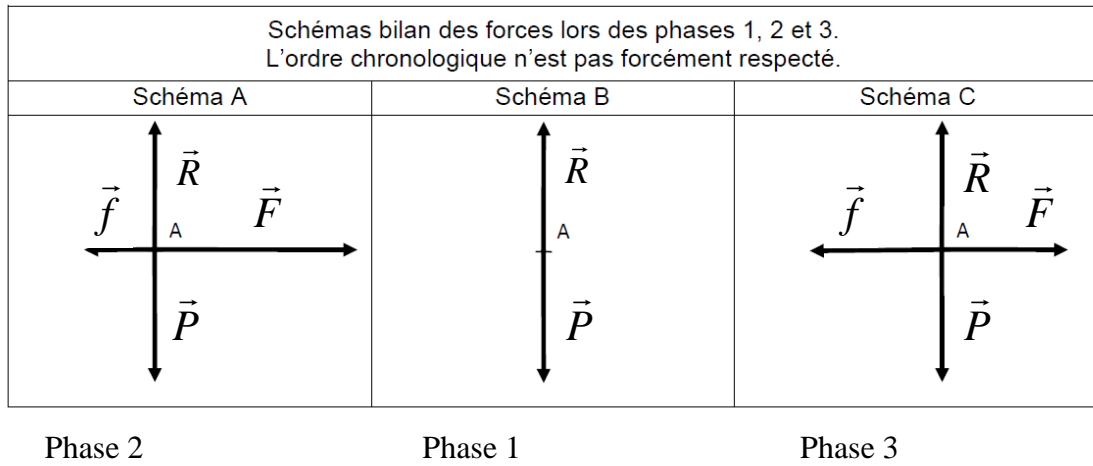
B.2.3 Les matériaux proposés ont tous une résistance à la pression très supérieure à 0,3 MPa donc ce procédé peut être aussi envisagé pour la construction de digues.

B.3 La mise en place de la structure

B.3.1 On a la relation :

$$P = m \times g = 100 \times 9,81 = 981 \text{ N}$$

B.3.2



Phase 1 : la structure est immobile, le principe d'inertie s'applique donc les forces se compensent ($R = P$)

Phase 2 : Le mouvement est rectiligne accéléré, le principe d'inertie ne s'applique pas donc les forces ne se compensent pas ($F > f$)

Phase 3 : le mouvement est rectiligne uniforme, le principe d'inertie s'applique donc les forces se compensent ($F = f$ et $P = R$).

PARTIE C : Choisir la source d'énergie pour alimenter la structure Biorock

C.1. L'énergie éolienne ou hydrolienne

C.1.1 On a la relation $V = S \times L$. De plus :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{donc} \quad m = \rho \times V = \rho \times S \times L$$

$$L = v_0 \times \Delta t$$

$$m = \rho \times S \times v_0 \times \Delta t$$

C.1.2 L'expression de l'énergie cinétique est :

$$E_c = \frac{1}{2} m v_0^2$$

C.1.3 D'après la relation de la réponse C.1.1, l'énergie cinétique peut alors s'exprimer :

$$E_c = \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times v_0 \times \Delta t \times v_0^2 = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times \Delta t \times v_0^3$$

C.1.4 L'expression de la puissance en fonction de l'énergie est la suivante :

$$P = \frac{E_c}{\Delta t} = \frac{\rho \times S \times \Delta t \times v_0^3}{2 \times \Delta t} = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times v_0^3$$

C.1.5 D'après les données en introduction :

- pour l'éolienne : $v_0 = 10 \text{ m.s}^{-1}$ et $\rho_{\text{air}} = 1,20 \text{ kg.m}^{-3}$
 - pour l'hydrolienne : $v_0 = 0,05 \text{ m.s}^{-1}$ et $\rho_{\text{mer}} = 1,03 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
- On utilise la relation démontrée à la réponse C.1.4

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times v_0^3 \quad \text{donc} \quad S = \frac{2P}{\rho \times v_0^3}$$

$$S_e = \frac{2P}{\rho_{air} \times v_0^3} = \frac{2 \times 1000}{1,20 \times 10^3} = 1,67 \text{ m}^2$$

$$S_h = \frac{2P}{\rho_{mer} \times v_0^3} = \frac{2 \times 1000}{1,03 \times 10^3 \times 0,05^3} = 1,55 \times 10^4 \text{ m}^2$$

C.1.6 Pour cette zone d'implantation, la surface nécessaire d'hydrolienne est importante et est supérieure à celle de l'éolienne. Il est donc préférable de choisir l'éolienne.

C.2. L'énergie solaire

C.2.1 D'après la relation donnée dans l'énoncé :

$$\eta = \frac{P_{fournie}}{P_{reçue}} \quad \text{donc} \quad P_{reçue} = \frac{P_{fournie}}{\eta} = \frac{1000}{0,15} = 6,67 \times 10^3 \text{ W} = 6,67 \text{ kW}$$

C.2.2 $P_{reçue} = E \times S$ où E représente l'irradiance. D'après l'énoncé $E = 1500 \text{ W.m}^{-2}$

$$P_{reçue} = E \times S_{pan} = 1500 \times 5 = 7500 \text{ W} = 7,5 \text{ kW}$$

Pour alimenter les 30 m^2 de la structure, il suffit d'une puissance de 6,67 kW donc la surface de 5 m^2 est suffisante. (Elle produit 7,5 kW)

C.3. Le groupe électrogène

C.3.1 La relation entre l'énergie, la puissance et la durée est :

$$E = P \times t = 1,00 \times 12 = 12 \text{ kW.h}$$

$$E = 12 \times 3,60 \times 10^6 = 4,32 \times 10^7 \text{ J} = 43,2 \text{ MJ}$$

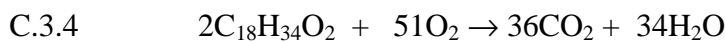
C.3.2 Le pouvoir calorifique de l'huile est de 34 MJ.kg^{-1} , c'est-à-dire la combustion de 1 kg d'huile libère une énergie de 34 MJ

$$1 \text{ kg} \rightarrow 34 \text{ MJ}$$

$$m \rightarrow 43,2 \text{ MJ} \quad m = \frac{43,2}{34} = 1,27 \text{ kg}$$

C.3.3 On a la relation :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{1270}{282} = 4,50 \text{ mol}$$



C.3.5 D'après l'équation de la réaction précédente, on a la relation :

$$\frac{n_{\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2}}{2} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{36} \quad \text{donc} \quad n_{\text{CO}_2} = \frac{36n_{\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2}}{2} = 18n_{\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2}$$

$$\frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} = 18 \times n_{\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2} \quad \text{donc} \quad m_{\text{CO}_2} = 18 \times n_{\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2} \times M_{\text{CO}_2} = 18 \times 4,5 \times 44 = 3564 \text{ g} = 3,6 \text{ kg}$$

C.4. Le choix de l'énergie

Les hydroliennes utilisent une énergie renouvelable, régulière et prévisible. Mais l'hydrolienne ne convient pas à la situation car il faudrait une trop grande surface d'hydrolienne.

Le groupe électrogène utilise un combustible qui peut utiliser en cas de besoin, mais il produit du dioxyde de carbone et donc participe à l'émission de gaz à effet de serre. De plus il faut installer des câbles d'alimentation.

Les panneaux solaires peuvent fonctionner avec une surface faible mais l'irradiance nécessaire n'est pas toujours disponible (présence de nuages).

L'éolienne est donc le mode de production d'énergie le plus adapté à la situation.