



Baccalauréat STI2D et STL spécialité SPCL

Épreuve de physique chimie

Proposition de correction

Session de juin 2016

En polynésie

08/06/2016

www.udppc.asso.fr

PARTIE A – SUIVRE ET COMPRENDRE LA DISPARITION DES RECIFS CORALLIENS

A.1. L'acidification des océans.

A.1.1. À l'aide de vos connaissances, citer deux causes responsables de l'augmentation de l'émission de CO₂ dans l'atmosphère ces dernières années.

- **L'augmentation du nombre de véhicules rejetant du dioxyde de carbone.**
- **L'augmentation de l'activité humaine : combustion des déchets...**

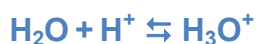
La dissolution dans l'eau du dioxyde de carbone gazeux entraîne, d'abord, la formation d'acide carbonique H₂CO_{3(aq)} qui se transforme, ensuite, en ion carbonate HCO_{3(aq)}⁻, selon l'équation $H_2CO_{3(aq)} = HCO_{3(aq)}^- + H^+_{(aq)}$.

A.1.2. En vous appuyant sur la définition d'un acide, justifier que la molécule H₂CO_{3(aq)} est bien une espèce acide.

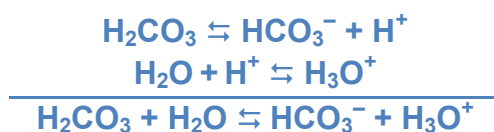
Un acide est une espèce pouvant céder un ions H⁺_(aq). H₂CO₃ peut céder un ion H⁺ selon la demi-équation : $H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$, c'est donc un acide.

On donne le couple acide / base de l'eau H₃O⁺_(aq) / H₂O_(l).

A.1.3. Écrire la demi-équation acido-basique traduisant la transformation de l'eau H₂O_(l) en ion oxonium H₃O⁺_(aq).



A.1.4. En déduire l'équation bilan de la réaction entre l'acide carbonique H₂CO_{3(aq)} et l'eau H₂O_(l).



A.1.5. Pourquoi parle-t-on d'acidification des océans ? Une réponse argumentée de quelques lignes (maximum 10 lignes) est demandée dans laquelle devront apparaître les notions suivantes : pH, concentration, dissolution, H₃O⁺ ou H⁺, CO₂.

L'augmentation de la concentration en dioxyde de carbone dans l'air conduit, par dissolution, à l'augmentation de la concentration en dioxyde de carbone dans l'eau. Donc la concentration en acide carbonique dans l'eau augmente.

Or, on a vu à la question A.1.4. que cela conduit à l'augmentation de la concentration en ion oxonium, responsable de l'acidité des solutions : plus il y a d'ions oxonium, plus l'eau est acide. Plus l'eau est acide plus son pH est faible.

A.2. Les observations satellites.

A.2.1. Étude des capteurs.

A.2.1.a. Les propositions suivantes sont-elles vraies ou fausses ? **Justifier brièvement la réponse.**

1) Les ultrasons sont des ondes électromagnétiques.

Faux : les ultrasons sont des ondes sonores, dues à la vibration de l'air. Ce sont des ondes mécaniques.

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

Faux, les particules alpha sont des noyaux d'hélium, ce ne sont donc pas des ondes.

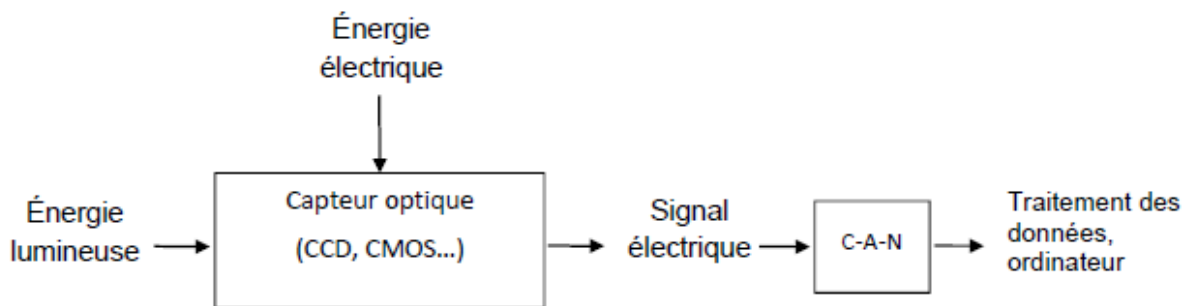
3) Une onde électromagnétique est composée d'un champ électrique et d'un champ cinétique.

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 : $\lambda = c \times T$

A.2.1.b. En vous appuyant sur la chaîne d'acquisition du signal (**document 4 page 5**), identifier la grandeur d'entrée et la grandeur de sortie du capteur optique. Préciser dans chaque cas s'il s'agit d'une grandeur analogique ou d'une grandeur numérique, tout en définissant ces deux termes.



Grandeur d'entrée : énergie lumineuse

Grandeur de sortie : signal électrique

A.2.1.c. Donner le sens des lettres C-A-N dans la chaîne d'acquisition du signal par un capteur CCD. (**Document 4 page 5**).

C-A-N : convertisseur analogique numérique

A.2.2. Température.

A.2.2.a. En supposant que le rayonnement émis par l'eau est celui du corps noir à la même température, calculer la longueur d'onde du rayonnement émis par une zone de l'océan dont la température de surface vaut $\theta = 20,0 \text{ °C}$. Exprimer le résultat en micromètres.

D'après le document 3 : $T = \frac{2,90 \times 10^{-3}}{\lambda_{\max}}$,

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

A.2.2.b. En utilisant le **document 3 page 5**, indiquer à quel domaine du spectre électromagnétique appartient cette onde.

$\lambda_{\max} = 9,90 \mu\text{m} = 9900 \text{ nm}$, il s'agit donc d'infra rouge.

A.2.2.c. En vous appuyant sur le **document 2 page 4**, justifier que les satellites LANDSAT.TM et NOAA (**document 1 page 4**) peuvent-être utilisés pour mesurer la température des océans.

Le calcul précédent indique que les océans à une température de $20,0^{\circ}\text{C}$ émettent une radiation de $9,9\mu\text{m}$ dans le cas du corps noir. Vu que la température fluctue et avec les corrections à apporter dans le cas réel les longueurs d'onde à détecter sont dans le domaine des bandes 6 de Landsat TM et des bandes 4 et 5 de NOAA.

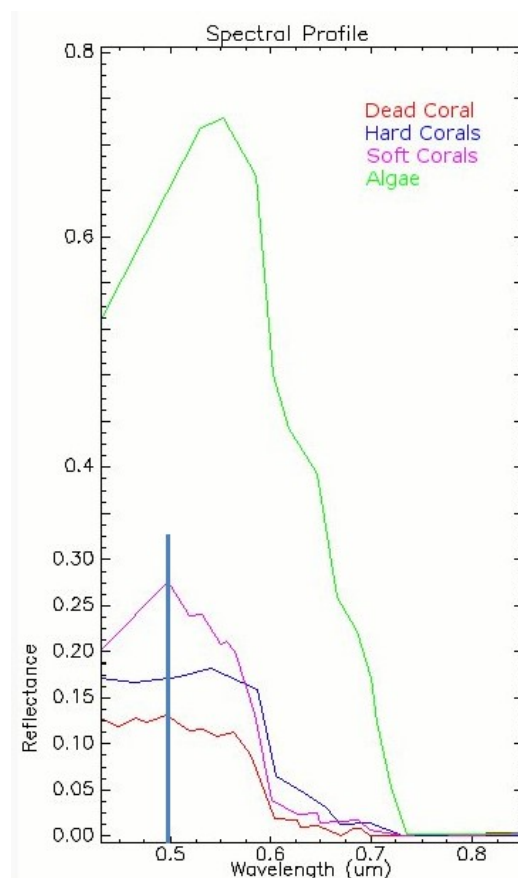
A.2.3. Réflectance.

A.2.3.a. En vous appuyant sur le **document 5 page 6**, indiquer quelle(s) grandeur(s) permet(tent) de différencier un corail vivant (soft ou hard), d'un corail mort ou un corail vivant, d'algues ?

La réflectance des coraux vivants est supérieure à celles des coraux morts, mais nettement inférieure à celle des algues

A.2.3.b. La longueur d'onde du rayonnement réfléchi maximal pour un corail vivant « soft » appartient-elle au domaine visible ?

La longueur d'onde maximale est de $0,5 \mu\text{m}$, soit 500 nm .



Cette longueur d'onde est comprise entre 400 et 800 nm , elle appartient donc au domaine du visible.

A.2.3.c. Le capteur mesure une réflectance égale à 0,25 pour une énergie de rayonnement $E = 2,84 \times 10^{-19}$ J. Déterminer la nature du matériau détecté.

Il faut d'abord déterminer la longueur d'onde d'émission :

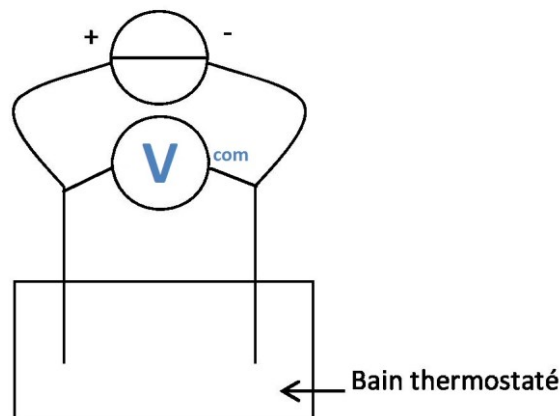
$$\lambda = \frac{h \times c}{E} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{2,84 \cdot 10^{-19}} = 7,00 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 0,7 \text{ }\mu\text{m}.$$

À cette longueur d'onde, d'après le document, avec une réflectance $R=0,25$ on détecte des algues.

PARTIE B - SAUVER LES CORAUX : LA STRUCTURE BIOROCK

B.1. L'expérimentation en laboratoire.

B.1.1. Pour mettre en œuvre la démarche expérimentale permettant d'étudier l'effet de la tension sur la quantité de CaCO_3 formée, reproduire sur la copie le schéma du montage ci-dessous et y faire figurer l'instrument de mesure utilisé pour mesurer la tension.



Indiquer les étapes de la démarche expérimentale avec des phrases courtes.

- **On pèse l'électrode négative**
- **On branche un générateur en parallèle au voltmètre.**
- **On fixe la tension à une certaine valeur U**
- **On réalise l'électrolyse pendant 5 min (à mesurer au chronomètre) avec une certaine valeur de tension.**
- **On pèse à nouveau l'électrode négative pour déterminer la masse d'aragonite formée.**
- **On recommence cette opération pour différentes valeurs de tension U .**

B.1.2. Choix d'un voltmètre.

Les résultats affichés montrent que la réaction atteint son maximum d'efficacité pour une tension appliquée $U = 1,230 \text{ V}$. Des réactions parasites peuvent se produire lors de l'électrolyse. Afin d'éviter cela il faut maintenir une tension effective entre 1,200 V et 1,270 V.

B.1.2.a. Les deux multimètres affichent la valeur $U = 1,230 \text{ V}$. Utiliser la précision de ces voltmètres, **document 7 page 8**, pour calculer l'incertitude sur la mesure ϵ . Montrer que pour le multimètre 1, $\epsilon_1 = 0,006 \text{ V}$ et que pour le multimètre 2, $\epsilon_2 = 0,017 \text{ V}$

- Pour le 1^{er} multimètre, la précision est de 0,3 % de la valeur lue + 2 digits :

$$\varepsilon_1 = 1,230 \times \frac{0,3}{100} + 0,002 = 0,006 \text{ V}$$

- Pour le 2^e multimètre, sur le calibre 2,000 V la précision est de 1,2 % de la valeur lue + 2 digits :

$$\varepsilon_2 = 1,230 \times \frac{1,2}{100} + 0,002 = 0,017 \text{ V}$$

B.1.2.b. Sachant que l'incertitude associée au résultat d'une mesure unique, $u(U)$, pour un niveau de confiance de 95 % est donnée par $u(U) = \frac{\varepsilon}{\sqrt{3}}$, exprimer, pour chaque voltmètre, la mesure de la tension sous la forme $U \pm u(U)$ en utilisant le nombre adapté de chiffres significatifs.

- Pour le 1^{er} voltmètre : $u(U) = \frac{\varepsilon_1}{\sqrt{3}} = \frac{0,006}{\sqrt{3}} = 0,0035 \text{ V}$ que l'on arrondi à 0,004 V

Soit $1,230 \pm 0,004 \text{ V}$

- Pour le 2^e voltmètre : $u(U) = \frac{\varepsilon_2}{\sqrt{3}} = \frac{0,017}{\sqrt{3}} = 0,0098 \text{ V}$ que l'on arrondi à 0,01 V

Soit $1,23 \pm 0,01 \text{ V}$

B.1.2.c. Quel voltmètre est-il préférable de choisir ? Justifier votre choix.
On doit mesurer une tension comprise entre 1,200 et 1,270 V

La précision du 2^e voltmètre est suffisante.

B.2. Les propriétés de l'aragonite obtenue.

B.2.1. Identifier les grandeurs présentes dans le principe fondamental de l'hydrostatique ; indiquer leurs unités. Vous pouvez vous appuyer sur un schéma.

Principe fondamental de l'hydrostatique : $P_B - P_A = \rho \times g \times (h_A - h_B)$

- P_B et P_A sont les valeurs de pression en deux points A et B en Pascal.
- ρ correspond à la masse volumique du fluide (l'eau de mer ici) en kg.m^{-3} .
- g est la valeur de l'intensité de la pesanteur en m.s^{-2} ou N.kg^{-1} .
- h_A et h_B sont les profondeurs des points A et B en mètre.

B.2.2. Pour un récif corallien se situant à 20 m de profondeur, calculer la pression exercée par l'eau sur l'aragonite formée puis en déduire si ce matériau supportera cette pression.

Si on place le point A à la surface et le point B à 20 m de profondeur, on a :

$$P_B = P_A + \rho \times g \times (h_A - h_B) = 101\,300 + 1030 \times 9,81 \times 20 = 303\,386 \text{ Pa}$$

soit environ 0,3 MPa.

Dans le texte d'introduction, on nous informe que l'aragonite résiste à des pressions de 80 mégapascal.

Donc le matériau supportera la pression à 20 m de profondeur.

- B.2.3.** Ce procédé est aussi envisagé pour la construction de digues ou de structures immergées. En comparant avec les matériaux de construction habituels, indiquer si cette idée vous semble intéressante.

La pression à 20 m de profondeur est largement inférieure à la valeur limite de résistance des matériaux tels que la brique, le béton ou le granite, donc c'est un matériau qui peut être utilisé pour construire des structures immergées en faible profondeur (de l'ordre de 20m).

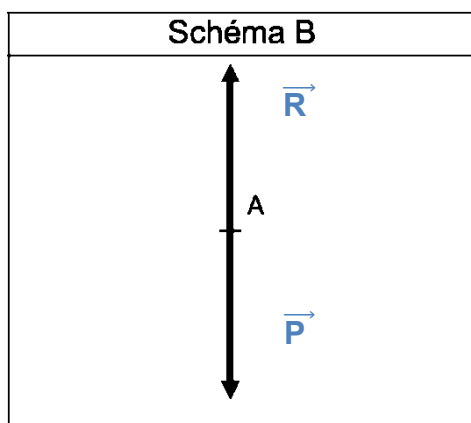
- B.3.** La mise en place de la structure.

- B.3.1.** Calculer l'intensité du poids, \vec{P} , de la structure.

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

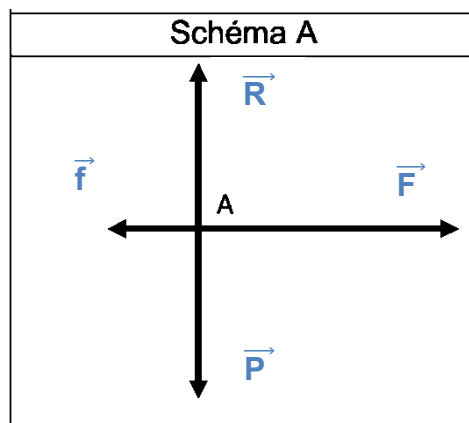
- B.3.2.** Associer à chaque schéma (A, B et C) la phase (1, 2 ou 3) correspondante.

Phase 1 : la structure est immobile à la surface de l'eau.



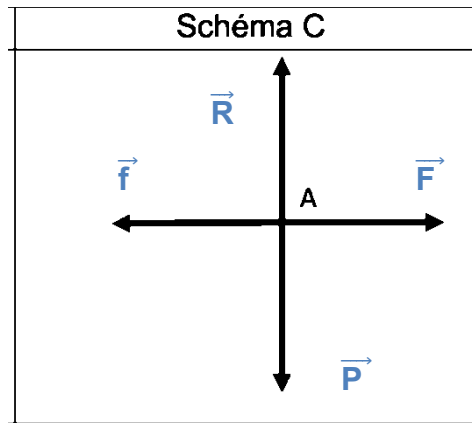
Lors de cette phase, le bateau est immobile, il n'est soumis qu'à deux forces \vec{R} et \vec{P} qui se compensent (principe d'inertie).

Phase 2 : Le bateau, initialement au repos, atteint la vitesse $v_f = 3,0 \text{ m.s}^{-1}$ après 10 m de traction.



Lors de cette phase, le bateau a un mouvement accéléré. Il est soumis aux 4 forces \vec{R} , \vec{P} , \vec{F} et \vec{f} : qui ne se compensent pas puisqu'il accélère.

Phase 3 : Le bateau tracte la structure à vitesse constante $v_f = 3,0 \text{ m.s}^{-1}$ jusqu'à son emplacement final.



Lors de cette phase, le bateau a un mouvement rectiligne uniforme. Il est soumis aux 4 forces \vec{R} , \vec{P} , \vec{F} et \vec{f} : qui se compensent (principe d'inertie).

PARTIE C : CHOISIR LA SOURCE D'ENERGIE POUR ALIMENTER LA STRUCTURE BIOROCK

C.1. L'énergie éolienne ou hydrolienne.

C.1.1. Le volume d'un cylindre, de section S et de longueur L , est égal à $V = L \times S$. Exprimer la masse, m , de fluide contenue dans le volume en fonction de ρ , v_0 , Δt et S .

$$\text{On a : } V = L \times S = v_0 \times \Delta t \times S$$

$$\text{Donc } m = \rho \times V = \rho \times v_0 \times \Delta t \times S$$

C.1.2. Rappeler l'expression de l'énergie cinétique, E_c , pour un objet, de masse m , qui se déplace à la vitesse v_0 .

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

C.1.3. Cette expression peut être appliquée dans le cas d'une masse, m , de fluide. Montrer alors que l'énergie cinétique du fluide, dans le volume cylindrique, est :

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

En combinant les deux réponses précédentes, on obtient :

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

C.1.4. En déduire l'expression de la puissance, P , du fluide qui traverse la section, S .

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

C.1.5. Calculer, pour les conditions d'implantation présentées en introduction, les sections S_e de l'éolienne et S_h de l'hydrolienne, afin qu'elles produisent chacune une puissance $P = 1,00 \text{ kW}$.

$$\text{On a : } S = \frac{2 \times P}{\rho \times v_0^3}$$

$$\text{Pour l'éolienne } S_e = \frac{2 \times P}{\rho_{\text{air}} \times v_{\text{vent}}^3} = \frac{2 \times 1000}{1,20 \times 10^3} = 1,67 \text{ m}^2.$$

$$\text{Pour l'hydrolienne } S_h = \frac{2 \times P}{\rho_{\text{eau}} \times v_{\text{eau}}^3} = \frac{2 \times 1000}{1,03 \cdot 10^3 \times 0,050^3} = 1,55 \cdot 10^4 \text{ m}^2.$$

C.1.6. Justifier, pour ces conditions d'implantation, qu'il est préférable de choisir l'éolien.

Pour produire la puissance nécessaire, il faut une trop grande section d'hydrolienne, il est donc préférable de choisir l'éolien à cet endroit.

C.2. L'énergie solaire.

C.2.1. En déduire la valeur de la puissance reçue par le panneau solaire pour fournir 1,00 kW.

$$\text{On a : } \eta = \frac{P_{\text{fournie}}}{P_{\text{reçue}}} \text{ donc } P_{\text{reçue}} = \frac{P_{\text{fournie}}}{\eta} = \frac{1000}{0,15} = 6,67 \cdot 10^3 \text{ W} = 6,67 \text{ kW}$$

C.2.2. Montrer qu'une surface $S_{\text{pan}} = 5,00 \text{ m}^2$ de panneau solaire est suffisante pour alimenter $30,0 \text{ m}^2$ de structure Biorock dans les conditions d'implantation présentées.

D'après les informations données, pour alimenter $30,0 \text{ m}^2$ de structure, il faut une puissance de 1,00 kW.

D'après le résultat de la question précédente, il faut donc que le panneau reçoive une puissance de 6,67 kW.

L'irradiance moyenne étant de $1500 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ ($1,5 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$), il faut une surface $S = \frac{6,67}{1,5} = 4,44 \text{ m}^2$.

Donc une surface de $5,00 \text{ m}^2$ est bien suffisante.

C.3. Le groupe électrogène.

C.3.1. Rappel : $1,00 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3,60 \times 10^6 \text{ J}$.

Utiliser la relation entre la puissance, l'énergie et la durée de fonctionnement pour calculer l'énergie nécessaire (en joule) pour faire fonctionner $30,0 \text{ m}^2$ de structure pendant 12,0 h.

$$\text{On a } E = P \times \Delta t = 1,00 \times 12,0 = 12,0 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

$$\text{Soit } E = 12,0 \times 3,60 \cdot 10^6 = 4,32 \cdot 10^7 \text{ J}$$

C.3.2. Calculer la masse d'huile de coco qu'il faut brûler pour fournir cette énergie.

$$\text{Il faut fournir une énergie } E = 4,32 \cdot 10^7 \text{ J} = 43,2 \text{ MJ}$$

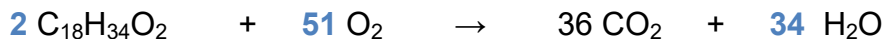
Le PCI de l'huile de coco est $34 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$

$$\text{Donc il faut une masse } m = \frac{E}{\text{PCI}} = \frac{43,2}{34} = 1,27 \text{ kg}.$$

C.3.3. En déduire la quantité de matière d'huile de coco consommée.

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

C.3.4. Recopier et compléter l'équation de combustion de l'huile de coco, ci-dessous :



C.3.5. Donnée : $M_{\text{CO}_2} = 44,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

En déduire que la masse de CO_2 produite, lors du fonctionnement du groupe électrogène pendant 12,0 h, est égale à 3,6 kg.

D'après l'équation, la combustion de 2 moles d'huile produit 36 moles de CO_2 .

Donc, la combustion de 4,50 mol d'huile produit 81,0 mol de CO_2 .

Soit une masse $m = n \times M = 81,0 \times 44,0 = 3,56.10^3 \text{ g}$ soit 3,6 kg.

C.4. Le choix de l'énergie.

Parmi tous les modes de production d'énergie, quel est celui qui vous semble le plus adapté à la situation ? Vous justifierez votre choix en listant les points positifs et négatifs de chaque option.

Les hydroliennes et éoliennes utilisent une énergie renouvelable et régulière.

L'énergie hydrolienne est en plus prévisible. Cependant on a pu voir que l'hydrolienne ne convient pas à la situation car il faudrait une trop grande surface de pale.

Le groupe électrogène utilise un combustible que l'on peut stocker et utiliser quand on en a 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.

Le moyen le plus adapté ici est l'éolienne.