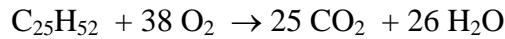


## L'ÎLE EL HIERRO

### Partie A : S'adapter aux conditions géologiques et météorologiques pour produire de l'électricité

#### A.1. Éviter l'émission de 18 700 tonnes de CO<sub>2</sub> par an.

A.1.1. Equation de combustion complète du pétrole C<sub>25</sub>H<sub>52</sub> dans le dioxygène de l'air.



A.1.2. Masse de pétrole, m<sub>C<sub>25</sub>H<sub>52</sub></sub>, utilisée chaque année par l'île pour alimenter sa centrale thermique.

D'après le document 2, la masse de pétrole, m<sub>C<sub>25</sub>H<sub>52</sub></sub>, utilisée chaque année par l'île pour alimenter sa centrale thermique est de 6000 tonnes.

A.1.3 Calcul de la quantité de matière de pétrole, n<sub>C<sub>25</sub>H<sub>52</sub></sub>, utilisée chaque année.

On a la relation :

$$n_{\text{C}_{25}\text{H}_{52}} = \frac{m_{\text{C}_{25}\text{H}_{52}}}{M_{\text{C}_{25}\text{H}_{52}}} = \frac{6 \times 10^9}{352} = 1,7 \times 10^7 \text{ mol}$$

A.1.4 Calcul de la quantité de matière de dioxyde de carbone n<sub>CO<sub>2</sub></sub> formée.

D'après l'équation de la question A.1.1., on a la relation :

$$\frac{n_{\text{C}_{25}\text{H}_{52}}}{1} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{25} \quad \text{donc} \quad n_{\text{CO}_2} = 25 \times n_{\text{C}_{25}\text{H}_{52}} = 25 \times 1,7 \times 10^7 = 4,26 \times 10^8 \text{ mol}$$

A.1.5. Calcul de la masse de dioxyde de carbone m<sub>CO<sub>2</sub></sub> formée.

On a la relation :

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} \quad \text{donc} \quad m_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \times M_{\text{CO}_2} = 4,26 \times 10^8 \times 44 = 1,87 \times 10^{10} \text{ g} = 1,87 \times 10^4 \text{ t}$$

A.1.6. Information du document 2 de la page 3 sur la masse de CO<sub>2</sub> émise correcte.

L'information du document 2 de la page 3 sur la masse de CO<sub>2</sub> émise est correcte car elle est égale à celle calculée.

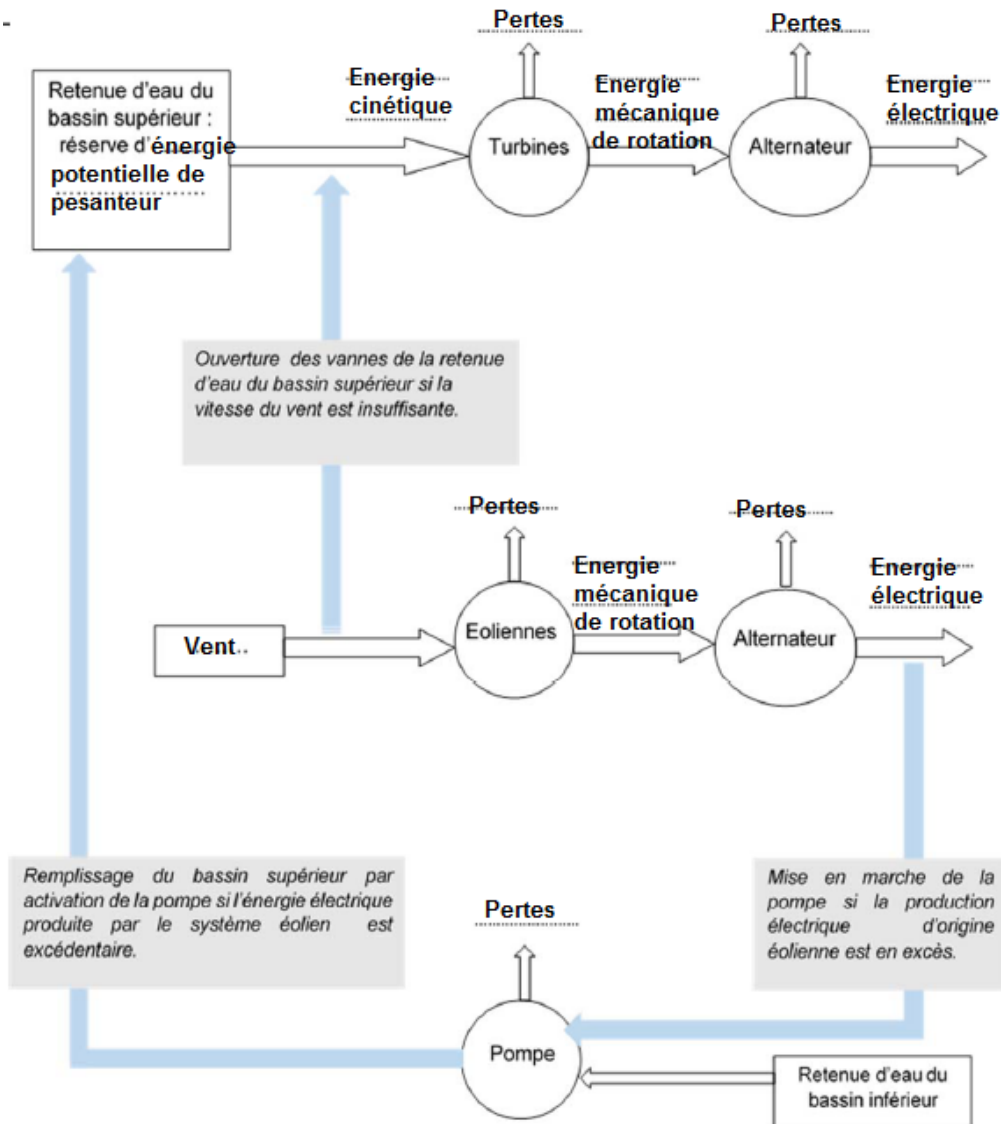
#### A.2. La solution sur l'île El Hierro : la centrale hydro-éolienne de Valverde.

A.2.1. Solutions techniques mises en place sur l'île qui permettent de justifier qu'on a bien su tirer profit des conditions géologiques et météorologiques pour produire de l'électricité.

Les deux solutions techniques sont :

- installation d'éolienne
- installation d'une centrale hydroélectrique

## A.2.2. Diagramme énergétique.



A.2.3. Calcul de l'énergie potentielle de pesanteur,  $E_{pp}$ , de l'eau contenue dans le bassin supérieur lorsqu'il est plein.

D'après la relation donnée dans l'énoncé, on a :

$$E_{pp} = m \times g \times z = \rho \times V \times g \times z = 1000 \times 550000 \times 9,81 \times 700 = 3,78 \times 10^{12} \text{ J}$$

A.2.4. Calcul de l'énergie électrique produite,  $E_{elec}$ , lorsque le bassin supérieur se vide entièrement.

On a la relation :

$$\eta = \frac{E_{elec}}{E_{pp}} \quad \text{donc} \quad E_{elec} = \eta \times E_{pp} = 0,90 \times 3,78 \times 10^{12} = 3,40 \times 10^{12} \text{ J}$$

A.2.5. Valeur de la puissance électrique,  $P_{elec}$ , que peut fournir la centrale hydroélectrique.

D'après les documents 3 et 4, la puissance électrique  $P_{elec}$  est de 11,3 MW.

A.2.6. Calcul du temps moyen,  $t_{moy}$ , durant lequel pourrait fonctionner la centrale hydroélectrique si on ne rechargeait pas le bassin supérieur en eau.

On a la relation :

$$E_{elec} = P_{elec} \times t_{moy} \quad \text{donc} \quad t_{moy} = \frac{E_{elec}}{P_{elec}} = \frac{3,40 \times 10^{12}}{11,3 \times 10^6} = 3 \times 10^5 \text{ s} = 3,5 \text{ jours}$$

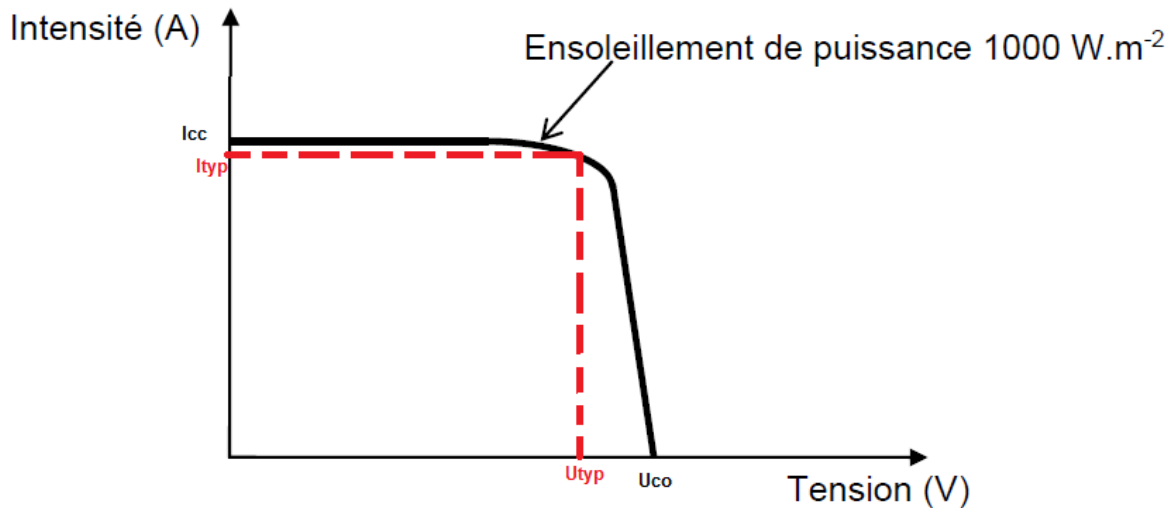
### A.3. Production d'électricité photovoltaïque : en projet sur l'île El Hierro !

A.3.1. Calcul de l'intensité,  $I_{typ}$ , correspondant à la puissance crête.

D'après le tableau de l'énoncé, la puissance crête est  $P_{typ} = 250 \text{ W}$  et la tension à la puissance crête est  $U_{typ} = 30 \text{ V}$ . On a la relation :

$$P_{typ} = U_{typ} \times I_{typ} \quad \text{donc} \quad I_{typ} = \frac{P_{typ}}{U_{typ}} = \frac{250}{30} = 8,33 \text{ A}$$

A.3.2. Caractéristique tension – courant du panneau photovoltaïque.



A.3.3. Calcul du rendement du panneau pour la puissance crête.

D'après le tableau de l'énoncé, la dimension du panneau est la suivante :  $L = 1665 \text{ mm} = 1,665 \text{ m}$  et  $l = 991 \text{ mm} = 0,991 \text{ m}$ . On peut calculer sa surface :

$$S = L \times l = 1,665 \times 0,991 = 1,65 \text{ m}^2$$

On a la relation :

$$\eta = \frac{P_{elec}}{P_{lum}} = \frac{P_{elec}}{E \times S} = \frac{250}{1000 \times 1,65} = 0,152 \quad \text{soit} \quad 15,2 \%$$

La valeur indiquée par le constructeur est la même c'est-à-dire 15 %.

A.3.4. Calcul de l'énergie électrique fournie par cette station pour une journée moyenne de 8 heures d'ensoleillement en supposant que les panneaux ont un fonctionnement optimum.

On a la relation :

$$E_{elec} = P_{elec} \times t_{moy} = 18 \times 250 \times 8 = 36000 \text{ Wh} = 36 \text{ kWh}$$

A.3.5. Calcul du nombre de batteries de 10 kWh que peut recharger cette station.

Le rendement de la station est de 90 % donc l'énergie disponible pour recharger les batteries est de :

$$E_{elec} = 0,9 \times 36 = 32,4 \text{ kWh}$$

Le nombre de batterie de 10 kWh que peut recharger cette station est de :

$$N = \frac{32,4}{10} = 3,24 \quad \text{soit} \quad 3 \text{ batteries}$$

## Partie B : Remplacer le parc automobile existant et produire des biocarburants

### B.1. Éviter l'émission de plusieurs milliers de tonnes de CO<sub>2</sub> par an.

#### B.1.1. Consommation de carburants des habitants de l'île

Le relief de l'île étant montagneux, la conduite n'est pas économique et la consommation de carburants est plus importante que pour une conduite routière habituelle.

B.1.2. Calcul de la masse de CO<sub>2</sub> produite chaque année par l'ensemble des véhicules thermiques de l'île.

La masse totale de dioxyde de carbone produite est :

$$m = 200 \times 5000 \times 5000 = 5 \times 10^9 \text{ g} = 5000 \text{ t}$$

B.1.3. Pour résorber ce problème, « L'île s'est fixé l'objectif de remplacer, à l'horizon 2020, l'ensemble de son parc automobile traditionnel par des véhicules électriques ou utilisant du biodiesel. »

B.1.3.a. Justification que la production de biocarburant sur l'île permettrait de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>.

La production de biocarburant sur l'île permettrait de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> comme indiqué dans le document. Ces biocarburants peuvent être de l'éthanol dont la combustion produit moins de dioxyde de carbone que la combustion d'un carburant classique.

B.1.3.b. Cultures agricoles permettant la synthèse de biocarburant et principal inconvénient de ces cultures dites de « première génération ».

Les cultures agricoles qui permettent la synthèse de biocarburant sont celles de betteraves, de canne à sucre, de blé, de soja et de tournesol. L'inconvénient est que ces productions réduisent la production alimentaire car les surfaces agricoles sont limitées.

B.1.4. Comparaison de l'énergie libérée par 50,0 L de biodiesel et 50,0 L de gazole.

Calcul de la masse de 50,0 L de biodiesel et de 50,0 L de gazole.

$$\rho_{\text{gazole}} = \frac{m_{\text{gazole}}}{V} \quad \text{donc} \quad m_{\text{gazole}} = \rho_{\text{gazole}} \times V = 0,850 \times 50,0 = 42,5 \text{ kg}$$

$$\rho_{\text{biodiesel}} = \frac{m_{\text{biodiesel}}}{V} \quad \text{donc} \quad m_{\text{biodiesel}} = \rho_{\text{biodiesel}} \times V = 0,880 \times 50,0 = 44 \text{ kg}$$

Calcul de l'énergie libérée lors de la combustion des 50,0 L de gazole et de biodiesel.

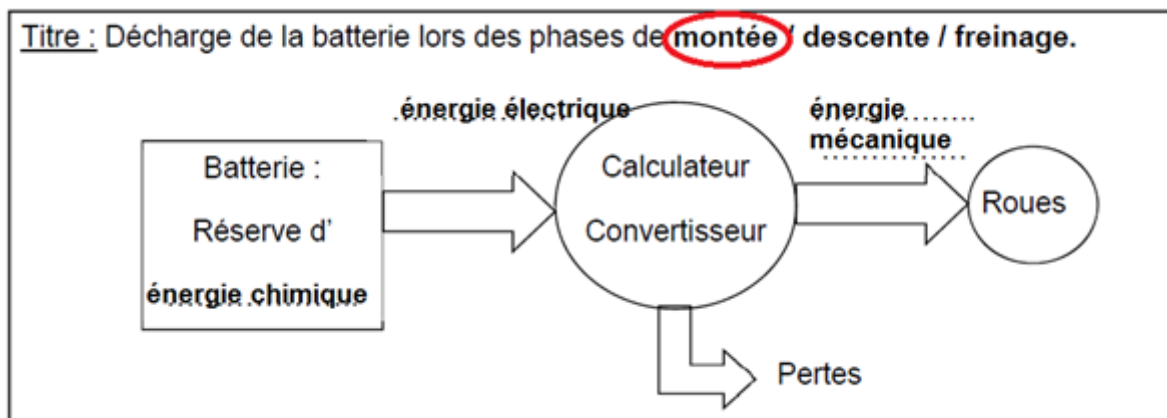
$$E_{\text{gazole}} = PCI_{\text{gazole}} \times m_{\text{gazole}} = 42,8 \times 42,5 = 1819 \text{ J}$$

$$E_{\text{biodiesel}} = PCI_{\text{biodiesel}} \times m_{\text{biodiesel}} = 37,7 \times 44 = 1659 \text{ J}$$

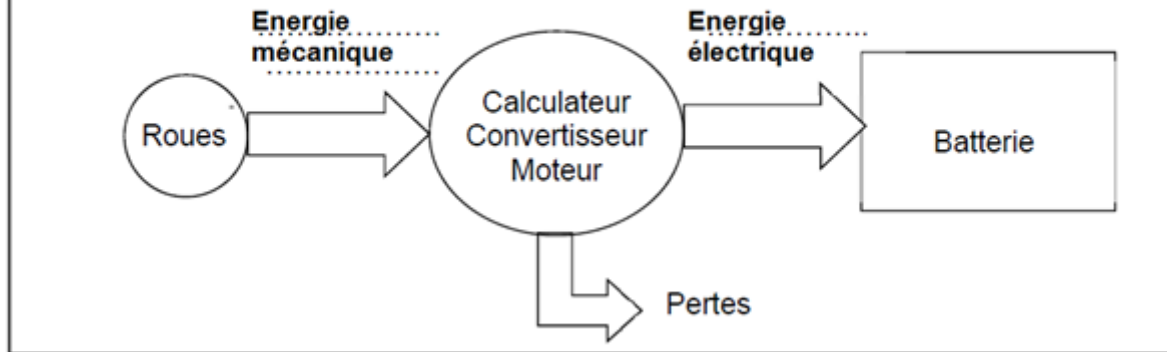
L'énergie libérée est donc plus grande pour 50,0 L de gazole.

### B.2. Étude des véhicules électriques

B.2.1. Diagrammes énergétiques de la charge et de la décharge de la batterie.



Titre : Charge de la batterie lors des phases de montée / descente / freinage.



B.2.2. Calcul du temps moyen que met cet habitant pour se rendre à son travail.

On a la relation :

$$v = \frac{d}{t} \quad \text{donc} \quad t = \frac{d}{v} = \frac{40,0}{35,0} = 1,14 \text{ h}$$

B.2.3. Calcul de la puissance électrique demandée par le moteur électrique à la batterie.

On a la relation :

$$\eta = \frac{P_{méca}}{P_{élec}} \quad \text{donc} \quad P_{élec} = \frac{P_{méca}}{\eta} = \frac{13,0}{0,9} = 14,4 \text{ kWh}$$

B.2.4. Calcul de l'énergie électrique utilisée par le moteur pour le trajet aller.

On a la relation :

$$E_{élec} = P_{élec} \times t_{moy} = 14,4 \times 1,14 = 16,4 \text{ kWh}$$

l'énergie électrique utilisée par le moteur pour le trajet aller vaut bien environ 16,5 kW.h.

B.2.5. Calcul de l'énergie restant dans la batterie.

La batterie dispose d'une énergie totale de 22,0 kWh donc l'énergie restante est de :

$$E_{restante} = 22,0 - 16,5 = 5,5 \text{ kWh}$$

B.2.6. Energie restant dans la batterie est suffisante pour redescendre à Valverde.

L'énergie restant dans la batterie est suffisante pour redescendre à Valverde car lors des phases de freinage ou de descente, la batterie est rechargée. Ce qui est le cas lors du retour qui n'est constitué que de phases de descente donc l'énergie restante dans la batterie est suffisante pour effectuer le retour.

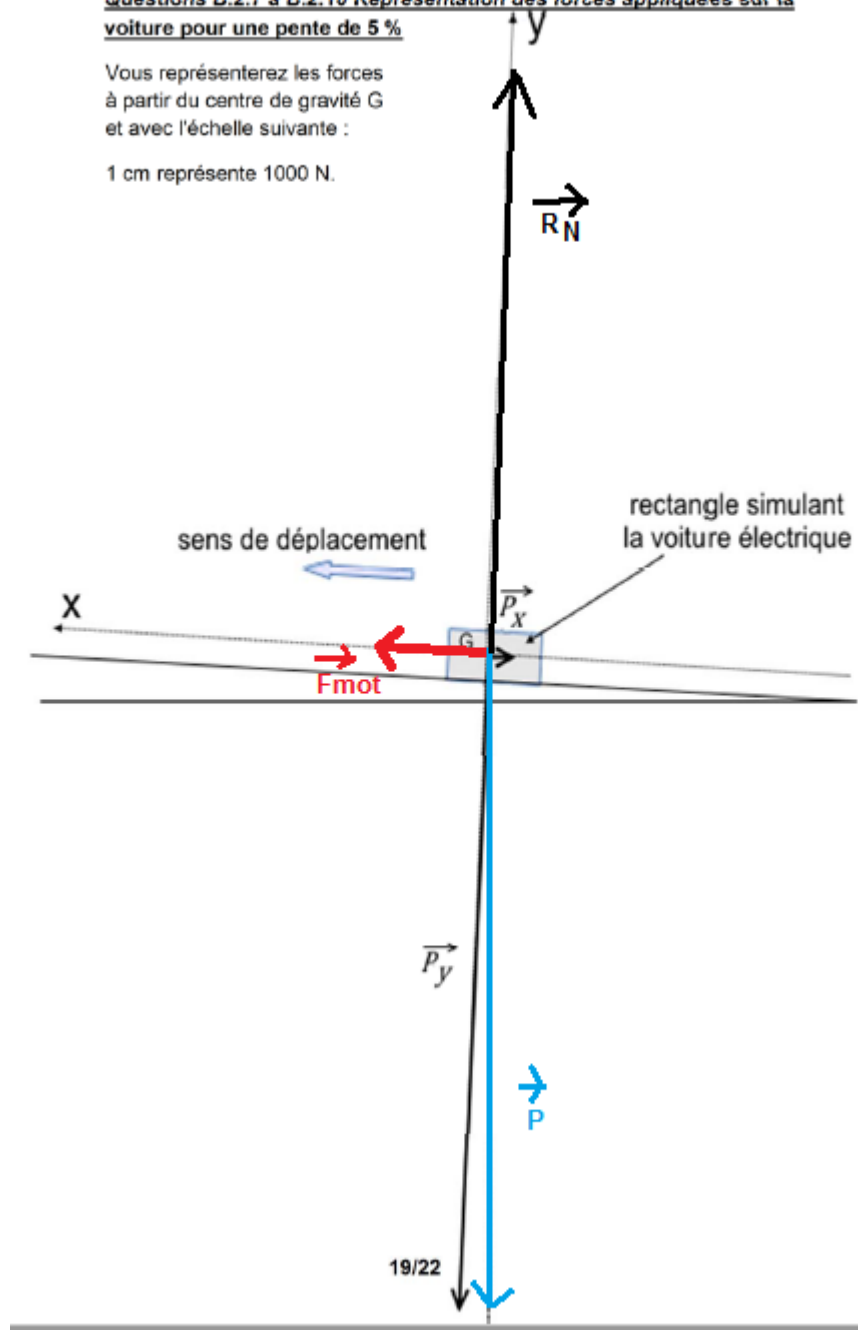
B.2.7. Représentation de la force de traction sur le schéma.

A l'échelle 1 cm pour 1000 N, la force de 1340 N sera représentée par un vecteur de longueur 1,34 cm.

Questions B.2.7 à B.2.10 Représentation des forces appliquées sur la voiture pour une pente de 5 %

Vous représenterez les forces à partir du centre de gravité G et avec l'échelle suivante :

1 cm représente 1000 N.



B.2.8. Calcul du poids du véhicule et représentation de cette force.

On a la relation :

$$P = m \times g = 1300 \times 9,81 = 12753 \text{ N}$$

Avec l'échelle précédente, le poids sera représenté par un vecteur de longueur 12,7 cm. (Voir question précédente)

B.2.9. Relation entre  $\vec{R}_N$  et  $\vec{P}_y$ .

Les deux forces ont la même direction, la même valeur (elles se compensent) mais de sens opposés donc la relation entre les deux forces est la suivante :

$$\vec{R}_N = - \vec{P}_y$$

Voir question précédente pour la représentation.

B.2.10. Comparaison de la force de traction avec la composante  $\vec{P}_x$  et nature du mouvement.

D'après la représentation du document réponse, la valeur de la force de traction est supérieure à celle de la composante  $\vec{P}_x$ . Donc le mouvement de la voiture pendant cette phase sera accéléré.

B.2.11. Conseil à donner à cet habitant, sur sa conduite automobile durant les phases de montée, pour économiser l'énergie de sa batterie.

Le conseil à donner à cet habitant, sur sa conduite automobile durant les phases de montée, pour économiser l'énergie de sa batterie serait de diminuer sa vitesse mais en gardant une force de traction toujours supérieure à celle composante  $\vec{P}_x$ .

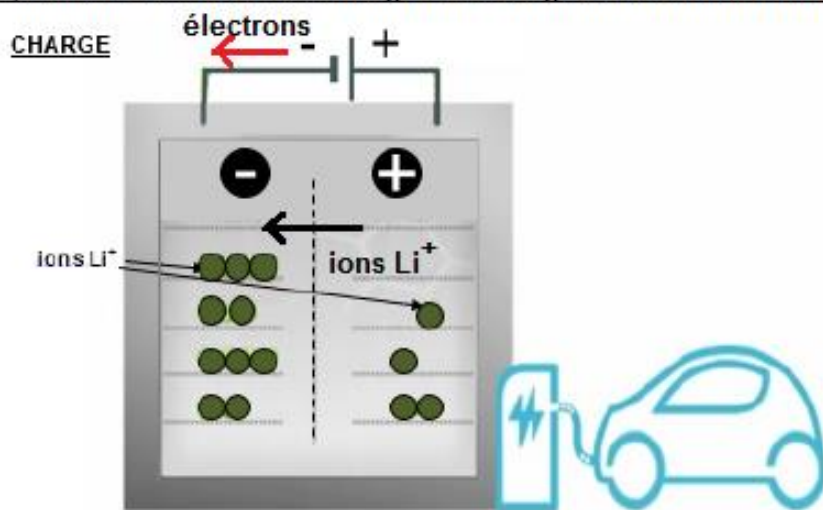
### B.3. Etudes des batteries

B.3.1. Porteurs de charge dans l'électrolyte et porteurs de charge dans les fils du circuit électrique.

Dans l'électrolyte, les porteurs de charge sont les ions et dans les fils du circuit électrique, les porteurs de charge sont les électrons.

B.3.2. Représentation du sens de ces porteurs de charge lors de la charge et de la décharge de la batterie sur le document réponse.

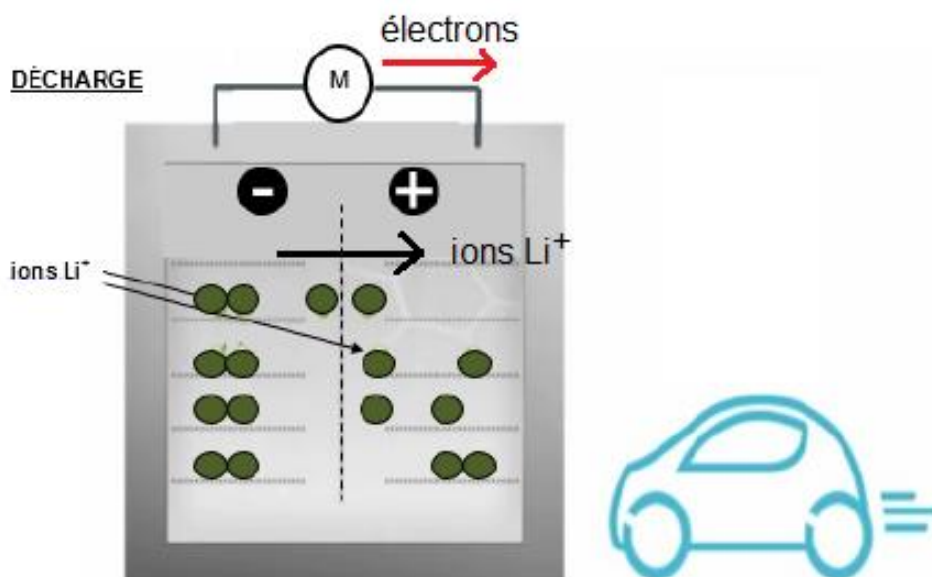
#### Questions B.3.2 et B.3.3 : charge et décharge de l'accumulateur Lithium-ion



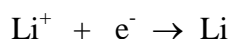
Compléter la demi-équation de réduction correspondant au couple  $\text{Li}^+ / \text{Li}$  :



Réaction ayant lieu sur la borne : **négative**



B.3.3. Equation de réduction du couple  $\text{Li}^+ / \text{Li}$



B.3.4. Calcul du nombre de modules mis en série dans une même branche et calcul du nombre de branches en dérivation.

La tension d'une cellule est de 3,70 V et la tension  $U_{bat}$  est de 355 V donc le nombre de cellules est de :

$$N_{cellules} = \frac{355}{3,7} = 96 \text{ cellules}$$

D'après le document 7, chaque module est constitué de 4 cellules en série donc le nombre de module est de :

$$N_{modules} = \frac{96}{4} = 24 \text{ modules}$$

Le nombre de branche en dérivation est de 2 car chaque branche possède 24 modules et l'ensemble de la batterie en possède 48.

B.3.5. Relation entre l'énergie,  $E_{bat}$  (W.h), contenue dans une batterie, la charge,  $Q_{bat}$  (A.h), de cette batterie et sa tension,  $U_{bat}$ .

Le produit d'une tension en V par une charge en Ah donne des Wh c'est-à-dire une énergie. Donc la relation entre ces trois grandeurs est :

$$E_{bat} = Q_{bat} \times U_{bat}$$

B.3.6. Calcul de la charge globale,  $Q_{bat}$ , de la batterie.

D'après le document 8, l'énergie totale est de 22,0 kWh. ON a la relation :

$$E_{bat} = Q_{bat} \times U_{bat} \quad \text{donc} \quad Q_{bat} = \frac{E_{bat}}{U_{bat}} = \frac{22000}{355} = 62 \text{ Ah}$$

B.3.7. Calcul du temps que mettrait la batterie pour se décharger entièrement.

On a la relation :

$$Q_{bat} = I \times t \quad \text{donc} \quad t = \frac{Q_{bat}}{I} = \frac{62}{40} = 1,55 \text{ h}$$

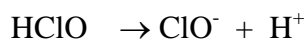
## Partie C : Etudier diverses solutions pour une autonomie totale

### C.1. Autonomie en eau douce par désalinisation puis traitement de l'eau de mer.

C.1.1. Caractère acide ou basique de l'eau de mer.

Sachant que l'eau de mer a un pH de 8,6 et ce pH étant supérieur à 7, l'eau de mer est basique.

C.1.2. Demi-équation acido-basique correspondant à la transformation de l'acide hypochloreux en ions hypochlorite.



C.1.3 Evolution du pH de l'eau après le traitement au chlore.

D'après l'équation précédente, il y a libération d'ions hydrogène  $\text{H}^+$  donc la concentration en ions hydrogène augmente donc la valeur du pH e l'eau après le traitement au chlore diminue.

C.1.4. pH de l'eau trop acide, ajout de l'ammoniaque ( $\text{NH}_{3(aq)}$ ) ou de l'acide hypochloreux.

Si le pH de l'eau est trop acide, il faut augmenter la valeur du pH donc il faut ajouter une espèce basique. Il faut donc ajouter de l'ammoniaque. En effet d'après le couple donné dans l'énoncé, l'ammoniaque est une espèce basique.





C.2.7. Pour une valeur  $Q = 10 \text{ g.kg}^{-1}$  constante, pour des températures inférieures à celle du changement d'état, état dans lequel se trouve l'eau.

Pour une valeur  $Q = 10 \text{ g.kg}^{-1}$  constante, pour des températures inférieures à celle du changement d'état, l'eau se trouve à l'état gazeux.

C.2.8. Raison de l'implantation des attrape-brouillards en montagne.

En montagne, la température diminue avec l'altitude. Donc pour une quantité de vapeur d'eau constante, lorsque la température diminue, on se rapproche de la courbe avec une humidité relative de 100 %. On atteint donc la limite de condensation et l'apparition des premières gouttes d'eau liquide. Il est ainsi plus facile de récupérer l'eau liquide en montagne car la température est plus basse.

### C.3. Étude des capteurs des stations météorologiques.

C.3.1. Document réponse.

	Capteur 1 : HUMICAP 180	Capteur 2 : Pt 1000
Grandeur physique mesurée en entrée : E	Humidité relative	Température
Plage de variation de la grandeur physique en entrée	0,8 à 100 %	-39,2 à 60 °C
Grandeur de sortie : S	Tension	Tension
Plage de variation de la grandeur de sortie	0 à 1 V	0 à 1 V
Sensibilité s	.....0,01!...V.% <sup>-1</sup>	.....0,01...V.°C <sup>-1</sup>

C.3.2. Expression de la sensibilité, s, d'un capteur en fonction de la variation de la grandeur de sortie,  $\Delta S$ , et en fonction de la variation de la grandeur d'entrée,  $\Delta E$ . Calcul de la sensibilité pour chacun des capteurs étudiés.

D'après les unités, la sensibilité s a pour expression :

$$s = \frac{\Delta S}{\Delta E}$$

Calcul de la sensibilité de chacun des capteurs.

Pour le capteur d'humidité, d'après le document 10, lorsque l'humidité varie de 0 à 100 %, la tension varie de 0 à 1 V. Donc :

$$s = \frac{\Delta S}{\Delta E} = \frac{\Delta U}{\Delta HR} = \frac{1-0}{100-0} = 0,01 \text{ V.\%}^{-1}$$

Pour le capteur de température, d'après le document 10, lorsque la température varie de - 40 °C à 60 °C, la tension varie de 0 à 1 V. Donc :

$$s = \frac{\Delta S}{\Delta E} = \frac{\Delta U}{\Delta T} = \frac{1-0}{60-(-40)} = 0,01 \text{ V.}^{\circ}\text{C}^{-1}$$

C.3.3. Calcul de l'humidité HR associée puis donner un encadrement de la mesure de l'humidité.

D'après le document 10, lorsque l'humidité relative HR est de 100 %, la tension est de 1 V donc pour une tension de 0,95 V, l'humidité relative sera de :

$$HR = \frac{0,95 \times 100}{1} = 95 \%$$

D'après le document 10, pour cette valeur d'humidité relative, l'incertitude associée est donnée par la relation :

$$\Delta HR = \pm 3\% \times HR = \pm \frac{3}{100} \times 95 = 3 \%$$

Donc l'encadrement de l'humidité est :

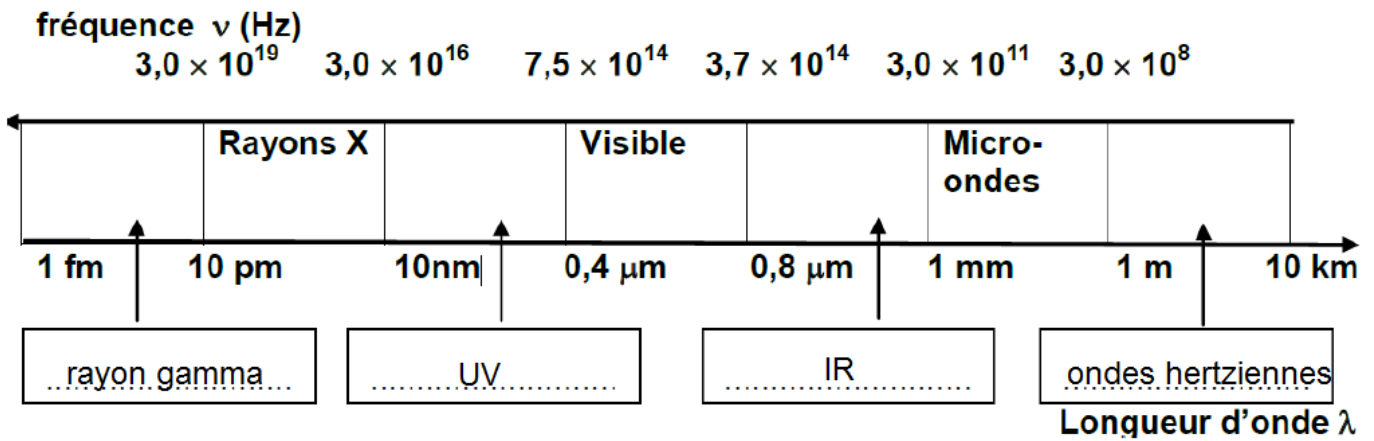
$$92\% \leq HR \leq 98\%$$

C.3.4. Calcul de la longueur d'onde associée.

On a la relation :

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3,0 \times 10^8}{450 \times 10^6} = 0,67 \text{ m}$$

C.3.5. Document réponse.



C.3.6. Domaine spectral appartient l'onde utilisée.

D'après le document précédent, l'onde utilisée appartient au domaine des micro-ondes.