

# BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Session 2018

**Sciences et Technologies de l'Industrie  
et du Développement Durable  
et  
Sciences et Technologies de Laboratoire  
spécialité Sciences Physiques et Chimiques en Laboratoire**

## PHYSIQUE-CHIMIE

**Epreuve du lundi 25 juin 2018**

**Durée : 3 heures**

**Coefficient : 4**

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Ce sujet comporte 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11.

Le sujet se décompose en trois parties indépendantes les unes des autres.

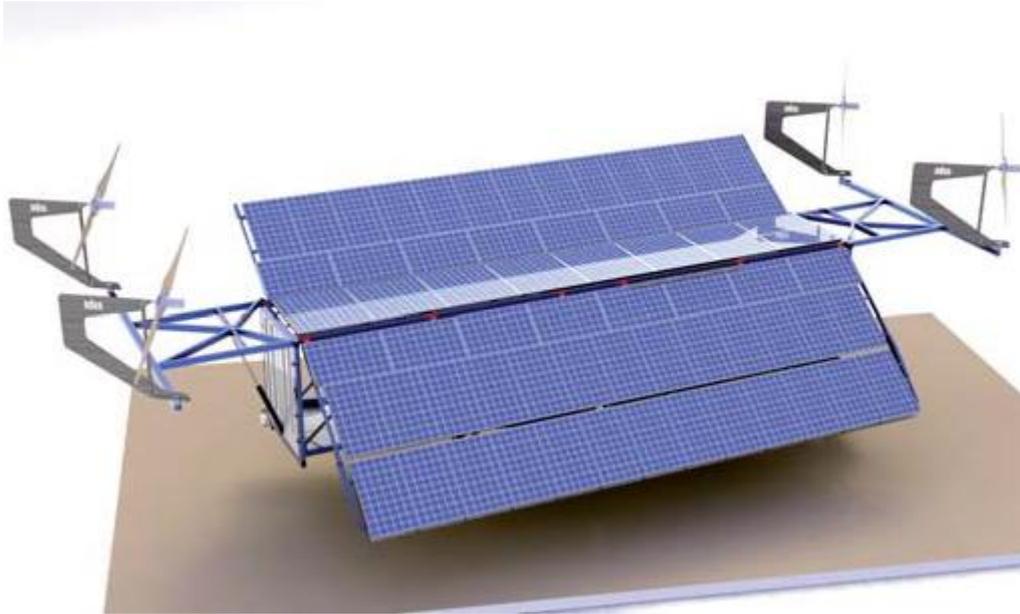
Les documents réponses de la page 11 sont à rendre impérativement avec la copie.

***L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.***

*Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des explications entreront dans l'appréciation des copies. Toute réponse devra être justifiée.*

## Station électrique mobile ADES

La station électrique mobile ADES est une unité de production électrique combinant différentes sources d'énergie renouvelables : panneaux solaires et éoliennes comportant des dispositifs d'auto-orientation ainsi qu'un groupe électrogène entraîné par un moteur diésel et un ensemble d'accumulateurs.



L'hybridation permet l'utilisation combinée, en alternance ou seule, de ces énergies. Dotée d'un système intelligent, la station sélectionne automatiquement la meilleure source d'énergie disponible. Les énergies renouvelables étant prioritaires, les durées de fonctionnement du groupe thermique sont réduites au minimum. Ce groupe ne démarre que lorsque les accumulateurs ont besoin d'une recharge et pendant des périodes de forte consommation d'énergie.



L'ensemble du système peut être installé sur une remorque capable de se déplacer très rapidement afin de satisfaire la demande en énergie électrique de façon immédiate. Il s'agit d'une alternative durable aux groupes électrogènes thermiques classiques, en fournissant d'importantes économies en combustible fossile avec des émissions de dioxyde de carbone moindres.

D'après le site du fabricant ADES : <http://www.ades.tv/en/products/portable-power-station/id/25>

## Partie A La station électrique mobile est-elle adaptée à la mission à Haïti ?

Cette station électrique mobile a été utilisée en Haïti, suite à un tremblement de terre, pour la fourniture d'électricité à un village isolé de 35 maisons.

### A.1. Intérêt de la station mobile

**A.1.1** Citer trois sources d'énergie qu'il est possible d'utiliser lors du fonctionnement de cette station mobile.

**A.1.2** Donner deux avantages de cette station de production électrique par rapport à un groupe électrogène thermique classique.

### A.2. Expérience menée à Haïti.

Durant l'expérience menée à Haïti, on considère que l'ensoleillement moyen sur l'année est équivalent à  $600 \text{ W/m}^2$ .

**A.2.1** En vous servant du **document A1**, déterminer pour un panneau photovoltaïque l'intensité nominale du courant  $I_N$  pour une tension nominale d'utilisation  $U_N = 25 \text{ V}$ .

**A.2.2** Montrer que la puissance électrique nominale d'un panneau photovoltaïque  $P_{\text{élect}}$  vaut  $125 \text{ W}$ .

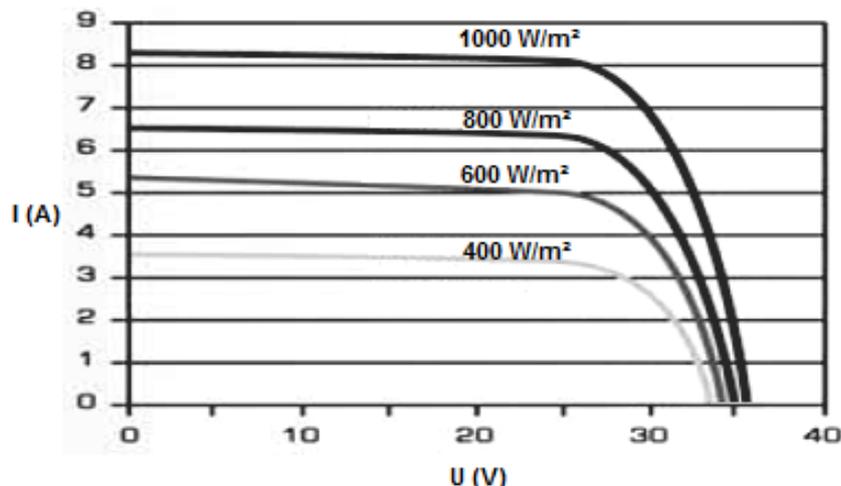
**A.2.3** En vous référant au **document A1**, calculer  $S$ , la surface d'un panneau photovoltaïque.

**A.2.4** Sachant que l'on souhaite disposer d'une puissance électrique d'origine solaire moyenne pour ce village de  $8,4 \text{ kW}$ , calculer le nombre de panneaux photovoltaïques nécessaires, en déduire la surface totale.

## Document de la partie A

### Document A1 : caractéristiques d'un panneau photovoltaïque utilisé

- Caractéristique courant-tension d'un panneau photovoltaïque utilisé sur la station pour différents ensoleillements.



- Dimensions d'un panneau : longueur  $L = 1,65 \text{ m}$  ; largeur  $l = 1 \text{ m}$

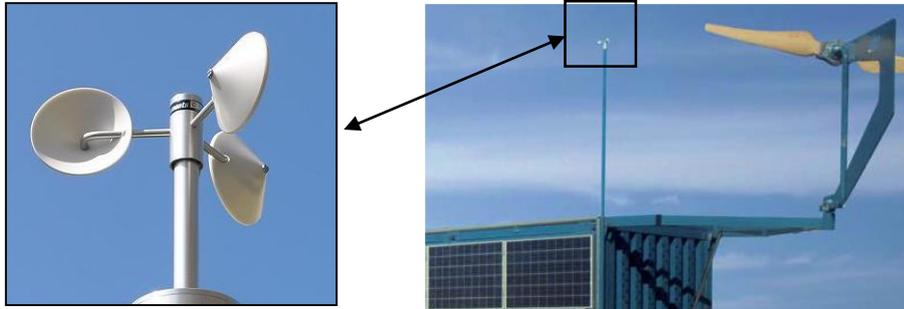
D'après le catalogue du produit « portable Power Station » : <http://www.ades.tv/en/products/portable-power-station/additional-information/id/55>

## Partie B Conditions d'utilisation des éoliennes

### B.1. Étude de l'anémomètre

Pour utiliser une éolienne de manière efficace sans l'endommager, il est nécessaire de connaître la valeur de la vitesse du vent.

Le système dispose d'un anémomètre (photo ci-dessous).



On donne, **document B1**, un extrait de la documentation technique de l'anémomètre utilisé.

**B.1.1** Compléter le **document réponse DR à rendre avec la copie** en précisant quelles sont les grandeurs d'entrée et de sortie du capteur.

**B.1.2** Déterminer en km/h les valeurs extrêmes que l'on peut mesurer avec cet anémomètre.

**B.1.3** Déterminer un encadrement de la vitesse du vent lorsque l'anémomètre affiche une valeur de 20,0 m/s.

**B.2.** Calculer la fréquence  $\nu$  (en Hz) du rayonnement électromagnétique émis par la DEL de l'optocoupleur présent dans l'anémomètre. En déduire, à l'aide du spectre électromagnétique du **document B2** la nature du rayonnement émis par la DEL.

*Donnée : vitesse de la lumière dans le vide  $c_0 = 3,00 \cdot 10^8$  m/s*

**B.3.** À l'aide du **document B4**, indiquer la valeur de la tension  $v_{ph}$  en sortie de l'optocoupleur quand :

**B.3.1** Le disque ne laisse pas passer la lumière émise par la DEL sur le phototransistor.

**B.3.2** Le disque laisse passer la lumière émise par la DEL sur le phototransistor.

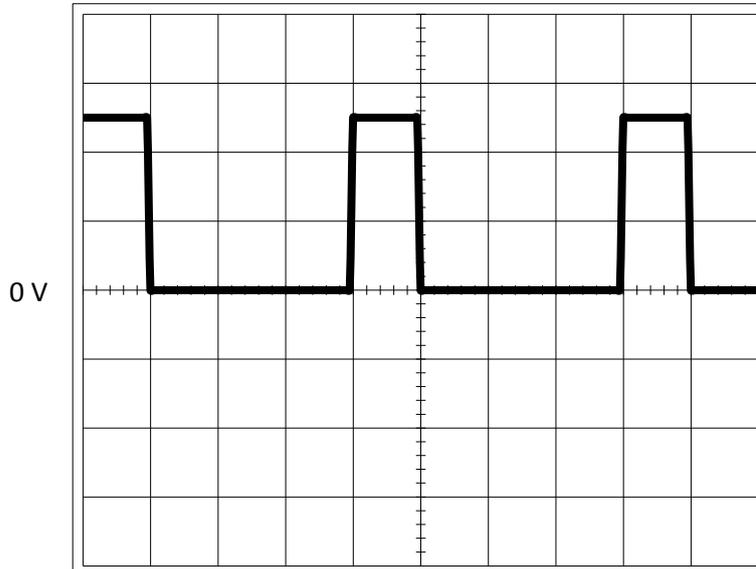
**B.4.** Une série de mesures a permis de tracer la vitesse linéaire  $v$  (en m/s) du vent en fonction de la fréquence  $f$  (en Hz) de la tension de sortie  $u_s(t)$ . Ce tracé est le **document B3**.

**B.4.1** Justifier le fait que l'équation de ce tracé est de la forme  $v = k \times f$  avec  $k$  constant.

**B.4.2** Montrer alors que la relation est :  $v = 0,07 \times f$ ,  $v$  étant exprimé en m/s et  $f$  en Hz.

**B.5.** Une simulation du dispositif permet de visualiser les tensions  $u_s(t)$  en sortie du système électronique de mise en forme de l'anémomètre, à l'aide d'un oscilloscope, pour deux vitesses différentes du vent :

**Oscillogramme 1**



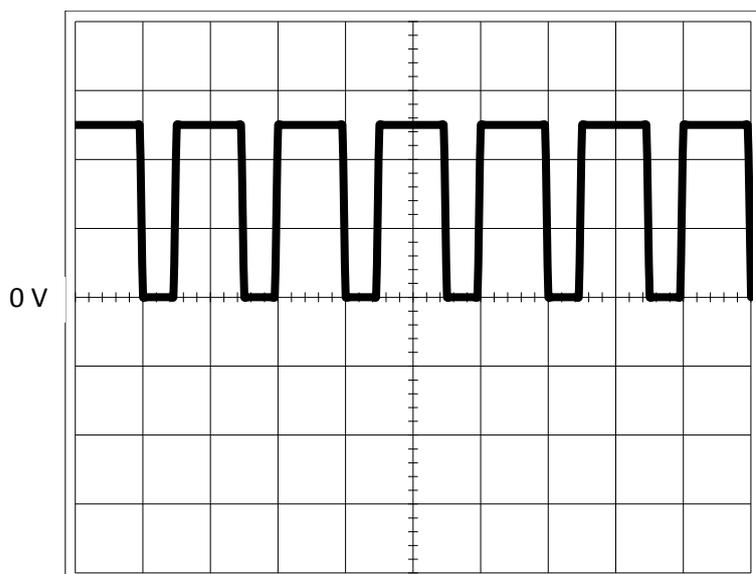
Base de temps : 1 ms/div  
Sensibilité verticale : 2 V/div

**B.5.1** Mesurer la période  $T$  de la tension  $u_s(t)$  à partir de l'oscillogramme 1.

**B.5.2** Vérifier que la valeur de la fréquence  $f$  est de 250 Hz.

**B.5.3** En déduire alors la vitesse du vent  $v$  en m/s.

**Oscillogramme 2**



Base de temps : 1 ms/div  
Sensibilité verticale : 2 V/div

**B.5.4** A l'aide du **document B5** et des oscillogrammes 1 et 2, déterminer pour chacun des cas correspondant à ces oscillogrammes si l'éolienne est mise en arrêt automatique ou si elle est en fonctionnement.

## Documents de la partie B

### Document B1 : documentation technique de l'anémomètre

Anémomètre pour l'acquisition de la vitesse horizontale du vent.

Moulinet à 3 coupelles en plastique stable, électronique dans boîtier aluminium tempête.

Plage de mesure pour la mesure de la vitesse du vent : 0,25 à 50 m/s

Précision :  $\pm 3\%$  de la lecture

Signal de sortie : tension 0 - 5 V

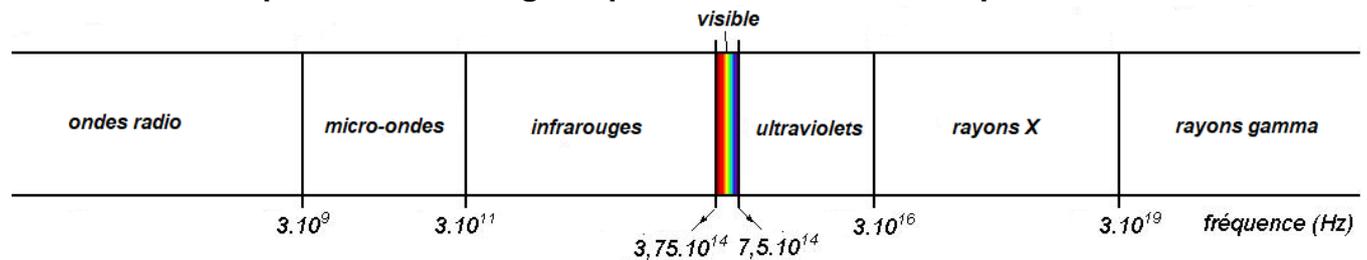
Principe de mesure : disque optoélectronique à 32 intervalles par rotation, rayonnement DEL de longueur d'onde  $\lambda = 940$  nm.

Plage d'utilisation :  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  à  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$  avec chauffage

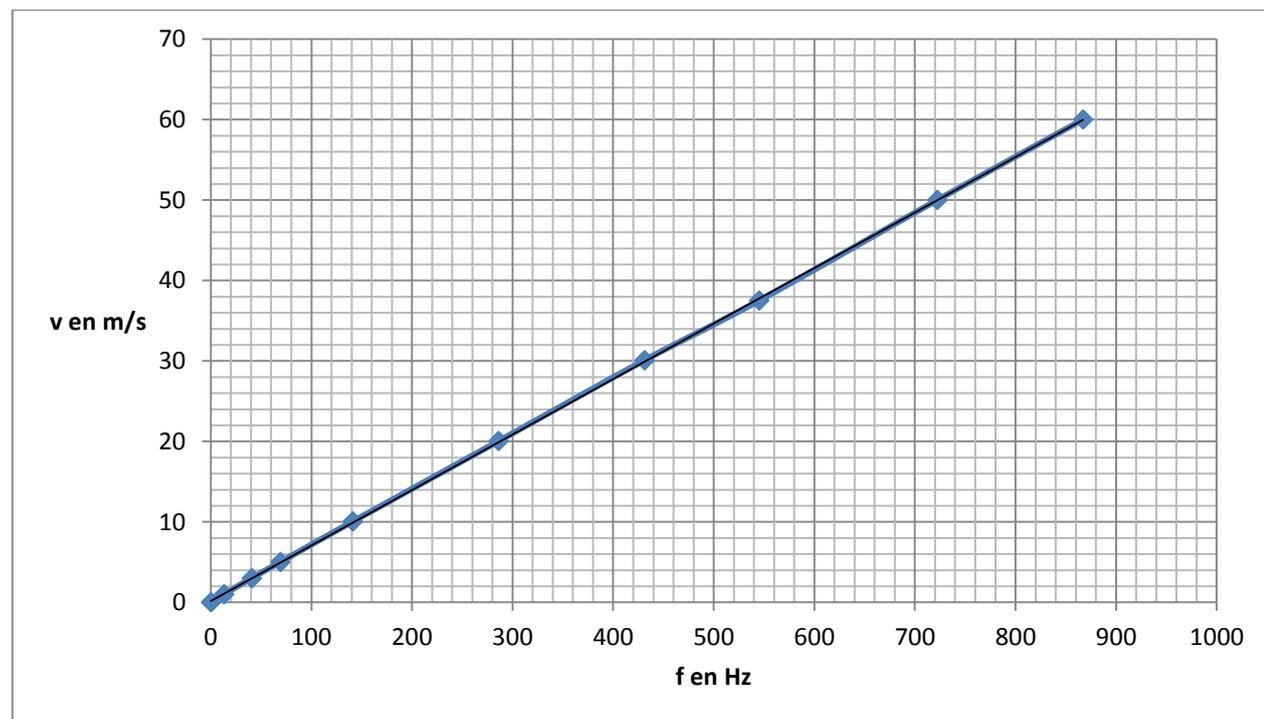
Masse : 780 g

D'après le site du constructeur SLG instruments: <http://www.slg-instruments.com/anemometre-5-volts-DNA807.php>

### Document B2 : spectre électromagnétique en fonction de la fréquence $\nu$



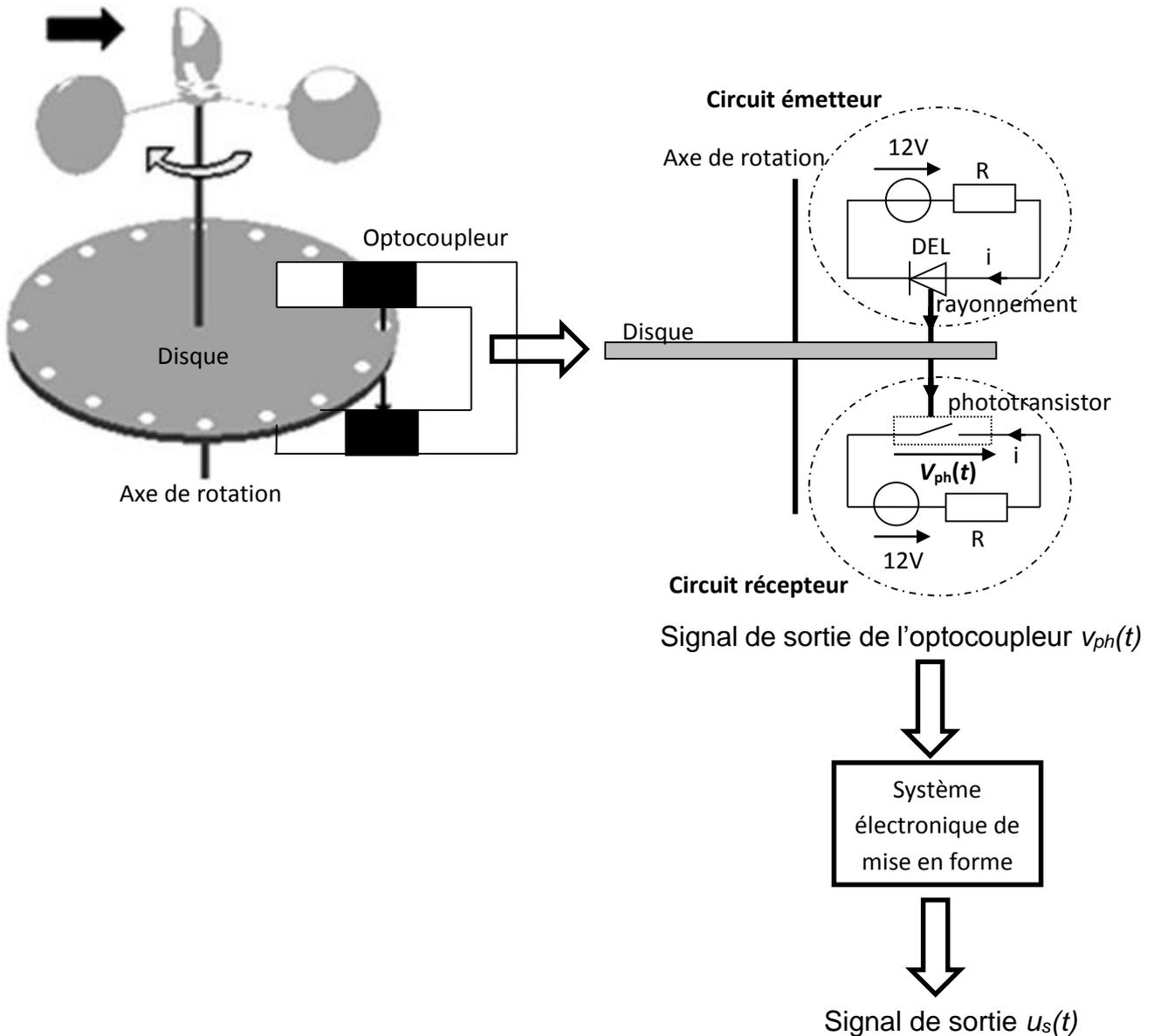
### Document B3 : vitesse du vent en fonction de la fréquence de $u_s(t)$



D'après le site du constructeur SLG instruments: <http://www.slg-instruments.com/anemometre-5-volts-DNA807.php>

## Document B4 : principe de fonctionnement d'un anémomètre

L'axe de rotation de l'anémomètre est solidaire d'un disque à **32 trous**. Ce disque tourne entre les 2 bras d'un optocoupleur.



Un optocoupleur est constitué d'une DEL (l'émetteur) et d'un phototransistor (le récepteur) se comportant comme **un interrupteur électronique** dont l'état dépend de l'éclairage qu'il reçoit de la DEL.

Quand la DEL est alimentée en 12 V, elle émet un rayonnement en direction du phototransistor. Quand le phototransistor reçoit la lumière émise par la DEL, il se comporte alors comme **un interrupteur fermé**, la tension  $v_{ph}$  à ses bornes vaut alors 0 V.

Quand le phototransistor n'est pas éclairé par la DEL, il se comporte alors comme **un interrupteur ouvert**, la tension  $v_{ph}$  à ses bornes vaut alors 12 V.

Afin de permettre de convertir la fréquence en tension, l'optocoupleur est suivi d'un **système électronique de mise en forme** qui produit une impulsion de tension d'amplitude 5,0 V et de durée constante égale à 1,0 ms à chaque passage de 0 à 12 V de la tension  $v_{ph}$ .

## Document B5 : puissance délivrée par une éolienne en fonction de la vitesse du vent

La vitesse minimale de démarrage correspond à la vitesse du vent à partir de laquelle l'éolienne commence à produire une puissance utile.

La puissance nominale est égale à la puissance électrique maximale qui peut être extraite de l'éolienne.

La vitesse maximale ou d'arrêt : vitesse maximale du vent acceptable par l'éolienne. Au-delà de celle-ci, la tenue mécanique de ces divers composants n'est plus assurée, l'éolienne est mise à l'arrêt, de manière automatique à partir de  $v = 25$  m/s.

## Partie C Fournir de l'énergie en l'absence de soleil et de vent



### C.1. Les accumulateurs

On donne, **document C1**, le schéma de principe de la charge d'un accumulateur.

**C.1.1** Compléter correctement le schéma du **document réponse DR à rendre avec la copie**, en barrant la mauvaise réponse pour :

- le sens positif du courant,
- le sens de circulation des électrons,
- le nom de la réaction (réduction ou oxydation) ayant lieu sur chacune des électrodes.

**C.1.2** À l'aide des demi-équations aux électrodes de l'accumulateur, données sur le **document C1**, déterminer l'équation bilan de la réaction lors de la charge.

**C.1.3** La station dispose d'accumulateurs au plomb 48 V - 3170 Ah.

**C.1.3.1** Donner la signification de ces deux indications chiffrées.

**C.1.3.2** Vérifier alors que l'énergie pouvant être stockée dans ces accumulateurs est de l'ordre de 150 kWh.

**C.1.4** La puissance électrique fournie par le groupe électrogène thermique étant de 34 kW, pendant combien d'heures les accumulateurs peuvent-ils se substituer au groupe électrogène thermique avant d'être totalement déchargés ?

## **C.2. Le moteur diesel du groupe thermique**

Le gazole est un mélange de différents hydrocarbures de 12 à 23 atomes de carbone. Toutefois pour traiter cette partie, on assimilera le gazole à de l'hexadécane  $C_{16}H_{34}$  pur.

**C.2.1** Compléter, sur le **document réponse DR à rendre avec la copie**, l'équation de combustion complète de l'hexadécane  $C_{16}H_{34}$  avec le dioxygène.

**C.2.2** En vous aidant des **documents C2 et C3**,

**C.2.2.1** Calculer la masse de gazole correspondant au volume consommé annuellement par la station.

**C.2.2.2** À l'aide de la masse molaire de l'hexadécane  $C_{16}H_{34}$ , déterminer la quantité de matière  $n$  de l'hexadécane  $C_{16}H_{34}$  consommée sur une année.

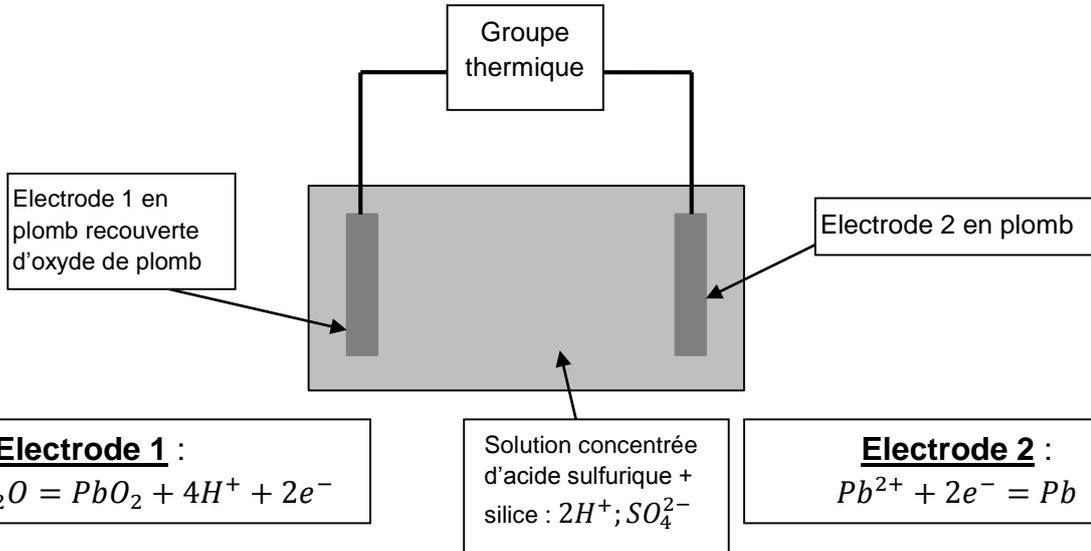
**C.2.2.3** En vous aidant de l'équation de combustion, montrer que, pour une combustion complète des  $n$  moles de l'hexadécane, la quantité de matière formée de  $CO_2$  est de  $1,1 \cdot 10^5$  mol.

**C.2.2.4** En déduire la masse en dioxyde de carbone libérée dans l'atmosphère sur une année.

**C.2.2.5** Déterminer la valeur en tonne de la masse de  $CO_2$  économisée par cette station mobile sur une année par rapport à un groupe électrogène thermique qui fournirait 100 % de l'énergie.

## Documents de la partie C

### Document C1 : schéma de principe de la charge d'un accumulateur au plomb



### Document C2 : le gazole

Masse volumique de l'hexadécane  $C_{16}H_{34}$  :  $\rho = 770$  g/L.

Masse molaire de l'hexadécane :  $M(C_{16}H_{34}) = 226$  g/mol.

Masse molaire du dioxyde de carbone :  $M(CO_2) = 44$  g/mol.

$M(C) = 12$  g/mol ;  $M(H) = 1$  g/mol ;  $M(O) = 16$  g/mol.

### Document C3 : utilisation du groupe thermique en Haïti

Lors de l'utilisation en Haïti pour l'électrification de 35 maisons isolées, la consommation en gazole du groupe électrogène de la station mobile a été de 2000 L pour une année de fonctionnement.

La production d'électricité par le groupe thermique correspond à 9 % de la production totale annuelle de la station mobile en Haïti.

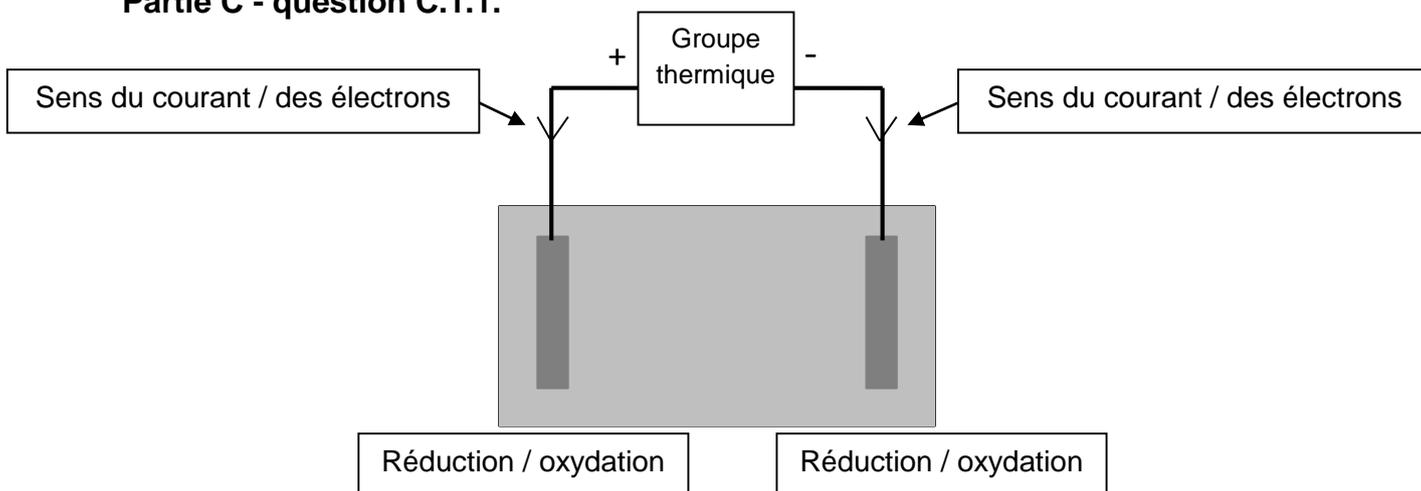
*D'après le catalogue du produit « portable Power Station »*

Document réponse DR à rendre avec la copie (même non complété)

Partie B – question B.1.1.



Partie C - question C.1.1.



Partie C - question C.2.1.

