

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

 Libérés - Égalité - Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

## ÉPREUVES COMMUNES DE CONTRÔLE CONTINU

**CLASSE :** Première

**E3C :**  E3C1  E3C2  E3C3

**VOIE :**  Générale  Technologique  Toutes voies (LV)

**ENSEIGNEMENT :** physique-chimie

**DURÉE DE L'ÉPREUVE :** 2 h

**CALCULATRICE AUTORISÉE :**  Oui  Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

**Nombre total de pages :** 7

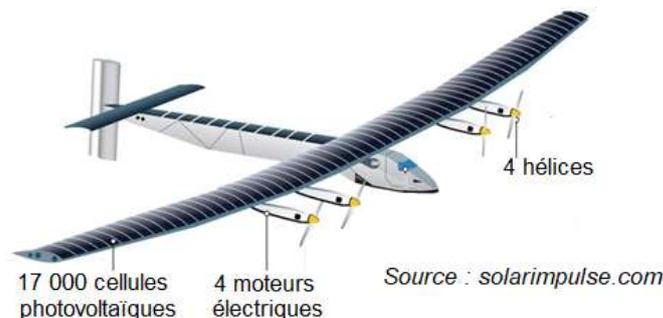
### PARTIE A

#### Solar Impulse 2, l'avion solaire (10 points)

L'avion solaire Solar Impulse 2 restera dans l'histoire de l'aéronautique comme le premier avion à avoir bouclé avec succès un tour du monde (43 041 km parcourus en 17 étapes) sans une goutte de carburant et avec le Soleil comme unique source d'énergie. Au cours de ce tour du monde, cet avion piloté alternativement par les pilotes suisses Bertrand Picard et André Borschberg aura notamment :

- effectué sa première traversée de l'Atlantique entre New York et Séville ;
- établi le plus long vol de l'histoire sans escale et sans pilote automatique (117 heures 52 minutes entre Nagoya et Hawaï).

Ce tour du monde aura été rendu possible grâce à des choix technologiques innovants et un profil de vol raisonné.





## Partie 1 : le solaire photovoltaïque

Solar Impulse 2 est presque entièrement recouvert de panneaux solaires photovoltaïques. Les matériaux semi-conducteurs utilisés pour constituer les cellules photovoltaïques sont le résultat de nombreuses recherches.

On s'intéresse dans cette partie à la production d'électricité par l'effet photovoltaïque.

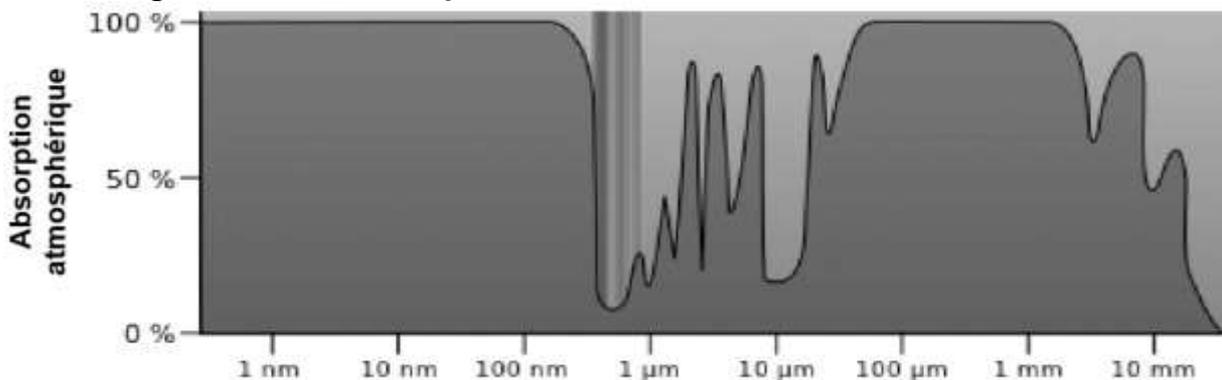
### ➤ L'effet photovoltaïque

Dans un semi-conducteur exposé à la lumière, un photon d'énergie suffisante extrait un électron qui participe à la conduction de l'électricité.

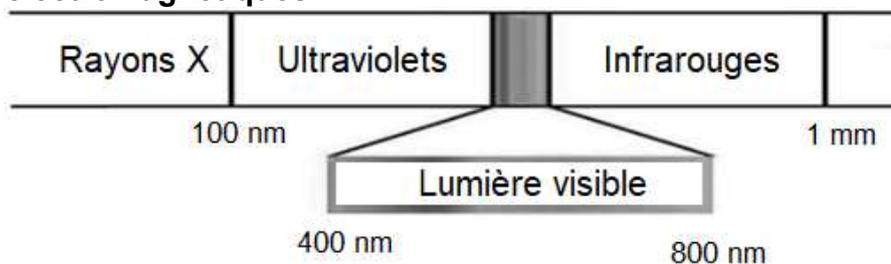
La valeur minimale d'énergie apportée par le photon doit être  $E_{min} = 1,12 \text{ eV}$ .

Données :

- électronvolt :  $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$  ;
  - constante de Planck :  $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  ;
  - la valeur de la célérité  $c$  de la lumière dans le vide est supposée connue.
- **Absorption atmosphérique du rayonnement solaire pour des radiations lumineuses de longueurs d'onde comprises entre 1 nm et 10 mm**



### ➤ Les ondes électromagnétiques



1.1 Montrer qu'un photon d'énergie 1,12 eV est associé à un rayonnement de longueur d'onde  $\lambda$  voisine de  $1 \mu\text{m}$ .

1.2 À quel domaine des ondes électromagnétiques ces ondes appartiennent-elles ?

1.3 Expliquer pourquoi les matériaux semi-conducteurs présentent un intérêt dans le fonctionnement des cellules photovoltaïques.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

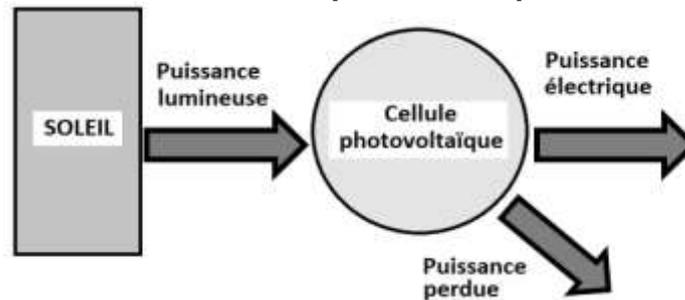
Liberté - Égalité - Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

## Partie 2 : les performances des panneaux solaires de Solar Impulse 2

On se propose d'étudier en laboratoire une cellule photovoltaïque « classique » afin de comparer son rendement à l'une des 17 000 cellules qui équipent l'avion Solar Impulse 2.

### ➤ Diagramme de puissance d'une cellule photovoltaïque



### ➤ Puissance lumineuse reçue

La puissance lumineuse  $P_{lum}$  reçue par la cellule photovoltaïque, exprimée en W, est égale au produit de l'éclairement  $E_{lum}$ , exprimé en  $W.m^{-2}$ , par la surface utile  $S$  de la cellule exprimée en  $m^2$  :  $P_{lum} = E_{lum} * S$ .

### ➤ Étude d'une cellule photovoltaïque « classique » en laboratoire

Matériel à disposition :

- une lampe halogène ;
- un solarimètre ;
- une cellule photovoltaïque de surface utile  $S = 26,1 \times 10^{-4} m^2$  ;
- une résistance variable ;
- un ampèremètre ;
- un voltmètre ;
- des fils de connexion.

Symbole normalisé  
d'une cellule  
photovoltaïque :

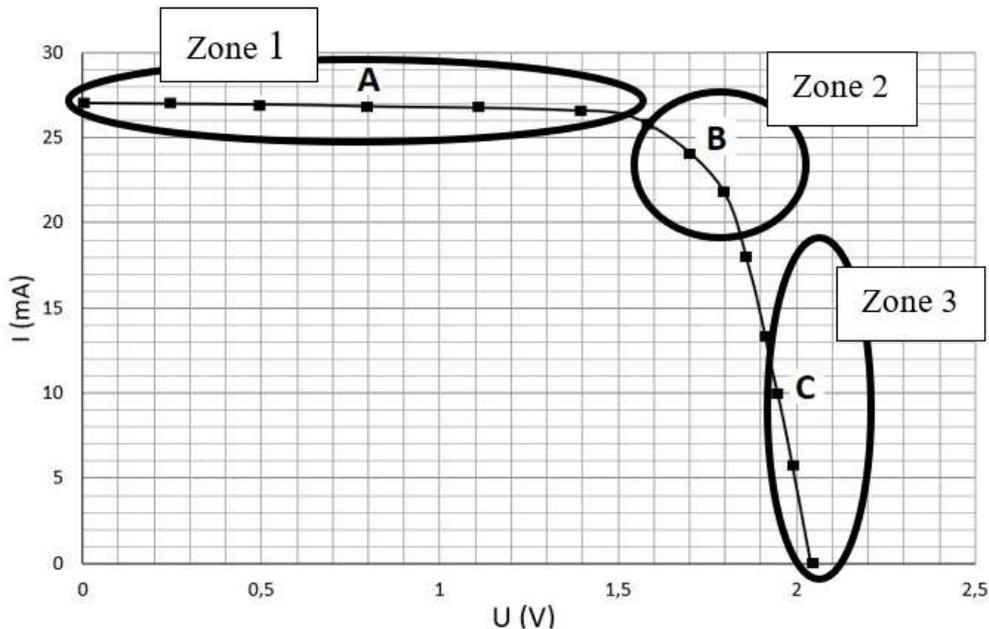


Protocole expérimental :

- ❶ brancher en série la cellule photovoltaïque et la résistance variable ;
- ❷ éclairer la cellule photovoltaïque à l'aide de la lampe halogène placée à 10 cm, et mesurer l'éclairement  $E_{lum}$  au niveau de la cellule photovoltaïque en utilisant le solarimètre (la distance lampe/cellule sera maintenue fixe tout au long de l'étude) ;
- ❸ pour différentes valeurs de la résistance  $R$ , relever les valeurs de la tension  $U$  aux bornes de la cellule et de l'intensité  $I$  du courant dans le circuit à l'aide des appareils de mesure correctement connectés ;
- ❹ tracer à l'aide d'un tableur grapheur la caractéristique  $I = f(U)$  de la cellule photovoltaïque.



La caractéristique ci-dessous a été obtenue pour un éclairement  $E_{lum} = 300 \text{ W.m}^{-2}$  (mesure effectuée avec le solarimètre).



➤ **Rendement de différents types de convertisseurs d'énergie**

Convertisseur d'énergie	Rendement moyen
Cellule photovoltaïque « classique »	15 % (conditions normalisées : $E_{soleil} = 1000 \text{ W.m}^{-2}$ )
Éolienne domestique	20 %
Alternateur	90 %
Batterie automobile	70 %

- 2.1 Schématiser le montage électrique associé au protocole (le solarimètre ne sera pas représenté sur votre schéma).
- 2.2 Dans quelle zone (1, 2 ou 3) la puissance électrique délivrée par cette cellule est-elle la plus grande ? Justifier la réponse en déterminant la puissance électrique délivrée par la cellule aux points A, B et C.

On considère que la puissance électrique maximale délivrée par la cellule photovoltaïque étudiée est  $P_{elec\_max} = 0,041 \text{ W}$ .

- 2.3 Montrer, en justifiant par un calcul, que le rendement maximal de la cellule photovoltaïque étudiée au laboratoire est  $\eta_{max} = 5,2 \%$ .
- 2.4 Pourquoi le rendement déterminé ne correspond-il pas à celui du tableau, alors que la cellule étudiée peut être considérée comme une cellule photovoltaïque « classique » ?
- 2.5 Les cellules photovoltaïques de Solar Impulse 2 ont un rendement de 23 %. Vous paraissent-elles performantes ? Justifier la réponse.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

 Liberté - Égalité - Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

## PARTIE B

### Synthèse et propriétés lavantes d'un savon (10 points)

Des élèves d'une classe de première réalisent la synthèse d'un savon. Cet exercice a pour objectif d'étudier quelques caractéristiques des espèces chimiques mises en jeu lors de cette synthèse d'une part et d'analyser les différentes étapes du protocole d'autre part. Il s'intéresse enfin aux propriétés lavantes du savon.

#### Protocole de la synthèse d'un savon : l'oléate de sodium

**Étape 1 :** verser dans un ballon :

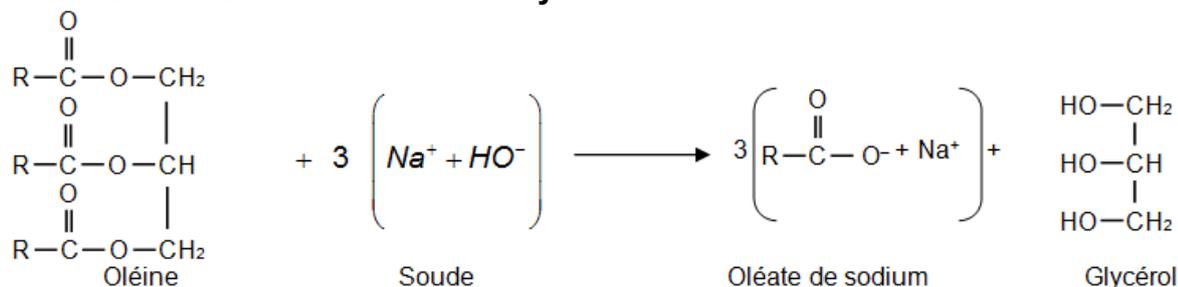
- 13,6 g d'huile d'olive (on considère que l'huile d'olive est de l'oléine pure) ;
- 20 mL d'éthanol ;
- 20,0 mL de soude à  $10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  (en excès) ;
- quelques grains de pierre ponce.

**Étape 2 :** chauffer à reflux le mélange réactionnel pendant 20 minutes environ.

**Étape 3 :** laisser refroidir le mélange quelques minutes puis le verser dans un bécher contenant 200 mL d'une solution aqueuse concentrée de chlorure de sodium.

**Étape 4 :** le précipité obtenu, l'oléate de sodium, est le savon. Il est filtré, rincé à l'eau salée, séché, puis pesé.

#### Équation de la réaction modélisant la synthèse de l'oléate de sodium



Dans les représentations semi-développées ci-dessus, les chaînes carbonées sont représentées par le symbole « R » ; R est un groupe qui contient 17 atomes de carbone reliés entre eux.

#### Données :

- numéro atomique Z de quelques éléments : H : 1 ; O : 8 ; Na : 11 ;
- électronégativité  $\chi$  de quelques éléments selon l'échelle de Pauling : H : 2,2 ; O : 3,5 ; Na : 0,9 ;
- masses molaires en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  :  $M(\text{oléine}) = 884$  ;  $M(\text{hydroxyde de sodium}) = 40$  ;  $M(\text{oléate de sodium}) = 304$  ;



- L'huile est peu soluble dans les solvants polaires alors que les espèces ioniques y sont généralement très solubles :

	Oléine	Hydroxyde de sodium (soude)	Oléate de sodium (Savon)
<b>Solubilité dans l'eau</b>	insoluble	soluble	soluble
<b>Solubilité dans l'éthanol</b>	soluble	soluble	soluble
<b>Solubilité dans l'eau salée</b>	insoluble	soluble	peu soluble

## 1. Espèces chimiques mises en jeu dans la synthèse du savon

### 1.1 L'eau

- 1.1.1 Établir le schéma de Lewis de la molécule d'eau en déterminant au préalable le nombre total d'électrons de valence.
- 1.1.2 Interpréter la géométrie coudée de cette molécule.
- 1.1.3 En déduire le caractère polaire ou apolaire de la molécule d'eau en justifiant votre réponse.
- 1.1.4 Justifier que l'huile ne soit pas soluble dans l'eau.

### 1.2 La soude

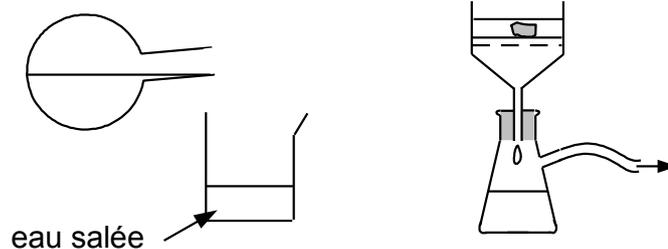
La soude est une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium. Elle est obtenue dans le cas de cette synthèse par dissolution dans l'eau d'un échantillon d'hydroxyde de sodium NaOH solide de masse  $m = 400$  g pour obtenir un volume  $V = 1,0$  L de solution.

- 1.2.1 Exprimer, puis calculer la concentration en quantité de matière en soluté apporté de la solution de soude.
- 1.2.2 Écrire l'équation de la réaction qui modélise la dissolution de l'hydroxyde de sodium solide NaOH(s) dans l'eau.
- 1.2.3 Exprimer puis calculer les concentrations en quantités de matière effectives des ions présents dans la solution de soude.

## 2. Analyse du protocole de synthèse du savon

### 2.1. Étude qualitative à partir des données fournies

- 2.1.1 Préciser le rôle de l'éthanol dans l'étape 1 en justifiant votre réponse.
- 2.1.2 Après le chauffage, on réalise les deux étapes suivantes décrites sur la figure 3 ci-dessous :



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

Liberté - Égalité - Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Figure 3. Étapes 3 et 4 du protocole de synthèse d'un savon

Justifier l'utilisation d'eau salée dans l'étape 3 et indiquer le nom du dispositif utilisé à l'étape 4 et son intérêt.

## 2.2 Étude quantitative

On cherche à déterminer le rendement de la synthèse du savon. La masse du savon obtenu est égale à  $m_{exp} = 10,5$  g.

2.2.1 Vérifier que la soude est le réactif introduit en excès.

2.2.2 Déterminer le rendement de cette synthèse. Commenter.

## 3. Propriétés lavantes d'un savon

On s'intéresse désormais aux propriétés lavantes d'un savon.

On peut représenter schématiquement l'ion oléate, l'ion actif du savon de la façon suivante :



Figure 4. Représentations schématiques de l'ion oléate

3.1 Caractériser les parties 1 et 2 des schémas de l'ion de la figure 4 à l'aide du vocabulaire suivant : hydrophile, hydrophobe, lipophile, lipophobe.

3.2 En déduire, parmi les schémas 5.a et 5.b de la figure 5, celui qui peut expliquer le mode d'action d'un savon. Décrire en un schéma et/ou une ou deux phrases l'étape suivante menant à l'élimination de la tache de graisse lors du lavage par du savon.

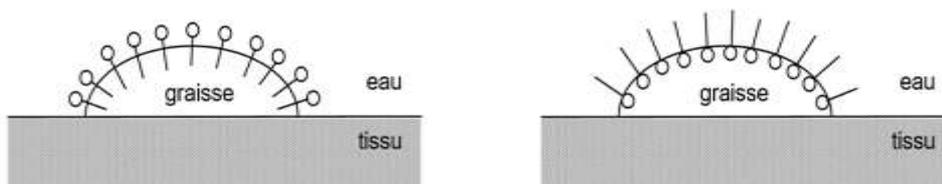


Schéma 5.a.

Schéma 5.b.

Figure 5