

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

## ÉVALUATION

**CLASSE** : Première

**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** : 9

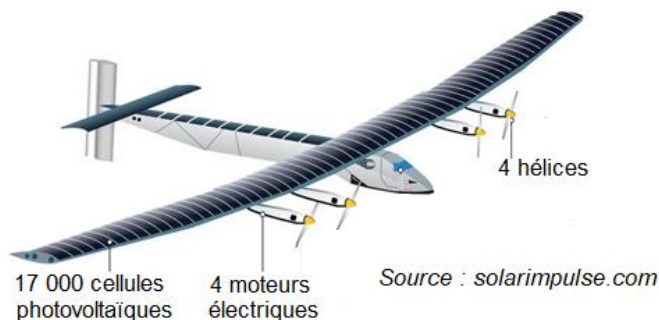
## PARTIE A

### 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

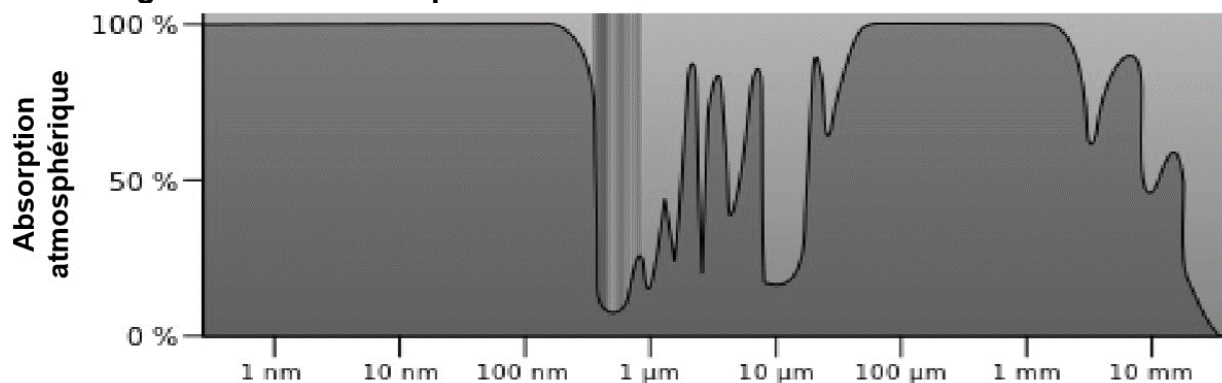
Dans un semi-conducteur exposé à la lumière, un photon d'énergie suffisante extrait un électron qui participe à la conduction de l'électricité.

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

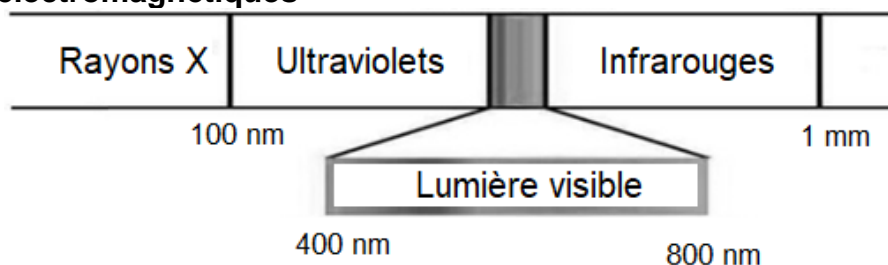
Données :

- 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 ?

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

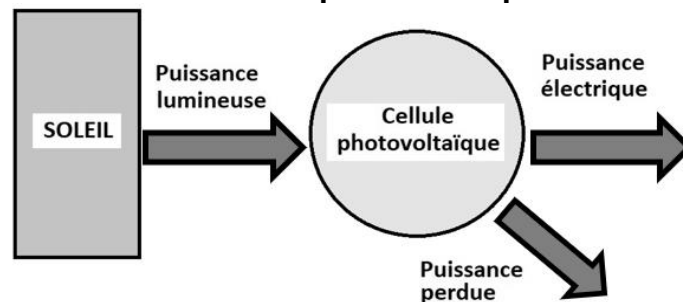
1.1

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

## 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

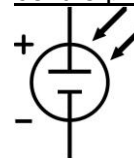
La puissance lumineuse  $P_{lum}$  reçue par la cellule photovoltaïque, exprimée en W, est égale au produit de l'éclairement  $E_{lum}$ , exprimé en  $W \cdot m^{-2}$ , par la surface utile  $S$  de la cellule exprimée en  $m^2$  :  $P_{lum} = E_{lum} * S$ .

### ➤ 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.

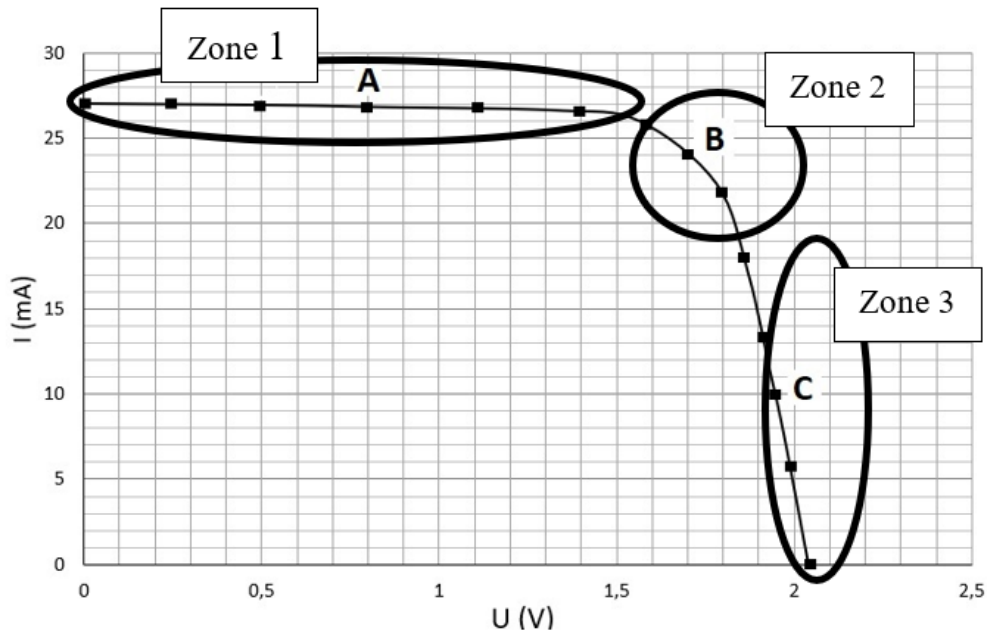
#### Symbole normalisé d'une cellule photovoltaïque :



#### Protocole expérimental :

- 1 brancher en série la cellule photovoltaïque et la résistance variable ;
- 2 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) ;
- 3 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 ;
- 4 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  $E_{lum} = 300 W \cdot m^{-2}$  (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 :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

## PARTIE B

### Détermination du degré alcoolique d'un vin d'épines (10 points)

Dans plusieurs régions de France, on fabrique du vin d'épines, un apéritif alcoolisé qui titre environ à environ 15 % en degré d'alcool. Cette boisson est préparée en faisant macérer de jeunes pousses de prunellier, un petit arbre rustique, dans un mélange de sucre, de vin et d'eau de vie\* pendant un mois. Après filtration, ce mélange est mis en bouteille pour vieillir



pendant au moins trois mois, avant de pouvoir être dégusté. En fin de période de vieillissement, il est possible de vérifier le degré d'alcool du vin d'épines fabriqué en réalisant un titrage suivi par colorimétrie.

On considère que l'alcool présent dans les boissons alcoolisées est une seule et même espèce chimique : l'éthanol.

Le degré d'alcool d'une boisson alcoolisée, noté (°), correspond au volume d'éthanol pur contenu dans 100 mL de boisson. Par exemple, 100 mL d'une boisson à 35° contient 35 mL d'éthanol pur.

\*boisson alcoolisée obtenue par distillation de jus fermentés de fruits, de céréales ou de tubercules.

L'objectif de cet exercice est d'étudier quelques propriétés de l'éthanol et de déterminer le degré d'alcool d'un vin d'épines.

#### 1. À propos de l'éthanol

##### Données :

- Représentations moléculaires de l'éthanol et de l'acide éthanoïque

Ethanol		Acide éthanoïque
Formule brute	Modèle moléculaire	Formule semi-développée
$C_2H_6O$		

- Électronégativité selon l'échelle de Pauling de quelques éléments

Élément	C	H	O
Électronégativité $\chi$	2,55	2,20	3,44



- Bandes d'absorption en spectroscopie IR

Liaison	O-H (alcool)	O-H (acide)	C=O
Nombre d'onde (cm <sup>-1</sup> )	3200 - 3400 bande forte et large	2500 - 3200 bande forte et très large	1700 - 1800 bande forte et fine

1.1. Représenter le schéma de Lewis de l'éthanol.

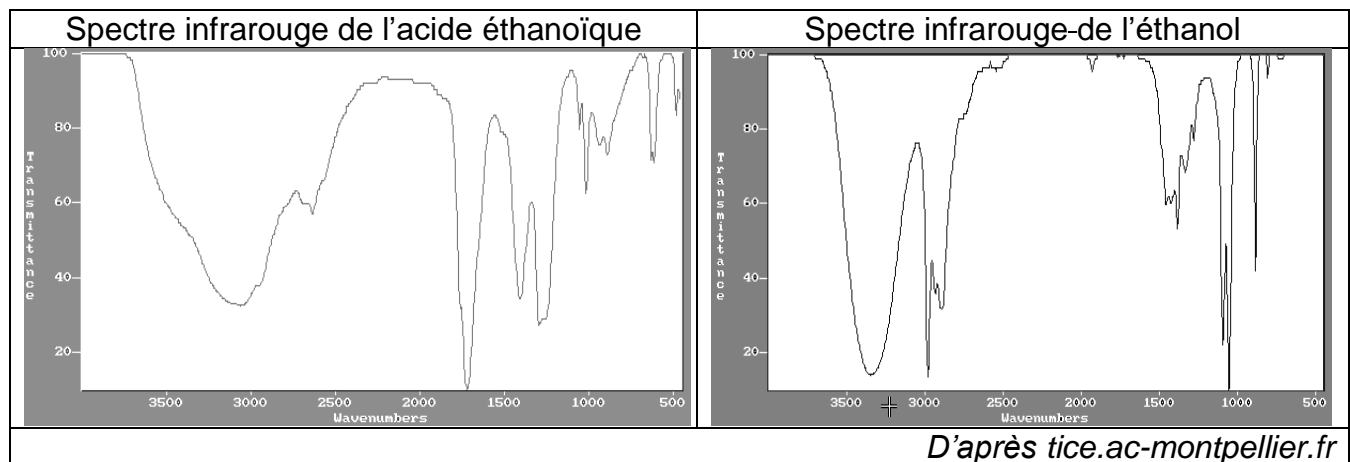
1.2. Justifier le fait que la molécule d'éthanol est une molécule polaire.

1.3. Expliquer pourquoi l'éthanol est miscible avec l'eau.

1.4. En présence d'un excès d'oxydant, l'éthanol peut être oxydé en acide éthanoïque.

Les spectres infrarouges de l'acide éthanoïque et de l'éthanol sont donnés ci-dessous.


Expliquer comment on peut les utiliser pour justifier que la transformation de l'éthanol en acide éthanoïque a eu lieu.



## 2. Détermination du degré d'alcool du vin d'épines

Le vin d'épines étant constitué de diverses espèces chimiques, on effectue une distillation fractionnée d'un mélange de 50 mL de vin d'épines et d'eau pour en extraire l'éthanol. On verse le distillat dans une fiole jaugée de 500 mL et on complète avec de l'eau distillée. **On obtient 500 mL de solution notée S contenant tout l'éthanol initialement présent dans 50 mL de vin d'épines.**

L'éthanol réagit avec les ions permanganate en milieu acide, mais cette transformation, quoique totale, est lente : elle ne peut donc pas être le support d'un titrage. On procède donc en deux étapes.

<b>Modèle CCYC : ©DNE</b>												
<b>Nom de famille (naissance) :</b> <small>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</small>												
<b>Prénom(s) :</b>												
<b>N° candidat :</b>							<b>N° d'inscription :</b>					
 <small>Liberté • Égalité • Fraternité RÉPUBLIQUE FRANÇAISE</small>	<small>(Les numéros figurent sur la convocation.)</small>											
<b>Né(e) le :</b>			/			/						

1.1

**Étape 1 :** on introduit les ions permanganate en excès dans un volume donné de la solution S pour transformer tout l'éthanol présent en acide éthanoïque et on laisse le temps nécessaire à la transformation de s'effectuer.

**Étape 2 :** on réalise ensuite le titrage des ions permanganate restants par les ions  $\text{Fe}^{2+}$ .

**Données :**

- Couples oxydant-réducteur :

acide éthanoïque / éthanol :  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{aq}) / \text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{aq})$

ion permanganate / ion manganèse :  $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) / \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$

- Demi-équation électronique :  $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8 \text{H}^+(\text{aq}) + 5 \text{e}^- = \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

- Masse volumique de l'éthanol :  $0,79 \text{ g.mL}^{-1}$

- Masse molaire de l'éthanol :  $M = 46 \text{ g.mol}^{-1}$

- Toutes les espèces chimiques en solution sont incolores mis à part les ions permanganate qui sont violets.

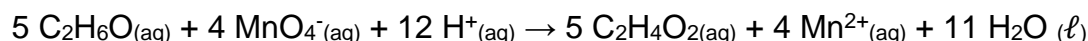
## 2.1. Étude de l'étape 1

On s'intéresse ici à la réaction entre les ions permanganate et l'éthanol.

Dans un erlenmeyer, on mélange  $V_0 = 2,0 \text{ mL}$  de solution S et  $V_1 = 25,0 \text{ mL}$  d'une solution acidifiée de permanganate de potassium ( $\text{K}^+(\text{aq}) + \text{MnO}_4^-(\text{aq})$ ) de concentration en quantité de matière  $C_1 = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

On bouche l'erlenmeyer et on laisse réagir pendant environ 30 minutes, à  $60^\circ\text{C}$ .

**2.1.1.** Établir que l'équation de réaction entre l'éthanol et les ions permanganate en milieu acide s'écrit :



**2.1.2.** Compléter le tableau d'avancement en **ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE**, en utilisant comme notation :

-  $n_0$ , quantité de matière initiale d'éthanol présente dans le volume  $V_0$

-  $n_1$ , quantité de matière initiale d'ions permanganate présente dans le volume  $V_1$ .

**2.1.3.** En s'appuyant sur le tableau d'avancement de l'**ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE**, montrer que dans l'état final, la quantité d'ions permanganate restant dans l'erlenmeyer peut s'écrire :

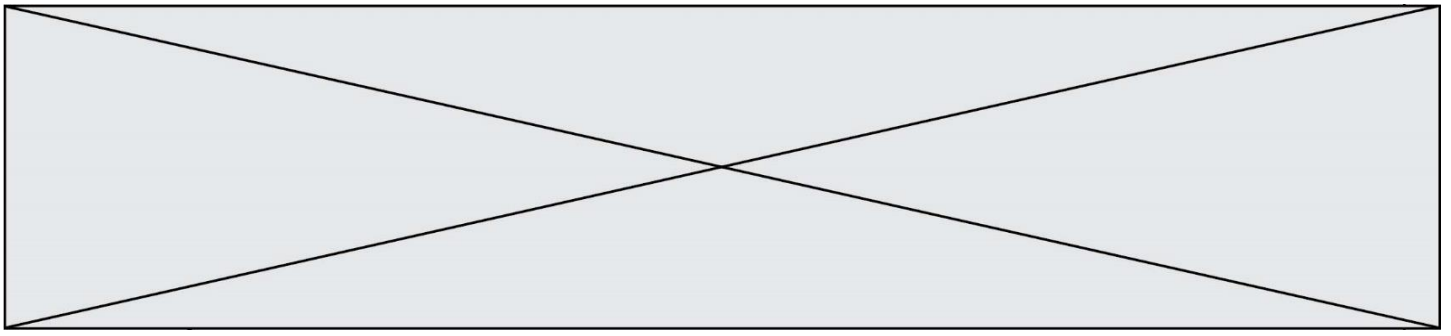
$$n(\text{MnO}_4^-)_{\text{restant}} = C_1 \times V_1 - \frac{4}{5} \times n_0$$

## 2.2. Étude de l'étape 2

On titre les ions permanganate restants à la fin de l'étape 1, directement dans l'erlenmeyer, par une solution aqueuse contenant des ions  $\text{Fe}^{2+}$  à la concentration en quantité de matière  $C_2 = 3,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ .

L'équation de la réaction de support du titrage entre les ions permanganate  $\text{MnO}_4^-$  et les ions  $\text{Fe}^{2+}$  est :  $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 5 \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 8 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 5 \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Le volume de solution titrante versé pour atteindre l'équivalence est  $V_{2\text{éq}} = 14,1 \text{ mL}$ .



- 2.2.1. Définir du terme « équivalence » utilisé lors d'un titrage.
- 2.2.2. Préciser, en justifiant, le changement de couleur qui permet de repérer l'équivalence.
- 2.2.3. Indiquer la relation qui existe, à l'équivalence, entre les quantités de matière d'ions permanganate présents initialement et les ions  $\text{Fe}^{2+}$  versés à l'équivalence.
- 2.2.4. La quantité d'éthanol initialement présente dans le volume 50 mL de vin d'épines est alors donnée par la relation :  $n_{\text{éthanol}} = 250 \times \left( \frac{5}{4} \times c_1 \times V_1 - \frac{1}{4} \times c_2 \times V_{2\text{éq}} \right)$ .

Déterminer si le degré d'alcool annoncé de ce vin d'épines est conforme à celui annoncé pour ces apéritifs.

*Le candidat est invité à présenter son raisonnement de manière claire et ordonnée. Toute tentative de réponse, même incomplète, sera valorisée.*



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 :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

## ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

### Question 2.1.2 :

Équation de la réaction		$5 \text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{aq}) + 4 \text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 12 \text{H}^+ \rightarrow 5 \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{aq}) + 4 \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 11 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$					
État	Avancement (mol)	$n(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})$	$n(\text{MnO}_4^-)$	$n(\text{H}^+)$	$n(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)$	$n(\text{Mn}^{2+})$	$n(\text{H}_2\text{O})$
Initial	0	$n_0$	$n_1$	/			/
En cours	X			/			/
Final	$x_f$			/			/

#### Remarques :

- On rappelle que l'ion permanganate est introduit en excès.
- L'eau étant le solvant et l'ion hydrogène n'étant pas limitant, leurs quantités ne seront pas précisées.