

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 : / /

 Liberte - Egalite - Fraternite
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 : 9

PARTIE A

Une éolienne à la maison (10 points)

Un particulier veut installer une éolienne dans son jardin afin d'assurer ses besoins en énergie électrique. L'éolienne convertit une énergie renouvelable en électricité « verte », que l'on peut stocker chez soi dans des batteries. L'installation peut être schématisée comme suit :



D'après <https://www.futura-sciences.com/>

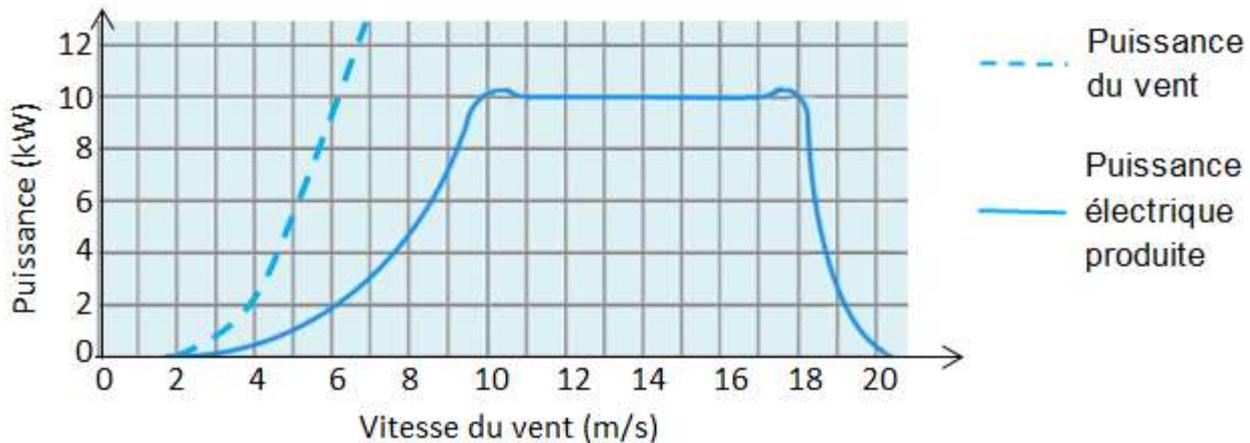
- (1) Régulateur de charge : protège l'installation des surcharges ou décharges totales.
- (2) Nombreuses batteries raccordées en série.
- (3) Utilisation TBT (« très basse tension » pour luminaires, système d'alarme,...)
- (4) Onduleur : permet d'obtenir un courant alternatif.
- (5) Prise électrique



- (6) Compteur d'autoconsommation (affichage de l'énergie électrique globalement consommée)
- (7) Compteur de production, en cas de revente à EDF.

1. Produire de l'électricité

L'éolienne se compose d'un rotor monté en haut d'un mât. La rotation des pâles de l'éolienne permet la transformation de l'énergie du vent en énergie électrique. La puissance électrique ainsi produite dépend de la valeur de la vitesse du vent :



D'après <https://www.futura-sciences.com/>

- 1.1. À quelle valeur minimale de la vitesse du vent, exprimée en km.h^{-1} , l'éolienne commence-t-elle à produire de l'énergie électrique ?
- 1.2. Transfert d'énergie au sein de l'éolienne.
 - 1.2.1. Représenter la chaîne énergétique de l'éolienne.
 - 1.2.2. Définir le rendement de l'éolienne puis calculer sa valeur pour une valeur de vitesse du vent égale à 7 m.s^{-1} .
- 1.3. L'éolienne est configurée pour produire une puissance maximale dans une plage de valeurs de vitesse du vent comprises entre 10 et 18 m.s^{-1} . Interpréter la forme de la courbe donnant la puissance électrique produite en fonction de la vitesse du vent pour des valeurs supérieures à 18 m.s^{-1} .

2. Stocker de l'électricité

Les batteries sont des accumulateurs électrochimiques capables de convertir de l'énergie électrique en énergie chimique lors de leur charge et de l'énergie chimique en énergie électrique lors de leur décharge. Parmi les dispositifs utilisés, les batteries au plomb sont actuellement les plus utilisées pour le stockage de l'énergie électrique produite par des éoliennes domestiques.

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

Caractéristiques d'une batterie au plomb

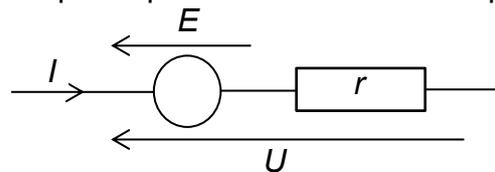
| Tension à vide E' | Capacité** C | Intensité maximale I_{\max} | Résistance interne r | Densité énergétique* | Rendement énergétique η |
|------------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| 12,5 V | 30 Ah | 10 A | 0,4 Ω | 25 Wh/kg | 75 % |

* 25 Wh/kg signifie qu'une batterie de 1 kg permet de stocker une énergie chimique de 25 Wh.

** 30 Ah signifie que la batterie peut délivrer un courant d'intensité égale à 30 A pendant 1 h ou 10 A pendant 3 h ou encore 30 mA pendant 1000 h, etc.

Modèle électrique équivalent de la batterie en charge

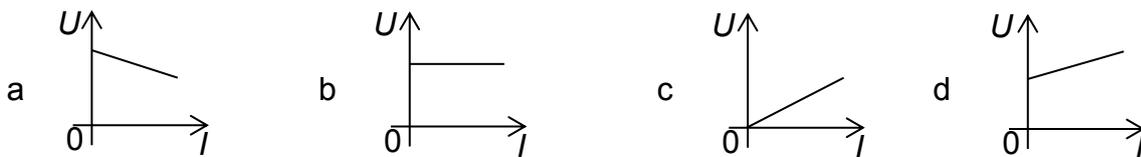
Lorsque la batterie est en charge sous la tension électrique U délivrée par l'éolienne, elle peut être modélisée par la portion de circuit électrique suivante :



2.1. Relation entre l'intensité I et la tension U .

2.1.1. Justifier l'expression $U = E' + rI$ (relation 1) liant la tension U aux bornes de la batterie en charge et l'intensité I du courant électrique de charge. Que représente r ?

2.1.2. Sélectionner le tracé correspondant à la charge de la batterie parmi les graphes ci-dessous. Justifier.



2.2. La relation 1 peut s'écrire : $UI = E'I + rI^2$ (relation 2).

2.2.1. Après avoir donné la signification énergétique de chacun des termes de la relation 2, définir le rendement η du transfert d'énergie au sein de la batterie lors de sa charge et montrer que $\eta = \frac{E'}{U}$.

2.2.2. Vérifier que la valeur du rendement est égale à 76 % pour une valeur de l'intensité du courant électrique de charge égale à 10 A.

2.3. La masse de la batterie étudiée est de l'ordre de 15 kg. L'installation comporte 20 batteries identiques.

En tenant compte du rendement mentionné à la question 2.2.2, l'éolienne, fonctionnant à sa puissance maximale, permet-elle de fournir l'énergie électrique nécessaire à la charge de ces batteries si celle-ci dure 1 h ?



Le candidat est évalué sur ses capacités à concevoir et à mettre en œuvre une démarche de résolution, ainsi que sur la qualité de sa rédaction.

Toutes les prises d'initiative et toutes les tentatives de résolution, même partielles, seront valorisées.

3. Consommer l'électricité

La puissance électrique utilisable par le propriétaire de la maison lors de la décharge des batteries est de l'ordre de 6 kW.

Pour suivre sa consommation d'électricité, le propriétaire a réalisé un programme en langage Python s'appuyant sur un classement des appareils électriques par pack, c'est-à-dire par groupe d'appareils de même puissance électrique.

Classement des appareils par pack

| Pack | 1 | 2 | 3 |
|---------------------------|---|--|--|
| Puissance électrique (kW) | 2,5 kW | 1 kW | 0,1 kW |
| Appareils | chauffe-eau, machine à laver, radiateur, four | bouilloire électrique, grille-pain, fer à repasser | téléviseur, hotte aspirante, lampes basse consommation |

Programme en langage python

```
1 # Bilan consommation électrique journalière
2 # pack1 = appareils de puissance 2,5 kW
3 # pack2 = appareils de puissance 1 kW
4 # pack3 = appareils de puissance 0,1 kW
5 t_1 = float(input('durée journalière utilisation du pack1 : '))
6 t_2 = float(input('durée journalière utilisation du pack2 : '))
7 t_3 = float(input('durée journalière utilisation du pack3: '))
8 E_1 = 2.5*t_1
9 E_2 = 1*t_2
10 E_3 = 0.1*t_3
11 E_totale_consommée = E_1+E_2+E_3
12 # 1 kWh coûterait 0,15 euros
13 Economie_journaliere = E_totale_consommée * 0.15
14 print("L'énergie électrique du pack1 vaut E_1 = ",E_1,"kWh")
15 print("L'énergie électrique du pack2 vaut E_2 = ",E_2,"kWh")
16 print("L'énergie électrique du pack1 vaut E_3 = ",E_3,"kWh")
17 print("L'économie réalisée vaut", Economie_journaliere,'euros')
```

3.1. La maison est aussi équipée d'un ordinateur. Associer cet appareil à son pack.

3.2. Programme en langage Python.

3.2.1. Expliquer la ligne 13.

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

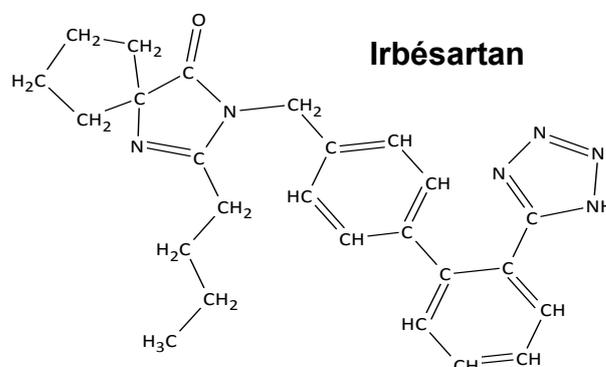
1.1

- 3.2.2. Lors d'une journée, le four a été utilisé pendant 1h30, le chauffe-eau pendant 5h et le radiateur pendant 2h. Le téléviseur est resté allumé 2h durant une séance de repassage.
Quelle est le contenu de la dernière ligne affichée lors de l'exécution du programme ?

PARTIE B

Synthon d'un antihypertenseur (10 points)

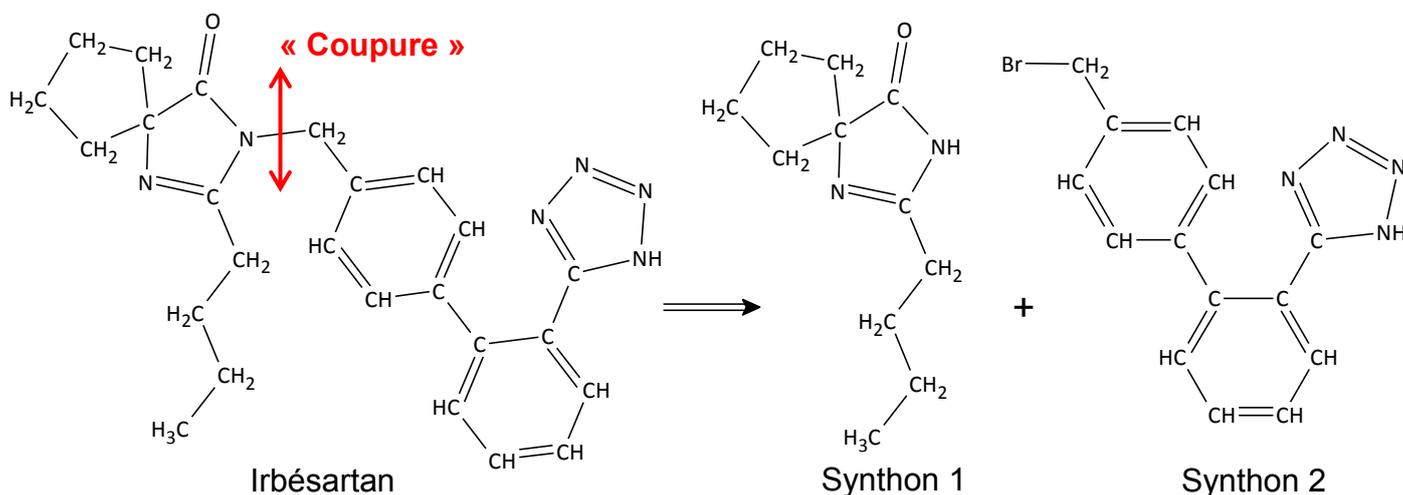
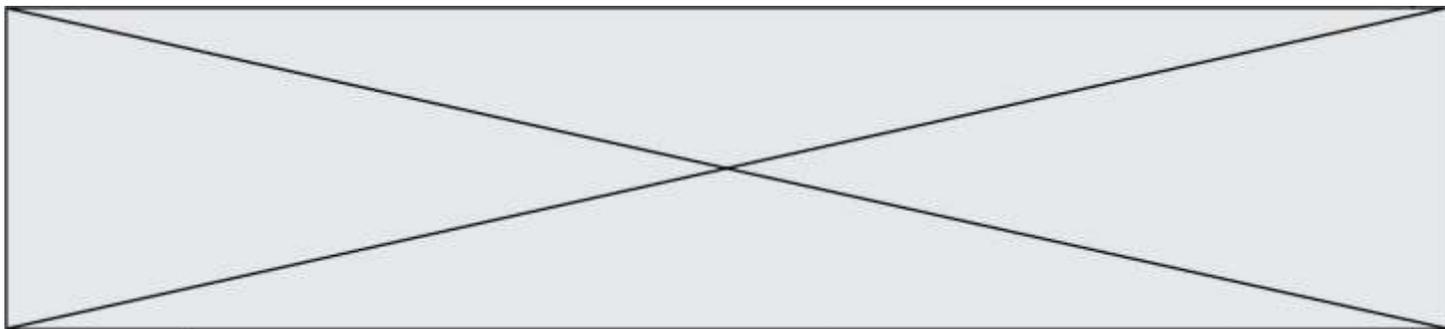
L'irbésartan, dont la formule est représentée ci-contre, est un composé organique utilisé dans le traitement de l'hypertension artérielle. Cette espèce présente des points communs avec une hormone produite naturellement par l'organisme responsable d'une élévation de la pression artérielle. L'irbésartan vient se fixer sur les récepteurs spécifiques de cette hormone, les empêchant alors de la reconnaître et évitant ainsi une élévation trop importante de la pression artérielle.



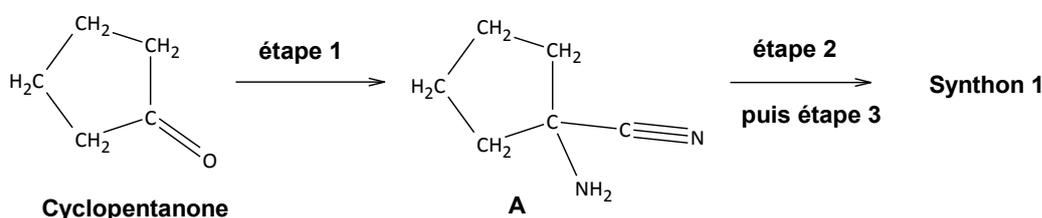
d'après Thèse : *Conception et synthèse de métalloprotéases et de cibles à ligand acide*, Cousaert N., 2008 <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00356629/document>

Pour synthétiser une molécule complexe les chimistes la « coupe » fictivement en plusieurs fragments appelés « synthons ». Le choix des synthons se fait de telle sorte qu'ils soient fabriqués en un minimum d'étapes avec de bons rendements. Ces synthons réagiront ensuite entre eux pour conduire à la molécule souhaitée.

Dans le cas de la synthèse de l'irbésartan, une équipe de chimiste a envisagé la fabrication des deux synthons ci-dessous (synthons 1 et 2) :



La synthèse du synthone 1 se fait en trois étapes à partir de la molécule de cyclopentanone. Ce sujet porte sur l'étape 1 de cette synthèse multi-étapes, celle permettant d'obtenir le composé A.



Protocole expérimental de l'étape 1 :

- ① Dans un ballon de 250 mL, introduire 5,2 g (80 mmol) de cyanure de potassium solide, 8 mL d'eau et un barreau aimanté. Mettre le tout au-dessus d'un agitateur magnétique et agiter jusqu'à dissolution complète.
- ② Introduire successivement 20 mL d'une solution aqueuse d'ammoniac de concentration en quantité de matière d'ammoniac $10,8 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, puis 6,3 mL de cyclopentanone dissous dans 8 mL de méthanol.
- ③ Surmonter le ballon d'un réfrigérant, agiter et chauffer le mélange durant 45 minutes à 60°C .
- ④ Laisser refroidir tout en continuant à agiter durant 45 minutes.
- ⑤ Verser le mélange dans une ampoule à décanter et ajouter 50 mL de dichlorométhane. Séparer les phases.
- ⑥ Extraire la phase aqueuse avec trois fois 25 mL de dichlorométhane.
- ⑦ Rassembler les phases organiques et les sécher avec du sulfate de magnésium anhydre $\text{MgSO}_4(\text{s})$. Filtrer et récupérer la phase organique.
- ⑧ Le solvant organique est évaporé et on obtient alors 7,1 g d'une huile incolore : le composé A.

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

Données:

Quelques informations relatives aux espèces chimiques de l'étape 1 du protocole expérimental

| Espèce chimique, Formule brute Masse molaire | État physique Température d'ébullition Densité par rapport à l'eau à 20°C (à la pression atmosphérique) |
|--|---|
| Cyclopentanone C_5H_8O $M_{\text{cyclo}} = 84,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ | Liquide incolore $T_{\text{éb}} = 130,5 \text{ °C}$ $\rho_{\text{cyclo}} = 950 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ |
| Solution aqueuse d'ammoniac à $10,8 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $NH_3(\text{aq})$ $M_{NH_3} = 17,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ | Liquide incolore $T_{\text{éb}} = 50 \text{ °C}$ $\rho_{NH_3(\text{aq})} = 910 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ |
| Cyanure de potassium $KCN(\text{s})$ $M_{KCN} = 65,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ | Solide blanc Non renseigné Non renseigné |
| A $C_6H_{10}N_2$ $M_A = 110,2 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ | Huile incolore Non renseigné Non renseigné |

Masse volumique de l'eau à 20°C : $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

Masse volumique du dichlorométhane : $\rho_{\text{dichlo}} = 1330 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

Tableau des miscibilités entre différentes espèces chimiques

| | Eau | Dichlorométhane | Molécule A |
|-----------------|--------------|-----------------|------------|
| Eau | | Non miscible | Bonne |
| Dichlorométhane | Non miscible | | Très bonne |
| Molécule A | Bonne | Très bonne | |

Valeurs des électronégativités de certains atomes (selon Pauling)

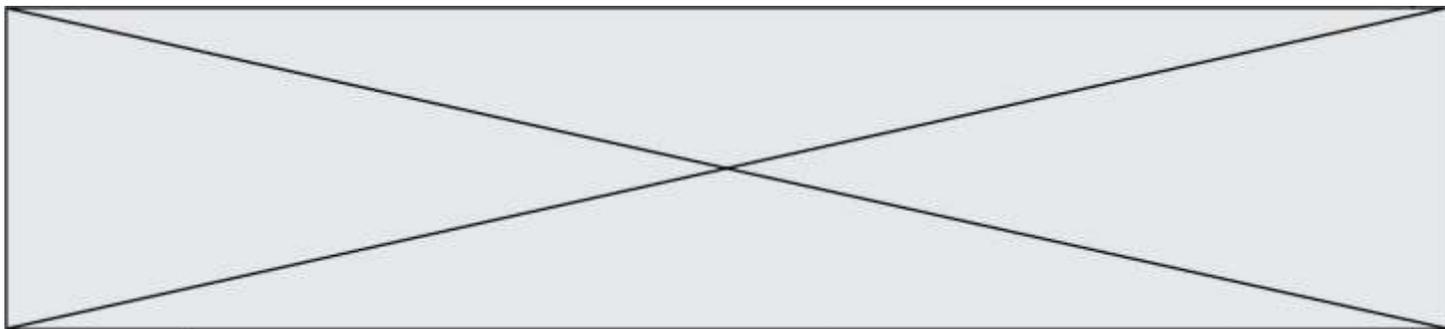
| Atomes | H | C | O | N |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| Électronégativité | 2,1 | 2,5 | 3,5 | 3,0 |

1. À propos des réactifs et produits

1.1. Définir un composé organique.

1.2. Recopier la molécule de cyclopentanone et la molécule A sur la copie et y ajouter tous les doublets non liants de la molécule. Justifier la démarche.

1.3. Entourer le groupe caractéristique présent sur la molécule de cyclopentanone et préciser le nom de la famille de composés associée.



2. Analyse du protocole

Deux solvants sont mélangés lors de cette synthèse, l'eau et le méthanol, dont le mélange est homogène.

2.1. Représenter le schéma de Lewis de la molécule d'eau, puis celui de la molécule de méthanol de formule brute CH_4O .

2.2. Donner le nom de l'interaction prépondérante entre l'eau et le méthanol qui permet d'expliquer la présence d'une seule phase dans le milieu réactionnel. Justifier à l'aide d'un schéma.

2.3. Citer le nom du montage utilisé lors du chauffage. Donner son intérêt.

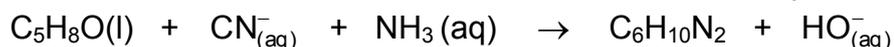
2.4. Donner le nom de l'opération effectuée lors des étapes ⑤ et ⑥ du protocole de synthèse.

2.5. Sur l'annexe à rendre avec la copie compléter le schéma correspondant à la fin de l'opération ⑤. Préciser la nature des phases sur le schéma en justifiant la réponse sur la copie et indiquer dans quelle phase se trouve le composé A.

2.6. Donner le nom de l'opération ⑦ et préciser le rôle du sulfate de magnésium anhydre ajouté à la phase organique lors de cette étape.

3. Rendement de la synthèse

L'équation de la réaction modélisant la transformation associée à l'étape 1 est la suivante :



3.1. Calculer les quantités de matière d'ammoniac et de cyclopentanone introduites initialement dans le milieu réactionnel.

3.2. En déduire la valeur de l'avancement maximal de la réaction x_{max} .

3.3. Définir le rendement de la synthèse et le calculer en admettant que l'huile incolore obtenue correspond au composé A pur.

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

Annexe à rendre avec la copie

Question 2.5.

