

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

Ballon-sonde (10 points)

Le 17 mars 1898, le premier ballon-sonde météorologique français était lancé depuis l'observatoire de Trappes, en région parisienne. Il emportait, dans un panier d'osier, un « météorographe », destiné à enregistrer la pression et la température en altitude. Aujourd'hui, les ballons-sondes sont toujours utilisés (**figure 1**). Ces radiosondages fournissent des informations sur l'état des premières couches de l'atmosphère (troposphère et stratosphère).

D'après : meteofrance.com 16/03/2018



Figure 1 : lâcher de ballon automatique
© Météo-France, Pascal Taburet

Dans le cadre d'un atelier scientifique, des lycéens ont conçu un ballon-sonde constitué :

- d'une enveloppe fermée remplie d'hélium ;
- d'une nacelle contenant des appareils de mesure et un parachute.

Lors du lâcher, le ballon-sonde communique avec une station au sol. Des mesures de pression, température, position sont récoltées au cours de l'ascension.



L'objectif de cet exercice est de justifier le choix de valeur de la fréquence de télécommunication et de confronter certaines mesures réalisées à des modèles physiques.

Données :

- la valeur de la célérité c des ondes électromagnétiques dans le vide ou dans l'air est supposée connue des candidats
- masse(enveloppe) = $3,2 \times 10^2$ g ;
- masse(nacelle) = 3,6 kg ;
- masse(hélium) = $7,0 \times 10^2$ g ;
- intensité du champ de pesanteur : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$;
- pression atmosphérique au niveau du sol : $P_0 = 1,0 \times 10^3$ hPa ;
- volume initial du ballon : $V_0 = 4,0 \text{ m}^3$;
- volume du ballon juste avant éclatement : $V_{max} = 51 \text{ m}^3$.

1. Choix technique pour la télécommunication

Pour éviter les interférences avec d'autres systèmes, les lycéens doivent respecter les normes en vigueur. Leur ballon-sonde doit émettre des ondes électromagnétiques dans le domaine radioélectrique UHF (Ultra Hautes Fréquences), que l'union internationale des télécommunications a attribué au service de la météorologie. Les lycéens ont choisi de régler la valeur de la fréquence d'émission de leur ballon-sonde à $f = 403,2 \text{ MHz}$.

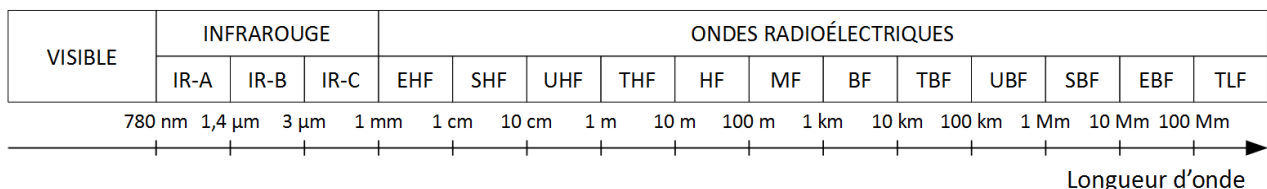


Figure 2 : différents domaines du spectre des ondes électromagnétiques

- 1.1. Citer un autre type d'ondes que les ondes électromagnétiques. En donner un exemple.
- 1.2. Exprimer la relation entre célérité c , longueur d'onde λ et fréquence f .
- 1.3. Déterminer la valeur de la longueur d'onde des ondes émises par le ballon-sonde. Commenter le choix effectué par les lycéens par rapport aux normes de télécommunication.

2. Décollage du ballon-sonde

On considère le ballon juste après le décollage, étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen. On néglige les frottements exercés par l'air.

Le système {ballon + nacelle + hélium} est soumis à deux forces :

- son poids, noté \vec{P} ;
- la poussée d'Archimède, notée \vec{F} , verticale, dirigée vers le haut telle que sa norme $F = 50 \text{ N}$.



- 2.1. Calculer la valeur de la masse m totale du système étudié.
- 2.2. Calculer la valeur du poids du système {ballon + nacelle + hélium}.
- 2.3. Représenter les forces exercées sur le système {ballon + nacelle + hélium} modélisé par un point matériel noté S (échelle : $10 \text{ N} \leftrightarrow 1 \text{ cm}$).
- 2.4. En déduire le vecteur représentant la somme des forces appliquées sur le système et donner les caractéristiques de ce vecteur (direction, sens, norme). Le ballon possède une trajectoire verticale ascendante. Les lycéens ont calculé la vitesse du ballon-sonde à partir des mesures de positions. La vitesse est $V_1 = 1,1 \text{ m.s}^{-1}$ à $t_1 = 1,0 \text{ s}$ et $V_3 = 3,2 \text{ m.s}^{-1}$ à $t_3 = 3,0 \text{ s}$.
- 2.5. Calculer la variation de la valeur de la vitesse entre les instants t_1 et t_3 .
- 2.6. Montrer que cette variation est cohérente avec les caractéristiques de la somme des forces appliquées sur le système.

3. Éclatement

Dans cette partie, on considère que l'enveloppe du ballon-sonde est parfaitement souple et extensible de sorte que la pression de l'hélium à l'intérieur est constamment égale à la pression atmosphérique.

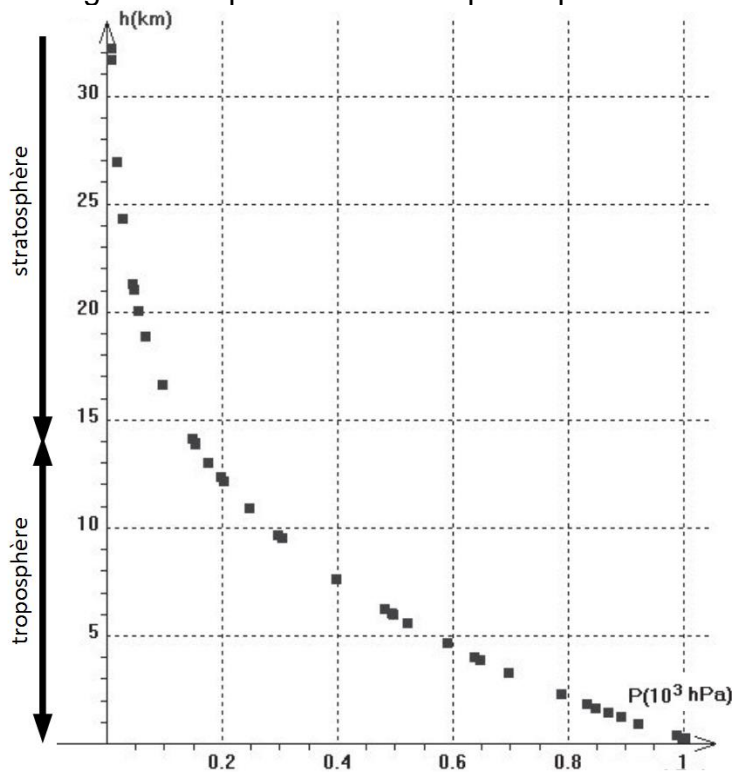


Figure 3 : Relevé de pression dans la troposphère et la stratosphère pour différentes altitudes h . (D'après : Concours Centrale-Supélec, TSI, 2008.)

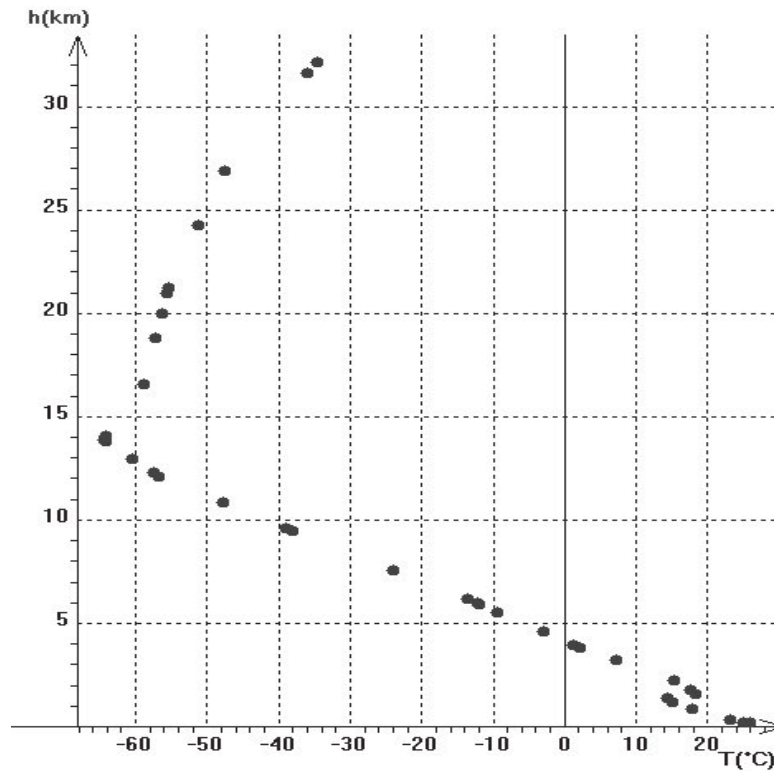


Figure 4 : Relevé de température dans la troposphère et la stratosphère pour différentes altitudes h . (D'après : Concours Centrale-Supélec, TSI, 2008.)

- 3.1. À l'aide de la **figure 3**, expliquer comment varie la pression dans le ballon sonde lorsque l'altitude augmente.
- 3.2. Énoncer la loi de Mariotte relative au produit de la pression P par le volume V d'un gaz pour une quantité de matière donnée et une température constante.
- 3.3. À l'aide de la loi de Mariotte, indiquer comment varie qualitativement le volume du ballon au cours de son ascension. Déterminer ensuite l'altitude maximale atteinte par le ballon au moment de l'éclatement.
- 3.4. En réalité le ballon a atteint une altitude de 31 km, elle est supérieure à celle prévue dans la question précédente. Proposer une explication.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



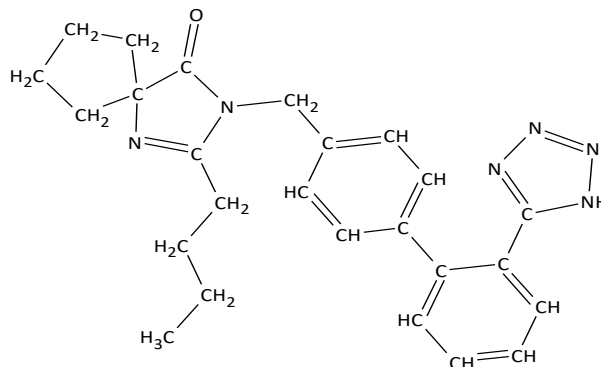
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

PARTIE B



Synthon d'un antihypertenseur (10 points)

Irbesartan

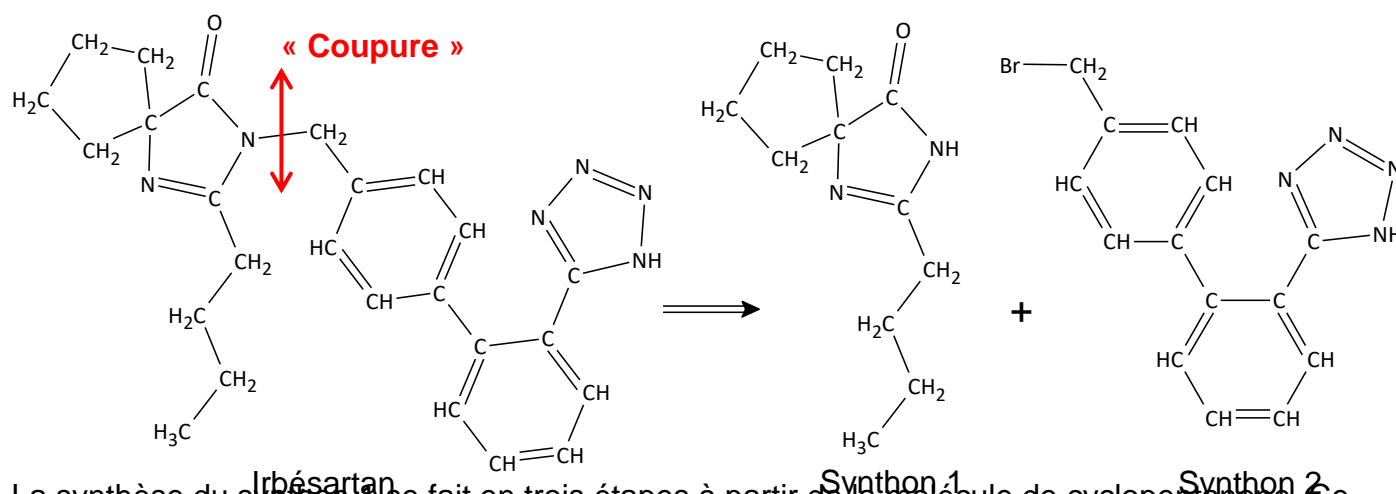
L'irbesartan, dont la formule est représentée ci-contre, est un composé organique utilisé dans le traitement de l'hypertension artérielle.

Cette espèce présente des points communs avec une hormone produite naturellement par l'organisme responsable d'une élévation de la pression artérielle. L'irbesartan 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.

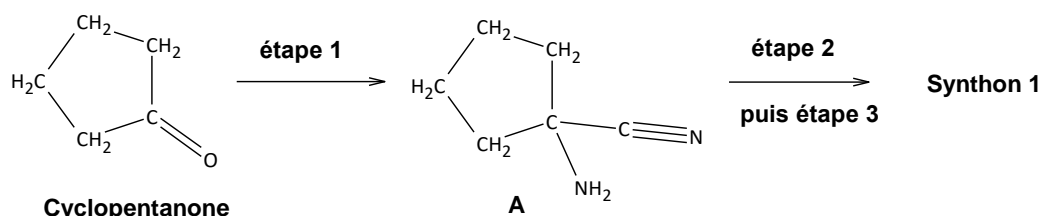
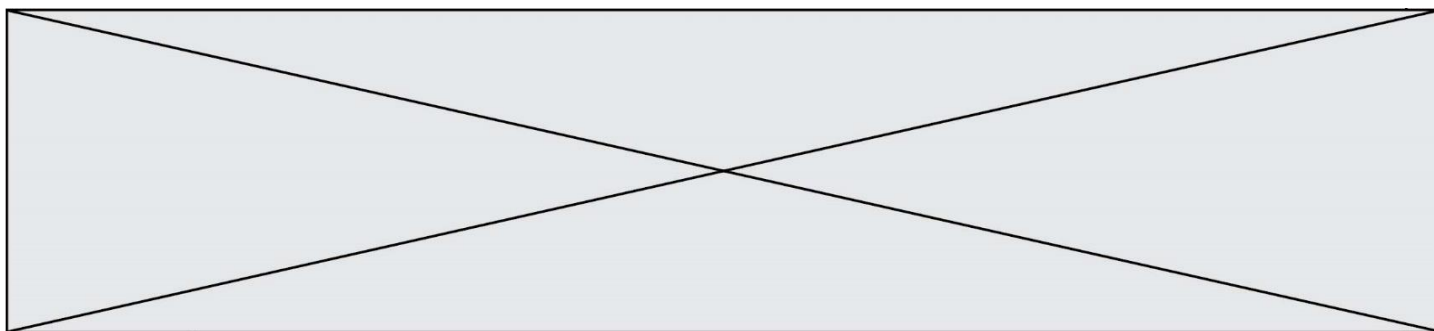
d'après Thèse : Conception et synthèse de métalloprotéases et de cibles à ligand acide, Coussaert N., 2008 <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00356629/document>

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'irbesartan, une équipe de chimiste a envisagé la fabrication des deux synthons ci-dessous (synthons 1 et 2) :



La synthèse du synthon 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 $10,8 \text{ mol.L}^{-1}$, 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 $60 \text{ }^\circ\text{C}$.
- 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.

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 $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$ $M_{\text{cyclo}} = 84,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	Liquide incolore $T_{\text{éb}} = 130,5 \text{ }^\circ\text{C}$ $\rho_{\text{cyclo}} = 950 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
Solution aqueuse d'ammoniac à $10,8 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{NH}_3 \text{ (aq)}$ $M_{\text{NH}_3} = 17,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	Liquide incolore $T_{\text{éb}} = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ $\rho_{\text{NH}_3 \text{ (aq)}} = 910 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

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

Cyanure de potassium $\text{KCN}_{(s)}$ $M_{\text{KCN}} = 65,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	Solide blanc Non renseigné Non renseigné
A $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{N}_2$ $M_A = 110,2 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	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.

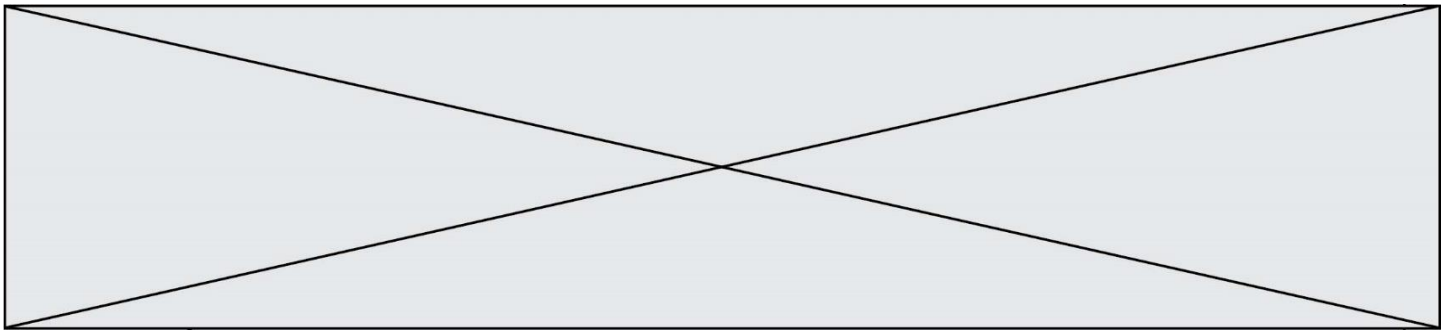
2.1. Représenter le schéma de Lewis de la molécule d'eau, puis celui de la molécule de méthanol de formule brute CH_4O .

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.

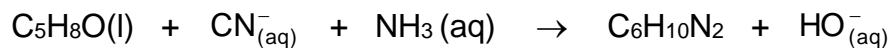
2.5. Sur l'annexe à rendre avec la copie compléter le schéma correspondant à la fin de l'opération ⑤. Préciser la nature des phases sur le schéma en justifiant la réponse sur la copie et indiquer dans quelle phase se trouve le composé A.



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 :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Annexe à rendre avec la copie

Question 2.5.

