

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

## 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.

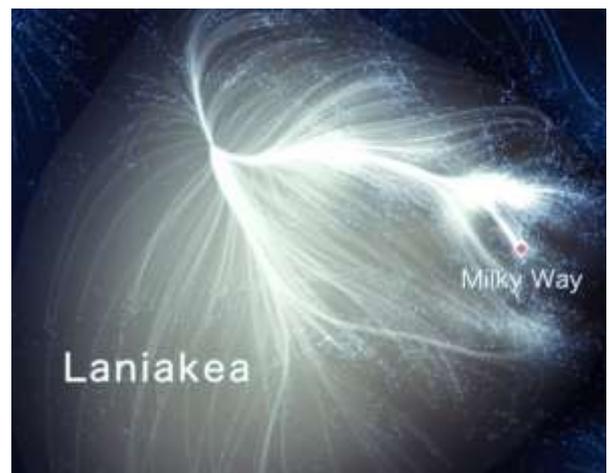
**Nombre total de pages** : 9

### PARTIE A

#### Le superamas Laniakea (10 points)

Ce sujet traite de la cosmographie qui est la science de la description de l'Univers.

Depuis 2014, une équipe de chercheurs a pu établir une carte dynamique de la région où nous sommes dans l'Univers : elle se nomme « Laniakea » (horizons célestes immenses en Hawaïen). Notre galaxie, la Voie lactée (Milky Way en anglais), appartient à un immense continent extragalactique, le Laniakea, dont le diamètre est d'environ 500 millions d'années-lumière. La Voie lactée, qui se déplace à une vitesse de 630 km/s, est située sur le bord de cette grande structure qui contient environ 100 000 galaxies comme la nôtre.



#### Données :

- un gigahertz :  $1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ Hz}$  ;
- constante de Planck :  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$  ;
- un électron-volt :  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  ;
- la valeur de la célérité  $c$  de la lumière dans le vide est supposée connue du candidat.

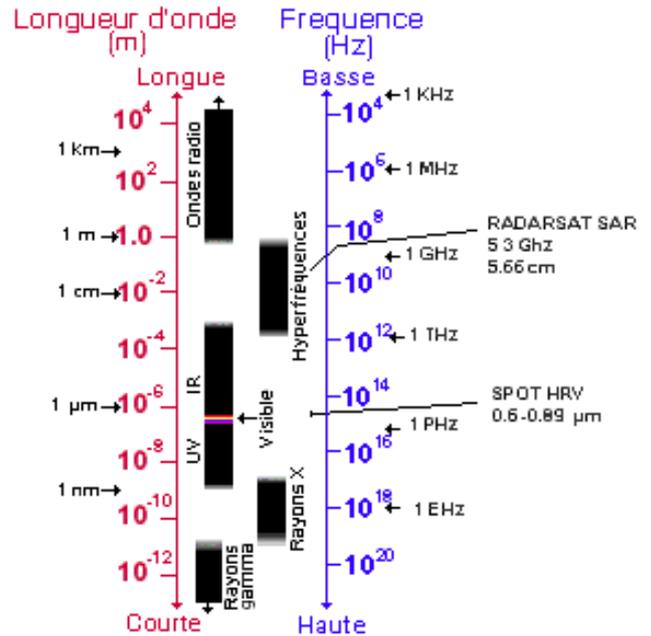
Laniakea. Lien web : [www.tributecrucible.org/new-](http://www.tributecrucible.org/new-)



## Partie 1 : différents télescopes pour différents types de photons de lumière

Pour identifier et mesurer les vitesses des galaxies de Laniakea, les cosmographes utilisent des télescopes qui peuvent recueillir les photons émis par ces galaxies lointaines. Les photons de différentes longueurs d'ondes se propagent à travers le cosmos, à la vitesse de la lumière dans le vide. Le télescope Canada-France-Hawaï (TCFH) et son miroir de 3,60 m de diamètre est situé au sommet du Mauna Kea à Hawaï à une altitude de 4 204 m. C'est un télescope optique qui est sensible aux lumières visible et infrarouge du cosmos.

Ressources naturelles Canada.  
Lien web : [www.rncan.gc.ca](http://www.rncan.gc.ca)



- 1.1. À partir de la lecture du document ci-dessus, le TCFH peut-il capter des photons d'énergie de haute ou basse fréquence ?
- 1.2. Quel est l'ordre de grandeur de la longueur d'onde des photons que peut capter le TCFH ? Justifier votre réponse.



Le Green Bank Telescope (GBT) (États-Unis) est un radiotélescope de 110 m de diamètre qui permet de capter des photons invisibles pour nos yeux. Le rayonnement radio s'étend du millimètre au kilomètre. À titre d'exemple, le GBT est sensible aux ondes de longueur d'onde de 10 cm, comme celles utilisées pour les téléphones portables. C'est pour cette raison qu'il est interdit d'utiliser un téléphone portable (ou même un four micro-onde) dans un environnement proche du GBT.

<https://techcrunc>

- 1.3. Le GBT peut-il capter des photons dont la longueur d'onde est plus courte ou plus longue que le TCFH ? Justifier votre réponse.
- 1.4. Quelle est la valeur de la fréquence des ondes radio utilisées par les téléphones portables ?
- 1.5. Expliquer pourquoi on ne peut pas utiliser un téléphone portable dans un environnement proche du GBT.

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 : énergie d'un photon galactique

- 2.1. Calculer la valeur de l'énergie d'un photon de longueur d'onde 10 cm, en Joule, puis en électronvolt (eV).
- 2.2. Pourquoi le télescope TCFH ne peut-il pas capter ce photon ? Justifier votre réponse.

## Partie 3 : la mesure de la vitesse de rotation des galaxies à partir des photons émis par l'hydrogène

L'exploitation des données recueillies par le GBT permet de mesurer la valeur de la vitesse de rotation sur elle-même d'une galaxie spirale. Plus précisément, on peut mesurer la vitesse de rotation des nuages de gaz d'hydrogène présents à la périphérie de la galaxie. En effet, ces nuages de gaz d'hydrogène émettent de la lumière dont la longueur d'onde varie avec la vitesse de rotation de la galaxie spirale. Plus les galaxies tournent vite, plus elles sont riches en étoiles ; elles émettent alors davantage de lumière.



On considère dans un premier temps un photon émis par un atome d'hydrogène qui passe du niveau d'énergie  $n = 3$  au niveau d'énergie  $n = 2$ .

- 3.1. Quelle est la valeur de la longueur d'onde du photon émis ?
- 3.2. À quel domaine du spectre électromagnétique appartient cette longueur d'onde ? Justifier.
- 3.3. Ce photon peut-il être capté par le GBT ? Justifier.

En fait, la mesure de la luminosité d'une galaxie lointaine s'effectue à partir de la raie d'émission de longueur d'onde 21 cm de l'atome d'hydrogène.

- 3.4. Calculer la valeur de la variation d'énergie à laquelle correspond cette émission ?

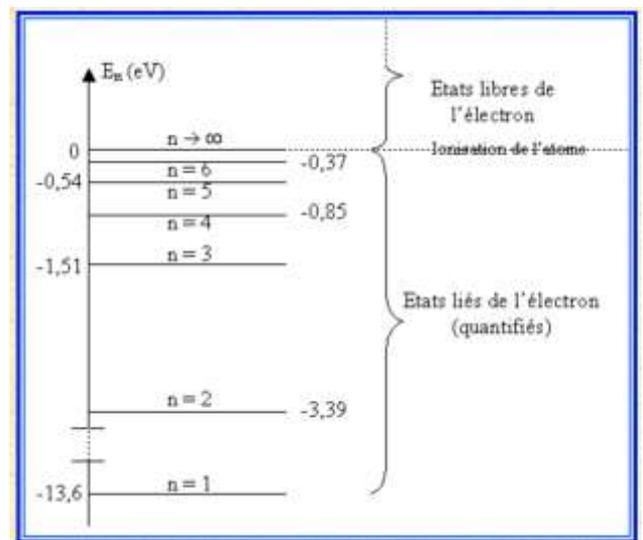
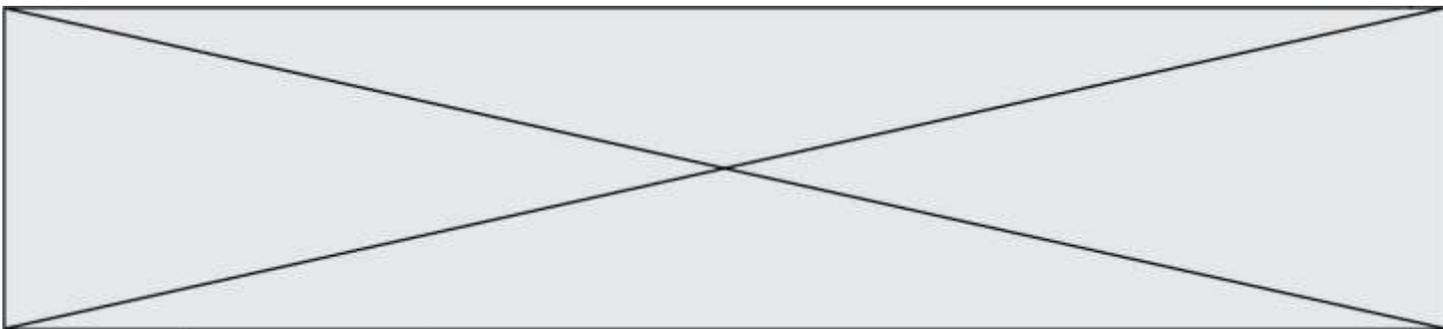


Diagramme de niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène  
<http://e.m.c.2.free.fr/niveaux-energie-hydrogene-emission-absorption.htm>



## PARTIE B

### Engager la transition vers une mobilité plus propre (10 points)

Au début du mois de juin 2019, le projet de loi « mobilités » a été présenté et discuté à l'Assemblée nationale. Son ambition est d'améliorer concrètement les déplacements au quotidien pour tous les citoyens français et dans tous les territoires.

Sachant que les transports représentent 30 % des émissions de gaz à effet de serre, ils constituent le premier secteur émetteur et leur impact environnemental est donc majeur. Pour répondre aux enjeux, l'un des trois piliers de ce projet de loi s'intitule « Engager la transition vers une mobilité plus propre ».

d'après <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/>

L'objectif de cet exercice est d'étudier deux solutions mises en œuvre aujourd'hui pour limiter l'impact écologique du transport routier.

#### Données

| Élément  | H                 | O   | C   | N   |
|--|-------------------|---|---|---|
| Numéro atomique                                  | 1                 | 8   | 6   | 7   |
| Masse molaire atomique (en g.mol <sup>-1</sup> ) | 1,0               | 16,0  | 12,0  | 14,0  |
| Configuration électronique                       | (1s) <sup>1</sup> | (1s) <sup>2</sup> (2s) <sup>2</sup> (2p) <sup>4</sup> | (1s) <sup>2</sup> (2s) <sup>2</sup> (2p) <sup>2</sup> | (1s) <sup>2</sup> (2s) <sup>2</sup> (2p) <sup>3</sup> |
| Électronégativité (échelle de Pauling)           | 2,2               | 3,4   | 2,5   | 3,0   |

Masse volumique de l'éthanol :  $\rho(\text{éthanol}) = 789 \text{ g.L}^{-1}$

Énergie molaire de liaison en phase gazeuse (en kJ.mol<sup>-1</sup>) :

| E(H – H) | E(C – H) | E(C – C) | E(C – O) | E(O – H) | E(O = O) | E(C = O)<br>(dans CO <sub>2</sub> ) |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------------------------|
| 436      | 415      | 346      | 358      | 463      | 497      | 804                                 |

#### 1. L'évolution du parc automobile français

Le projet de « loi mobilités » fixe la fin des moteurs à combustion en 2040. Cet objectif sans précédent annonce de profonds changements pour les constructeurs automobiles. Le document suivant retrace l'évolution de la répartition des immatriculations des véhicules légers vendus en France entre l'année 2015 et le milieu de l'année 2019.

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

|  | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019<br>(janvier à juin) |
|--|---------|---------|---------|---------|--------------------------|
| Essence                                  | 38,56 % | 43,82 % | 47,58 % | 54,67 % | 58,82 %                  |
| Diesel                                   | 57,22 % | 52,12 % | 47,29 % | 38,87 % | 34,26 %                  |
| Hybride (électrique<br>+ essence/diesel) | 3,21 %  | 2,90 %  | 3,86 %  | 4,89 %  | 4,96 %                   |
| Électrique                               | 0,90 %  | 1,08 %  | 1,18 %  | 1,43 %  | 1,80 %                   |
| Autre                                    | 0,11 %  | 0,08 %  | 0,09 %  | 0,14 %  | 0,16 %                   |

d'après <https://ccfa.fr/> Comité des Constructeurs Français d'Automobiles

1.1. Définir une réaction de combustion.

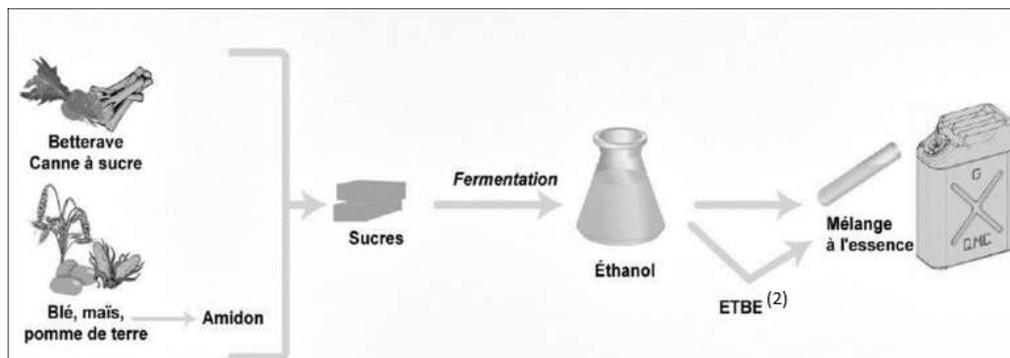
1.2. En exploitant les données du tableau précédent, expliquer pourquoi les constructeurs automobiles sont encore aujourd'hui dans l'obligation de développer des moyens pour limiter les polluants rejetés par les véhicules fonctionnant à partir d'une réaction de combustion.

## 2. Cas des moteurs fonctionnant à l'essence : le bioéthanol.

Face à la hausse des coûts des produits pétroliers et pour limiter l'impact écologique, l'usage de carburants obtenus à partir de végétaux cultivés ou de résidus de cultures vivrières<sup>(1)</sup> se développe. Ces carburants sont appelés « biocarburants » ou encore « agrocarburants ». Pour les véhicules à essence, il est possible d'ajouter de l'éthanol (« bioéthanol ») à l'essence usuelle ; depuis l'année 2010, les véhicules neufs peuvent rouler avec un carburant contenant jusqu'à 10 % d'éthanol et nommé 95-E10.

(1) cultures vivrières : se dit des cultures dont les produits sont destinés à l'alimentation humaine

### 2.1. Obtention du « bioéthanol »



(2) ETBE : additif pour carburant

d'après <https://uved.univ-perp.fr/>

Les végétaux contiennent des sucres (comme le saccharose). L'hydrolyse du saccharose  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , réaction du saccharose avec de l'eau, donne du glucose et du fructose, composés chimiques de même formule brute  $C_6H_{12}O_6$ . Ensuite, la fermentation du glucose permet d'obtenir de l'éthanol et du dioxyde de carbone.

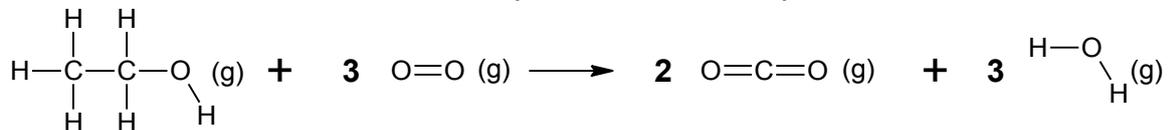


**2.1.1.** Écrire l'équation de la réaction modélisant l'hydrolyse du saccharose et celle modélisant la fermentation du glucose.

**2.1.2.** Pour extraire l'éthanol du moût de fermentation, une distillation est nécessaire. Parmi les deux montages proposés en annexe à rendre avec la copie, identifier le montage à utiliser puis annoter-le.

## 2.2. Énergie molaire de la réaction de combustion de l'éthanol

La combustion de l'éthanol est modélisée par la réaction d'équation suivante :



**2.2.1.** Compléter le tableau fourni en annexe à rendre avec la copie en dénombrant les liaisons rompues et formées au cours de la réaction de combustion de l'éthanol.

**2.2.2.** Exprimer, puis calculer l'énergie molaire de la réaction de combustion de l'éthanol en fonction des énergies molaires de liaison. Interpréter le signe de cette valeur.

**2.2.3.** Un litre d'essence ne contenant pas de bioéthanol libère une énergie équivalente à 35,5 MJ. Indiquer si l'ajout d'éthanol modifie le pouvoir calorifique du carburant.

*Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.*

## 3. Cas des moteurs fonctionnant au diesel : les technologies DOC et SCR

En 2014, la norme Euro 6 (norme européenne) est entrée en vigueur. Sixième du nom, elle fixe d'une façon très précise le niveau de rejet de quatre polluants présents dans les gaz d'échappement des véhicules immatriculés dans les pays d'Europe de l'Ouest :

- NO<sub>x</sub> : les oxydes d'azote NO<sub>2</sub> et NO ;
- HC : les hydrocarbures n'ayant pas été consommés dans la chambre de combustion ;
- CO : le monoxyde de carbone ;
- PM : les particules fines.

Pour répondre aux dernières exigences européennes, les constructeurs doivent équiper leurs véhicules de dispositifs pour traiter ces polluants avant qu'ils ne s'échappent dans l'atmosphère. Dans la suite du sujet, on s'intéressera à deux d'entre eux : le DOC (Diesel Oxidation Catalyst) et le SCR (Selective Catalyst Reduction).

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

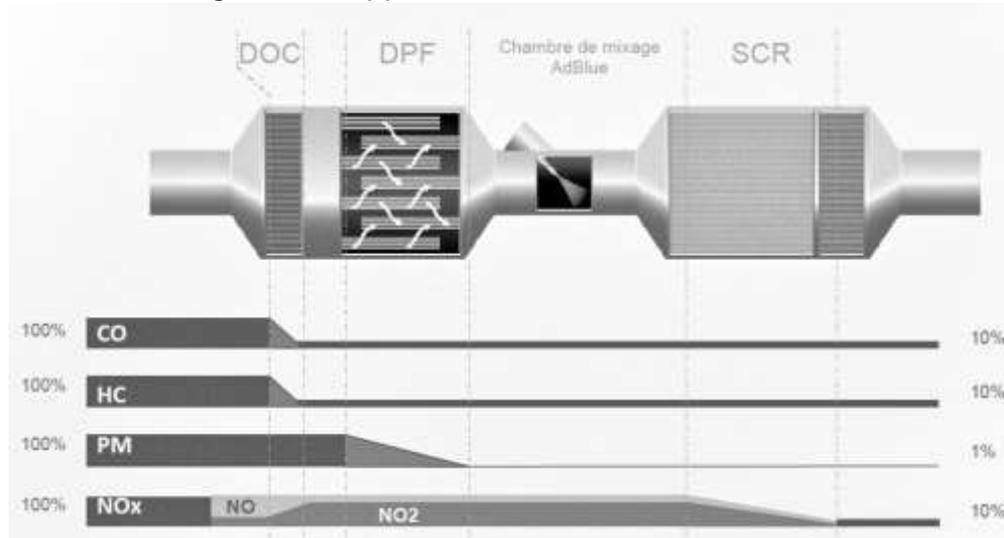
(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

 LIBERTÉ - ÉGALITÉ - FRATERNITÉ  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Descriptif de traitement des gaz d'échappement :



d'après [www.renault-trucks.com](http://www.renault-trucks.com)

### 3.1. Le dispositif DOC

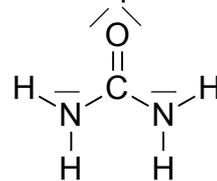
Les gaz d'échappement traversent une surface imprégnée de métaux précieux favorisant leur réaction à haute température avec le dioxygène de l'air.

D'après le document constructeur décrivant le traitement des gaz d'échappement, donner le polluant sur lequel le DOC est inactif.

### 3.2. Le dispositif SCR

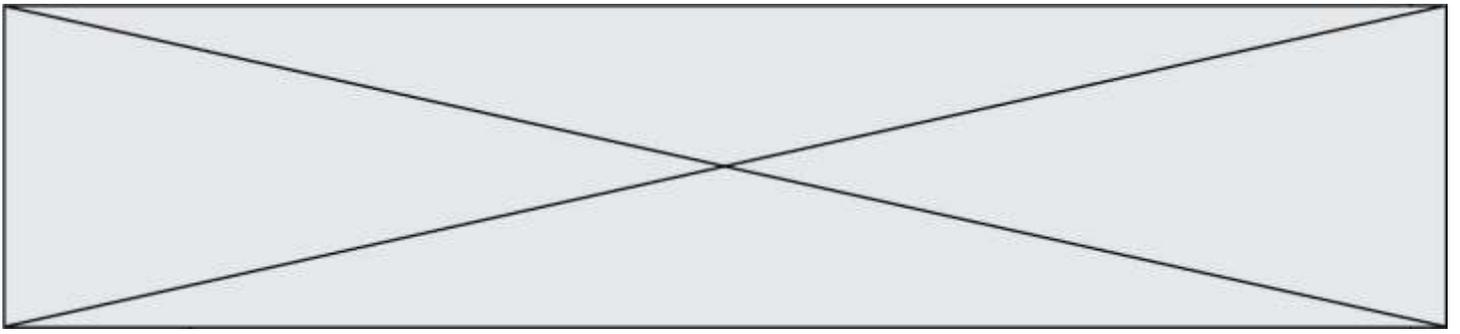
Le principe de ce dispositif repose sur l'usage d'un additif de type Adblue®. L'additif est une solution incolore et biodégradable contenant 32,5 % d'urée, de formule brute  $\text{CON}_2\text{H}_4$ , et 67,5 % d'eau.

Le schéma de Lewis de la molécule d'urée est représenté ci-dessous:



**3.2.1.** Dénombrer le nombre d'électrons de valence des atomes de carbone, d'oxygène, d'azote et d'hydrogène et justifier succinctement le schéma de Lewis de la molécule d'urée.

**3.2.3.** Choisir parmi les formes géométriques suivantes -pyramidale, tétraédrique ou triangulaire- celle formée par les trois atomes autour de l'atome de carbone central. Justifier.



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 :

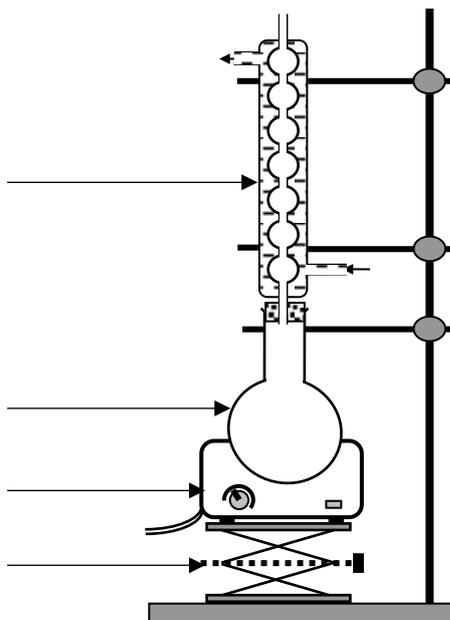
(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

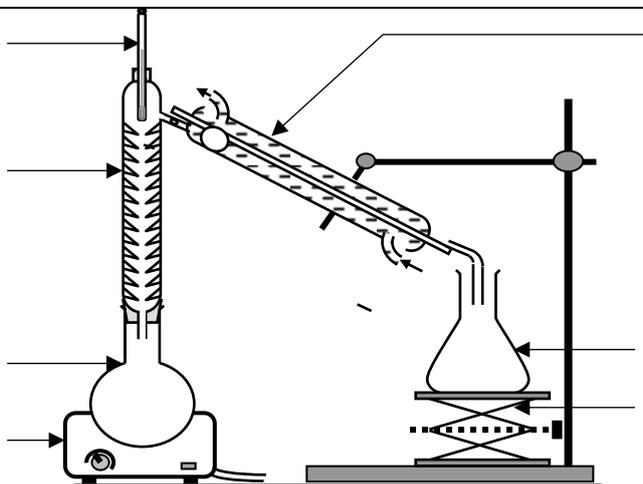
### Annexe à rendre avec la copie

#### Question 2.1.2.

#### MONTAGE A



#### MONTAGE B



#### Question 2.2.1.

| Liaisons | C - H | C - O | O - H | C - C | O = O | C = O |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Rompues  |       |       |       |       |       |       |
| Formées  |       |       |       |       |       |       |