

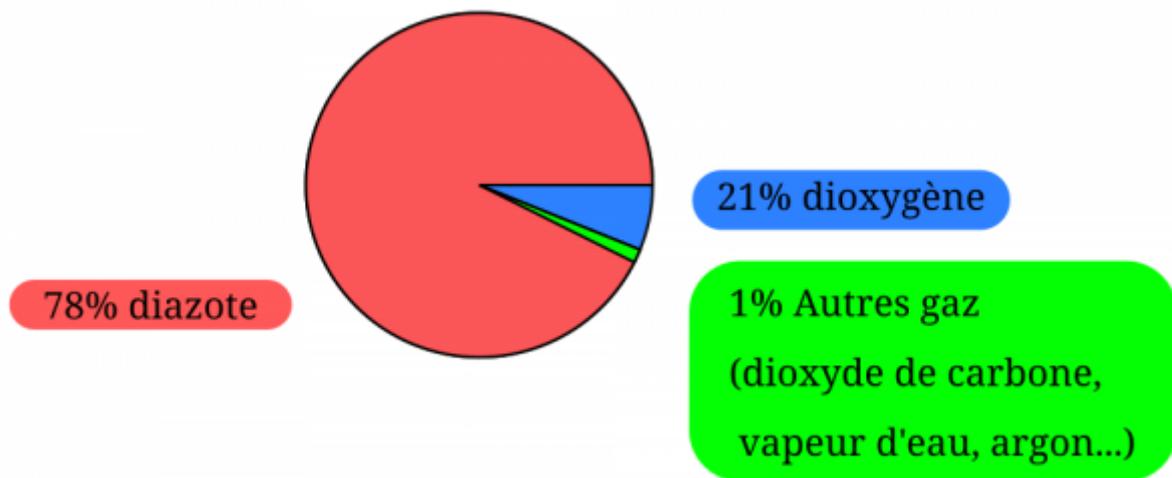
PHYSIQUE - CHIMIE

Durée de l'épreuve : 30 min – 25 points

Les essais et les démarches engagés, même non aboutis, seront pris en compte

Dans les grandes villes, la qualité de l'air est contrôlée en permanence, afin de préserver la santé des habitants. Si certains seuils de polluants (ozone, microparticules,...) sont dépassés, les pouvoirs publics prennent des mesures de prévention, comme la réduction de la vitesse des véhicules sur les voies périphériques. On s'intéresse ici à la composition de l'air en ville et à l'apparition de l'ozone en cas de pollution. On étudie ensuite un système de surveillance de la qualité de l'air : le LIDAR.

Document 1 : La composition de l'air (en volume)



Question 1 (2,5 points)

En s'aidant du document 1, indiquer, parmi la liste des formules chimiques ci-dessous, celles des deux principaux composants de l'air (non pollué) : H_2 , H_2O , CH_4 , CO_2 , CO , O_2 , O_3 , N_2 , NO , NO_2 .

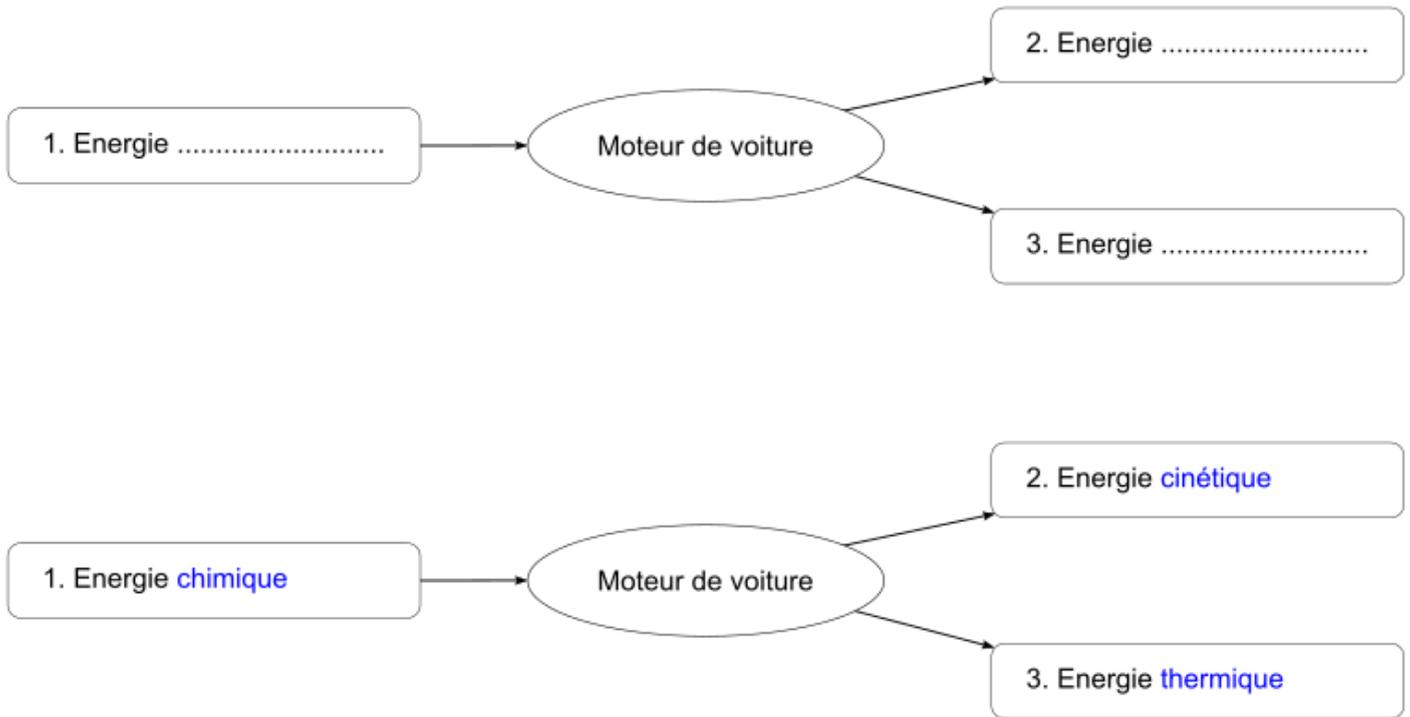
Les deux principaux constituants de l'air sont le diazote (formule chimique : N_2). et le dioxygène (formule chimique : O_2).

Question 2 (3 points)

Les polluants proviennent en partie de la circulation automobile. Les voitures dotées d'un moteur à explosion réalisent la combustion de l'essence et libèrent différents gaz dont le dioxyde de carbone CO_2 et des oxydes d'azote notés NO_x . L'énergie chimique libérée est en partie convertie en énergie cinétique. Le reste est perdu sous forme de chaleur.

Sans recopier le diagramme de conversion d'énergie ci-après, affecter à chaque numéro une forme d'énergie en choisissant parmi les termes suivants : énergie chimique, énergie électrique, énergie lumineuse, énergie

cinétique et énergie thermique.

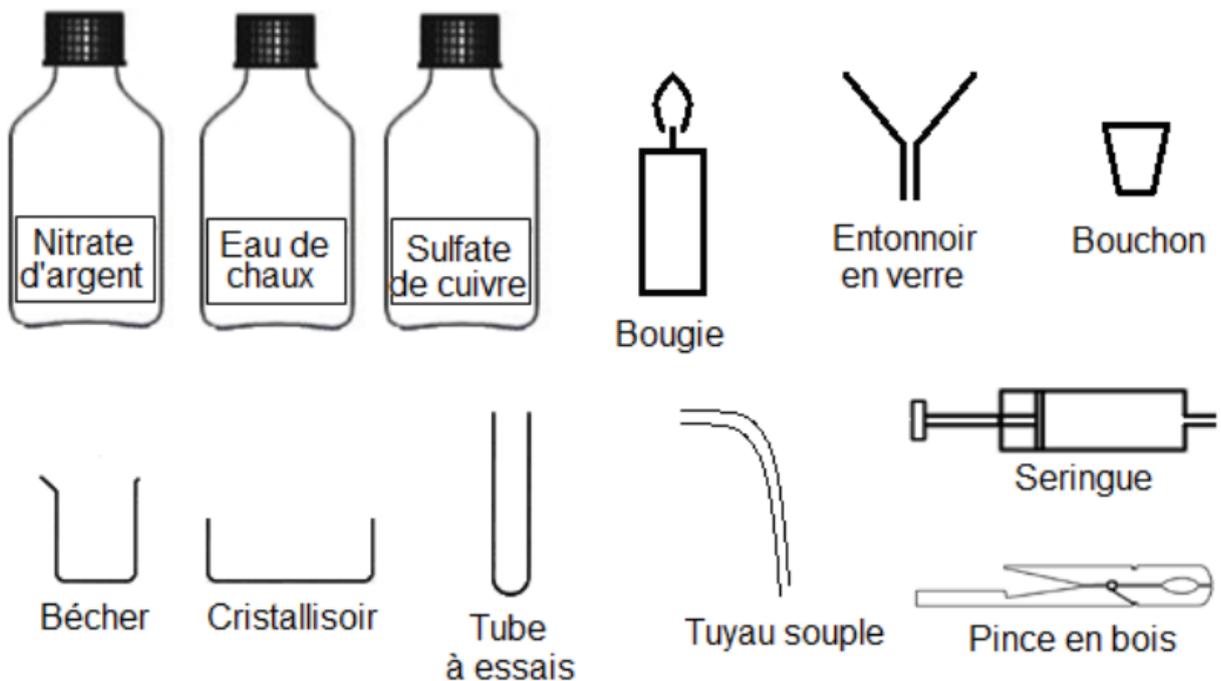


Question 3 (6 points)

En utilisant le document 2, proposer un protocole expérimental qui permet de mettre en évidence la production de dioxyde de carbone CO_2 obtenu lors d'une combustion. La réponse devra être accompagnée par des phrases et des schémas illustrant l'expérience réalisée. Toute démarche, même partielle, sera prise en compte.

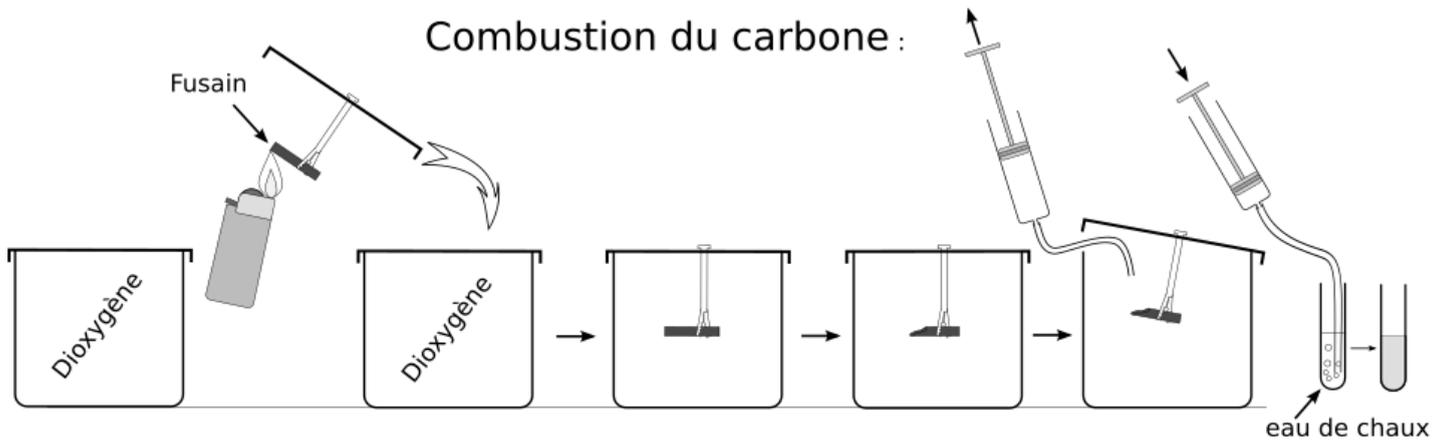
Document 2 : banque de données.

Liste des composés et du matériel de chimie disponibles



Eau	Sulfate de cuivre anhydre	Le sulfate de cuivre initialement blanc devient bleu.
Dioxyde de carbone	Eau de chaux	L'eau de chaux se trouble.
Ions chlorure	Nitrate d'Argent	Formation d'un précipité blanc.

On réalise une combustion dans un flacon fermé, par exemple la combustion d'un morceau de fusain dans l'air ou le dioxygène. La combustion terminée, on prélève dans le flacon à l'aide d'une seringue le gaz présent. En poussant le piston de la seringue, on fait buller le gaz dans de l'eau de chaux (présente dans un tube à essais). L'eau de chaux se trouble, ce qui met en évidence la présence de dioxyde de carbone. La combustion du morceau de fusain produit donc du dioxyde de carbone.



Auteur schéma : Stéphane BOIS CC-BY-NC-SA

Schéma de la combustion d'un morceau de fusain dans le dioxygène avec mise en évidence de la production de dioxyde de carbone

Question 4 (8 points)

En ville, l'ozone de formule O_3 est un gaz polluant. Il se forme par une transformation chimique entre le dioxyde d'azote NO_2 et le dioxygène O_2 , en présence de lumière du Soleil.

4a- Donner les compositions atomiques des molécules de dioxygène et d'ozone.

L'ozone de formule O_3 est composé de 3 atomes d'oxygène. Le dioxygène de formule O_2 est composé de 2 atomes d'oxygène.

4b- La transformation chimique, évoquée ci-dessus, est modélisée par l'équation chimique suivante en présence de lumière:



Montrer que cette équation respecte la conservation des atomes.

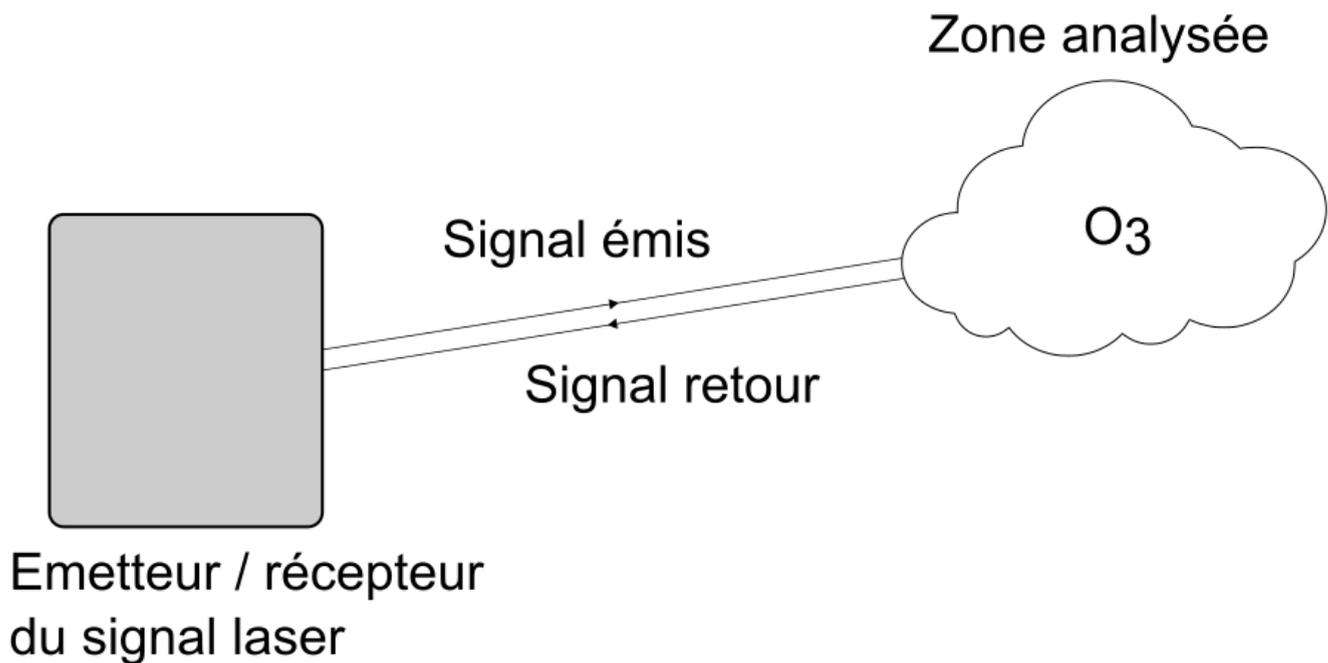
Dans les réactifs ($\text{NO}_2 + \text{O}_2$), on trouve 4 atomes d'oxygène et 1 atome d'azote.

Dans les produits ($\text{NO} + \text{O}_3$), on trouve 4 atomes d'oxygène et 1 atome d'azote. Il y a le même nombre d'atomes de même type dans les réactifs et les produits, l'équation de réaction est donc équilibrée et respecte la conservation des atomes.

Question 5 (5,5 points)

Le LIDAR permet notamment d'analyser la composition de l'air et de repérer certains gaz. Il fonctionne à l'aide d'un laser qui émet, pendant un très court instant, une onde électromagnétique du même type que la lumière. Ce signal se déplace à la vitesse de 300 000 km/s.

Document 3 : La détection de l'ozone



Le signal met 3 μs pour aller jusqu'à la zone analysée et revenir au récepteur. Déterminer la distance entre le LIDAR et la zone analysée. Expliquer la démarche en quelques phrases, et préciser la relation utilisée. Toute démarche, même partielle, sera prise en compte.

On rappelle que 1 $\mu\text{s} = 10^{-6}$ s.

La vitesse est donnée par la relation :

$$v = \frac{d}{t} \text{ soit } d = v \times t$$

avec

d : distance parcourue par l'onde électromagnétique (en m),

t : durée du parcours de l'onde électromagnétique (en s)

v : vitesse de l'onde électromagnétique

D'après les données : $v = 300000 \text{ km/s} = 300000000 \text{ m/s} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ et la durée mise par le signal pour aller jusqu'à la zone analysée et revenir au récepteur est de $3 \mu\text{s} = 3 \times 10^{-6} \text{ s}$.

$$d = v \times t$$

$$d = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \times 3 \times 10^{-6} \text{ s} = 9 \times 10^2 \text{ m} = 900 \text{ m}$$

Le signal est réfléchi par la zone analysée et effectue un aller-retour. La distance entre le LIDAR et la zone analysée est donc la moitié de la distance parcourue par le signal : $\frac{900}{2} = 450 \text{ m}$

Manipulation d'une formule

$$v = \frac{d}{t}$$

Pour calculer d connaissant v et t , il faut isoler d , c'est à dire obtenir une relation de la forme $d = \dots$

Pour isoler d , il faut « enlever » le $\frac{1}{t}$, donc multiplier par t les deux membres de l'équation :

$$t \times v = \frac{d}{t} \times t$$

et

$$t \times v = \frac{d}{t} \times t$$

Après simplification :

$$t \times v = d$$

soit :

$$d = v \times t$$

Pour isoler t , il faut « enlever » le $v \times$, donc diviser par v les deux membres de l'équation :

$$\frac{d}{v} = \frac{v \times t}{v}$$

$$\frac{d}{v} = \frac{v \times t}{v}$$

après simplification :

$$\frac{d}{v} = t$$

soit

$$t = \frac{d}{v}$$

On obtient les trois relations suivantes : $v = \frac{d}{t}$; $d = v \times t$; $t = \frac{d}{v}$