

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

Le jet d'eau de Genève, en Suisse, est l'emblème de la ville. Il permettait à l'origine de contrôler la pression d'une usine hydraulique en laissant s'échapper vers le ciel l'eau en surpression.

Le but de cet exercice est de discuter de deux différentes modélisations permettant d'étudier le mouvement du jet d'eau.

Données techniques :

- hauteur moyenne du jet : 140 m ;
 - vitesse de sortie de l'eau : 200 km.h⁻¹ ;
 - débit : 500 L.s⁻¹ ;
 - puissance des pompes : 1000 kW ;
 - intensité du champ de pesanteur terrestre : $g = 9,81$ m.s⁻².



Figure 1. Jet d'eau de Genève
(d'après
[wikipedia.org/Jet_d'eau.jpg](https://en.wikipedia.org/Jet_d'eau.jpg))

1. Estimation de la hauteur du jet

On souhaite estimer la hauteur du jet à l'aide d'un modèle très simple. On s'intéresse à une goutte d'eau de masse m initialement au niveau du sol, à qui on communique une vitesse $v_0 = 56 \text{ m.s}^{-1}$, soit 200 km.h^{-1} , dirigée verticalement vers le haut.

Dans cette partie, on néglige les frottements de l'air sur la goutte. La hauteur du jet est notée h_1 . L'origine des altitudes pour le calcul de l'énergie potentielle de pesanteur est choisie à la surface du lac, où est située la sortie des pompes et l'axe Oz est orienté vers le haut.

- 1.1. Donner l'expression de l'énergie mécanique de la goutte en fonction de sa masse m , de sa vitesse v , de son altitude z et du champ de pesanteur terrestre g .
- 1.2. En déduire l'expression de l'énergie mécanique en sortie des pompes en fonction de v_0 et m .
- 1.3. Indiquer en justifiant la valeur de l'énergie cinétique de la goutte en haut du jet. En déduire l'expression de l'énergie mécanique en haut du jet en fonction de la hauteur h_1 du jet, de g et de m .
- 1.4. Dans cette partie, on considère que l'énergie mécanique de la goutte se conserve. Estimer la hauteur h_1 du jet. Commenter votre résultat.

2. Un modèle plus complexe

Une modélisation plus complexe permet d'obtenir les expressions de l'altitude z et de la vitesse v de la goutte en fonction du temps. On utilise le langage python afin d'obtenir le graphique des différentes énergies en fonction du temps.

Dans cette partie, la hauteur du jet est notée h_2 .

Extrait du programme réalisé en python :

```
10  from pylab import *
11
12 #Echelle de l'axe des abscisses
13 t = linspace(0, 4.88, 100)
14
15 #Definition des constantes
16 m = 34*10**-6    #masse d'une goutte d'eau
17 g = 9.81          #champ de pesanteur
18 v0 = 55.6         #vitesse initiale
19 f = 1.24*m
20
21 #Expressions de la vitesse et de l'altitude
22 v = -(g+f/m)*t + v0
23 z = -0.5*(g+f/m)*t**2 + v0*t
24
25 #Expressions des energies
26
27
28 Em = Ec + Ep
29
30 #Courbes des energies
31 plot(t, Ec,"b-", linewidth=1, label="Ec")
32 plot(t, Ep,"b--", linewidth=1, label="Ep")
33 plot(t, Em,"b-", linewidth=1, label="Em")
34
35 xlabel("Temps (en s)")
36 ylabel("Energies (en J)")
37 legend()
38 show()
```

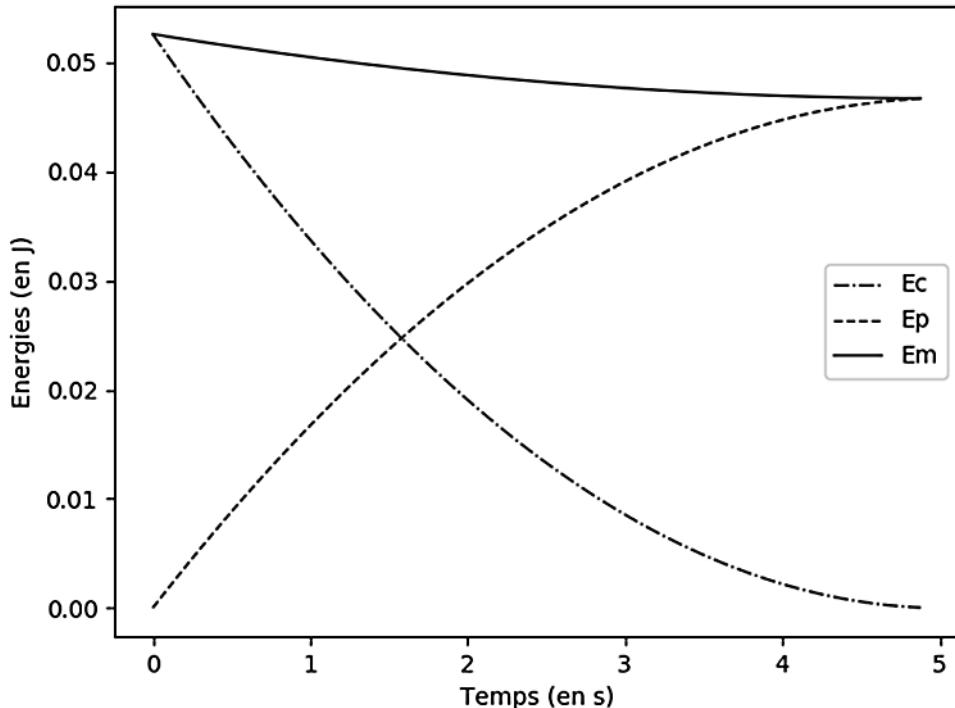


Figure 2. Représentation graphique des énergies obtenue à partir du programme python

- 2.1. Compléter les lignes 26 et 27 du programme en python afin qu'il permette d'obtenir la représentation graphique de la figure 2.
 - 2.2. Commenter l'évolution de l'énergie mécanique de la goutte obtenue sur le graphique (figure 2). Indiquer en quoi la modélisation choisie ici permet d'obtenir des résultats plus en accord avec la réalité que le modèle proposé dans la partie 1.
 - 2.3. La norme de la force de frottement, supposée constante, qui s'applique sur la goutte est notée f .
 - 2.3.1. Relier la variation d'énergie mécanique de la goutte entre sa position haute et sa position basse ΔE_m à la hauteur du jet h_2 et à la norme force de frottement f . En déduire l'expression de f .
 - 2.3.2. La valeur choisie dans le programme pour f permet d'obtenir une valeur de 140 m pour la hauteur h_2 du jet. À l'aide du graphique figure 2, évaluer ΔE_m . En déduire la valeur choisie pour la norme de la force de frottement.
 - 2.3.3. Les équations de la mécanique des fluides permettent d'établir que la force de frottement est proportionnelle au carré de la vitesse de la goutte. Indiquer une éventuelle amélioration à apporter à la modélisation utilisée dans la partie 2. Expliquer votre choix.

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 ⁻¹)	1,0	16,0	12,0	14,0
Configuration électronique	(1s) ¹	(1s) ² (2s) ² (2p) ⁴	(1s) ² (2s) ² (2p) ²	(1s) ² (2s) ² (2p) ³
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⁻¹) :

E(H – H)	E(C – H)	E(C – C)	E(C – O)	E(O – H)	E(O = O)	E(C = O) (dans CO ₂)
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.

	2015	2016	2017	2018	2019 (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 + 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.

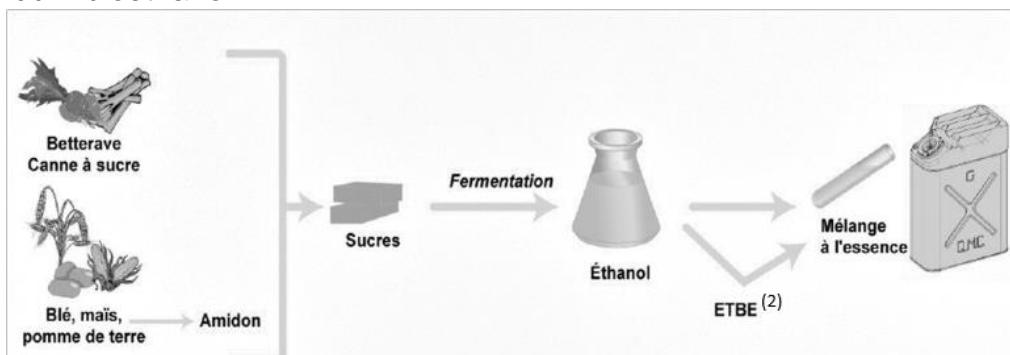
2. Cas des moteurs fonctionnant à l'essence : le bioéthanol.

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⁽¹⁾ 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/>

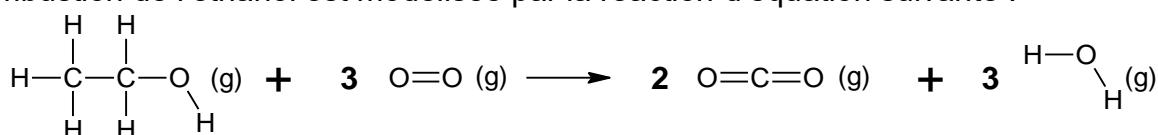
Les végétaux contiennent des sucres (comme le saccharose). L'hydrolyse du saccharose $C_{12}H_{22}O_{11}$, réaction du saccharose avec de l'eau, donne du glucose et du fructose, composés chimiques de même formule brute $C_6H_{12}O_6$. Ensuite, la fermentation du glucose permet d'obtenir de l'éthanol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

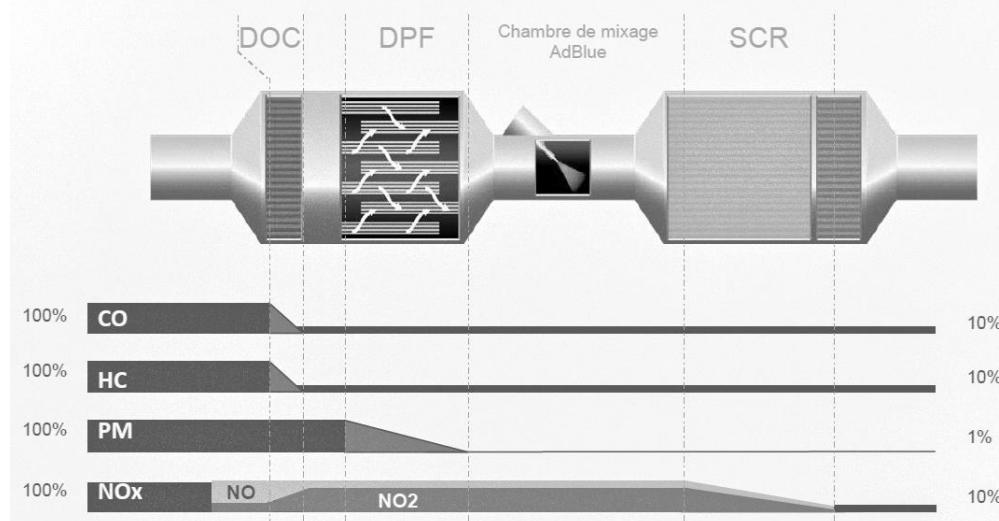
3. Cas des moteurs fonctionnant au diesel : les technologies DOC et SCR

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 :

- NOx : les oxydes d'azote NO₂ 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 Oxydation Catalyst) et le SCR (Selective Catalyst Reduction).

Descriptif de traitement des gaz d'échappement :



d'après www.renault-trucks.com

3.1. Le dispositif DOC

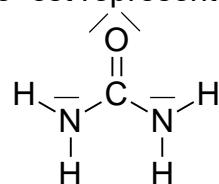
Les gaz d'échappement traversent une surface imprégnée de métaux précieux favorisant leur réaction à haute température avec le dioxygène de l'air.

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

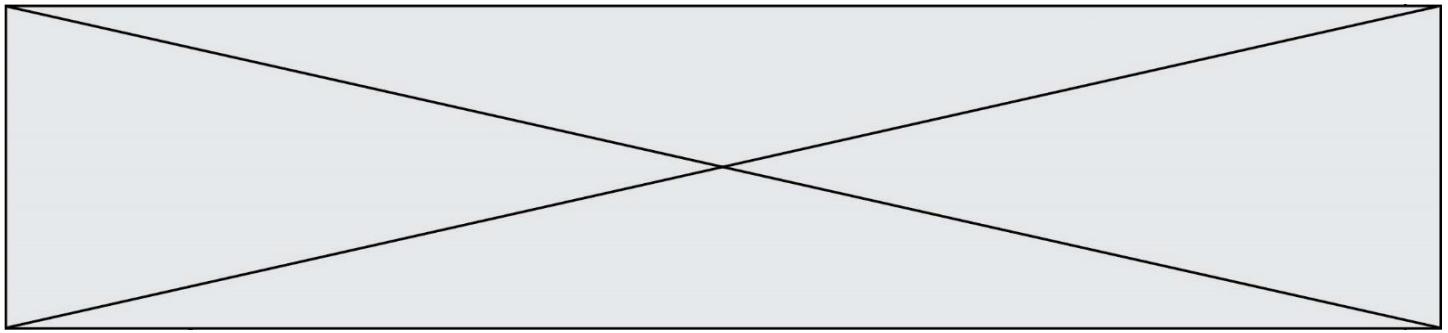
Le principe de ce dispositif repose sur l'usage d'un additif de type Adblue®. L'additif est une solution incolore et biodégradable contenant 32,5 % d'urée, de formule brute CON_2H_4 , et 67,5 % d'eau.

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.

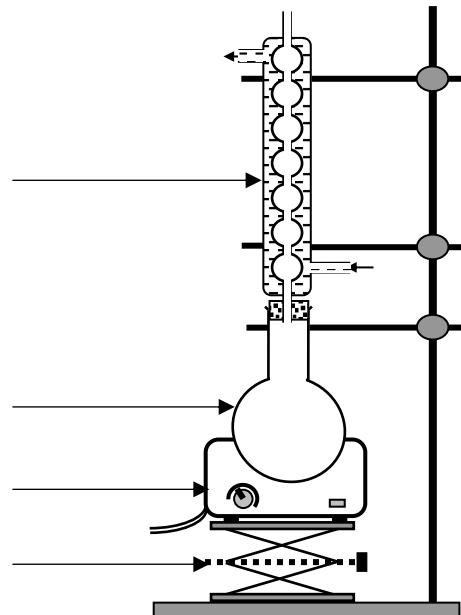
3.2.3. Choisir parmi les formes géométriques suivantes -pyramide, tétraédrique ou triangulaire- celle formée par les trois atomes autour de l'atome de carbone central. Justifier.



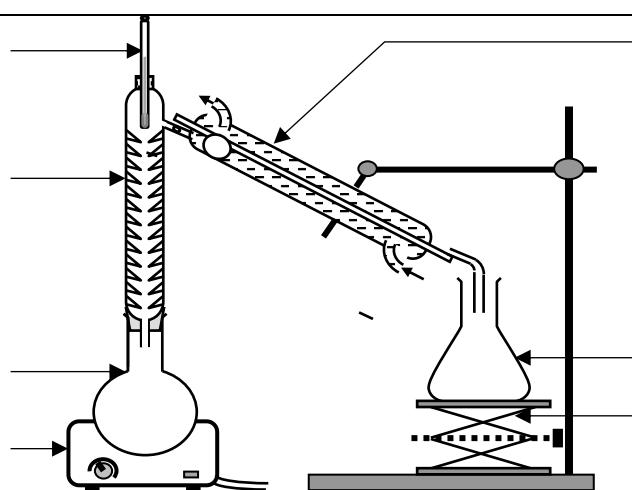
Annexe à rendre avec la copie

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						