

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** : 7

### PARTIE A

#### Un ballon pour les compétitions internationales de football (10 points)

La loi 2 de l'International Football Association Board a fixé les caractéristiques d'un ballon utilisé pour les compétitions internationales : le ballon doit être sphérique, en cuir ou dans une autre matière adéquate, avoir un diamètre de 22 cm et la pression de l'air dans le ballon doit être comprise entre  $1,6 \times 10^5$  Pa et  $2,1 \times 10^5$  Pa.

D'après <http://www.theifab.com/fr/laws/chapter/22/section/31/>

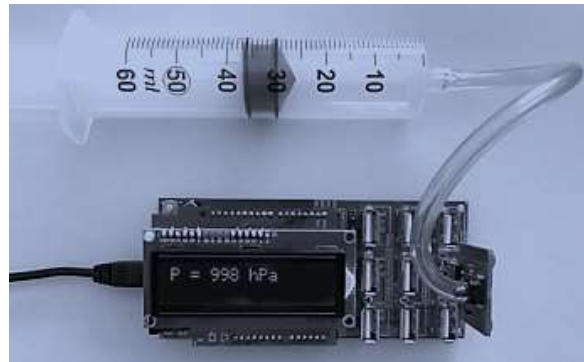
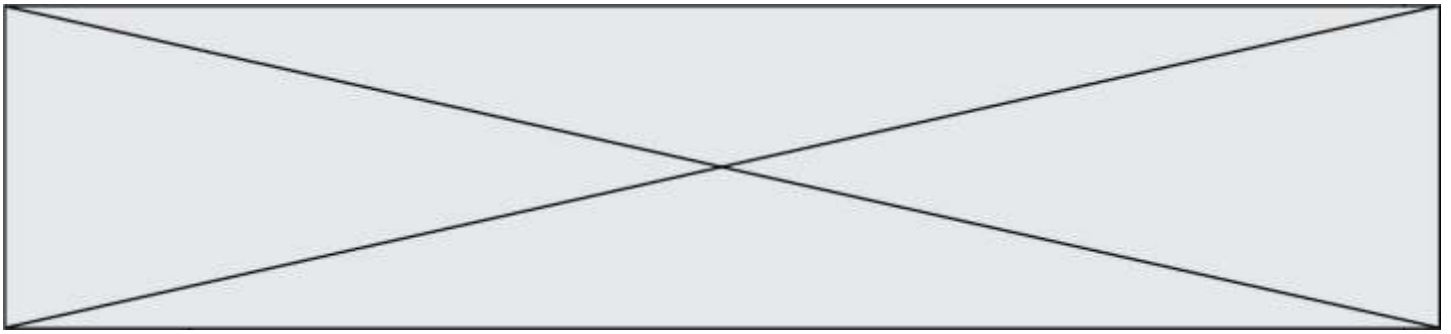
L'objectif de cet exercice est d'étudier le gonflage d'un ballon et son utilisation dans des lieux de compétitions d'altitude différente. Nous nous intéresserons ainsi à deux lois liées à cette situation : la loi de Mariotte, qui permet d'étudier le gonflage et la loi de statique des fluides qui permet de réfléchir à l'influence de l'altitude sur le gonflage.

#### 1. Étude expérimentale et utilisation de la loi de Mariotte.

Une expérience est menée au laboratoire pour tester la loi de Mariotte à l'aide d'un microcontrôleur et d'un capteur de pression.

On suit le protocole expérimental suivant :

- ① remplir initialement une seringue avec  $30 \text{ cm}^3$  d'air ;
- ② relier la seringue au capteur de pression connecté à un microcontrôleur ;
- ③ téléverser le programme « Mesure Pression » présenté ci-dessous dans le microcontrôleur ;
- ④ faire varier le volume du gaz dans la seringue et noter alors la valeur de la pression correspondante affichée sur l'écran LCD relié au microcontrôleur.



### 1.1. Adaptation du programme « Mesure Pression »

Un extrait du programme associé au pilotage du microcontrôleur dans le montage expérimental précédent est donné ci-dessous.

```
28 //Lisez la tension sur la broche analogique A9 puis calculer
29 //la pression en tenant compte des caractéristiques du capteur
30
31 float Pression = (analogRead(A9) * 38 / 1023 + 2.98) * 100 ;
32
33 //Paramétrage de l'écran LCD
34 lcd.clear();
35 lcd.setCursor(0, 0);
36
37 //Affichage de la pression P sur l'écran LCD
38 lcd.print("P = ");
39 lcd.print(Pression, 0);
40 lcd.print(" hPa");
41
42 //Délai d'affichage de 2 secondes entre 2 mesures
43 delay(2000);
44 }
```

1.1.1. Indiquer en quelle unité la pression mesurée par le capteur sera affichée sur l'écran.

1.1.2. Dans le programme, la valeur de la pression est affichée sans décimale. Expliquer comment modifier la ligne 39 du programme pour que la valeur de la pression soit affichée avec 2 décimales.

1.1.3. Expliquer comment modifier la ligne 43 pour que les mesures soient faites toutes les 3 secondes.

### 1.2. Traitement de mesures obtenues en faisant varier le volume du gaz

Pour chaque volume d'air choisi dans la seringue, le microcontrôleur indique des valeurs de pression toutes les 2 secondes. Ces valeurs sont très proches, mais fluctuent légèrement. Le tableau ci-dessous rassemble les valeurs de la pression  $P$  affichée par l'écran LCD du microcontrôleur pour différents volumes du gaz dans la seringue :

$V$ (cm <sup>3</sup> )	20	25	30	35	40	50
$P$ (hPa)	1505	1195	998	852	745	600

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

1.2.1. Énoncer la loi de Mariotte.

1.2.2. Exploiter ces mesures pour tester la loi de Mariotte. On explicitera précisément la méthode utilisée.

### 1.3. Gonflage d'un ballon de football

On utilise un gonfleur électronique de ballon ayant les caractéristiques suivantes :

- débit d'air à l'entrée du gonfleur : 4 litres par minute ;
- arrêt automatique quand la pression souhaitée est atteinte.



On souhaite gonfler, à l'aide de ce gonfleur, un ballon de football de compétition de diamètre égal à 22 cm pour obtenir une pression de l'air à l'intérieur du ballon de  $2,1 \times 10^5$  Pa.

On admet qu'avant le gonflage le ballon est totalement dégonflé et que le volume d'air à l'intérieur est négligeable. On admet également que la température reste constante pendant le gonflage. On précise que l'air entrant dans le compresseur est à la pression atmosphérique.

1.3.1. On appelle  $V_0$  le volume d'air à prélever dans le milieu extérieur pour le gonflage,  $V_1$  et  $P_1$  le volume d'air et la pression à l'intérieur du ballon une fois qu'il est gonflé.

Montrer que  $V_0 = \frac{P_1 \times V_1}{P_0}$ .

1.3.2. Montrer que la durée nécessaire au gonflage, à l'aide du gonfleur électronique, est voisine de 3 minutes.

➤ **Données :**

Pression atmosphérique	Volume d'une sphère de rayon $R$	Unités de volume
$P_0 = 1,013 \times 10^5$ Pa	$V = \frac{4}{3} \times \pi \times R^3$	1 litre correspond à $10^3$ cm <sup>3</sup>

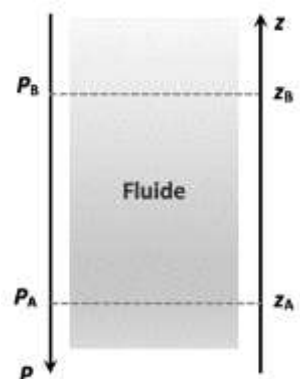
## 2. Utilisation du ballon dans des lieux de compétitions d'altitudes différentes.

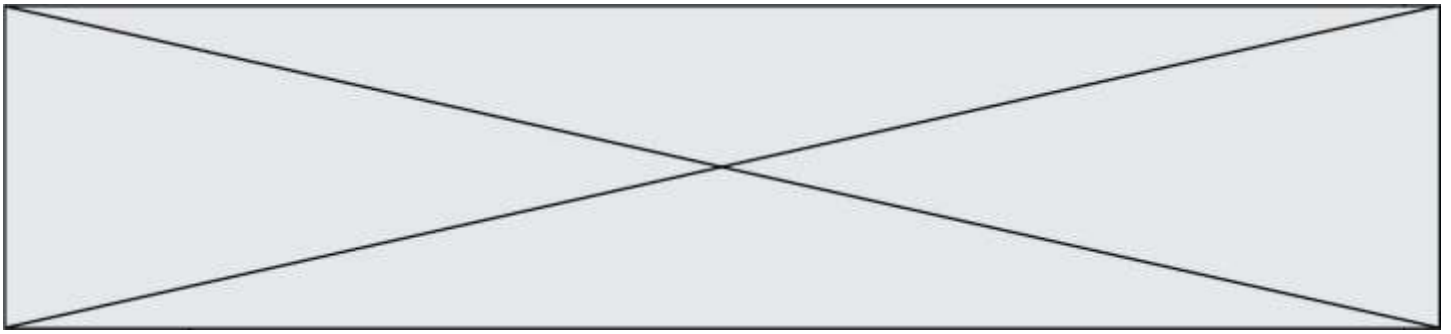
On s'intéresse dans cette partie à la loi fondamentale de la statique des fluides pour modéliser l'évolution de la pression atmosphérique en fonction de l'altitude. Cette loi précise que, pour un fluide au repos incompressible de masse volumique  $\rho$ , la différence de pression entre deux points, A et B, s'exprime par la relation :

$$P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$$

Dans cette relation :

- la masse volumique  $\rho$  s'exprime en kg·m<sup>-3</sup> ;

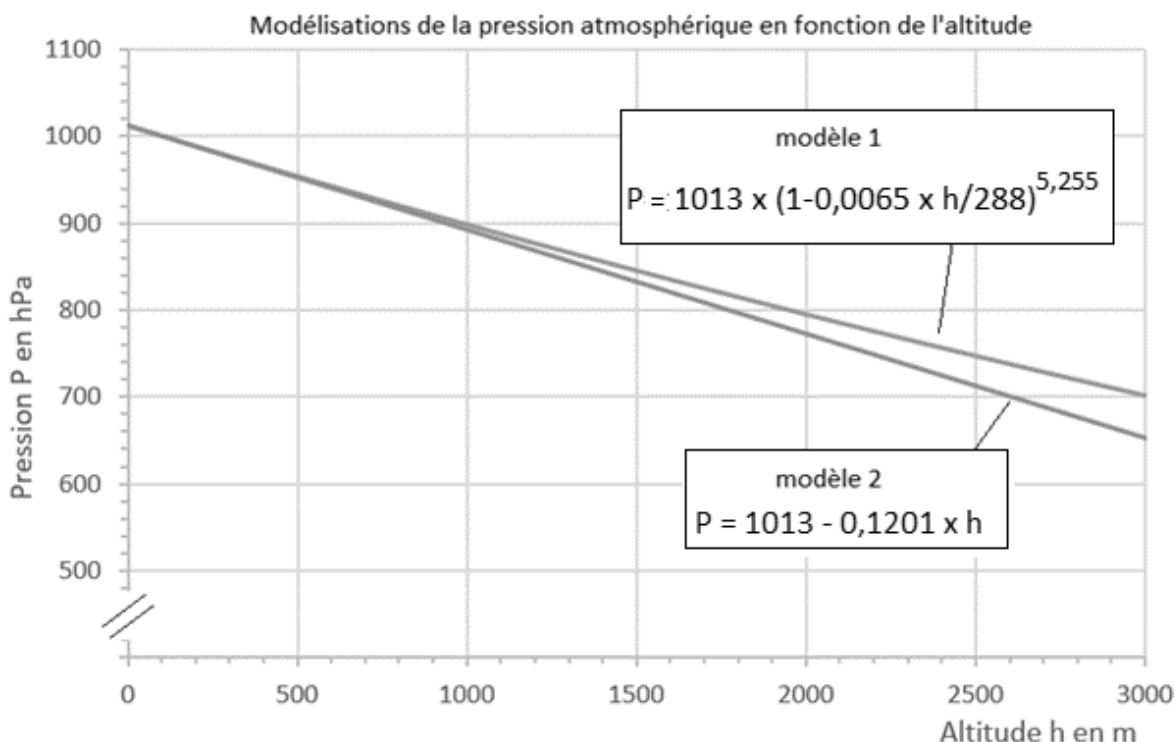




- l'intensité de pesanteur  $g$  s'exprime en  $\text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$  ;
- les altitudes  $z_A$  et  $z_B$  s'expriment en m et sont repérées sur un axe vertical ascendant Oz.

Les villes de Denver et de New York se sont portées candidates pour accueillir les matchs de la coupe du monde de football 2026 organisée conjointement par les États-Unis, le Canada et le Mexique.

- 2.1. Comparer qualitativement la valeur de la pression au point A à celle au point B.
- 2.2. Évaluer la différence de pression atmosphérique  $P_{\text{NY}} - P_{\text{D}}$  entre les villes de New York située à 10 mètres d'altitude et de Denver située à 1600 mètres d'altitude. Pour les deux villes, on suppose que la masse volumique de l'air a pour valeur  $\rho = 1,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  et que l'intensité de la pesanteur a pour valeur  $g = 9,8 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$ .
- 2.3. Sur le site Planet-Terre de l'École Normale Supérieure de Lyon, différents modèles de l'atmosphère sont proposés.
  - **Modèle 1** : la masse volumique de l'air dépend de la pression et de la température. On suppose que la température varie selon une fonction affine décroissante de l'altitude.
  - **Modèle 2** : la masse volumique de l'air est constante, quelle que soit l'altitude.Les graphes correspondants à chacun des deux modèles, et représentant l'évolution de la pression atmosphérique en fonction de l'altitude, sont donnés ci-dessous (par souci d'échelle l'axe vertical n'est pas gradué à partir de l'origine).



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

On considère que ces deux modèles sont équivalents quand les valeurs de pression qu'ils donnent diffèrent entre elles de moins de 5 %.

2.3.1. Auquel des modèles 1 ou 2 est liée la loi fondamentale de la statique des fluides ?

2.3.2. Au vu des graphiques ci-dessus, l'utilisation de cette loi pour répondre à la question 2.2 paraît-elle justifiée ?

## PARTIE B

### Choix d'un moyen de transport (10 points)

Avec 13,41 gigatonnes de dioxyde de carbone émis dans le monde en 2016, le transport est le deuxième contributeur de gaz à effet de serre derrière la production d'énergie électrique [...]. Les émissions de dioxyde de carbone des transports dépendent de plusieurs facteurs : la distance totale parcourue, le nombre de passagers par véhicule, le carburant utilisé ou encore le type de trajet. Or, les statistiques montrent un nombre toujours plus important de voitures en circulation dans le monde, ainsi qu'une importante augmentation du trafic aérien et du commerce mondial de marchandises. La part des émissions de CO<sub>2</sub> par secteur d'activité dans le monde est fournie dans le tableau ci-après.

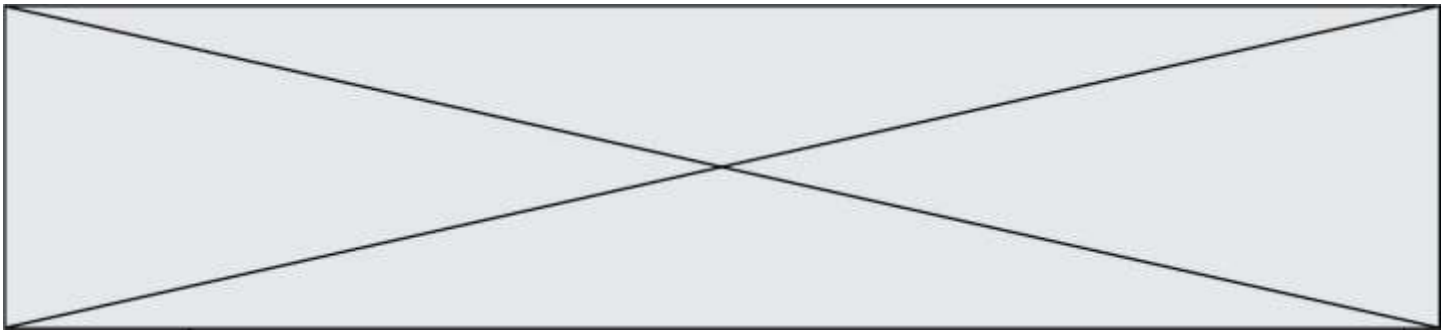
Énergie électrique	Industrie	Résidentiel	Transport	Autres
41,5 %	18,9 %	8,4 %	24,4 %	6,8 %

*D'après Céline Deluzarche, chiffres AIE pour l'année 2016.*

### 1. Voiture diesel ou voiture essence ?

D'après le texte introductif, les émissions de dioxyde de carbone dues aux transports dépendent, entre autres, du carburant utilisé. On se propose, en répondant aux questions de cette première partie, de construire un argumentaire scientifique permettant de valider ou d'invalider cette affirmation. Les deux carburants étudiés sont le gasoil et l'essence sans plomb. On admet qu'ils sont respectivement modélisés par du dodécane (C<sub>12</sub>H<sub>26</sub>) pour l'un et de l'octane (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>) pour l'autre.

Type de véhicule	Diesel	Essence sans plomb
Carburant utilisé	Gasoil : essentiellement du dodécane	Essence : essentiellement de l'octane
Volume de carburant consommé pour 100 km parcourus	V = 5,0 L	
Masse de dioxyde de carbone émis par kilomètre parcouru	m = 120 g	



### Données

Energie molaire de combustion de l'octane :  $E_m = -5,1 \times 10^3 \text{ kJ.mol}^{-1}$ .

Masse volumique de l'octane :  $\rho = 0,70 \text{ kg.L}^{-1}$ .

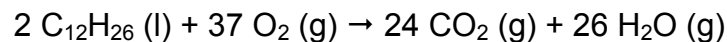
Masses molaires atomiques ( $\text{g.mol}^{-1}$ ) :  $M(\text{C}) = 12,0$  ;  $M(\text{H}) = 1,00$  ;  $M(\text{O}) = 16,0$ .

Représentation de quelques éléments :  ${}_1\text{H}$  ;  ${}_6\text{C}$  ;  ${}_8\text{O}$ .

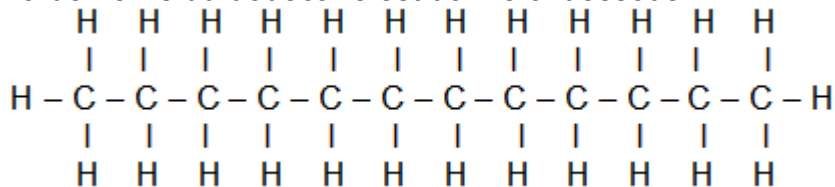
Extrait d'une table d'énergies molaires de liaison :

Liaison	$E_l \text{ (kJ.mol}^{-1}\text{)}$
C – H	415
C – C	348
C – O	350
O = O	498
O – H	463
C = O	724
C = O dans $\text{CO}_2$	804

1.1. L'équation de la réaction modélisant la combustion du dodécane s'écrit :



Le schéma de Lewis du dodécane est donné ci-dessous :



- 1.1.1. Représenter le schéma de Lewis du dioxygène, du dioxyde de carbone et de l'eau.
- 1.1.2. Déterminer la quantité de matière de dioxyde de carbone rejeté par la voiture diesel par kilomètre parcouru.
- 1.1.3. En déduire la quantité de matière de dodécane consommé par kilomètre parcouru.
- 1.1.4. Montrer, à l'aide des données, qu'une estimation de l'énergie molaire de combustion du dodécane est  $E'_m = -7,50 \times 10^3 \text{ kJ.mol}^{-1}$ . Indiquer pourquoi il s'agit d'une estimation.
- 1.1.5. En déduire l'énergie libérée  $E_{\text{lib}}$  par la combustion du gasoil pour un kilomètre parcouru.

1.2. Une voiture essence de motorisation équivalente libère une énergie liée à la combustion de l'essence  $E_{\text{lib}} = -1,7 \times 10^3 \text{ kJ}$  par kilomètre parcouru.

- 1.2.1. Montrer que la masse de dioxyde de carbone émise par la voiture à essence par kilomètre parcouru vaut  $m' = 1,2 \times 10^2 \text{ g}$ .
- 1.2.2. Commenter le résultat obtenu et rédiger un conseil argumenté sur le choix du véhicule à utiliser pour minimiser l'impact sur le réchauffement climatique. On s'attachera notamment à montrer si le critère de la consommation par kilomètre parcouru est un indicateur suffisant.



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

## 2. Quel moyen de transport choisir ?

Un salarié d'une entreprise de conseil en développement durable doit effectuer un aller-retour Bordeaux-Paris pour aller défendre un projet d'aménagement. Les deux villes sont distantes de  $d = 546$  km. Soucieux de l'environnement, il étudie les différentes solutions alternatives à la voiture, comme le train (ligne TGV) et l'avion afin de réduire son empreinte carbone. L'empreinte « carbone » est la mesure de la quantité de dioxyde de carbone émis, suite à la combustion d'énergies fossiles, par une activité, un produit (depuis quelques années cette information est disponible sur l'électroménager, les offres immobilières, les véhicules), une prestation. Le site « oui.sncf » propose un calculateur des émissions de dioxyde de carbone lors d'un voyage en train. On y trouve notamment l'information suivante :

Emissions de CO<sub>2</sub> d'un voyageur parcourant un kilomètre, par type de train SNCF (basées sur les consommations d'énergie (source : Réseau de transport d'électricités (Rte), 2017) et fréquentations de 2017) :

- Train TGV : 2,4 g de CO<sub>2</sub> par kilomètre
- Train Intercités : 8,1 g de CO<sub>2</sub> par kilomètre
- Train TER : 29,4 g de CO<sub>2</sub> par kilomètre
- Train Transilien / RER : 5,4 g de CO<sub>2</sub> par kilomètre

D'après <https://fr.wikipedia.org> et <https://www.oui.sncf>

Le combustible utilisé dans les moteurs d'avion est le kérosène. C'est un mélange complexe d'alcane, principalement des molécules comportant 11 atomes de carbone de formule brute C<sub>11</sub>H<sub>24</sub>.

Des calculateurs en ligne permettent d'évaluer la masse de CO<sub>2</sub> émis par voyageur lors d'un voyage en avion.

Le résultat de la simulation est donné ci-dessous.

### Votre vol:

De: Bordeaux (FR), BOD à Paris (FR), CDG , Vol aller-retour, Economy Class, ca. 1100 km, 1 voyageur

Quantité de CO<sub>2</sub>: 0,306 t

En s'appuyant sur les informations données ci-dessus et les résultats trouvés à la partie 1, réaliser une étude comparée qui permettra au salarié de l'entreprise d'identifier, parmi les trois proposés, le mode de transport le plus écologique au niveau des émissions de dioxyde de carbone pour effectuer un aller-retour Bordeaux-Paris.

*L'analyse des données, la démarche suivie et l'analyse critique des résultats sont évaluées et nécessitent d'être correctement présentées. Toute trace de recherche sera valorisée.*