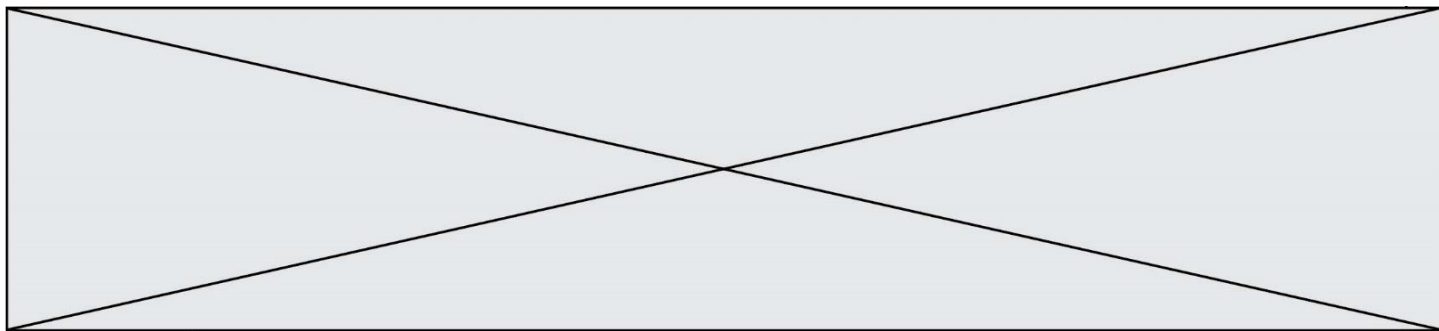






| Type de véhicule                                        | Diesel                              | Essence sans plomb                    |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Carburant utilisé     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

### Données

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

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

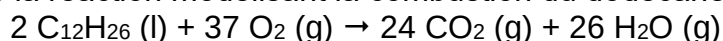
Masses molaires atomiques ( $\text{g.mol}^{-1}$ ) :  $M(\text{C}) = 12,0$  ;  $M(\text{H}) = 1,00$  ;  $M(\text{O}) = 16,0$ .

Représentation de quelques éléments :  ${}^1\text{H}$  ;  ${}^6\text{C}$  ;  ${}^8\text{O}$ .

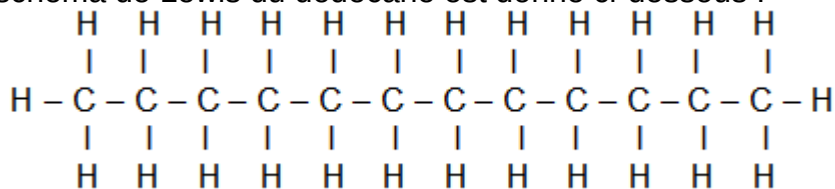
Extrait d'une table d'énergies molaires de liaison :

| Liaison                  | $E_l (\text{kJ.mol}^{-1})$ |
|--------------------------|----------------------------|
| 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.

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

**1.1.5.** En déduire l'énergie libérée  $E_{lib}$  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  $E'_{lib} = - 1,7 \times 10^3$  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  $m' = 1,2 \times 10^2$  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.

## 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 :

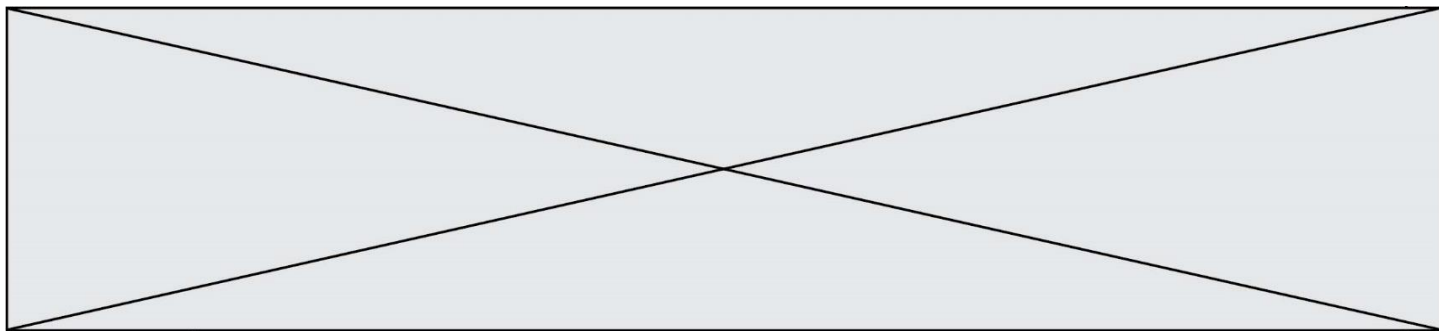
Emissions de CO<sub>2</sub> d'un voyageur parcourant un kilomètre, par type de train SNCF (basées sur les consommations d'énergie (source : Réseau de transport d'électricités (Rte), 2017) et fréquentations de 2017) :

- 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'alcanes, 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.*

## **PARTIE B**

### **Le bleu de méthylène en médecine et en biologie (10 points)**

Le bleu de méthylène est une espèce chimique organique de formule brute C<sub>16</sub>H<sub>18</sub>N<sub>3</sub>SCl. A l'état pur, le bleu de méthylène se présente sous la forme d'une poudre soluble dans l'eau. Il peut être utilisé, à la fois comme colorant ou comme médicament. Son action repose sur ses propriétés oxydo-réductrices : sa forme oxydée est bleue et sa forme réduite est incolore.

Certaines propriétés du bleu de méthylène sont utilisées pour des expériences en biochimie. Par exemple, en présence de glucose le bleu de méthylène est réduit et ce dernier se transforme en une espèce non colorée.

D'autres propriétés sont utilisées en médecine. Le bleu de méthylène peut servir à colorer des bactéries pour les visualiser au microscope. Quand il entre dans le cytoplasme d'une cellule vivante, le bleu de méthylène est réduit car c'est un environnement réducteur : les cellules vivantes paraissent incolores. En revanche, des cellules mortes sont colorées en bleu car le bleu de méthylène y reste sous sa forme oxydé.

*D'après [www.futura-sciences.com](http://www.futura-sciences.com)*

L'objectif de cet exercice est d'étudier une propriété du bleu de méthylène puis d'effectuer un contrôle de qualité, par dosage spectrophotométrique, d'une préparation microscopique utilisée dans le domaine de la santé.

#### **Partie 1 : Propriétés oxydantes du bleu de méthylène**

Un extrait de protocole est donné ci-dessous :

|                                                                                                                          |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Modèle CCYC : ©DNE</b><br><b>Nom de famille (naissance) :</b><br><small>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</small> |  |
| <b>Prénom(s) :</b>                                                                                                       |  |
| <b>N° candidat :</b>                                                                                                     |  |
| <b>Né(e) le :</b>                                                                                                        |  |
|                                          |  |
| <b>N° d'inscription :</b>                                                                                                |  |
| (Les numéros figurent sur la convocation.)                                                                               |  |

1.1

« Dans un erlenmeyer contenant une solution aqueuse de glucose, on ajoute une solution de bleu de méthylène  $BM^+_{(aq)}$ . Le mélange, initialement bleu, devient progressivement incolore ».

Couples oxydant-réducteur mis en jeu :

- $BM^+_{(aq)} / BMH_{(aq)}$
- $RCOOH_{(aq)} / RCHO_{(aq)}$
- le glucose est noté  $RCHO_{(aq)}$ .
- la forme oxydée du bleu de méthylène, noté  $BM^+$ , est la seule espèce colorée en solution aqueuse.

**1.1.** Donner la définition d'un oxydant.

**1.2.** Donner la définition d'une réduction.

**1.3.** Écrire les demi-équations électroniques relatives aux couples du bleu de méthylène  $BM^+_{(aq)} / BMH_{(aq)}$  et du glucose  $RCOOH_{(aq)} / RCHO_{(aq)}$

**1.4.** En déduire l'équation de la réaction modélisant la transformation décrite dans l'extrait du protocole.

## Partie 2 : Dosage d'une solution de bleu de méthylène

Le bleu de méthylène est un colorant pour préparation microscopique utilisé essentiellement pour colorer les noyaux des cellules afin d'apprécier le nombre de cellules mortes.

Un technicien de laboratoire souhaite déterminer avec précision la concentration du colorant dans une solution S dont l'étiquette porte l'indication suivante :

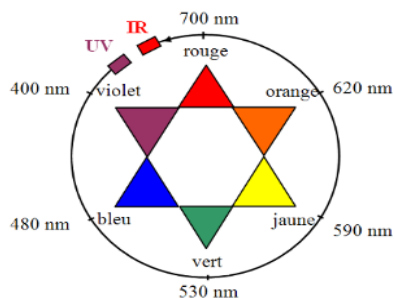
**« Bleu de méthylène  $3,2\text{mmol.L}^{-1}$  »**

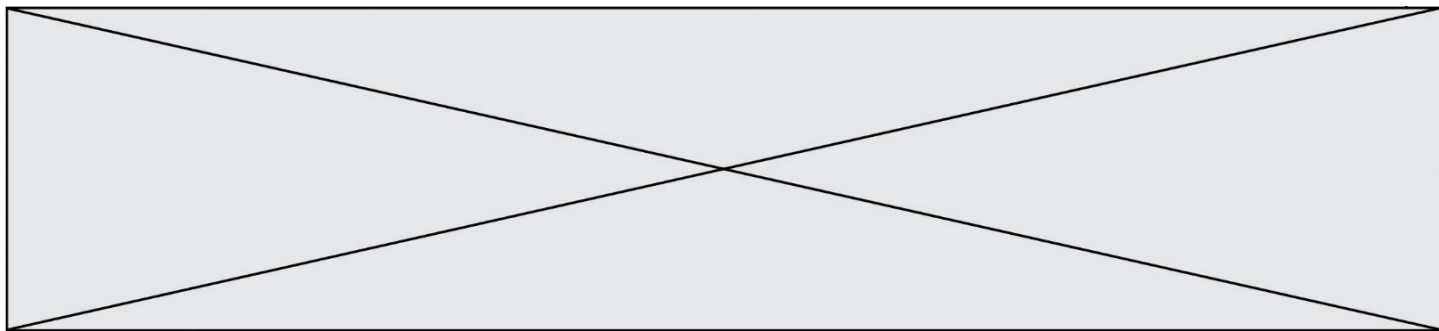
On note  $C_S$  la concentration en bleu de méthylène de la solution S. Cette concentration est déterminée par une méthode spectrophotométrie.

On mesure l'évolution de l'absorbance A d'une solution de bleu de méthylène pour différentes longueurs d'onde  $\lambda$ .

**Données :**

- Cercle chromatique





- Extrait du tableau périodique des éléments

|                                        |                                        |
|----------------------------------------|----------------------------------------|
| 1<br>1,0079<br><b>H</b><br>HYDROGÈNE   | 2<br>4,0026<br><b>He</b><br>HÉLIUM     |
| 3<br>6,941<br><b>Li</b><br>LITHIUM     | 4<br>9,0122<br><b>Be</b><br>BÉRYLLIUM  |
| 11<br>22,990<br><b>Na</b><br>SODIUM    | 12<br>24,305<br><b>Mg</b><br>MAGNÉSIUM |
| 13<br>26,982<br><b>Al</b><br>ALUMINIUM | 14<br>28,086<br><b>Si</b><br>SILICIUM  |
| 15<br>30,974<br><b>P</b><br>PHOSPHORE  | 16<br>32,065<br><b>S</b><br>SOUFRE     |
| 17<br>35,453<br><b>Cl</b><br>CHLORE    | 18<br>39,948<br><b>Ar</b><br>ARGON     |

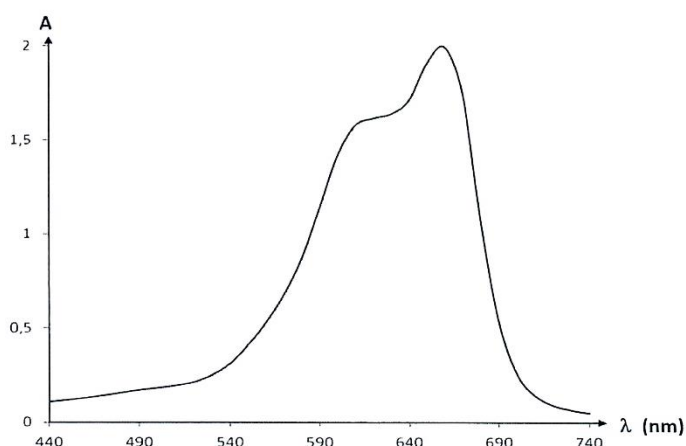
  

|                                  |                                     |                                   |                                     |                                   |                                   |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 13<br>10,811<br><b>B</b><br>BORE | 14<br>12,011<br><b>C</b><br>CARBONE | 15<br>14,007<br><b>N</b><br>AZOTE | 16<br>15,999<br><b>O</b><br>OXYGÈNE | 17<br>18,998<br><b>F</b><br>FLUOR | 18<br>20,180<br><b>Ne</b><br>NÉON |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|

|                                        |                                        |
|----------------------------------------|----------------------------------------|
| 1<br>1,0079<br><b>H</b><br>HYDROGÈNE   | 2<br>4,0026<br><b>He</b><br>HÉLIUM     |
| 3<br>6,941<br><b>Li</b><br>LITHIUM     | 4<br>9,0122<br><b>Be</b><br>BÉRYLLIUM  |
| 11<br>22,990<br><b>Na</b><br>SODIUM    | 12<br>24,305<br><b>Mg</b><br>MAGNÉSIUM |
| 13<br>26,982<br><b>Al</b><br>ALUMINIUM | 14<br>28,086<br><b>Si</b><br>SILICIUM  |
| 15<br>30,974<br><b>P</b><br>PHOSPHORE  | 16<br>32,065<br><b>S</b><br>SOUFRE     |
| 17<br>35,453<br><b>Cl</b><br>CHLORE    | 18<br>39,948<br><b>Ar</b><br>ARGON     |

- Spectre d'absorbance du bleu de méthylène



**2.1.** Commenter l'allure spectre d'absorption du bleu de méthylène et justifier la couleur de la solution de ce colorant.

Pour déterminer la concentration  $C_S$  en bleu de méthylène de la solution S, on prépare une gamme de solutions notées  $S_1$  à  $S_4$ , de volume 25,0 mL chacune, à partir d'une solution mère de concentration en masse égale à 5,0 mg.L<sup>-1</sup>.

L'absorbance des solutions a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre préalablement réglé sur la valeur  $\lambda_{\max}$  du spectre d'absorption. Les résultats sont reproduits dans le tableau ci-dessous :

| Solution                                                 | $S_0$ | $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ | $S_4$ |
|----------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Concentration en masse $C_i$<br>(en mg.L <sup>-1</sup> ) | 5,0   | 4,0   | 3,0   | 2,0   | 1,0   |
| Absorbance A                                             | 0,610 | 0,480 | 0,374 | 0,243 | 0,126 |

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

**2.2.** Ecrire le protocole détaillé de la préparation de la solution  $S_3$  à partir de la solution mère  $S_0$ , en précisant la verrerie nécessaire.

**2.3.** La loi de Beer Lambert est-elle vérifiée ? Justifier le par le calcul, sans réaliser de graphique.

**2.4.** En déduire une relation entre  $A$  l'absorbance de la solution et  $C$  la concentration en masse du bleu de méthylène, en précisant les unités des grandeurs.

**2.5.** Une solution  $S_D$  de bleu de méthylène a été obtenue en diluant 400 fois la solution  $S$ . La mesure de l'absorbance de la solution  $S_D$  vaut  $A_D = 0,328$ .

**2.5.1.** Déterminer la concentration  $C_D$  de la solution  $S_D$ .

**2.5.2.** En considérant une incertitude-type de mesure  $u(C_S)$  égale à  $0,2 \text{ mmol.L}^{-1}$ , la valeur  $C_S$  obtenue expérimentalement est-elle en accord avec l'étiquetage de la solution  $S$  ? Justifier.