

Promotion stagiaires externes PLPA 2022-2023

Proposition 1 : modélisation de l’empreinte carbone

Activité documentaire : Comparaison de l’empreinte carbone de deux véhicules

Contexte :

Le marché du véhicule particulier est en pleine transformation. Le Parlement européen a voté le 8 juin 2022, la fin des ventes de voitures neuves thermiques en 2035, une étape majeure pour atteindre la neutralité carbone en 2050. Aujourd’hui, le parc automobile français entame une phase d’électrification massive. En 2021, pas moins de 174 000 véhicules légers 100% électriques ont été vendus contre 28 300 en 2016, soit une multiplication des ventes par plus de 6 en 5 ans, représentant aujourd’hui une part de marché de près de 13,5%. Par ailleurs, la France comptait au 31 juillet 2022, 66 960 points de recharge ouverts au public, soit une évolution de 49 % de leur nombre en un an.

Communiqué de presse ADEME – 12/10/2022

Partie 1 – L’empreinte carbone

Question 1 : À l’aide du document 1, **proposer** les principales causes de l’empreinte carbone d’un véhicule.

Document 1. Qu’est-ce que l’empreinte carbone ?

Selon le **Ministère de la Transition Ecologique**, l’empreinte carbone est “un indicateur estimant la quantité de gaz à effet de serre émise pour satisfaire la consommation au sens large (biens, services, utilisation d’infrastructures) d’un individu, d’une population, d’un territoire ou d’une activité, en tenant compte des émissions liées aux importations et aux exportations quel que soit le lieu de production de ces biens et services (production intérieure ou importations).”

Remarque : le CO₂ n’est pas le seul gaz à effet de serre. On peut aussi citer entre autres le méthane et le protoxyde d’azote, chacun avec un impact environnemental différent. Pour pouvoir tous les rassembler, on raisonne en termes de masse équivalente de CO₂ (eqCO₂).

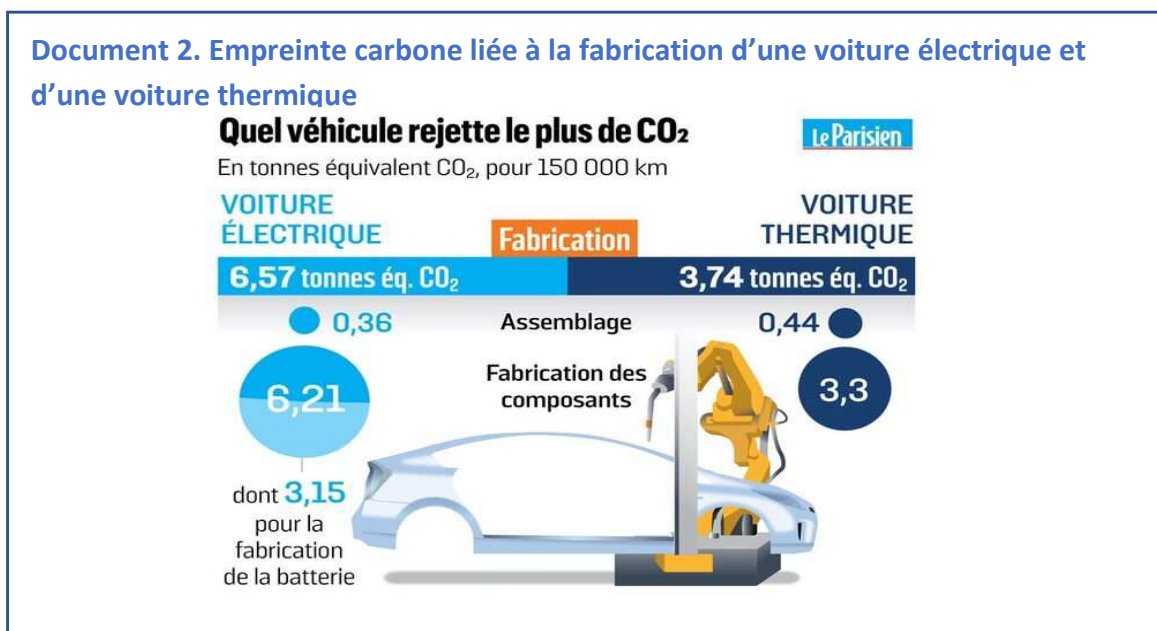
Exemple : 1kg de méthane = 28 kg eqCO₂. Lorsque l’on parle de CO₂, on parle donc en réalité de eqCO₂.

<https://greenly.earth/fr-fr/blog/actualites-ecologie/empreinte-carbone-velo-trottinette:>

30/03/2023

Partie 2 : Empreinte carbone de fabrication des véhicules

Question 2 – À l’aide du document 2, **comparer** les empreintes carbone des deux voitures (électrique et thermique) lors de leur fabrication.



<https://www.leparisien.fr/automobile/vraiment-ecolo-la-voiture-electrique-11-08-2019-8132127.php> -

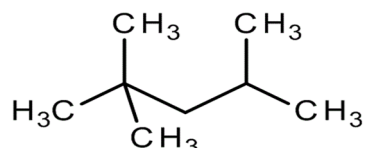
Partie 3 : Empreinte carbone d'utilisation des véhicules

Objectif – Déterminer l'empreinte carbone de chaque véhicule en fonction de la distance parcourue

Document 3. Fonctionnement d'un véhicule thermique VS fonctionnement d'un véhicule électrique

La combustion de l'essence composée principalement de la molécule d'isooctane de formule brute C_8H_{18} dans l'air est totale. Elle génère de l'eau ainsi que du dioxyde de carbone.

On donne la représentation de la molécule :



On considère qu'une voiture thermique consomme en moyenne 6 L de carburant pour une distance parcourue de 100 km. En France, la durée moyenne de vie d'une voiture thermique ou électrique est de 200 000 km.

L'empreinte carbone d'une voiture se mesure en kilogrammes de dioxyde de carbone émis par km ($kg\ eqCO_2/km$).

Le bilan carbone lié à l'utilisation et à la charge d'une voiture électrique est de $0,012\ kg\ eqCO_2/km$.

<https://www.hellocarbo.com/og/calculer/empreinte-carbone-voiture/> - 04/2022

Question 3 – À l'aide du document 3, **écrire** l'équation de réaction de la combustion de l'isooctane.

Question 4 – À l'aide de la réponse précédente ainsi que du document 4, **vérifier** que la masse de dioxyde de carbone émise lors de la réaction de combustion de 6L de carburant (isooctane) permettant de faire fonctionner une voiture thermique pour 100km parcourus est bien de 11.7 kg.

Document 4.

$$\rho_{C_8H_{18}} = 690\ g/L$$

$$M_{CO_2} = 44\ g/mol$$

$$M_{C_8H_{18}} = 114\ g/mol$$

Partie 4: Modélisation

On considère les fonctions définies par :

- $f(x) = 3740 + 0,117\ x$
- $g(x) = 6570 + 0,012\ x$

Question 5 – En s'appuyant sur les parties 2 et 3, justifier que les fonctions f et g modélisent l'empreinte carbone des véhicules en fonction de la distance parcourue.

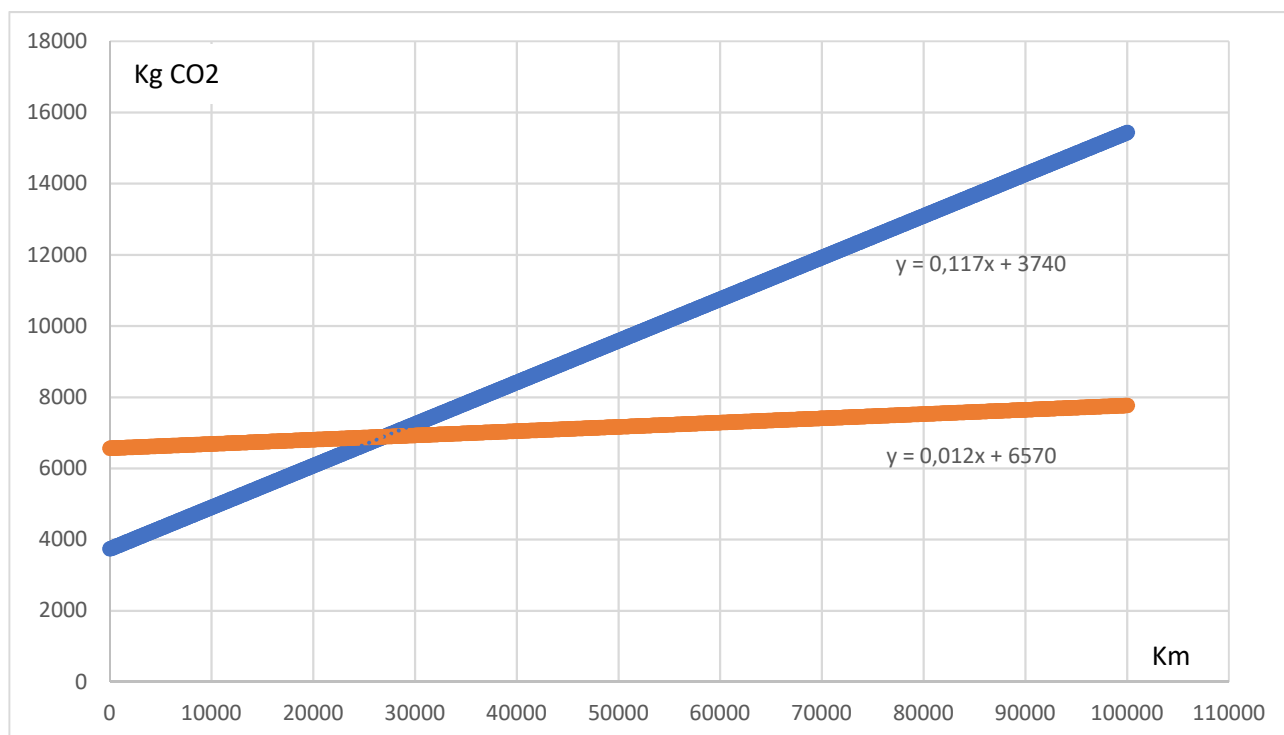
Question 6 – À l'aide des deux fonctions définies précédemment, déterminer la distance à parcourir pour que l'empreinte carbone d'une voiture thermique soit supérieure à l'empreinte carbone d'une voiture électrique.

Question 7 – À l'aide du document 4, **critiquer** le modèle proposé.

Discussion autour du sujet avec le rapport du Haut Conseil pour le Climat (HCC).

Correction de la question 6 :

graphique tracé avec Excel :



 voiture thermique

 voiture électrique

Promotion stagiaires externes PLPA 2022-2023

Proposition 2 : modélisation mathématique de propriétés électriques

Identifier les dangers encourus par la personne dans la situation présentée sur l'image de droite. Quel est le phénomène physique pouvant expliquer ce danger ?



.....

.....

.....

1) Mesurer la conductivité des différentes eaux à disposition et compléter le tableau ci-dessous :

Eau	Eau minérale Hépar®	Eau minérale Volvic®	Eau minérale Evian®	Eau du robinet	Eau distillée
Conductivité (.....)					

1

Minéralisation caractéristique en mg/l

Magnésium	119	Plus de 75% des femmes adultes ont un déficit en magnésium*. Boire 1 litre d'HÉPAR, c'est couvrir 31% des AR**.
Sulfate	1530	
Hydrogencarbonate	383,7	
Nitrate	4,3	
Calcium	549	
Sodium	14,2	
Résidu sec à 180°C	2513	**Apport de référence.

1 l d'HÉPAR vous apporte également 68% des AR** en calcium.

Convient pour un régime pauvre en sodium.

Eau minérale naturelle riche en minéraux.

2

ANALYSE CARACTÉRISTIQUE (mg/litre)

CALCIUM	11,3	CHLORURES	13,5
MAGNÉSIUM	8,0	NITRATES	6,3
SODIUM	11,6	SULFATES	8,1
POTASSIUM	6,2	SILICE	31,7
BICARBONATES 71,0			

Minéralisation totale : 130 mg/litre (Résidu sec à 180°C) - pH 7

unicef

50cl

3

Calcium	78	Bicarbonates	357
Magnésium	24	Sulfates	10
Sodium	5	Chlorures	4,5
Potassium	1	Nitrates	3,8
Silice		13,5	

Résidu sec à 180°C: 309mg/l - pH : 7,2

Source Cachat - S.A.E.M.E. 74500 Evian

Document 1 – Etiquettes d'eaux minérales 1-Hépar®, 2-Volvic® et 3-Evian®.

2) Interpréter les résultats expérimentaux obtenus.

.....
.....
.....
.....

3) Valider ou non la (les) hypothèse(s) émise(s) en début de séance.

.....
.....
.....
.....

À retenir :

.....
.....
.....
.....

Une eau conduit un courant électrique uniquement si elle contient des ions (entités chimiques chargées électriquement).

Plus la concentration en ions augmente, plus la conductivité augmente.

Les traitements en viticulture

Laurence viticultrice à Quincié en beaujolais, produit et vend des vins bio. Sa vigne commence à être contaminée par le mildiou. Laurence doit alors réaliser un traitement curatif grâce à une solution de sulfate de cuivre. Cette année, elle a déjà traité sa vigne contre cette maladie en ayant pulvérisé 4 kilogrammes de cuivre par hectare. Elle n'a plus de solution en stock et en demande à son voisin. Elle souhaite déterminer la concentration en sulfate de cuivre ($\text{Cu}^{2+}, \text{SO}_4^{2-}$) de cette solution donnée par le voisin afin de savoir si elle peut l'utiliser tout en respectant la réglementation en agriculture biologique. Pour cela, elle mobilisera la notion de conductivité des ions acquise lors de sa formation au sein de notre LEGTA.

Réglementation en agriculture biologique

Les agriculteurs bio doivent respecter une limite maximale de 6 kg de cuivre métallique par hectare et par campagne culturale (par année).

Pulvérisateur de Laurence

Le pulvérisateur de Laurence a un débit de 6L/min. La pulvérisation permet de couvrir 1ha en 30 min



Partie 1 : Quelle quantité maximum de cuivre Laurence peut-elle encore pulvériser ?

- 1) D'après les caractéristiques du pulvérisateur de Laurence, déterminer la quantité de produit pulvérisé par hectare.

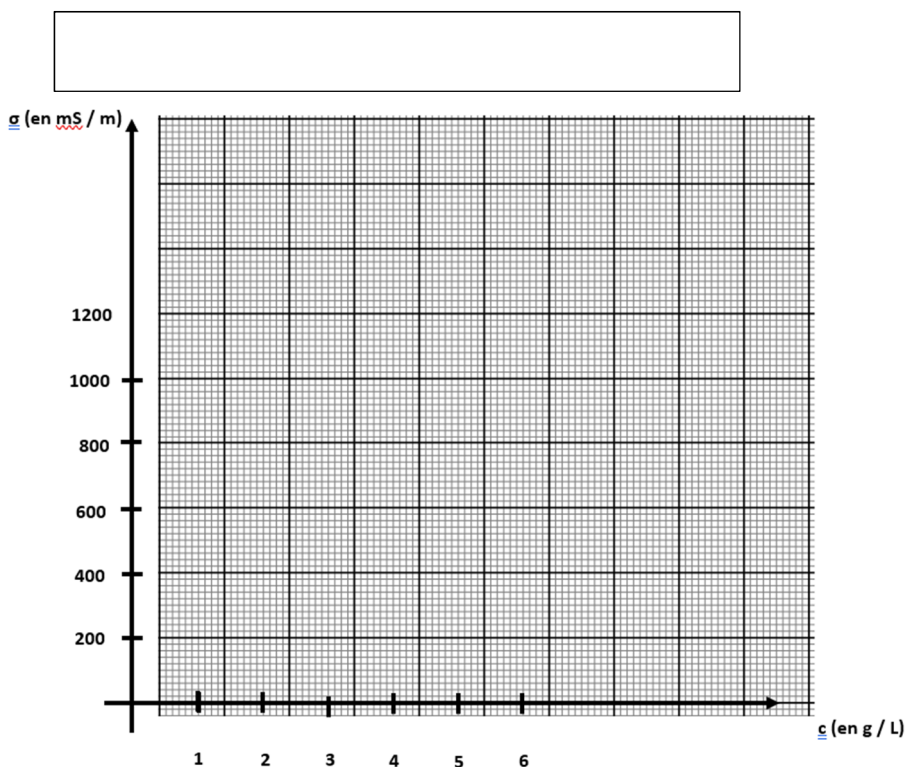
- 2) En tenant compte de la réglementation en agriculture biologique, calculer la concentration maximale (en g/L) que peut avoir la solution proposée par le voisin de Laurence.

Partie 2 : Quelle est la concentration de la solution fournie par le voisin ?

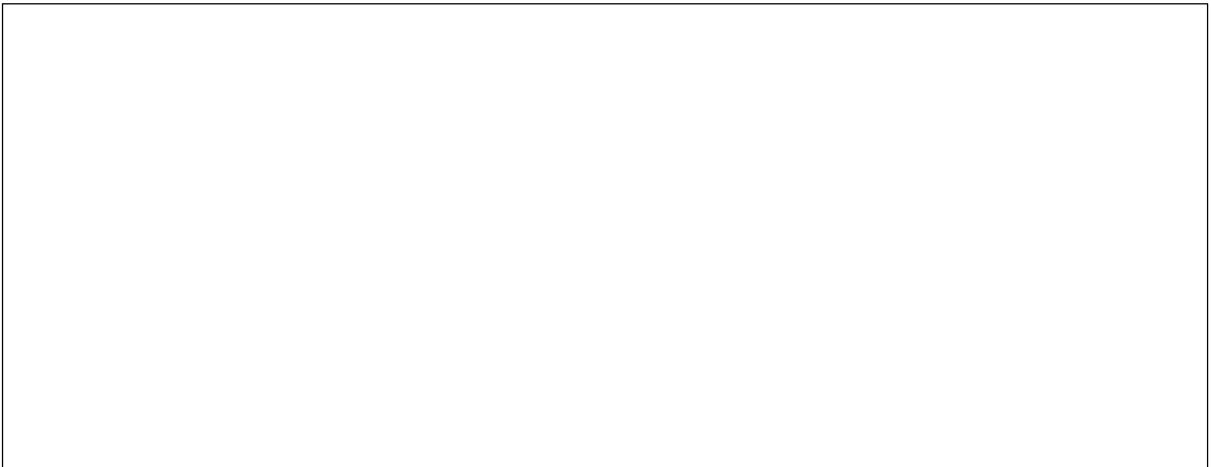
- 1) On cherche à modéliser la relation entre concentration en ions et conductivité d'une solution de sulfate de cuivre. On commence par mesurer la conductivité des solutions suivantes :

Concentration des solutions (g/L)	1	2	5	7	10
Conductivité (mS/m)					

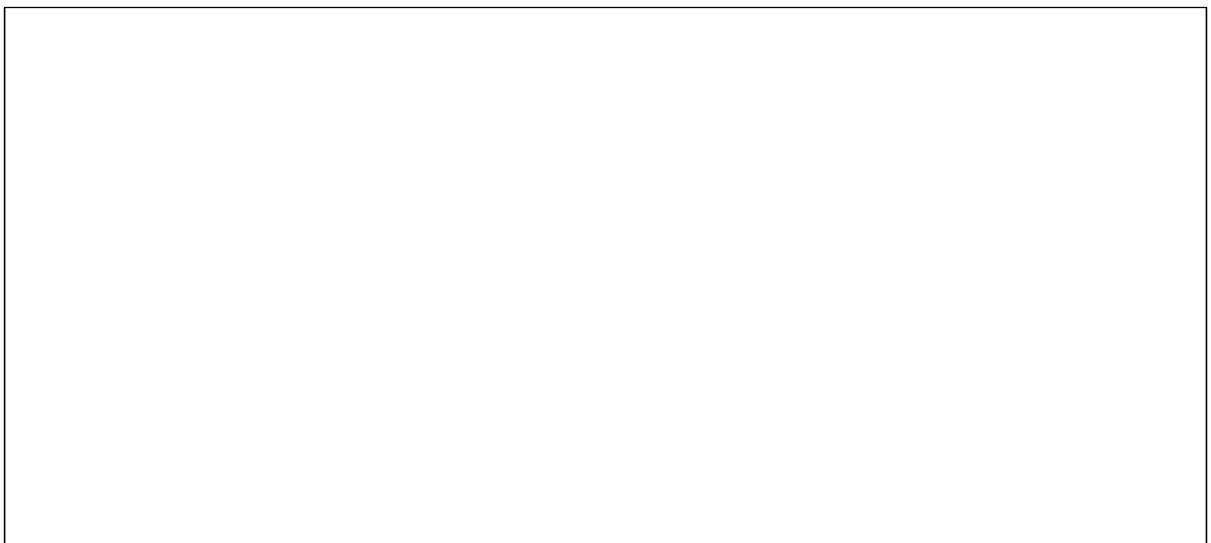
- 2) Placer sur le graphique le nuage de points correspondant aux données du tableau précédent.



- 3) En vous appuyant sur la représentation graphique des données, proposer un modèle permettant d'exprimer la conductivité d'une solution de sulfate de cuivre en fonction de sa concentration.



- 4) Proposer une démarche permettant de savoir si la solution du voisin de Laurence est utilisable et la mettre en œuvre pour conclure.



Éléments de correction ou justifications théoriques

Q1) $V = 180 \text{ L}$

Q2) 2 kg / ha d'où $[\text{Cu}^{2+}] = 11,1 \text{ g/L} = 1,75 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

Q3) $\sigma = \lambda_{\text{Cu}^{2+}} \times [\text{Cu}^{2+}] + \lambda_{\text{SO}_4^{2-}} \times [\text{SO}_4^{2-}] = (\lambda_{\text{Cu}^{2+}} + \lambda_{\text{SO}_4^{2-}}) \times [\text{Cu}^{2+}]$

À la recherche de ...

On souhaite savoir si la modélisation trouvée dans l'activité « Les traitements en viticulture » est aussi valable pour d'autres solutions ioniques.



Afin de répondre à cette problématique, vous vous répartirez en groupe de chercheurs et analyserez le lien concentration/conductivité de plusieurs solutions contenant des ions définis (Na^+, Cl^-) ou (Fe^{2+}, SO_4^{2-}) ou (Zn^{2+}, SO_4^{2-}) ou (K^+, HO^-).

Vous disposerez dans votre laboratoire :

- De 5 solutions de concentration définies contenant les ions.....
- D'un conductimètre
- De papier millimétré

1) En vous inspirant de l'activité « Les traitements en viticulture », proposer un modèle permettant de faire le lien entre conductivité et concentration.

Concentration des solutions (g/L)	1	1,5	3	3,5	5
Conductivité (mS/m)					

2) Informer la communauté scientifique de vos résultats en entrant vos données sur le poste enseignant, dans le fichier Excel « enseignant » en faisant attention de bien utiliser les colonnes dédiées à chaque groupe.

À retenir :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Pour un composé ionique donné en solution, on observe que la représentation graphique de la conductivité en fonction de la concentration massique est une droite passant par l'origine du repère.

Il existe donc une relation de proportionnalité entre ces deux grandeurs qui peut être modélisée par une fonction linéaire de type :

$$\sigma = k \times C_m$$

Où k est un paramètre dépendant de la nature du composé ionique en solution.