

Thème « Le futur des énergies »

Quelles alternatives aux voitures thermiques ?

Sur 10 points

En 2021, les voitures utilisant essence ou diesel représentaient 98 % du parc automobile mondial (d'après le ministère de la transition écologique et du développement durable), générant ainsi des émissions polluantes. Les voitures à l'éthanol ou électriques émergent comme des alternatives à l'utilisation des énergies fossiles. On peut par exemple lire dans le magazine AutoPlus que la voiture électrique est une voiture « zéro émission, simplement révolutionnaire ».

L'objectif de cet exercice est d'étudier si le remplacement des voitures thermiques par d'autres motorisations répond aux préoccupations écologiques actuelles sur les émissions de dioxyde de carbone.

Document 1 – Carburants automobiles

On appelle « carburants » les substances dont la combustion permet le fonctionnement des moteurs thermiques. L'énergie chimique contenue dans le carburant est donc destinée à être convertie en énergie mécanique. Comme la plupart des carburants courants, l'essence ou le gazole sont en fait un mélange de nombreuses espèces chimiques extraites du pétrole : différents hydrocarbures (énergie chimique) et des additifs en faibles proportions introduits pour donner des propriétés particulières au mélange.

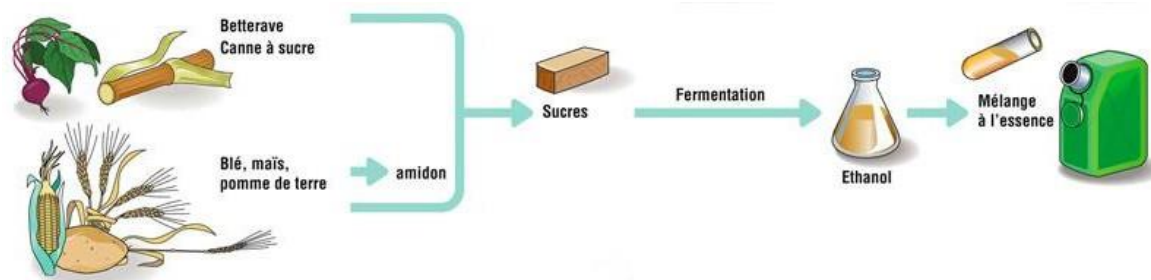
Source : d'après <https://culturesciences.chimie.ens.fr>

- 1- Expliquer pourquoi le pétrole ne peut pas être considéré comme une source d'énergie renouvelable. Justifier en vous appuyant sur la définition de ce terme.

Document 2 – Les agrocarburants

Les agrocarburants sont des carburants de substitution obtenus à partir de biomasse (matière première d'origine végétale, animale ou issue de déchets). Ils sont destinés à être utilisés dans les transports, principalement sous forme d'additifs ou de compléments aux carburants fossiles.

Les agrocarburants qu'on incorpore dans l'essence sont constitués essentiellement d'éthanol, issu principalement de la fermentation des sucres présents dans les betteraves ou les céréales.

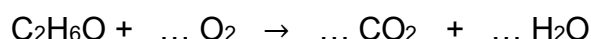


Les agrocarburants qu'on incorpore dans le gazole, regroupés généralement sous l'appellation « biodiesel », sont fabriqués à partir de matières oléagineuses comme le colza, le tournesol, les huiles alimentaires usagées ou les graisses animales.

Il importe de distinguer les agrocarburants de première génération, qui sont les plus consommés aujourd'hui, et ceux de seconde génération. Les premiers sont produits à partir de cultures destinées traditionnellement à l'alimentation, alors que les seconds sont élaborés à partir de matières premières non alimentaires. La troisième génération, ou algocarburant, devrait être produite dans le futur à partir d'algues ou de bactéries.

Source : d'après <https://agriculture.gouv.fr/tout-savoir-sur-les-biocarburants>

- 2- Rappeler le nom du processus qui permet aux plantes de produire la matière organique qui les constitue. Justifier alors pourquoi les agrocarburants sont des carburants renouvelables.
- 3- Compléter l'équation de réaction chimique modélisant la combustion complète par le dioxygène dans un moteur thermique dont le carburant est l'éthanol de formule C_2H_6O :



On souhaite comparer les émissions de dioxyde de carbone pour différents véhicules effectuant un même trajet.

Données :

- L'énergie produite par la combustion d'une tonne d'éthanol est $E = 0,690$ tep.
 - 1 tep (tonne d'équivalent pétrole) = 41 868 MJ.
 - 1 MJ (mégajoule) = 10^6 J.
 - 1 t (tonne) = 10^3 kg.
 - 1 g d'éthanol produit 1,9 g de dioxyde de carbone.
- 4- Montrer que la masse m d'éthanol nécessaire pour produire une énergie de 1,0 MJ est de $m = 35$ g.
 - 5- Montrer que la masse de dioxyde de carbone libérée lors de la production de cette même quantité d'énergie est égale à 66 g.

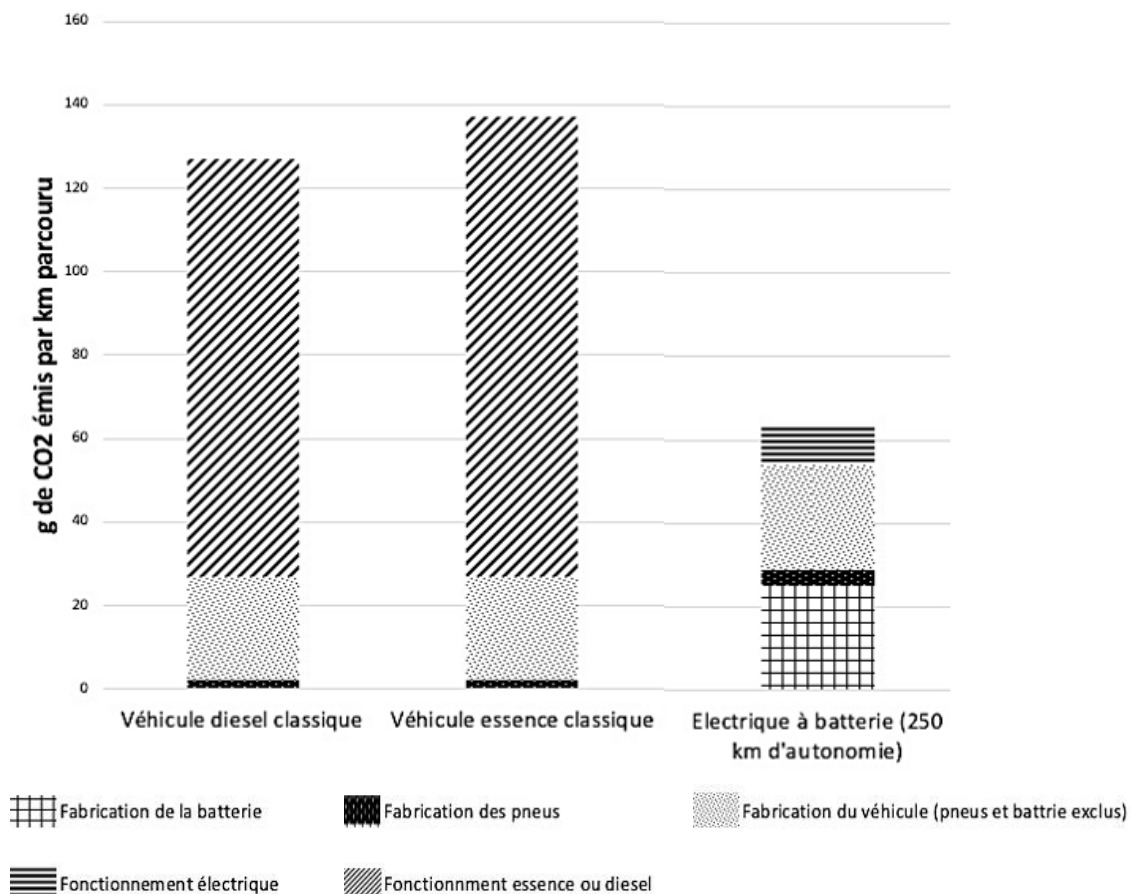
Pour modéliser les propriétés énergétiques des carburants, on les assimile à des hydrocarbures moyens (octane et dodécane), de caractéristiques données ci-dessous :

Carburant	Hydrocarbure modèle	Formule chimique	Masse de dioxyde de carbone CO_2 produite par unité d'énergie dégagée par la combustion ($g.MJ^{-1}$)
Essence	Octane	C_8H_{18}	69
Gazole	Dodécane	$C_{12}H_{26}$	71

- 6- Comparer la masse de dioxyde de carbone libérée pour une même quantité d'énergie pour l'octane, le dodécane et l'éthanol et expliquer pourquoi l'écart entre les trois valeurs ne permet pas de conclure en faveur d'un des types de carburants.
- 7- Présenter alors un avantage et un inconvénient à intégrer des biocarburants aux carburants fossiles.

Document 3 – Émission de dioxyde de carbone par km parcouru d'une personne utilisant son véhicule, pour différentes motorisations

La procédure d'essai mondiale harmonisée pour les véhicules légers (en anglais *Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures*, ou WLTP) est une norme d'essais d'homologation des véhicules qui permet de mesurer la consommation de carburant, l'autonomie électrique et les rejets de CO₂ et de polluants. Elle a été utilisée pour comparer des voitures de type berlines compactes de motorisations différentes. Les résultats sont reportés dans la figure ci-après.



Source : d'après A. Juton, F. Le Berr, *La Revue 3EI*, 99, p.3, janv.2020

- 8- Comparer les émissions de CO₂ pour une même distance parcourue par les différents types de véhicules.

La tendance actuelle est à l'augmentation de la taille de la batterie pour accroître l'autonomie du véhicule électrique, pour quelques longs trajets annuels.

- 9-** Postuler quel est l'impact de cette augmentation de taille de la batterie sur le bilan carbone du véhicule électrique.
- 10-** En utilisant l'ensemble des documents, discuter si l'affirmation du magazine cité en introduction : « zéro émission, simplement révolutionnaire » relève d'une information scientifique.
- 11-** Proposer d'autres études complémentaires qui permettraient de compléter cette conclusion.