

**Exercice d'entraînement**

En cas de difficulté, ne restez pas bloqué. Gérez votre temps. Plus de 5 min sur une question, c'est du temps perdu et un stress qui s'installe et qui vous fera perdre des moyens pour les questions suivantes.

L'EMC (linoléate de méthyle ou éther méthylique de colza) est un biocarburant (sa formule brute est  $C_{19}H_{34}O_2$ ) pour véhicules diesel provenant des graines de plantes oléagineuses telles que le tournesol ou le colza.

Dans un premier temps, nous allons chercher à vérifier que ce bio-carburant produit moins de gaz à effet de serre que le gasoil et dans un deuxième temps s'il est envisageable de remplacer intégralement le gasoil consommé par de l'EMC.

1. L'émission de gaz à effet de serre dépend du carburant utilisé mais aussi du véhicule. Notre véhicule de référence est une berline de gamme moyenne produite en 2012. C'est un **diesel fonctionnant uniquement au gasoil**. Est-il « écologique » ?
  - 1.1 Calculer la quantité de matière de gasoil consommée avec un plein de carburant, puis compléter le tableau d'avancement du document réponse.
  - 1.2 A partir du tableau et à l'aide des documents, calculer la masse de  $CO_2$  par km émise par cette voiture.
  - 1.3 Notre véhicule est-il « écologique » ?

**Un bilan des gaz à effet de serre toujours plus favorable**

Lors de sa combustion, l'EMC émet 75 % de dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) de moins que le gazole.

Le biocarburant EMC, issu de cultures renouvelables, participe donc à la lutte contre le réchauffement climatique.

2. Comparaison émission des émissions de  $CO_2$  produites lors de la combustion de l'EMC et du gasoil.
  - 2.1 Ecrivez les équations bilans de la combustion de l'EMC et du gasoil, comparez-les et expliquez pourquoi ce n'est pas cette comparaison qui peut justifier l'affirmation ci-dessus.
  - 2.2 Calculer l'enthalpie de combustion de l'EMC puis montrer que le pouvoir calorifique de l'EMC est égal à 41400kJ/kg. La comparaison du pouvoir calorifique du gasoil et de l'EMC justifie t'elle la différence d'émission de gaz à effet de serre entre les deux carburants ?
  - 2.3 Quel autre argument permet de justifier un bilan aussi positif ?
3. En dehors du bilan des gaz à effet de serre, pourrait-on remplacer totalement le gasoil par de l'EMC ?
  - 3.1 Quelle surface de terres agricoles était utilisée en 2009 en France pour assurer notre capacité de production de biodiesel ?
  - 3.2 En supposant que notre consommation de diesel n'augmente pas, calculer le pourcentage de terre arables qu'il faudrait consacrer si l'on voulait remplacer la totalité du gasoil utilisé par de l'EMC ? On supposera qu'il faut un litre d'EMC pour remplacer un litre de gasoil.
  - 3.3 Est-ce envisageable ?

**Document 1****Caractéristiques du véhicule servant à notre étude.**

Cylindrée : 1560 cc  
 Puissance din : 92 ch au régime de 4000 tr/min  
 Couple moteur : 230 Nm au régime de 1750 tr/min  
 Puissance fiscale : 5 CV  
 Vitesse maximum : 180 km/h  
 Accélération de 0/100km/h : 12.9 sec  
 Capacité du réservoir : 60 L  
 Consommation moyenne : 6,5 L/100km

**Document 2.****Première immatriculation en France d'un véhicule polluant**

Le paiement de l'écotaxe additionnelle (malus) sur le certificat d'immatriculation (ex-carte grise) se fait lors de l'immatriculation d'un *véhicule particulier* polluant :

La taxe est calculée en fonction du nombre de grammes de CO<sub>2</sub> émis par kilomètre.

Pour les véhicules ayant fait l'objet d'une réception communautaire, les montants du malus sont les suivants :

Taux d'émission de CO <sub>2</sub> par kilomètre	Montant du malus en 2012	Véhicule « écologique »
Inférieur ou égal à 135 grammes	0 €	OUI
Entre 136 et 140 grammes	0 €	OUI
Entre 141 et 145 grammes	200 €	NON
Entre 146 et 150 grammes	200 €	NON
Entre 151 et 155 grammes	500 €	NON
Entre 156 et 175 grammes	750 €	NON
Entre 176 et 180 grammes	750 €	NON
Entre 181 et 185 grammes	1300 €	NON

**Document 3.****Caractéristiques de quelques carburants.**

Carburant	Essence	Gasoil	Kérosène	GPL (liquide)	EMC
Formule	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	C <sub>21</sub> H <sub>44</sub>	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> et C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> et C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>19</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>
Masse molaire g.mol <sup>-1</sup>	100	296	142 et 198	44 et 58	294
Masse volumique μ en kg.L <sup>-1</sup>	0,750	0,830	0,800	0,560	0,880
Pouvoir calorifique kJ/kg	47300	43000	43105	50350/45600	37000

**Document 4.**

**Moins de gaz à effet de serre, mais un bilan énergétique mitigé**



Globalement, la combustion des biocarburant produit moins de gaz à effet de serre (GES) que les énergies fossiles comme le gasoil ou l'essence : entre 24% et 91% de GES en moins. En effet, comme les énergies fossiles, la combustion des biocarburants dégage du dioxyde de carbone (ou CO<sub>2</sub>, l'un des gaz à effet de serre responsables du [réchauffement climatique](#)), mais celle-ci est compensée, en partie du moins, par le CO<sub>2</sub> qui avait été absorbé par les plantes lors de leur croissance ce qui n'est pas le cas du pétrole ou du charbon.

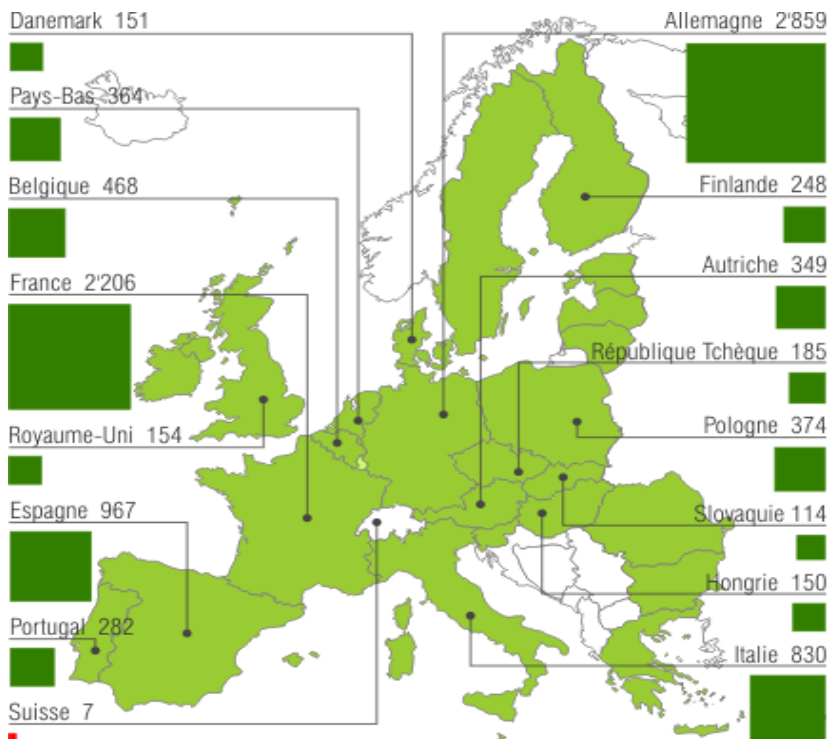
Cependant, la production d'agro-carburants implique l'utilisation d'engrais et de [pesticides](#) chimiques (et donc dérivés du pétrole...), de carburant pour faire fonctionner le matériel agricole, de l'énergie pour le fonctionnement des usines productrices de biocarburants, et du carburant (ou de l'électricité) pour le transport des matières premières agricoles. Si l'on prend en compte toutes ces étapes le bilan est nettement moins satisfaisant et dans certains cas, l'émission de GES est plus importante avec les bio-carburants qu'avec les énergies fossiles.

Indépendamment du bilan des gaz à effet de serre la biomasse présente quelques inconvénients pour l'instant non résolus :

- Le détournement de millions d'hectares arables sensées nourrir la population seraient mis au profil des biocarburants.
- Une déforestation intense au Brésil et en Asie du Sud qui sont les principaux producteurs de biocarburant. On sait que chaque jour environ 200 km<sup>2</sup> de forêt sont détruites, ce qui fait environ 130 000 à 150 000 km<sup>2</sup> de forêts rasées chaque année.
- Risque d'épuisement des réserves d'eau car les cultures céréalières étant à l'origine des biocarburants sont gourmands en eau.
- La culture à très grande échelle de la betterave ou du maïs nécessiterait de nombreux engrais chimiques dégageant des gaz à effet de serre comme par exemple le protoxyde d'azote, 296 plus polluants que le CO<sub>2</sub>.

Les biocarburants sont donc une solution nouvelle, mais l'idéal serait de développer une énergie à la fois renouvelable et non-polluante.

**Document 5.**



**Tableau** : Production de biodiesel-carburant dans l'UE-27 et en Suisse en 2009

**La production annuelle de biodiesel** au sein de l'UE et en Suisse est indiquée à la figure ci-dessous. Les chiffres sont exprimés en millions de litres et se réfèrent à l'année 2009.

Document 6.	
Surface totale de terres cultivables en France	18,4 millions d'hectare
Production annuelle de graines de Colza en France	3,8 tonnes par hectare.
Rendement	Une tonne de graine donne 450kg d'EMC
Quantité totale de gasoil (origine fossile ou bio-carburant) consommée en France en 2009	39,6 x 10 <sup>9</sup> litres.
Pourcentage d'EMC utilisé en 2009 par rapport à la consommation totale de gasoil	5,6%

### Relations et données.

**M = m/n** M masse molaire en g.mol<sup>-1</sup> ; m masse en g ; n quantité de matière en mol.

Pour les liquides : **m = μ . V** m est la masse en kg ; μ la masse volumique en kg.L<sup>-1</sup> ; V le volume en litre

De ces deux relations on en déduit une troisième : **M = μ.V/n**

#### Masses molaires

CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub> O
44 g.mol <sup>-1</sup>	32 g.mol <sup>-1</sup>	28 g.mol <sup>-1</sup>	18 g.mol <sup>-1</sup>

#### Pouvoir calorifique et enthalpie de combustion.

**Le pouvoir calorifique** PC ou chaleur de combustion matériau combustible est l'enthalpie de réaction de combustion par unité de masse dans les conditions normales de température et de pression. C'est l'énergie dégagée sous forme de chaleur par la réaction de combustion par le dioxygène (autrement dit la quantité de chaleur). Le plus souvent, on considère un hydrocarbure réagissant avec le dioxygène de l'air pour donner du dioxyde de carbone, de l'eau et de la chaleur.

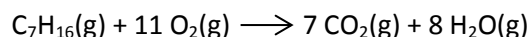
Elle est exprimée en général en kilojoule par kilogramme (noté kJ/kg ou kJ.kg<sup>-1</sup>)

**L'enthalpie de combustion** d'un combustible est égale à la somme des enthalpies de formation des produits, diminuée de la somme des enthalpies de formation des réactifs, en tenant compte des coefficients stoechiométriques de la réaction.

Pour les corps simple (substances chimiques formées que d'une seule sorte d'atomes) à 25°C sous 1 bar l'enthalpie de formation est considérée nulle.

L'unité de l'enthalpie de formation donc de combustion est le J/mol ou kJ/mol

Exemple : Enthalpie de combustion complète de l'heptane gazeux à 25°C sous 1 bar :



$$\Delta_c H^0(C_7H_{16},g) = 7\Delta_f H^0(CO_2,g) + 8\Delta_f H^0(H_2O,g) - 1\Delta_f H^0(C_7H_{16},g) - 0\Delta_f H^0(O_2,g)$$

#### Relation Δ<sub>c</sub>H et PC.

L'enthalpie de combustion Δ<sub>c</sub>H et le pouvoir calorifique PC sont liés par la relation : **PC = Δ<sub>c</sub>H / M** avec M masse molaire en kg.mol<sup>-1</sup>. (Attention ici l'unité n'est pas le gramme par mole mais le kilogramme par mole) ; Δ<sub>c</sub>H en kJ.mol<sup>-1</sup> ; PC en kJ.kg<sup>-1</sup>

#### Tableau d'enthalpie de formation à 25°C sous une pression de 1 bar..

Constituants	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sub>(g)</sub>	EMC (C <sub>19</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )	Butane <sub>(g)</sub>
Δ <sub>f</sub> H° (kJ.mol <sup>-1</sup> )	0	-393	-242	-604	-125

**Document réponse.**

**Tableau d'avancement pour le gazoil.**

Equation bilan	+ O <sub>2</sub> →		+		
<b>Etat initial</b>	n <sub>i</sub> =	Très grande			
<b>En cours</b>		Très grande			
<b>Etat final</b>	n <sub>f</sub> = 0	Très grande			