

## Terminale STL Sciences physiques et chimiques de laboratoire

### Terminale STI2D

### Evaluation

Classe : <b>Terminale</b>	Enseignement : <b>Physique-chimie tronc commun STL/STI2D</b>
THEME du programme : <b>Les Transports</b>	

#### Résumé du contenu de la ressource.

Cet exercice permet d'évaluer l'élève sur ses connaissances sur la partie combustion et transfert d'énergie sous forme thermique du programme. L'exploitation de document sera intéressante pour susciter un regard critique de l'élève quant à l'utilisation de tel ou tel carburant pour un véhicule.

#### Condition de mise en œuvre.

Salle de classe

Durée : 1h

**Mots clés de recherche :** combustion et équation de combustion, biocarburants, carburants de substitution, énergie thermique, enthalpie de combustion, enthalpies standards de formation, quantité de matière, masse volumique, volume molaire

## Fiche à destination des enseignants

### TSTL spécialité SPCL/ TSTI2D

#### Evaluation

#### Le bioéthanol : une bonne alternative aux carburants d'origine fossiles ?

<b>Type d'activité</b>	<b>Activité expérimentale</b>	
<b>Références au programme :</b>	Cette activité illustre le thème : <b>Transports</b> et le sous thème : <b>Combustion et énergie thermique</b>	
	<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformation chimique et transfert d'énergie sous forme thermique</li> <li>- Combustion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Citer différents carburants utilisés et leur mode de production (pétrochimie, agrochimie, bio-industries...)</b></li> <li>- <b>Utiliser le modèle de la réaction pour prévoir les quantités de matière nécessaires et l'état final du système</b></li> <li>- <b>Déterminer l'énergie libérée au cours d'une combustion d'un hydrocarbure, puis confronter à la valeur calculée à partir des enthalpies de combustion tabulées.</b></li> </ul>
	<b>Remarque :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Cette évaluation peut constituer une partie d'épreuve blanche de baccalauréat (un tiers de l'épreuve). Elle pourrait être combinée à une partie portant sur les chaînes énergétiques et conversions d'énergie auxquelles s'ajouterait une étude mécanique du mouvement du véhicule.</b></li> <li>- <b>L'étude des caractéristiques d'un moteur thermique peut être envisagée.</b></li> </ul>	
<b>Compétences mises en œuvre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S'Approprier</li> <li>• Réaliser</li> <li>• Valider</li> <li>• Communiquer</li> <li>• Autonomie</li> </ul>	
<b>Conditions de mise en œuvre</b>	Durée : 1h en classe entière	

## Fiche à destination des élèves

### LE BIOETHANOL : UNE BONNE ALTERNATIVE AUX CARBURANTS D'ORIGINE FOSSILES ?

Venant d'obtenir son permis de conduire et en allant faire son premier plein d'essence, Mr Ray Zervoire découvre l'indication suivante sur une des pompes de la station-service : « SP95-E10 ».



Cherchant à savoir ce que voulait dire l'indication E10, il rend visite à des élèves de Terminale STL du lycée Blaise Cendrars de Sevran. Vous lui dites spontanément que cela doit sûrement correspondre à de l'éthanol.

Le lendemain, afin de l'aider à voir quelles sont les performances de ce carburant et ainsi lui permettre de savoir s'il doit le privilégier par rapport au SP95 classique, Mr Ray Zervoire vient vous trouver avec toute une compilation de documents (**voir annexe**) qu'il vous demande d'analyser.



### **1<sup>ère</sup> partie : Qu'est-ce que le bioéthanol et à quoi correspond exactement le sigle E10 ?**

#### **Analyse du document n°1 de Mr Ray Zervoire :**

- 1) Quel est la famille de carburants qui peut-être substituée par le bioéthanol ?
- 2) Comment est fabriqué ce carburant ?
- 3) En répondant sous forme de tableau, indiquer quels sont les avantages et inconvénients de ce type de biocarburant ?
- 4) Qu'est-ce que l'E85 ? A votre avis à quoi peut correspondre le sigle E10 qui préoccupe autant Mr Réservoir ?

### **2<sup>ème</sup> partie : Que se produit-il lors de la combustion du bioéthanol ?**

#### **Exploitation des documents n°2 et 3 de Mr Ray Zervoire :**

- 5) En utilisant l'extrait de l'article du magazine Auto Plus, montrer que le volume **V** d'éthanol consommé par une voiture qui parcourt 100km vaut 8,4L.
- 6) Sachant que la masse volumique de l'éthanol vaut  $789 \text{ g.L}^{-1}$ , calculer la masse **m** d'éthanol correspondante.
- 7) En utilisant les masses molaires atomiques du document n°3, exprimer puis calculer la masse molaire moléculaire de l'éthanol.
- 8) Montrer que la quantité de matière **n** correspondant à la masse **m** d'éthanol vaut  **$1,4 \cdot 10^2 \text{ mol}$** .
- 9) D'après le triangle du feu, schématisé **sur le document n°4**, indiquer les deux types d'espèces chimiques nécessaires lors d'une combustion.
- 10) Lors de la combustion de l'éthanol quelle est l'autre espèce chimique indispensable.
- 11) Ecrire l'équation de combustion de l'éthanol sachant qu'il se forme de l'eau et du dioxyde de carbone.
- 12) En s'aidant de l'équation de combustion, calculer la quantité **n(CO<sub>2</sub>)** de dioxyde de carbone produite.
- 13) En utilisant le volume molaire des gaz (à 20°C,  **$V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$** ), calculer le volume **V(CO<sub>2</sub>)** produit lors de cette combustion.
- 14) Comparer cette valeur au volume de dioxyde de carbone de  **$8,3 \text{ m}^3$**  produit lors de la combustion d'essence SP95 classique, qui permet de parcourir la même distance.

### **3<sup>ème</sup> partie : Aspect énergétique de la combustion du bioéthanol**

#### **Utilisation du document n°5**

- 15) Exprimer puis calculer l'enthalpie standard de réaction  **$\Delta_r H^\circ$**  de la combustion d'une mole d'éthanol.
- 16) En utilisant le résultat de la question 8), en déduire l'énergie libérée lorsque la voiture parcourt 100 km.

### **4<sup>ème</sup> partie : Conclusion**

En quelques lignes, proposer à Mr Ray Zervoire **une synthèse argumentée**, quand à l'utilisation privilégiée du SP95-E10 par rapport au SP95 classique (**vous vous aiderez des réponses aux questions 3) et 14)**)

## ANNEXE

### Document n°1 : Qu'est-ce que le Bioéthanol?

Le **bioéthanol** est un carburant ou biocarburant présenté comme étant une alternative écologique aux carburants actuels.

Le bioéthanol ou flexfuel n'est ni plus ni moins que la concentration et la déshydratation d'un alcool obtenu principalement à partir de **céréales, de betteraves ou de canne à sucre**. Il peut être actuellement utilisé de 3 manières :

- tel quel en étant mélangé à l'essence classique dans une proportion de 10% **sans modification du véhicule**.
- transformé en ETBE qui est un dérivé pouvant être mélangé à l'essence classique dans une proportion de 15%, ce dérivé utilise actuellement la plus grande partie de production de bioéthanol mais est aussi **le plus polluant à produire**.
- comme carburant à part entière grâce à l'**E85** constitué de 85% de bioéthanol et de 15% de Sans plomb 95. C'est actuellement le plus écologique **dans sa consommation** puisqu'il produit beaucoup moins d'effet de serre que les carburants classiques. Ce carburant nécessite des **véhicules spéciaux**.

Si à première vue ce carburant semble parfaitement écologique, beaucoup soulèvent les **problèmes liés à sa fabrication**.

D'après le site [www.bioethanol85.com](http://www.bioethanol85.com)

### Document n°2 : Consommation comparée entre le bioéthanol et le SP95

#### *Extrait de la revue Auto Plus*

« Une voiture roulant avec de l'éthanol  $C_2H_6O$  a une surconsommation de 20% par rapport au SP95 classique. Une voiture SP95 consomme en moyenne 7,0L au 100km. »

### Document n°3 : Masses molaires atomiques des éléments présents dans l'éthanol

Élément	Hydrogène	Carbone	Oxygène
Masse molaire atomique (en $g \cdot mol^{-1}$ )	1,0	12,0	16,0

**Document n°4 : Le triangle du feu**



**Document n°5 : Enthalpies standards de formation à 25°C et sous 1 bar**

Eau :  $\Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = -285,2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Dioxyde de carbone :  $\Delta_f H^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) = -393,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Ethanol :  $\Delta_f H^\circ(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{g})) = -277,6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Dioxygène :  $\Delta_f H^\circ(\text{O}_2(\text{g})) = 0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

**PROPOSITION DE CORRECTION : DEVOIR BIOETHANOL**

**1<sup>ère</sup> partie : qu'est-ce que le bioéthanol et à quoi correspond exactement le sigle E10 ?**

- 1) Le bioéthanol peut substituer l'essence (notamment le SP95) (\*)-connaissance
  
- 2) Il peut être fabriqué par concentration et déshydratation d'un alcool. Ce dernier étant obtenu à partir de céréales, betterave, canne à sucre. (\*\*)-recherche information
  
- 3) Avantages et inconvénients du bioéthanol

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alternative écologique aux carburants actuels</li> <li>- Obtenu à partir de végétaux (betterave...)</li> <li>- Il peut être mélangé à de l'essence classique sans modification du véhicule</li> <li>- La synthèse de l'ETBE à partir de l'éthanol est une méthode très utilisée et très efficace</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La synthèse de l'ETBE est une méthode polluante</li> <li>- Le bioéthanol utilisé comme carburant dans l'E85 ne peut être utilisé que dans des véhicules spéciaux</li> <li>- Problèmes écologiques liés à sa fabrication (déforestation...)</li> </ul>

(\*\*)-recherche information (\*)-analyse (\*)-connaissances

- 4) L'E85 est un carburant constitué de 85% de bioéthanol et de 15% de SP95. Donc l'E10 est donc un carburant composé de 10% de bioéthanol et de 90% de SP95. (\*)-recherche information (\*)-réflexion-analyse

**2<sup>ème</sup> partie : que se produit-il lors de la combustion du bioéthanol ?**

- 5) L'article nous indique qu'une voiture roulant avec de l'éthanol à une surconsommation de 20% par rapport à une voiture roulant au SP95 classique. Une voiture SP95 consomme 7,0L au 100 km. (\*\*)-recherche information

Donc pour 100km :  $V_{(éth)} = V_{(ess)} + V_{(ess)} * 20\% = 7,0 * (1+20/100) = 8,4L$

(\*)-réflexion-analyse (\*)-application

N1	N2	N3
*		
		**
		**
		*
*		
		**
		**
	*	*

	N1	N2	N3
<p>6) Calculer de la masse d'éthanol correspondante</p> <p><math>m_{(\text{éth})} = \rho_{(\text{éth})} * V_{(\text{éth})} = 789 * 8,4 = 6,6.10^3 \text{ kg} = 6,6 \text{ kg pour } 100 \text{ km.}</math></p> <p>(*)-connaissances (*)-application</p>	*	*	
<p>7) Calcul de la masse molaire moléculaire de l'éthanol</p> <p><math>M_{(\text{éth})} = 2 * M(\text{C}) + 6 * M(\text{H}) + M(\text{O}) = 2 * 12,0 + 6 * 1,0 + 16,0 = 46,0 \text{ g.mol}^{-1}.</math></p> <p>(*)-connaissances (*)-lecture tableau (*)-application</p>	*	*	*
<p>8) Quantité de matière de bioéthanol</p> <p><math>n_{(\text{éth})} = m_{(\text{éth})} / M_{(\text{éth})} = 6,6.10^3 / 46,0 = 1,4.10^2 \text{ mol.}</math></p> <p>(*)-connaissances (*)-applications</p>	*	*	
<p>9) Les deux espèces chimiques nécessaires pour qu'une combustion ait lieu sont : un combustible et un comburant.</p> <p>(*)-réflexion-analyse</p>			*
<p>10) Il est nécessaire d'être en présence de dioxygène (de l'air) pour que la réaction de combustion de l'éthanol puisse avoir lieu.</p> <p>(*)-connaissance</p>	*		
<p>11) Equation de combustion de l'éthanol</p> <p><math>\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{g}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) = 2 \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g})</math></p> <p>(*)-réflexion-analyse (*)-application (*)-connaissances</p>	*	*	*
<p>12) On effectue un bilan molaire: <math>n_{(\text{éth})} / 1 = n_{(\text{CO}_2)} / 2</math></p> <p>Soit <math>n_{(\text{CO}_2)} = 2 * n_{(\text{éth})} = 2 * 1,4.10^2 = 2,8.10^2 \text{ mol.}</math></p> <p>(*)-connaissances (*)-application</p>	*	*	
<p>13) Calcul du volume de CO<sub>2</sub> produit lors de la combustion (utilisation du volume molaire)</p> <p><math>V_{(\text{CO}_2)} = n_{(\text{CO}_2)} * V_m = 2,8.10^2 * 24 = 6,7.10^3 \text{ L soit } 6,7 \text{ m}^3.</math></p>		*	*



(\*)-réflexion-analyse (\*)-application

14) Le volume de dioxyde de carbone produit lors de la combustion du bioéthanol est inférieur au volume de dioxyde de carbone produit lors de la combustion du SP95 pour un même parcours.

(\*)-réflexion-analyse

Le bioéthanol est un carburant qui produit donc moins de gaz à effet de serre que le SP95.

(\*)-synthèse

**3<sup>ème</sup> partie : Aspect énergétique de la combustion du bioéthanol**

15) Calcul de l'enthalpie standard de réaction de combustion d'une mole d'éthanol :

$$\Delta_r H^\circ = 2 * \Delta_f H^\circ (\text{CO}_2(\text{g})) + 3 * \Delta_f H^\circ (\text{H}_2\text{O}(\text{g})) - 3 * \Delta_f H^\circ (\text{O}_2(\text{g})) - \Delta_f H^\circ (\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{g}))$$

$$\Delta_r H^\circ = 2 * (-393,3) + 3 * (-285,2) - 0 + 277,6 = -1365 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

(\*)-définition (\*\*)-application

16) D'où l'énergie libérée lorsque la voiture parcourt 100 km :

$$E = n_{(\text{éth})} * \Delta_r H^\circ = 1,4 \cdot 10^2 * (-1365) = -1,9 \cdot 10^5 \text{ kJ}$$

(\*\*)-réflexion-analyse (\*)-application

**4<sup>ème</sup> partie : conclusion**

L'utilisation de bioéthanol produit moins de dioxyde de carbone que l'essence classique, mais elle nécessite des véhicules spéciaux quand le pourcentage de bioéthanol est supérieur à 15%. Parfois les méthodes de production du bioéthanol peuvent être polluantes.

(\*\*\*)-synthèse

Bilan sur cet exercice :

N1	N2	N3
9*	11*	20*

N1	N2	N3
		*
		*
*	**	
	**	*
		***

- Niveau 1 : connaissances
- Niveau 2 : capacités qui nécessitent l'application de règles ou de principes
- Niveau 3 : capacités qui nécessitent une analyse, un raisonnement, une argumentation, d'extraire et trier des informations