

CHAPITRE 11 : TRANSFERT D'ENERGIE SOUS FORME THERMIQUE

1 Les carburants

1.1 Définition

Un carburant est une substance dont la combustion permet le fonctionnement des moteurs thermiques. L'énergie chimique contenue dans le carburant est donc convertie en énergie mécanique.

1.2 Différentes catégories de carburants

Il existe deux catégories de carburants :

- Les carburants classiques : ils sont issus de la pétrochimie et fabriqués à partir d'énergie fossiles non renouvelables comme le pétrole. (essence, gazole, kérozène, GPL, GNV ...)
- Les biocarburants : ils sont fabriqués à partir de matières d'origine agricole ou animale non fossiles. Il s'agit du biodiesel ou diester (colza, tournesol, soja, palme, ...), du bioéthanol (canne à sucre, betterave, maïs, blé) et du biogaz (fermentation organique et animale).

Il existe trois générations de biocarburants :

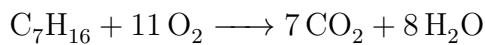
- 1ère génération : il s'agit des biocarburants fabriqués à partir d'huile et de céréales. Ils sont produits de façon industrielle. (agrochimie)
- 2ème génération : il s'agit des biocarburants fabriqués à partir de bois, plantes (tiges, feuilles, ...) et de déchets. Ils ne sont pas encore produits à l'échelle industrielle mais le seront d'ici 2020/2030.
- 3ème génération : il s'agit des biocarburants fabriqués à partir d'algues. Ce procédé est au stade de la recherche actuellement.

2 La combustion des carburants

2.1 La réaction de combustion

La combustion complète d'un carburant est une réaction chimique au cours de laquelle le carburant réagit avec le dioxygène pour former du dioxyde de carbone et de l'eau.

Exemple : Combustion de l'heptane C_7H_{16} (constituant de l'essence sans plomb.)



2.2 Quantité de matière des réactifs et des produits

Un véhicule consomme 0,4 mole d'heptane par kilomètre parcouru. Calculer le nombre de moles d'eau et de dioxyde carbone produits.

$C_7H_{16} + 11 O_2 \longrightarrow 7 CO_2 + 8 H_2O$				
Etat initial $x = 0$	0,4 mol	Excès	0	0
Etat au cours de la transformation x	$0,4 - x$	Excès	$7x$	$8x$
Etat final $x = x_{max}$	$0,4 - x_{max}$	Excès	$7x_{max}$	$8x_{max}$
Application numérique	0	Excès	2,8 mol	3,2 mol

L'avancement maximal est atteint lorsque le réactif limitant disparaît. Dans ce cas, il s'agit de l'heptane car le dioxygène est en excès. On calcule alors la valeur de x_{max} :

$$0,4 - x_{max} = 0$$

$$x_{max} = 0,4 \text{ mol}$$

3 Energie libérée lors d'une combustion

3.1 Enthalpie standard de combustion

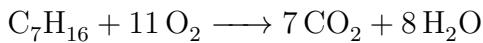
L'enthalpie standard de combustion est l'énergie libérée par la combustion d'une mole de combustible (carburant) à la température T et à la pression de 1 bar. Elle est notée $\Delta_c H^0$ et s'exprime en joule par mole ($J.mol^{-1}$).

Cette enthalpie standard de combustion peut être calculée à partir des enthalpies de formation, notées $\Delta_f H^0$, des réactifs et des produits qui apparaissent dans l'équation de la combustion et dont les valeurs sont données dans les tables.

$$\Delta_c H^0 = \sum_i \nu_i \times \Delta_f H_i^0(\text{produits}) - \sum_j \nu_j \times \Delta_f H_j^0(\text{réactifs})$$

$\Delta_f H^0$ sont les enthalpies standards de formation des différentes espèces chimiques, ν_i et ν_f sont les coefficients stoechiométriques respectifs des produits et des réactifs de l'équation chimique.

Exemple : Enthalpie standard de combustion de l'heptane.



$$\Delta_f H^0(C_7H_{16}) = 163,0 \text{ kJ.mol}^{-1} \quad \Delta_f H^0(O_2) = 0 \text{ kJ.mol}^{-1} \quad \Delta_f H^0(H_2O) = -241,6 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\Delta_f H^0(CO_2) = -393,1 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\Delta_c H^0 = 7 \times \Delta_f H^0(H_2O) + 8 \times \Delta_f H^0(CO_2) - 1 \times \Delta_f H^0(C_7H_{16}) - 11 \times \Delta_f H^0(O_2)$$

$$\Delta_c H^0 = 7 \times (-241,6) + 8 \times (-393,1) - 1 \times 163,0 - 11 \times 0$$

$$\Delta_c H^0 = -4999 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

3.2 Energie thermique cédée lors de la combustion

La réaction chimique de combustion est une réaction exothermique. Elle libère de l'énergie. Cette énergie thermique Q_P cédée lors de la réaction de combustion est donnée par la relation :

$$Q_P = \Delta_c H^0 \times x_{max}$$

Q_P : énergie thermique cédée (J)

$\Delta_c H^0$: enthalpie standard de combustion ($J.mol^{-1}$)

x_{max} : avancement maximal de la réaction (mol)

4 Dangers liés aux combustions et moyens de prévention et de protection.

4.1 Les dangers liés aux combustions

Toutes les réactions de combustion présentent des dangers :

- pour les personnes :
 - brûlures par exposition aux flammes
 - intoxications liées aux combustions incomplètes (monoxyde de carbone)
 - asphyxies dues aux fumées et un manque de dioxygène
- pour les biens :
 - incendie
 - explosion

4.2 Les moyens de prévention

Différents moyens de prévention sont mis en œuvre :

- signalisation indiquant la nature du produit transporté
- signalisation pour les zones à risques d'explosion (ATEX)
- ventilation des lieux

4.3 Les moyens de protection

Il existe différents moyens de protection :

- équipement de sécurité permettant d'intervenir rapidement (extincteur)
- alarmes
- robinets d'incendie armés (RIA) dans les bâtiments industriels