

1 Combustion des alcanes

1.1 La réaction de combustion

Une combustion est une réaction exothermique dont les réactifs sont un carburant et un comburant (souvent le dioxygène O_2) et qui donnera en produit du dioxyde de carbone (CO_2) et de l'eau (H_2O).



Actuellement, ce type de réaction est utilisée massivement pour la production d'énergie (moteurs à explosions -voitures, camions, bateaux, ... -, chaudière gaz/mazout, centrale électrique au charbon/gaz, ...).

Tous ces carburants sont issus d'énergies fossiles, c-à-d d'énergie stockées dans les couches géologiques de la Terre, il y a plusieurs centaines de millions d'années. Ces carburants sont les gaz de combustion (méthane, propane, butane), le pétrole et le charbon. La plupart des pétroles les plus légers connus ont déjà été extrait. La plupart des plastiques sont issus de la transformation des pétroles.

1.2 Raffinage de pétrole

Le pétrole est le résultat d'une transformation chimique de la matière organique enfouie, en absence de dioxygène, il y a 65 à 300 millions d'années. Les pétroles les plus anciens sont les pétrole les plus lourds (sables bitumineux, fioul extra-lourd, ...).

Les pétrole est donc un mélange complexe de chaînes carbonées hydrogénées. Il est la base de production des alcanes.

Le tableau 1 reprend les produits courants issus du pétrole.

Type	Composition	% approx.	Usage
Gaz (propane, butane)	$C_3 > C_4$	1 %	Chauffage
Éther de pétrole	$C_5 < C_7$	5 %	Pétrochimie (plastique, ...)
Essence	C_8	15 %	Carburant pour voiture
Kérosène	$C_{11} < C_{16}$	5 %	Carburant pour avion à réaction
Gazole, Diesel, fioul	$C_{17} < C_{20}$	35 %	Carburant pour voiture, chauffage
Graisses, bitumes, asphalte	$> C_{20}$	39 %	Lubrifiants, revêtement des routes et des toitures

FIGURE 1 – Les sous-produits du pétrole

1.2.1 Distillation fractionnée

La distillation fractionnée est une technique permettant de séparer les molécules du pétrole suivant leur masse. Il s'agit de distiller le pétrole en le chauffant. La température d'ébullition de chaque molécule augmentent avec le nombre de carbone qui la compose.

On obtiendra des produits des plus légers (gaz, essence) au plus lourd (bitume, fioul, ...).

Étant donné que la composition des pétroles ne correspond pas aux demandes du marché, les industriels formeront les molécules attendues par les techniques de craquage/reformage.

1.2.2 Hydrocraquage

Le craquage (« cracking » en anglais) est une technique permettant de casser de longues molécules carbonées en de plus petites. La présence d'eau permet l'apport d'hydrogène nécessaire pour compléter le carbone terminal. C'est la méthode principale pour la production de kérosène et de diesel. Ce type de transformation peut se faire à haute température (800 °C), en absence d'oxygène et en présence d'un catalyseur.

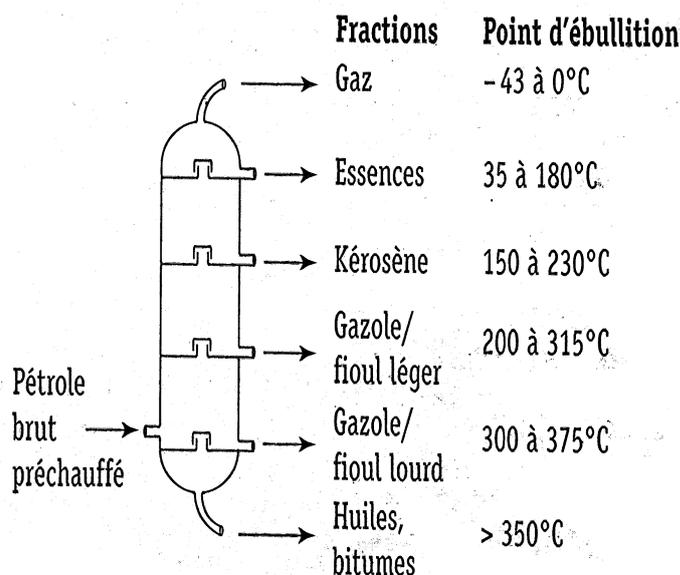


FIGURE 2 – La distillation fractionnée du pétrole

1.2.3 Reformage catalytique

Le reformage est une technique permettant de modifier de longues chaînes carbonées par déshydrogénation (retrait d'atome d'hydrogène). La réaction se fait à haute température (500-550 °C) en présence de catalyseur, à haute pression, en absence de dioxygène. Comme la quantité d'octane dans le pétrole est assez faible (< 5 %), c'est la méthode principale pour former de l'essence à partir du pétrole lourd. Le dihydrogène produit sert à compléter le carbone terminal.

1.3 Enthalpie de liaisons et pouvoir thermique

Comme vu au cours « Chaleur et réactions chimiques », l'énergie dégagée par toute réaction exothermique peut être calculée en effectuant le bilan enthalpique sur base de l'énergie de chaque liaison des réactifs et des produits (repris au tableau 3).

<i>Liaison</i>	<i>Enthalpie (kJ/mol)</i>
H-H	- 436
O=O	- 498
H-O	- 464
C-C	- 346
C-H	- 413
C=O	- 803
C-O	- 298

FIGURE 3 – Enthalpie de quelques liaisons chimiques

Plus synthétiquement, on peut mesurer l'énergie dégagée de chaque carburant. Le pouvoir thermique du carburant sera la quantité d'énergie libérée par kilogramme de carburant (cfr. tableau 4).

<i>Carburant</i>	<i>Pouvoir thermique (MJ/kg)</i>
méthane	55,7
éthane	51,9
propane	50,7
butane	49,8
essence (octane)	47,7
kérosène	46,1
gazole, diesel	44,7
fioul	42,6
charbon	26,3
bois sec	18,8

FIGURE 4 – Pouvoir thermique de quelques carburants

2 Savons et odeurs

2.1 Les savons

2.1.1 La saponification

Les êtres vivants stockent généralement leurs lipides (huiles et graisses) sous forme de triglycérides (cfr. figure 5 R' , R'' et R''' sont des chaînes variables.).

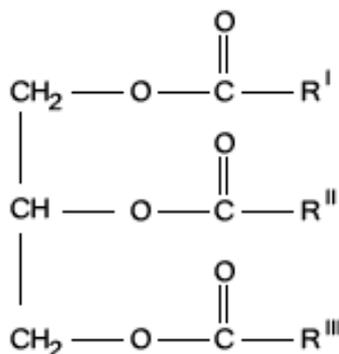


FIGURE 5 – Triglycéride.

La saponification est une réaction permettant de produire des savons à partir de triglycérides et de bases fortes. En présence de d'ions hydroxyle (OH^-) fournis par une base alcaline (NaOH , KOH -savon noir-), ces triglycérides se décomposeront en sels d'acides carboxyliques. La saponification est une réaction lente, mais complète (car légèrement exothermique).

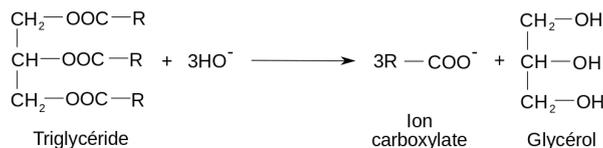


FIGURE 6 – Saponification de triglycérides.

Le résultat de cette réaction sont des sels d'acides gras, ayant un pôle lipophile et un pôle hydrophile. Le pôle lipophile est constitué des longues chaînes carbonées hydrogénées avec une répartition

homogène des électrons. Le pôle hydrophile est constitué de l'extrémité carboxyle (COO^-) et de l'ion alcalin lié (Na^+ , K^+), tous les deux avec des variations importantes de densité électronique. La formule générale est donc $Na^+COO - R$ (avec Na^+ comme ion alcalin).

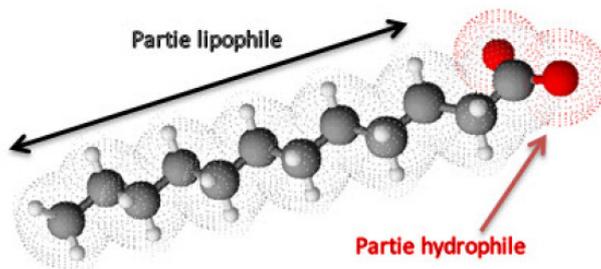


FIGURE 7 – Partie lipophile et hydrophile d'un ion carboxylate.

2.1.2 Le mode d'action des savons

Les longues chaînes carbonées, c-à-d le pôle lipophile, permettent de lier la molécule aux graisses et huiles par pont hydrogène. Tandis que le pôle hydrophile permet la dissolution dans l'eau, sachant que l'eau (H_2O) est une molécule polarisée.

A la surface de l'eau, les ions carboxylates s'orienteront leur tête hydrophile vers le bas, ce qui augmentera la tension superficielle et permettra la formation de bulles.¹

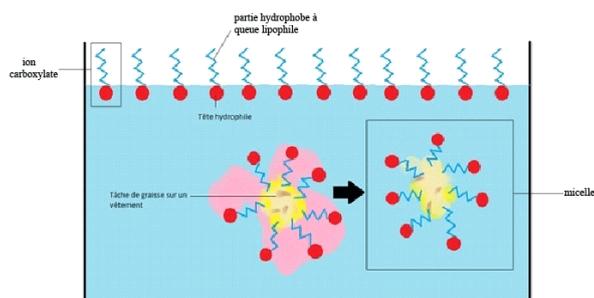


FIGURE 8 – Dissolution d'un composé lipidique (graisse et huile) par un savon.

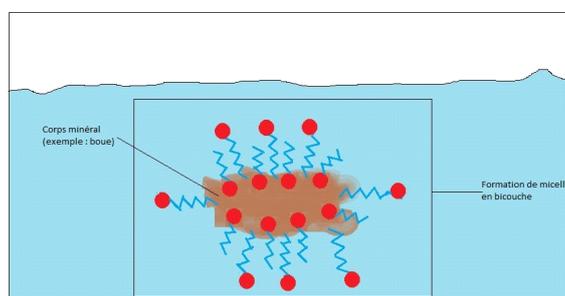


FIGURE 9 – Dissolution d'un composé minéral par un savon.

1. La tension superficielle est la force de cohésion des molécules à la surface air/eau.

2.2 Estérification : les molécules odorantes

L'estérification est la réaction qui fait réagir un acide carboxylique avec un alcool. Cette réaction lie les deux molécules en un ester et rejette de l'eau. Cette réaction est une réaction en équilibre.



FIGURE 10 – La réaction d'estérification.

Les esters sont des molécules très utilisées en parfumerie et dans l'industrie alimentaire. Ils sont les principales molécules utilisés comme arômes artificielles (cfr. tableau 11).

<i>Ester</i>	<i>Odeur</i>
Méthanoate d'éthyle	Odeur de rhum, et partiellement des framboises
Méthanoate de butyle	Fruitée
Éthanoate de méthyle	Fruitée
Éthanoate de propyle	Poire
Éthanoate de butyle	Banane ou pomme
Éthanoate de pentyle	Poire
Éthanoate d'hexyle	Poire
Éthanoate d'heptyle	Florale
Éthanoate d'octyle	Orange
Éthanoate de linalyle	Lavande, bergamote ou banane
Éthanoate de 2-phényléthyle	Rose
Éthanoate de benzyle	Jasmin
Éthanoate d'isoamyle	Banane
Éthanoate d'isobutyle	Fruitée et florale
Propanoate d'éthyle	Fraise
Propanoate de propyle	Fruitée
Propanoate de butyle	Pomme
Propanoate d'isoamyle	Abricot, ananas
Propanoate d'isopropyle	Fruitée
Butanoate de méthyle	Pomme
Butanoate d'éthyle	Ananas
Butanoate d'isoamyle	Pomme

FIGURE 11 – Odeurs de quelques esters.

Table des matières

1 Combustion des alcanes	1
1.1 La réaction de combustion	1
1.2 Raffinage de pétrole	1
1.2.1 Distillation fractionnée	1
1.2.2 Hydrocraquage	1
1.2.3 Reformage catalytique	2
1.3 Enthalpie de liaisons et pouvoir thermique	2
2 Savons et odeurs	3
2.1 Les savons	3
2.1.1 La saponification	3
2.1.2 Le mode d'action des savons	4
2.2 Estérification : les molécules odorantes	5