

Combustions

Niveau : Première Générale de Spécialité

Élément imposé : Mettre en œuvre une expérience pour estimer le pouvoir calorifique d'un combustible

Repères de Progressivité

En classe de Seconde

- Réactions chimiques et équations de réactions
- Test à l'eau de chaux et du sulfate de cuivre anhydre
- Réactions exothermiques et endothermiques
- Composition de l'air

En classe de Première

- Evolution d'une réaction, notion d'avancement
- Oxydoréduction
- Groupes et familles fonctionnelles en chimie organique
- Schéma de Lewis

Attendus du programme

C) Conversion de l'énergie stockée dans la matière organique	
Combustibles organiques usuels.	Citer des exemples de combustibles usuels.
Modélisation d'une combustion par une réaction d'oxydo-réduction.	Écrire l'équation de réaction de combustion complète d'un alcane et d'un alcool.
Énergie molaire de réaction, pouvoir calorifique massique, énergie libérée lors d'une combustion.	Estimer l'énergie molaire de réaction pour une transformation en phase gazeuse à partir de la donnée des énergies des liaisons. <i>Mettre en œuvre une expérience pour estimer le pouvoir calorifique d'un combustible.</i>
Interprétation microscopique en phase gazeuse : modification des structures moléculaires, énergie de liaison.	
Combustions et enjeux de société.	Citer des applications usuelles qui mettent en œuvre des combustions et les risques associés. Citer des axes d'étude actuels d'applications s'inscrivant dans une perspective de développement durable.

Objectifs de la leçon

Capacités travaillées :

- Écrire l'équation de réaction de combustion complète d'un alcane et d'un alcool.
- Expliciter et estimer l'énergie molaire de réaction à partir de la donnée des énergies des liaisons.

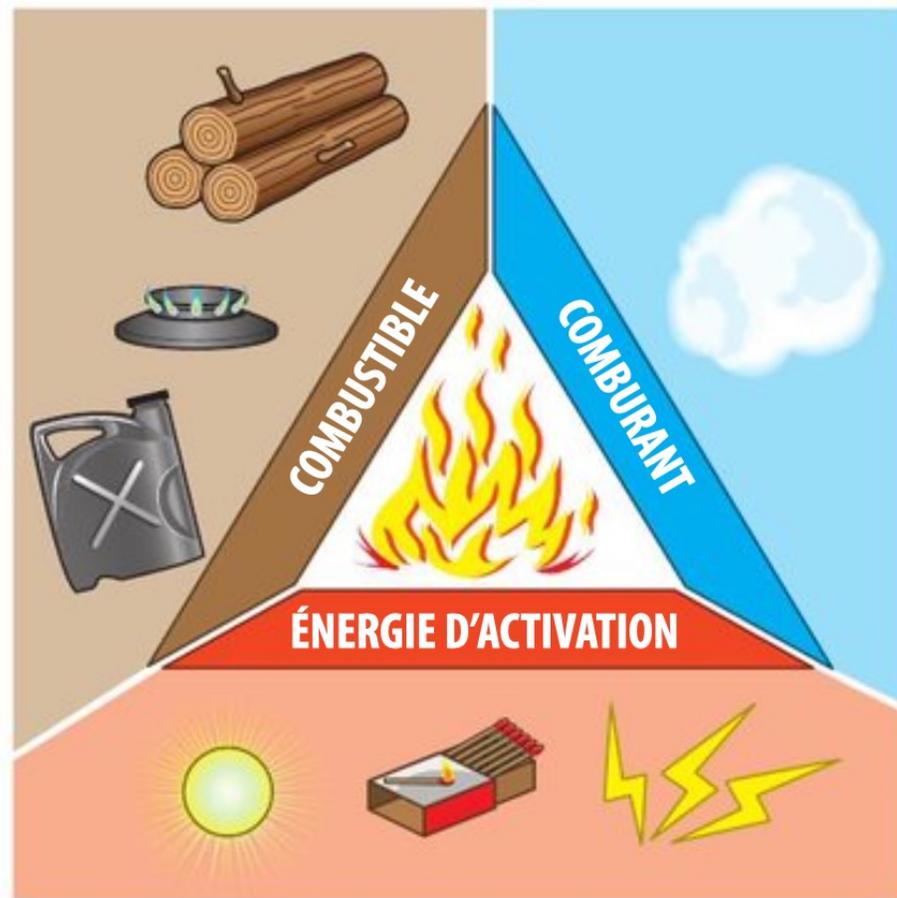
Messages clés :

- Connaître les éléments nécessaires et les produits d'une combustion afin de comprendre quand elle peut avoir lieu, ses conséquences, sa dangerosité et pouvoir y remédier.
- Comprendre qu'une combustion est une conversion de l'énergie stockée dans les liaisons chimiques en énergie exploitable.

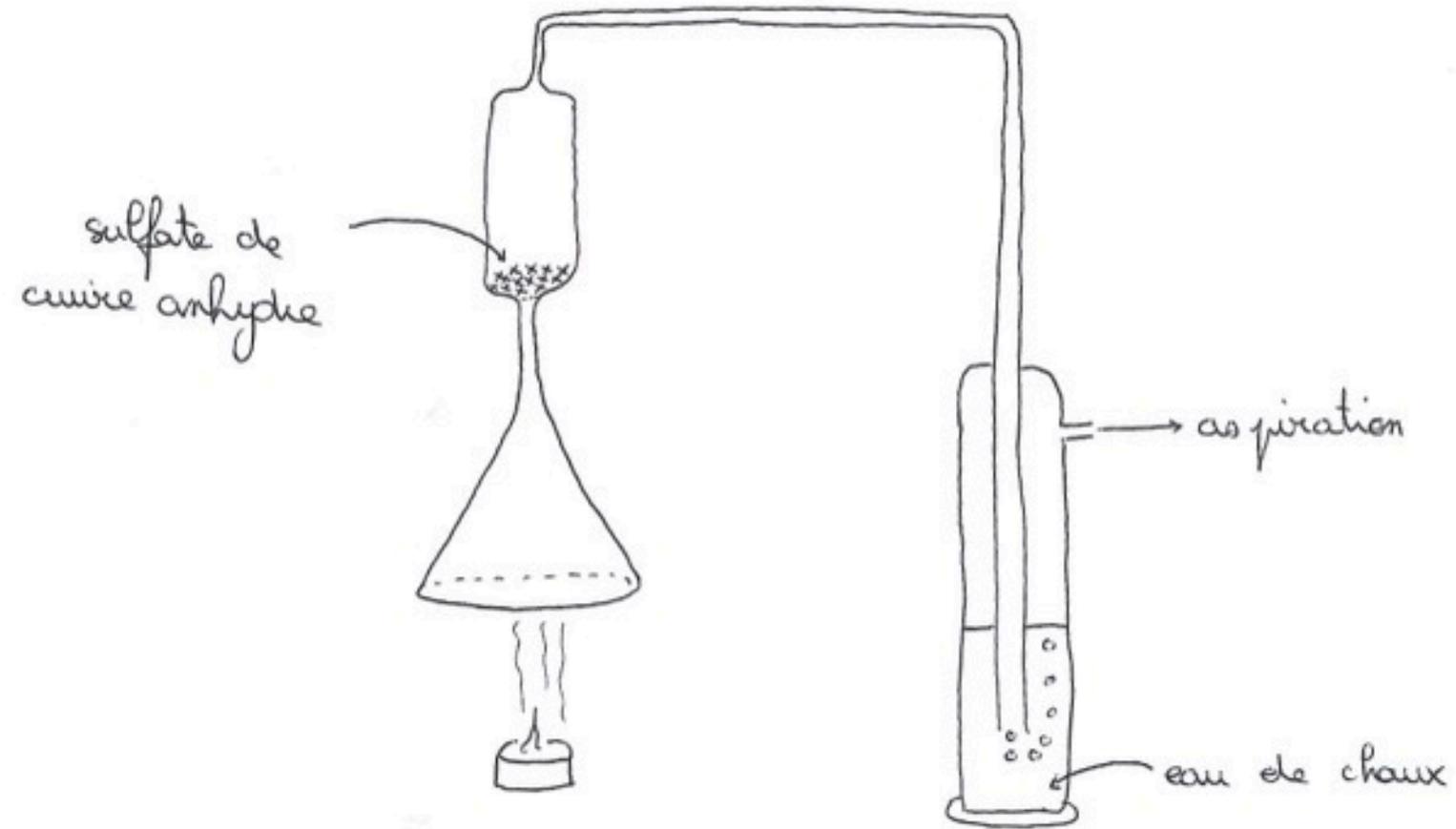
Difficultés de la leçon

- Combiner les notions de réactions chimiques, d'oxydoréduction et de chimie organique appliquées aux réactions de combustion
 - Application direct du cours sur des exemples associés à des montages expérimentaux réalisés en classe
- Lien entre énergie libérée de la réaction et énergie de liaison
 - Représentation graphique via un diagramme énergétique

Triangle du feu



Détermination des gaz produits



Après 2h :



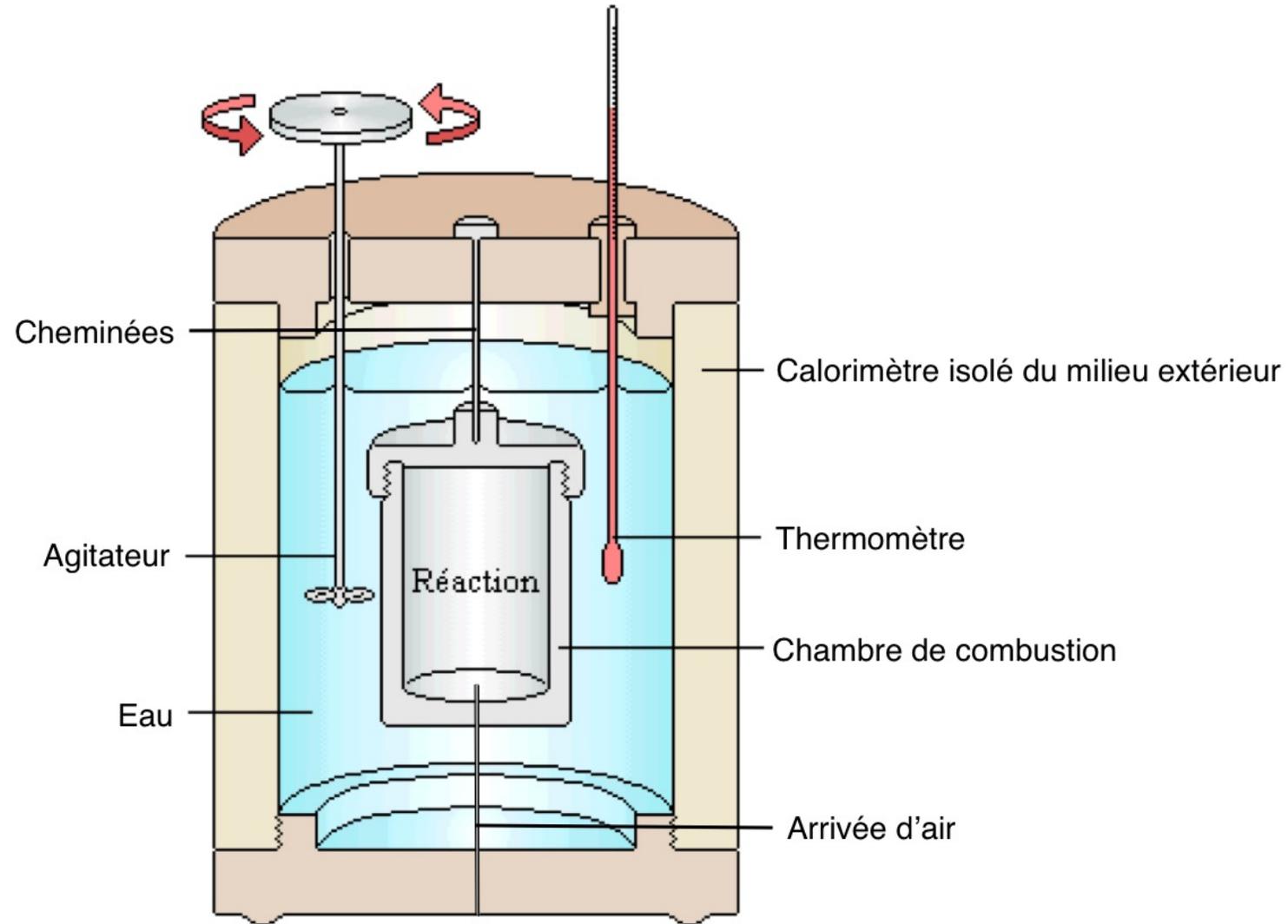
Témoins :

Sans eau

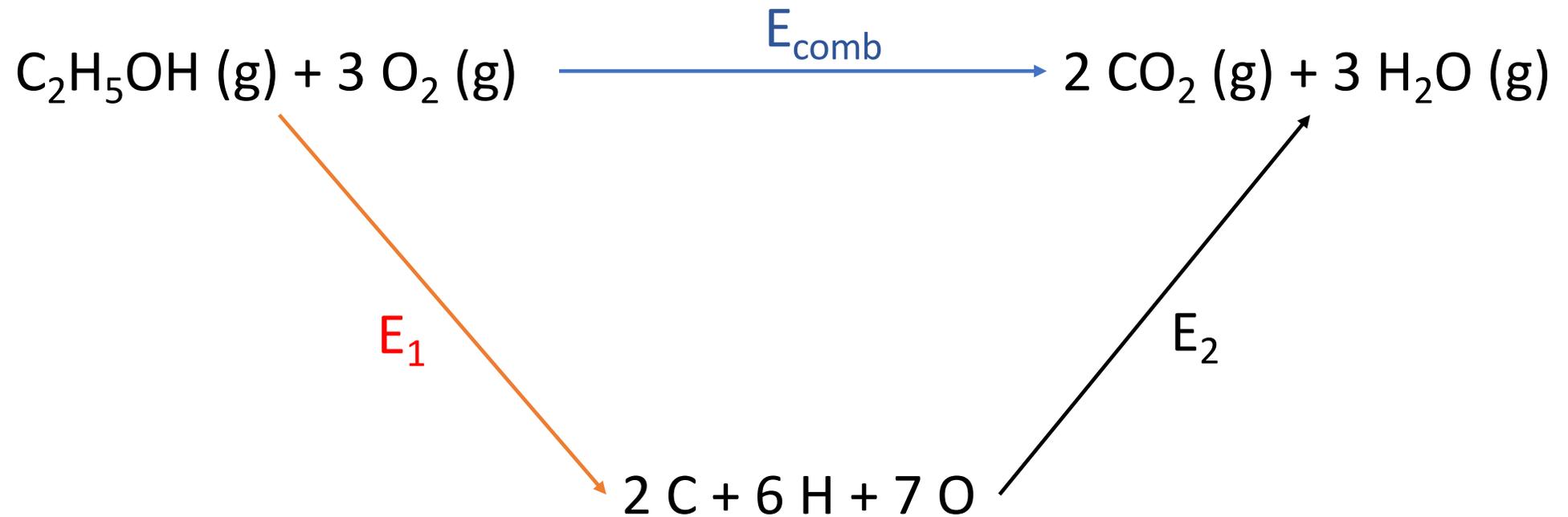
Avec eau

Dans le dispositif

Bombe calorifugée



Chemins énergétiques



Energies de liaison

Liaison	E_l (en $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)
H-H	432
O=O	498
C-C	348
H-O	463
C-O	350
C=O	724
C=O (dans CO_2)	804
C-H	415
H-Br	368

Energie thermique libérée

$$Q = - m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot (T_f - T_i)$$

Avec :

- m_{eau} la masse d'eau introduite
- $c_{\text{eau}} = 4,19 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{°C}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ la capacité thermique massique de l'eau
- T_i et T_f les température initiale et finale de l'eau

Différents combustibles

Combustible	Pouvoir calorifique <i>PC</i> (en MJ·kg ⁻¹)
Méthane	55,6
Butane	47,6
Octane (essences)	42,5
Dodécane (gazole)	44,5
Paraffine	46,0
Éthanol	29,7
Charbon	28
Bois	17,5

Masse de CO₂ rejetée

$$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g.mol}^{-1}$$

Combustion du gazole :

mol	C ₁₂ H ₂₆ (g)	+	37 O ₂ (g)	→	12 CO ₂ (g)	+	13 H ₂ O (g)
i	1		excès		0		0
f	1-ξ _f		excès		12 ξ _f		13 ξ _f

$$m_{\text{rejetée}} = M_{\text{CO}_2} \cdot n_{\text{CO}_2} = 44 * 12 = 528 \text{ g}$$

Combustion de l'éthanol :

mol	C ₂ H ₅ OH (g)	+	3 O ₂ (g)	→	2 CO ₂ (g)	+	3 H ₂ O (g)
i	1		excès		0		0
f	1-ξ _f		excès		2 ξ _f		3 ξ _f

$$m_{\text{rejetée}} = M_{\text{CO}_2} \cdot n_{\text{CO}_2} = 44 * 2 = 88 \text{ g}$$

Masse équivalente en eau du calorimètre

$$m_{\text{eau froide}} c_{\text{eau}} (T_f - T_{i \text{ froide}}) + m_{\text{eau chaude}} c_{\text{eau}} (T_f - T_{i \text{ chaude}}) + m_{\text{calorimètre}} c_{\text{calorimètre}} (T_f - T_{i \text{ froide}}) = 0$$

On cherche $m_{\text{calorimètre}} * c_{\text{calorimètre}}$ tel que :

$$m_{\text{calorimètre}} c_{\text{calorimètre}} = m_{\text{eau éq}} c_{\text{eau}}$$

Donc

$$m_{\text{eau éq}} = - m_{\text{eau froide}} - m_{\text{eau chaude}} \frac{T_f - T_{i \text{ chaude}}}{T_f - T_{i \text{ froide}}}$$

Mesures :

$$m_{\text{eau froide}} = 1545 \text{ g}$$

$$T_{i \text{ froide}} = 16,4^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{eau chaude}} = 1920 \text{ g}$$

$$T_{i \text{ chaude}} = 91,2^\circ\text{C}$$

$$T_f = 55,0^\circ\text{C} \text{ donc } \underline{m_{\text{eau éq}} = 256,6 \text{ g}}$$