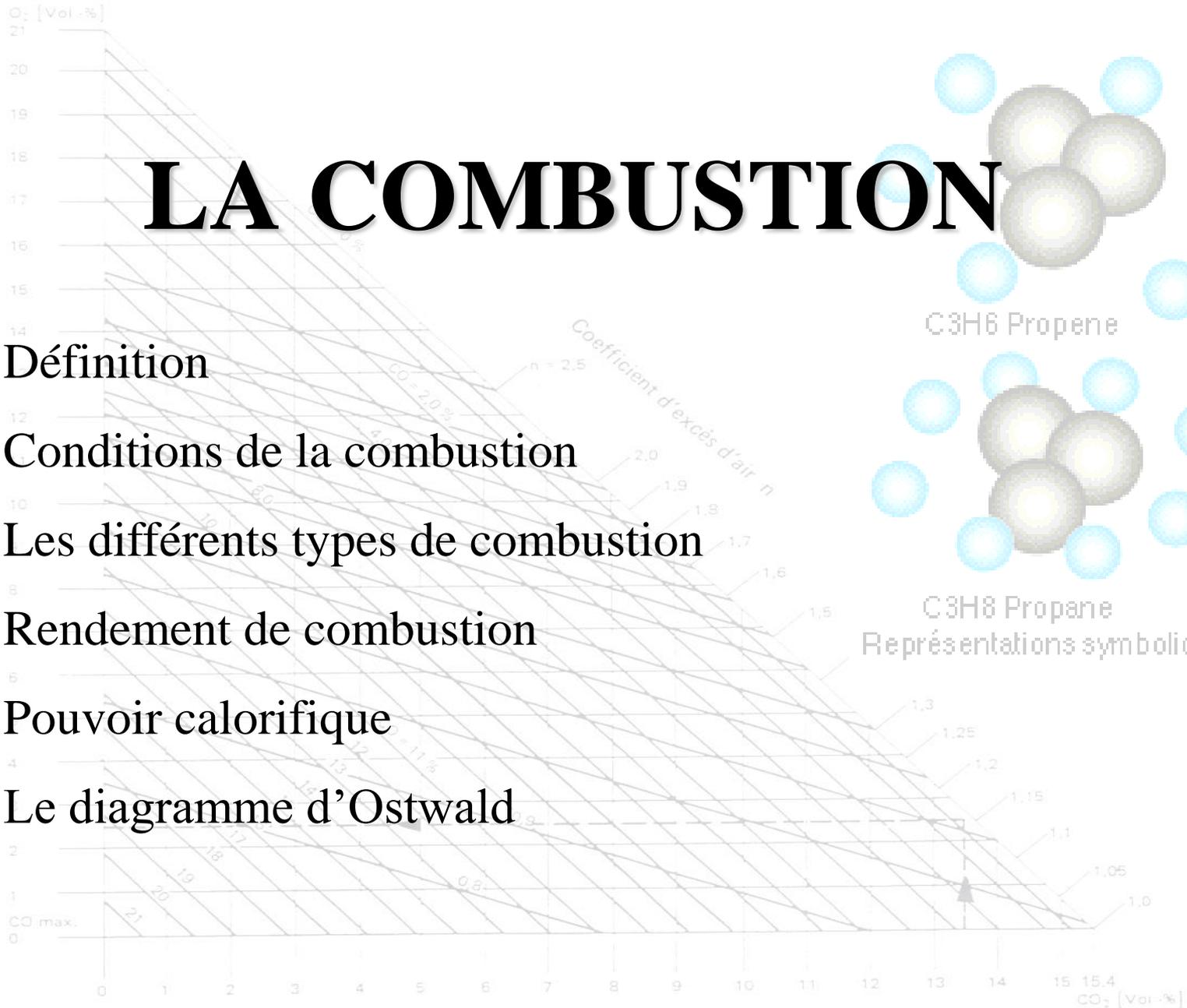


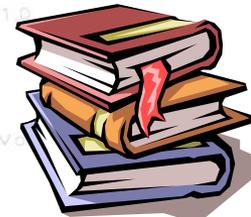
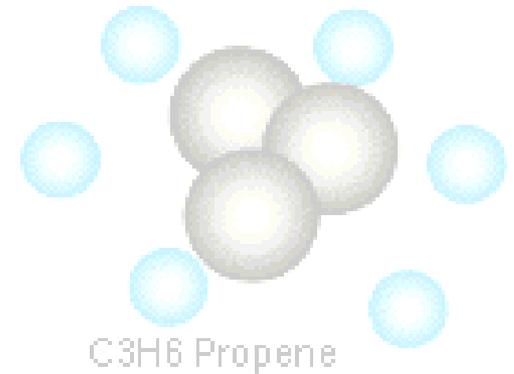
LA COMBUSTION

- Définition
- Conditions de la combustion
- Les différents types de combustion
- Rendement de combustion
- Pouvoir calorifique
- Le diagramme d'Ostwald

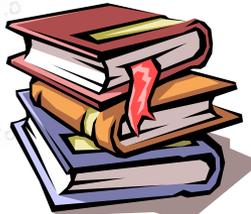
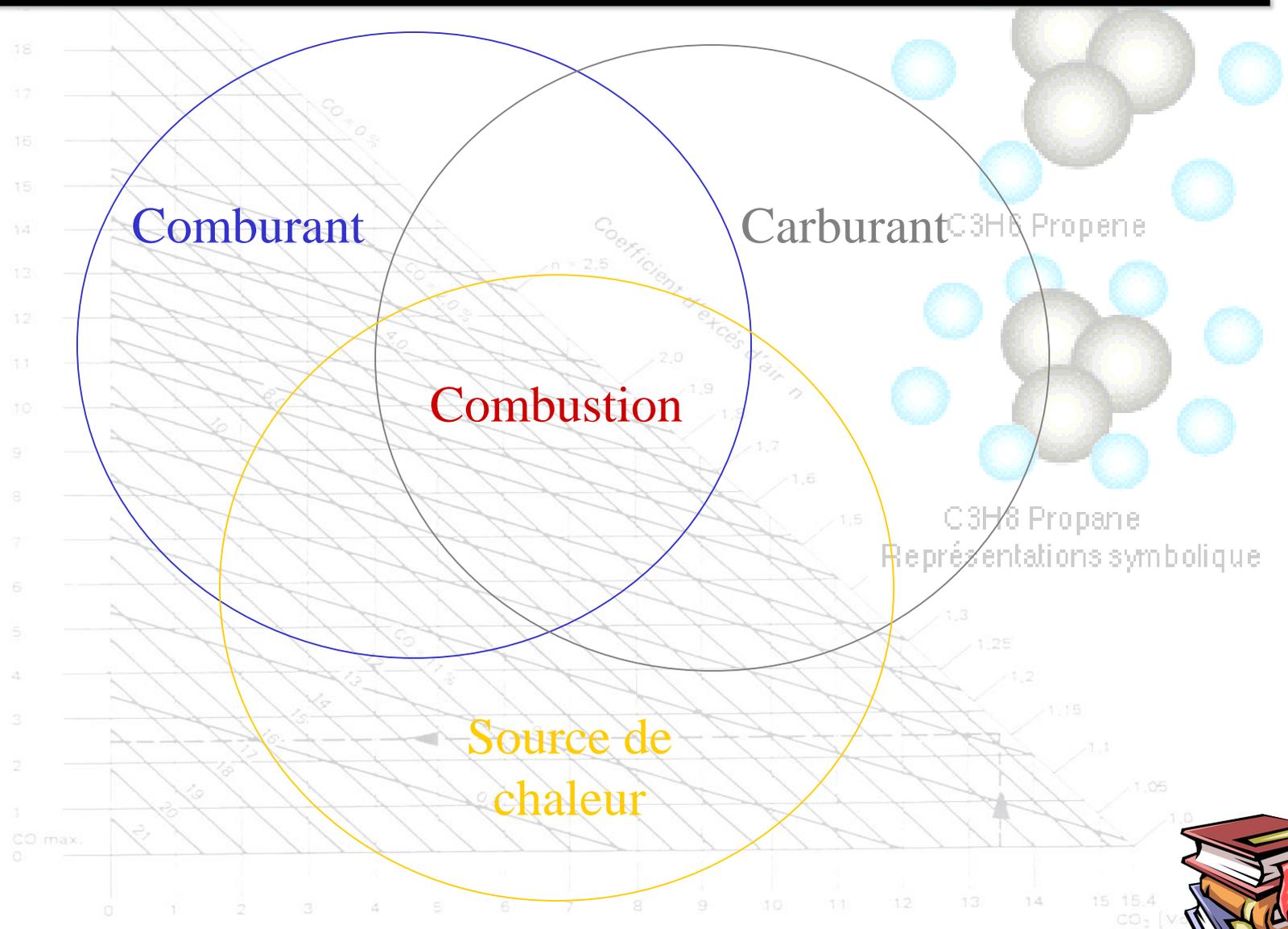


1. Définition :

La combustion est une réaction chimique d'oxydation exothermique entre un combustible (ou carburant) et un comburant.



2. Conditions de la combustion :

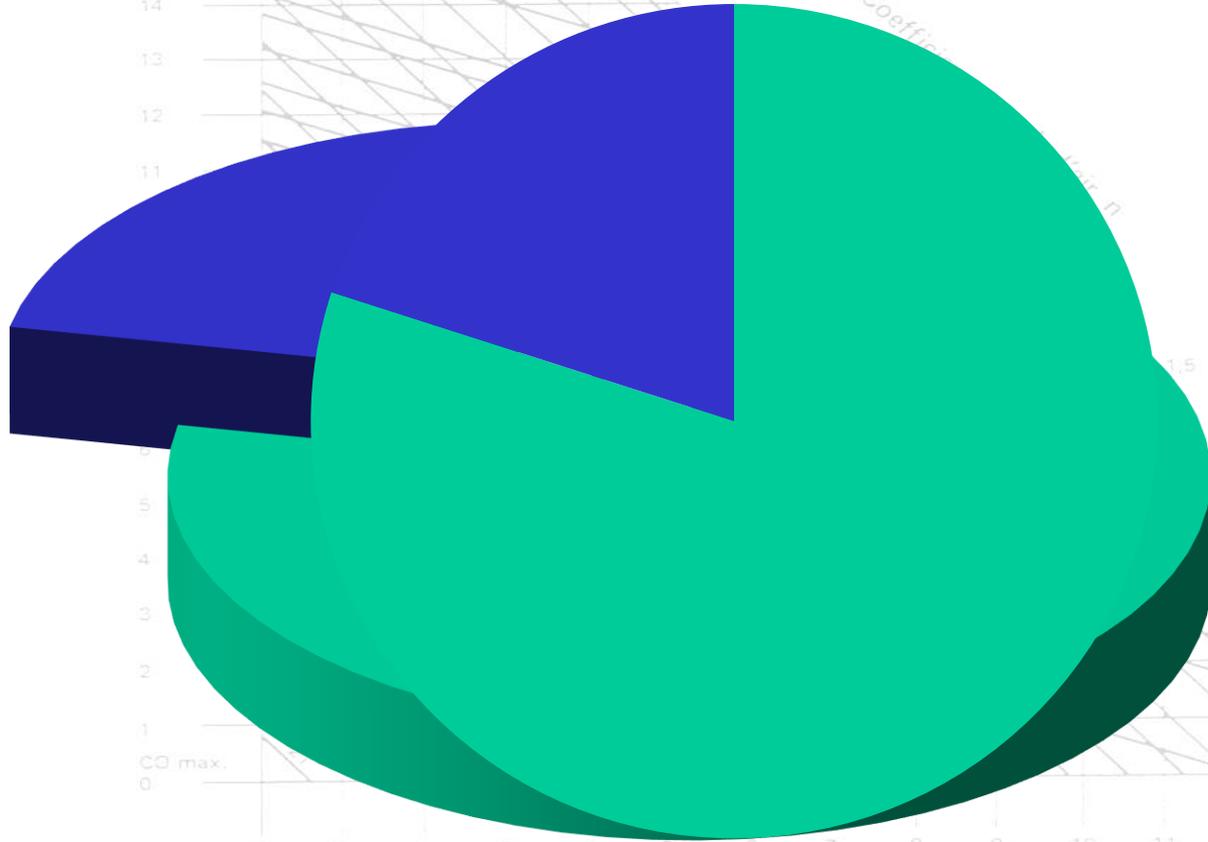


a. Le comburant :

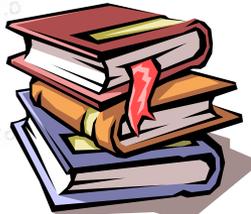
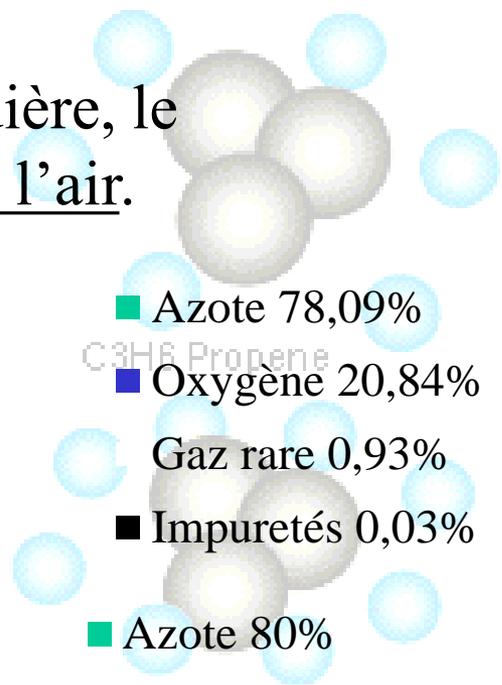
Dans le cas d'une combustion sur chaudière, le comburant est l'oxygène dans l'air.

Composition de l'air :

Constitution



- Azote 78,09%
- Oxygène 20,84%
- Gaz rare 0,93%
- Impuretés 0,03%
- Azote 80%
- Oxygène 20%

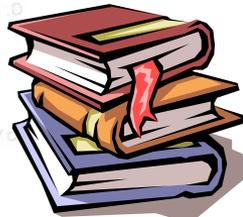


b. Le combustible :

Pour permettre la combustion, le combustible doit être sous forme gazeuse.

✓ Combustible liquide : *Exemple : Le fioul.* Il devra être pulvérisé ou vaporisé

✓ Combustible solide : *Exemple : Le bois, le charbon.* Ils devront être fortement chauffés pour en extraire les gaz.



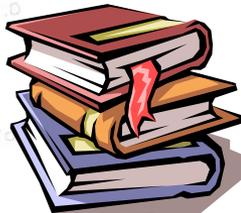
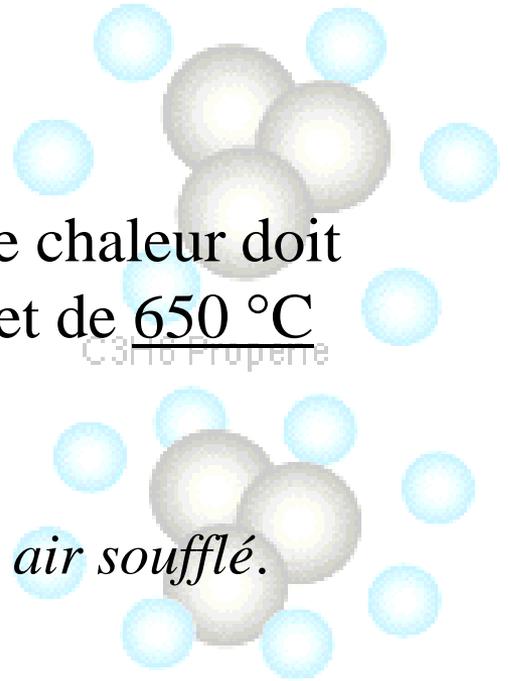
c. La source de chaleur :

Pour permettre la combustion, la source de chaleur doit être au minimum de 350°C pour le fioul et de 650 °C pour le gaz.

✓ Arc électrique : *Employé dans les brûleurs à air soufflé.*

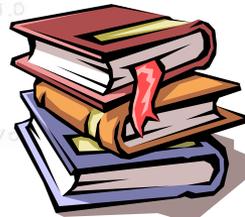
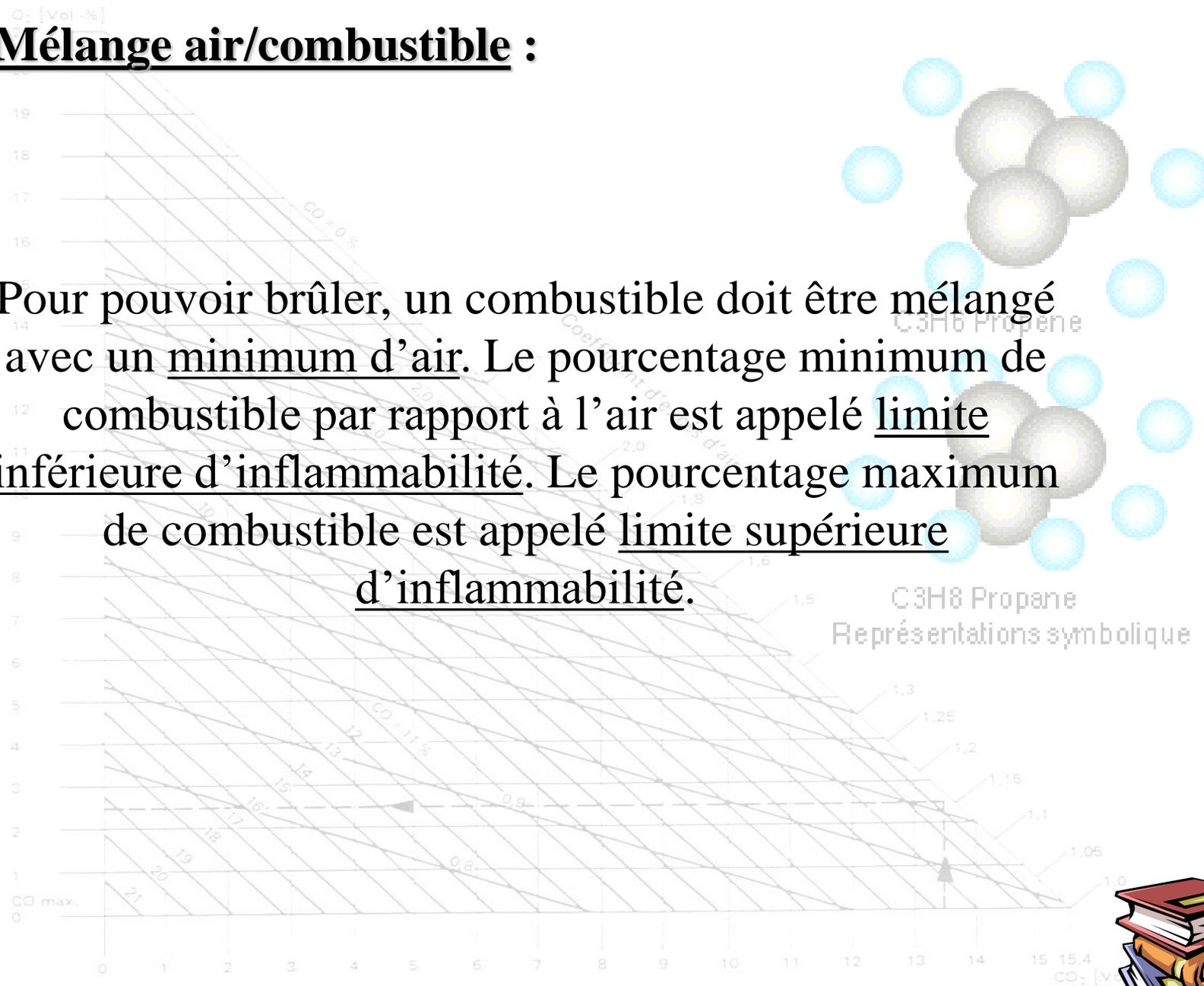
✓ Flamme : *Employée dans les anciennes chaudières murales.*

✓ Résistance électrique: *Employée dans les chaudières bois*



d. Mélange air/combustible :

Pour pouvoir brûler, un combustible doit être mélangé avec un minimum d'air. Le pourcentage minimum de combustible par rapport à l'air est appelé limite inférieure d'inflammabilité. Le pourcentage maximum de combustible est appelé limite supérieure d'inflammabilité.



Exemple : Limites d'inflammabilité pour le gaz naturel de Groningue: entre 7.6 % et 14.9 %.

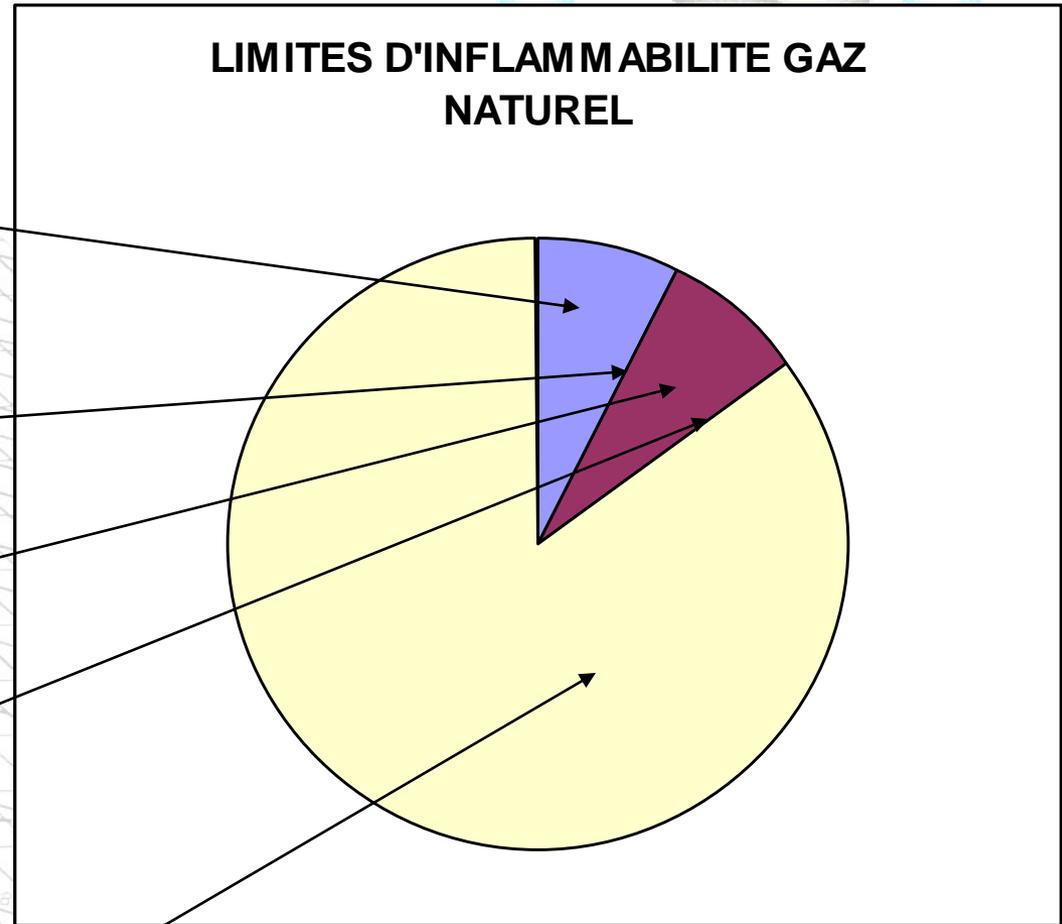
Mélange
inflammable, trop
pauvre en gaz.

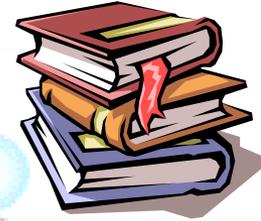
Limite inférieur
d'inflammabilité : 7,6%

Mélange inflammable

Limite supérieur
d'inflammabilité : 14,9%

Mélange
inflammable, trop
riche en gaz.



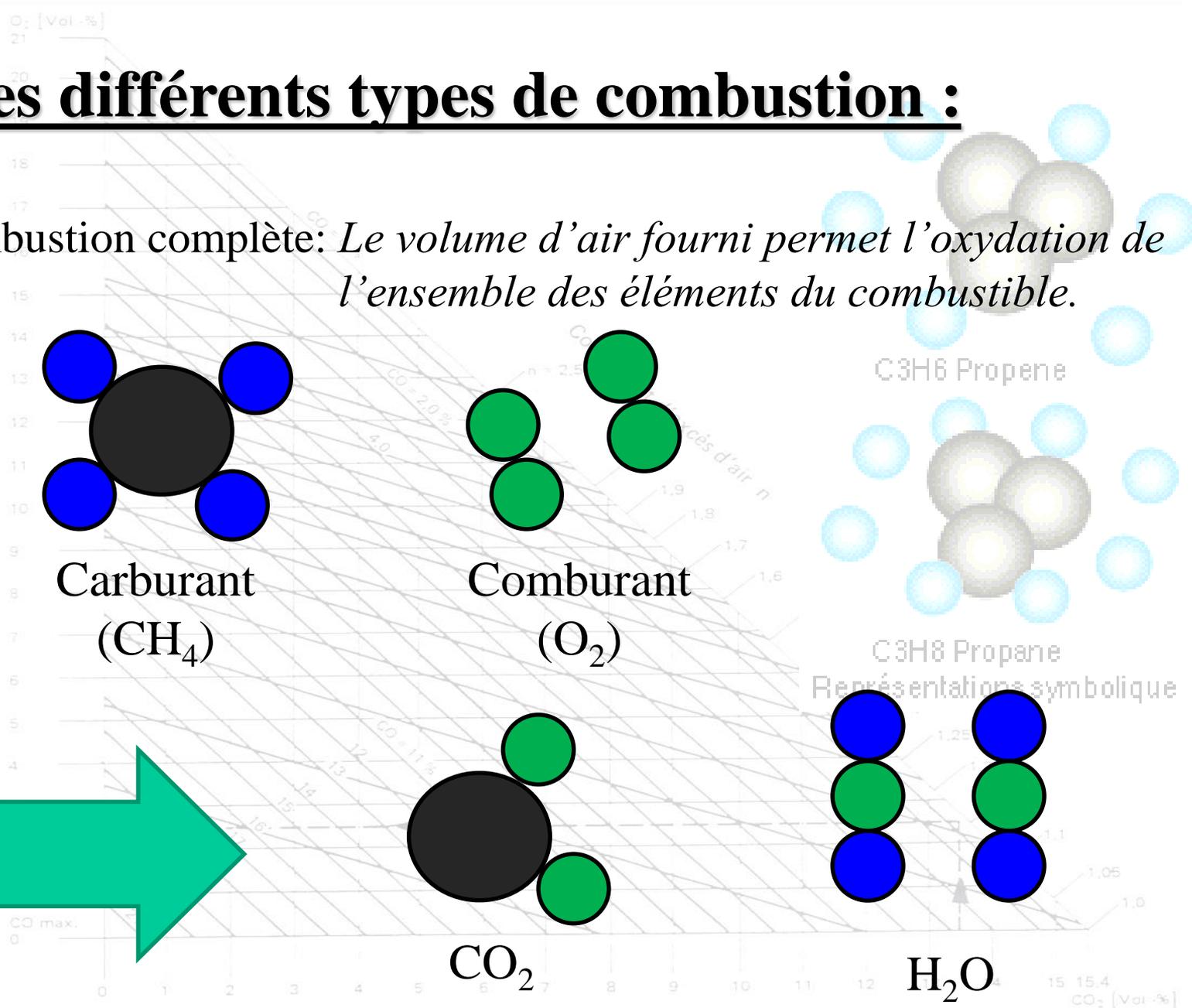
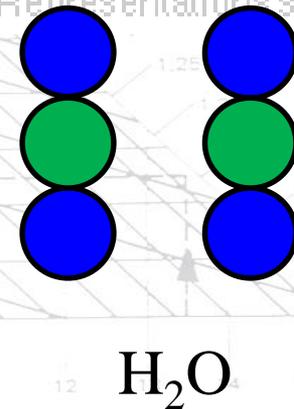
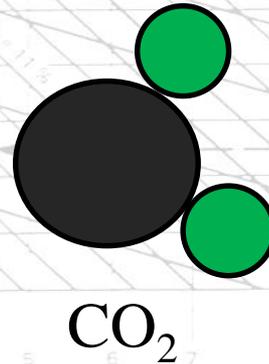
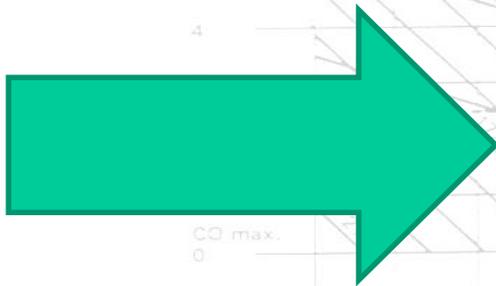
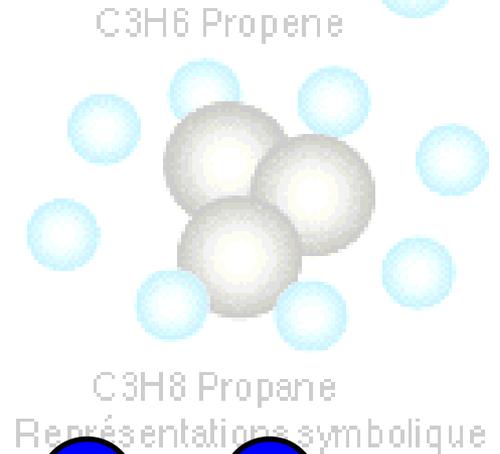
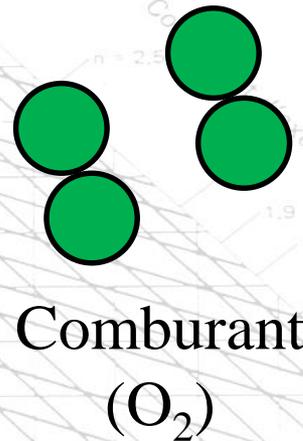
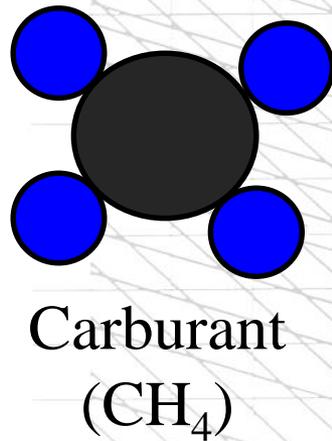


3. Les différents types de combustion :

- ✓ La combustion complète: *Le volume d'air fourni permet l'oxydation de l'ensemble des éléments du combustible.*
- ✓ La combustion avec excès d'air : *La combustion s'effectue avec un excès de comburant (combustion oxydante).*
- ✓ La combustion en défaut d'air : *Également appelée combustion réductrice, elle s'effectue avec un manque de comburant.*
- ✓ La combustion neutre : *La combustion s'effectue avec la quantité de comburant strictement nécessaire*
- ✓ La combustion stoechiométrique : *La combustion est alors neutre et complète. Cette combustion est une référence, mais n'est que théorique.*

Les différents types de combustion :

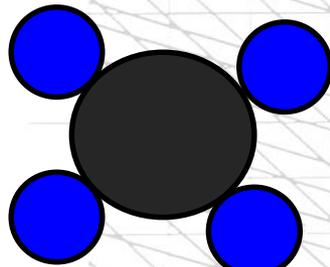
✓ La combustion complète: *Le volume d'air fourni permet l'oxydation de l'ensemble des éléments du combustible.*



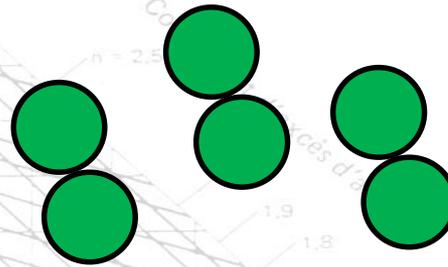
Les différents types de combustion :

✓ La combustion avec excès d'air :

La combustion s'effectue avec un excès de comburant (combustion oxydante).



Carburant
(CH₄)



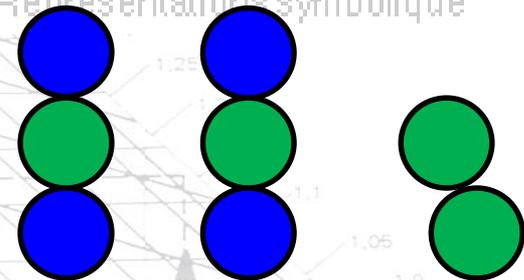
Comburant
(O₂)



C₃H₆ Propene

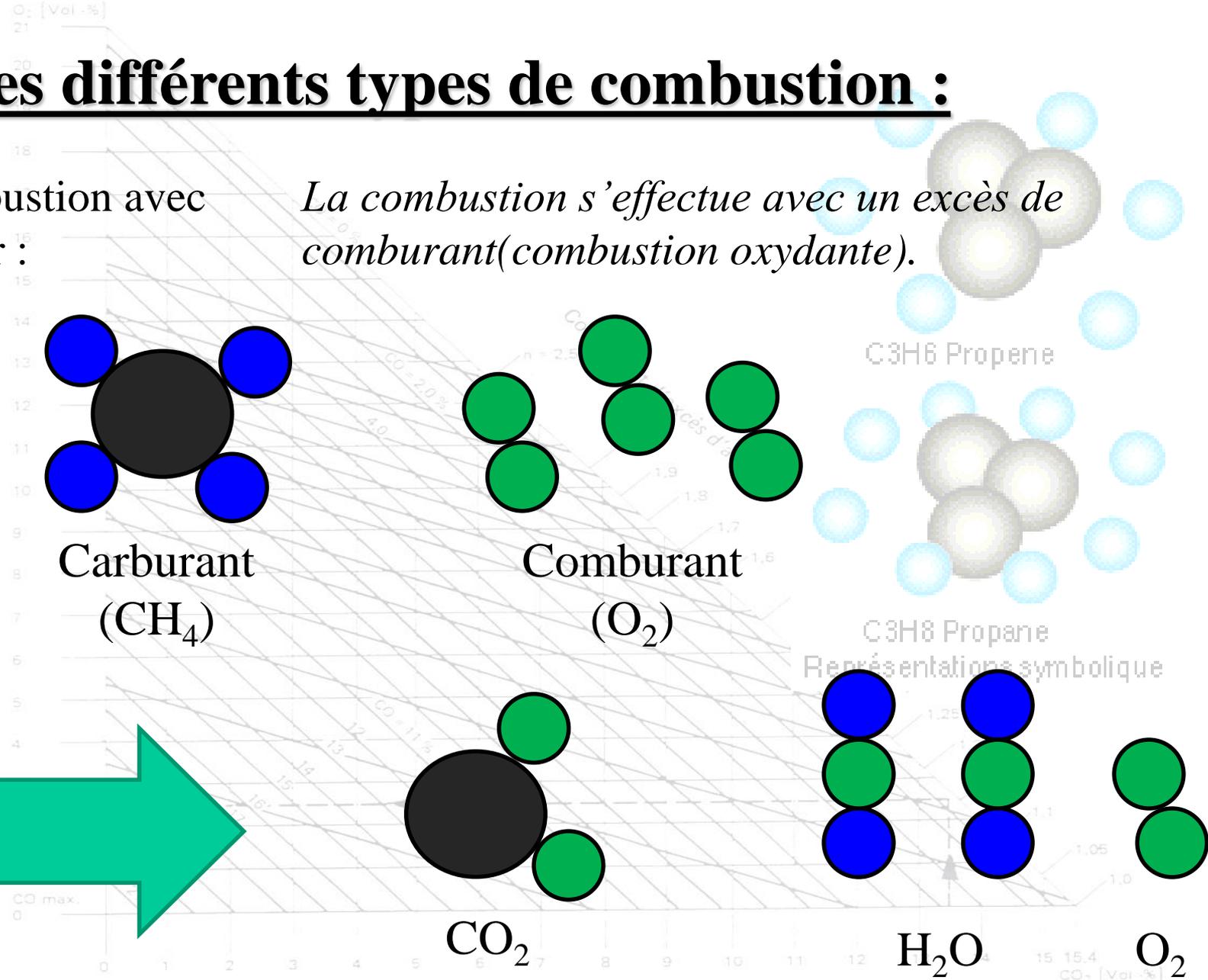
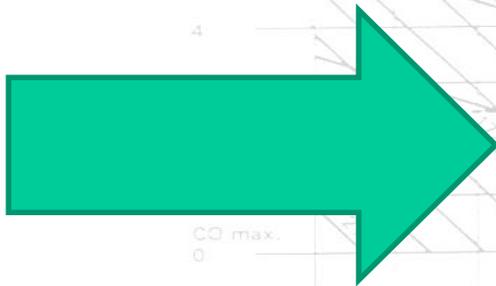
C₃H₈ Propane

Représentations symbolique



H₂O

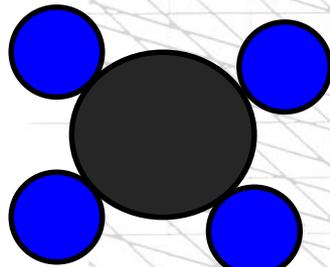
O₂



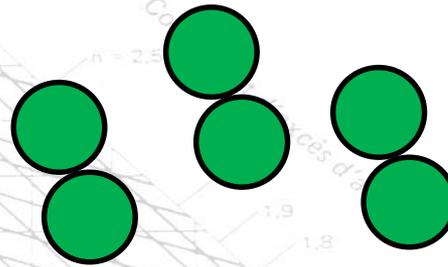
Les différents types de combustion :

✓ La combustion avec excès d'air :

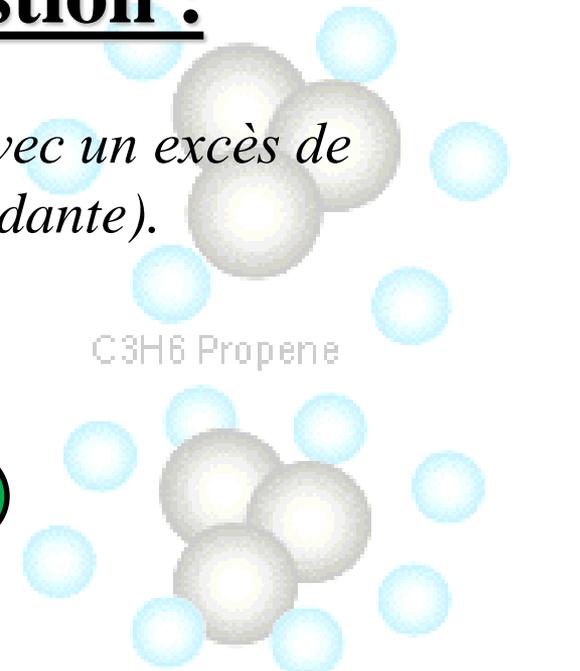
La combustion s'effectue avec un excès de comburant (combustion oxydante).



Carburant
(CH₄)



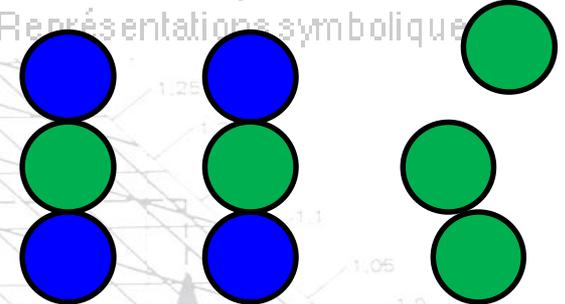
Comburant
(O₂)



C₃H₆ Propene

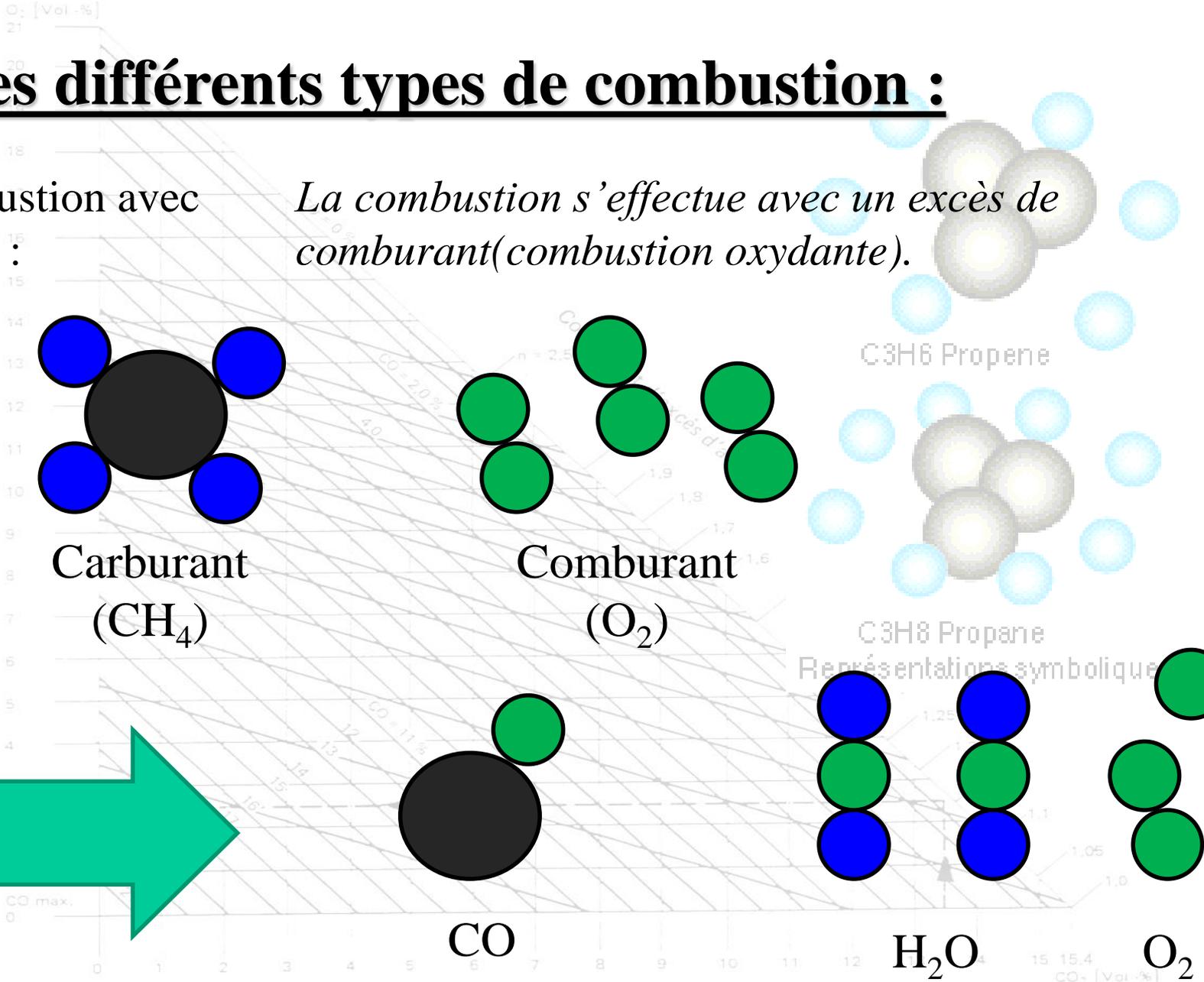
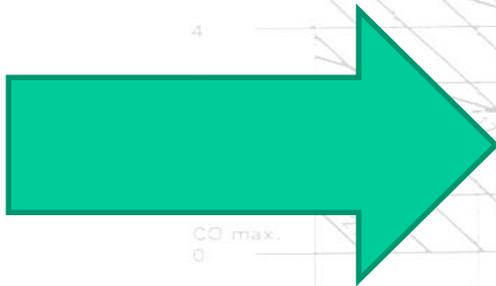
C₃H₈ Propane

Représentations symbolique



H₂O

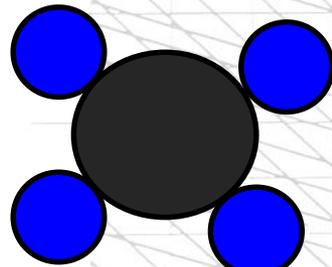
O₂



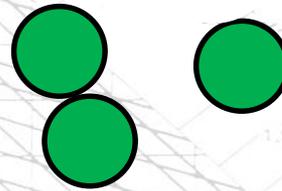
Les différents types de combustion :

✓ La combustion en défaut d'air :

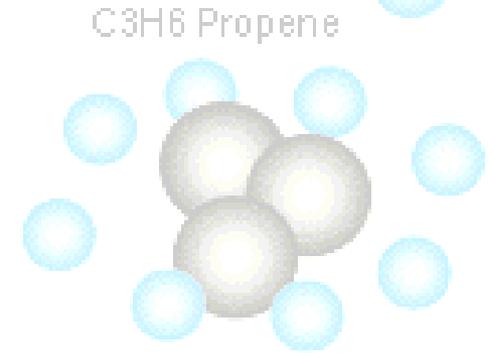
Également appelée combustion réductrice, elle s'effectue avec un manque de comburant.



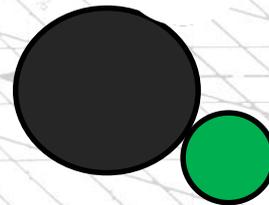
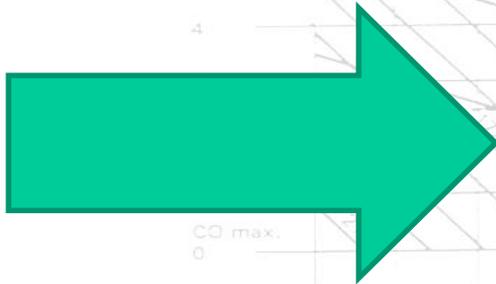
Carburant
(CH₄)



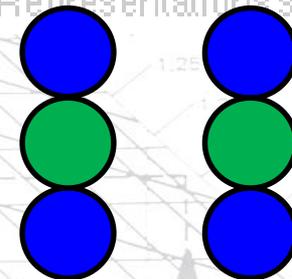
Comburant
(O₂)



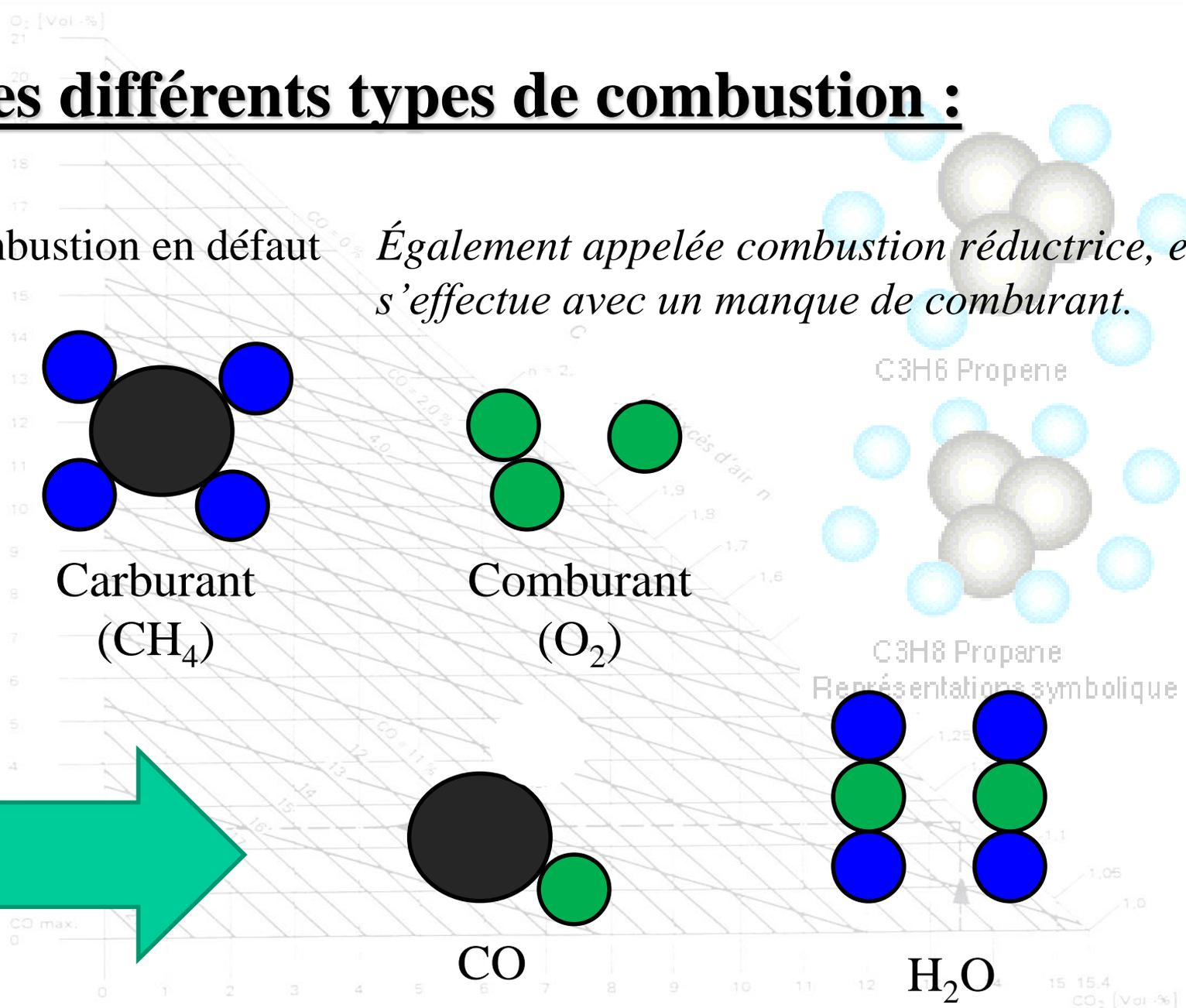
C₃H₈ Propane
Représentations symbolique



CO

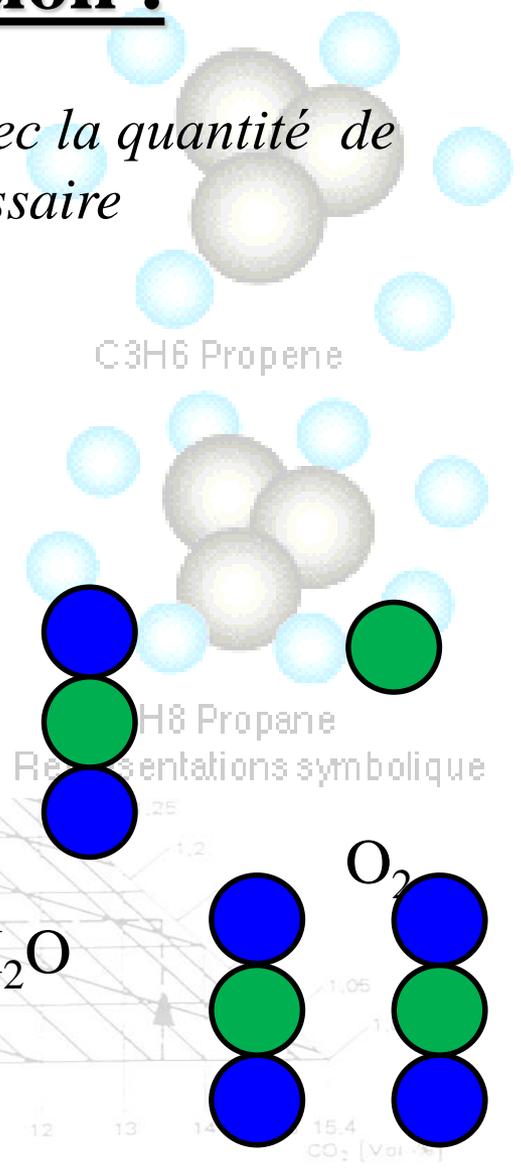
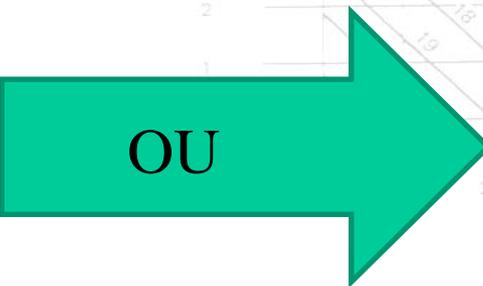
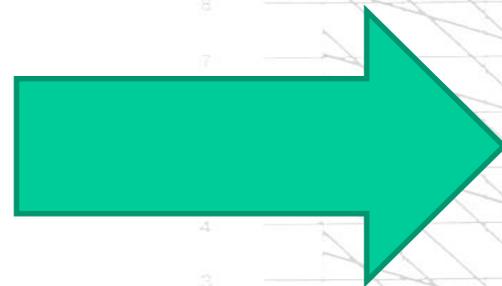
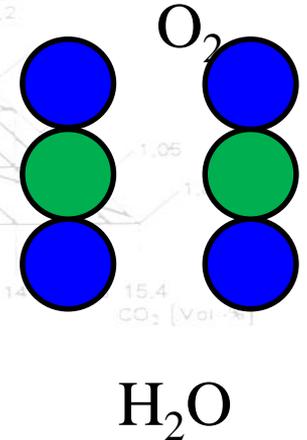
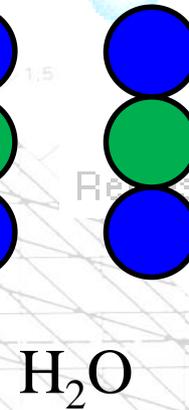
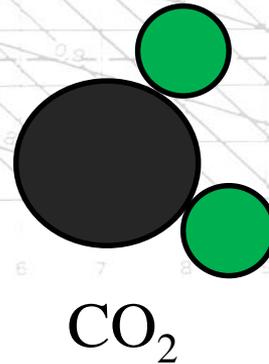
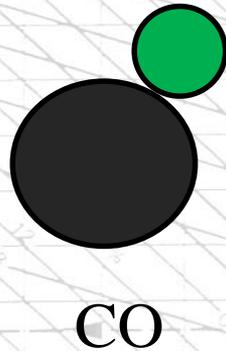
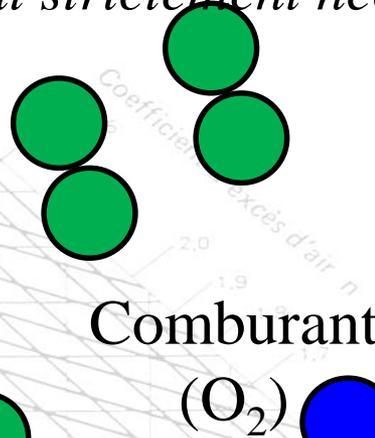
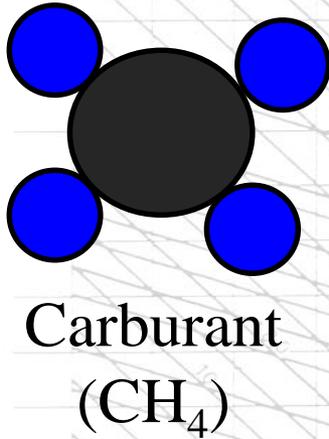


H₂O



Les différents types de combustion :

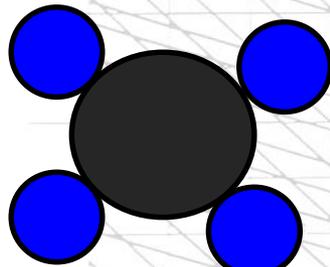
✓ La combustion neutre : *La combustion s'effectue avec la quantité de comburant strictement nécessaire*



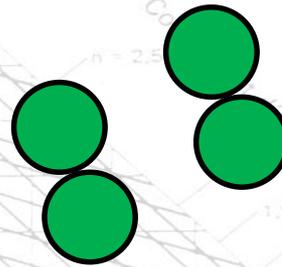
Les différents types de combustion :

✓ La combustion stoechiométrique :

La combustion est alors neutre et complète. Cette combustion est une référence, mais n'est que théorique.



Carburant
(CH₄)



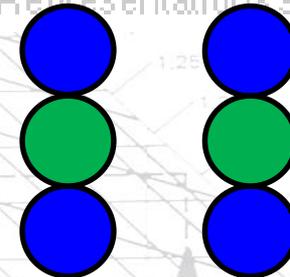
Comburant
(O₂)



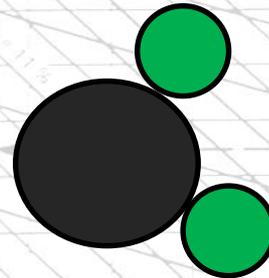
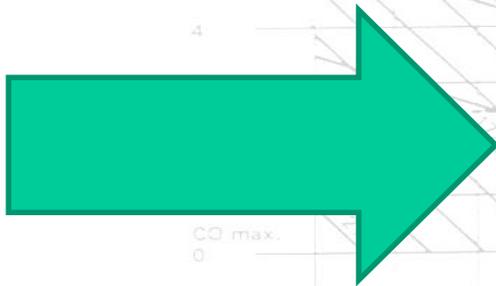
C₃H₆ Propene

C₃H₈ Propane

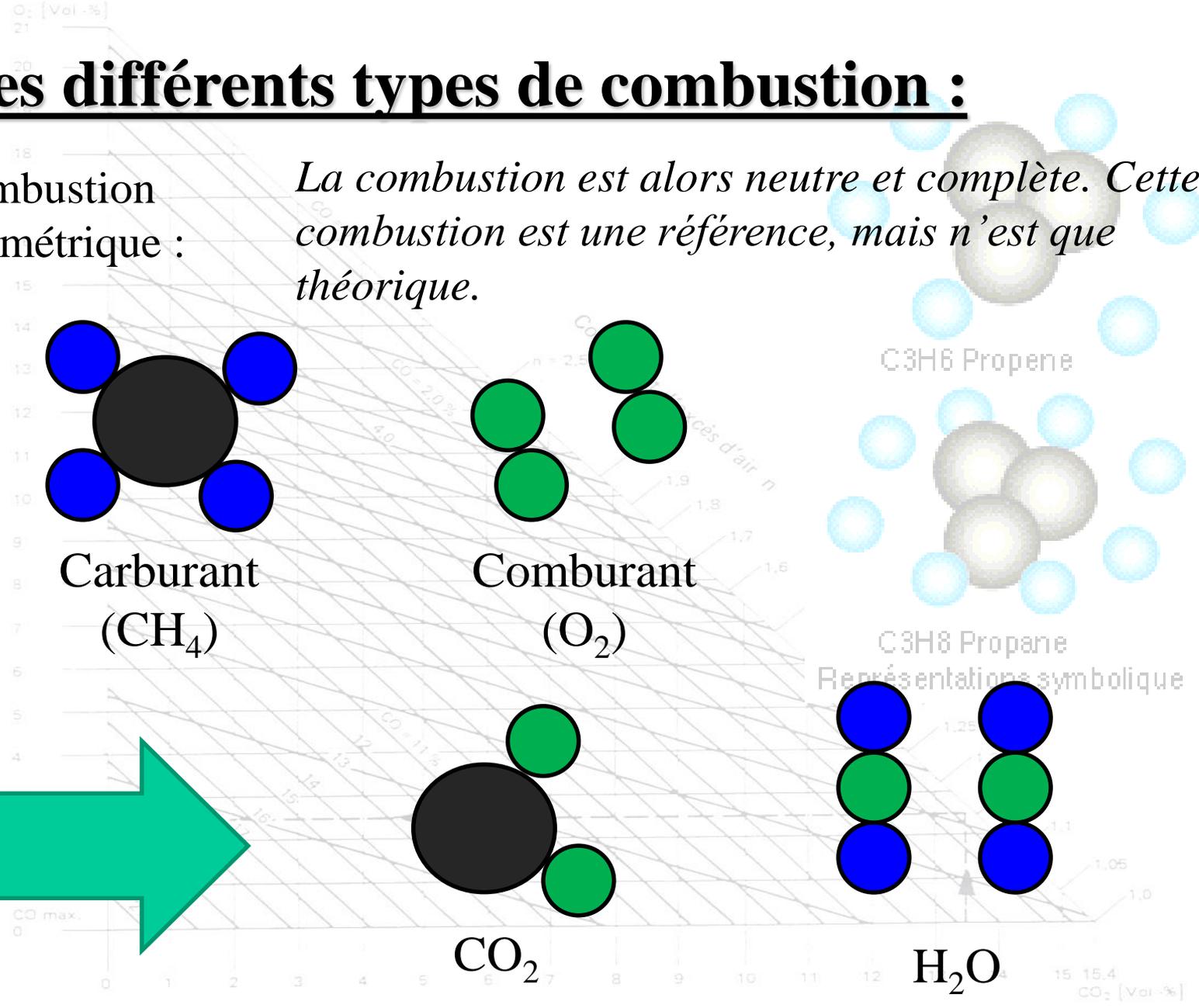
Représentations symbolique



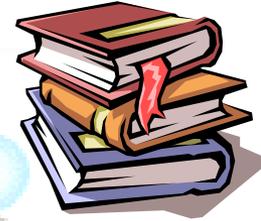
H₂O



CO₂



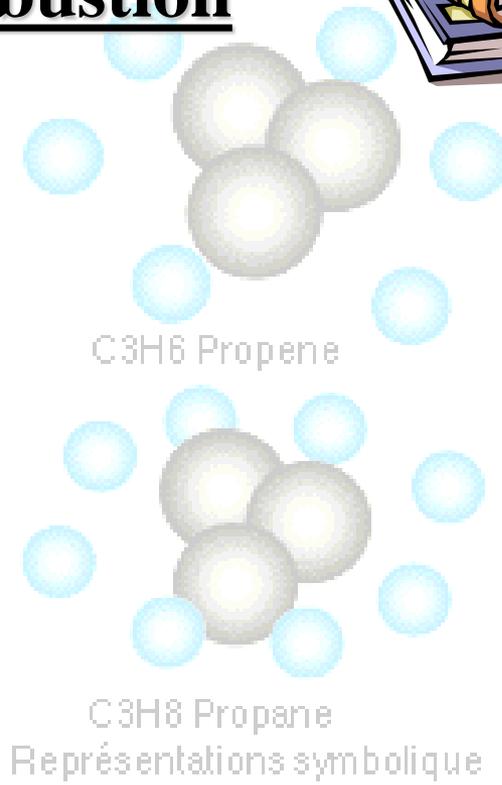
4. Rendement de combustion



Formule de Siegert :

$$\eta = 100 \left(K \times \frac{T_F - T_A}{CO_2} \right)$$

- Avec :
- K :coef de Siegert
 - T_F :T des fumées
 - T_A :T de l'air comburant
 - CO_2 :Teneur en CO_2 en %

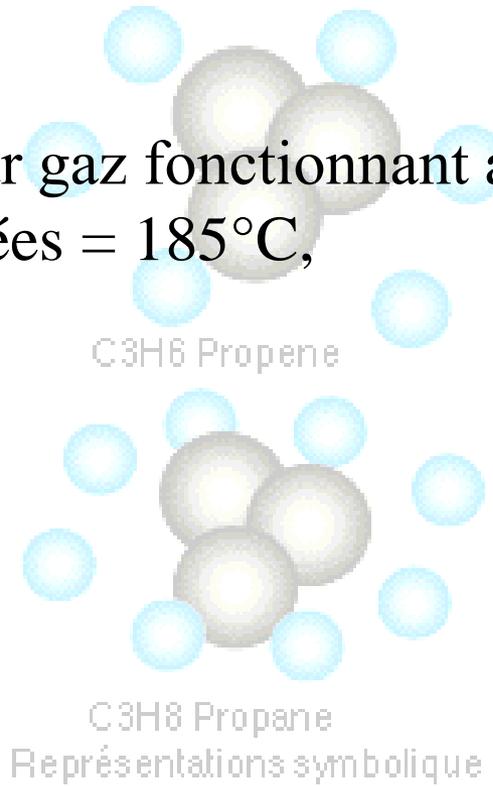
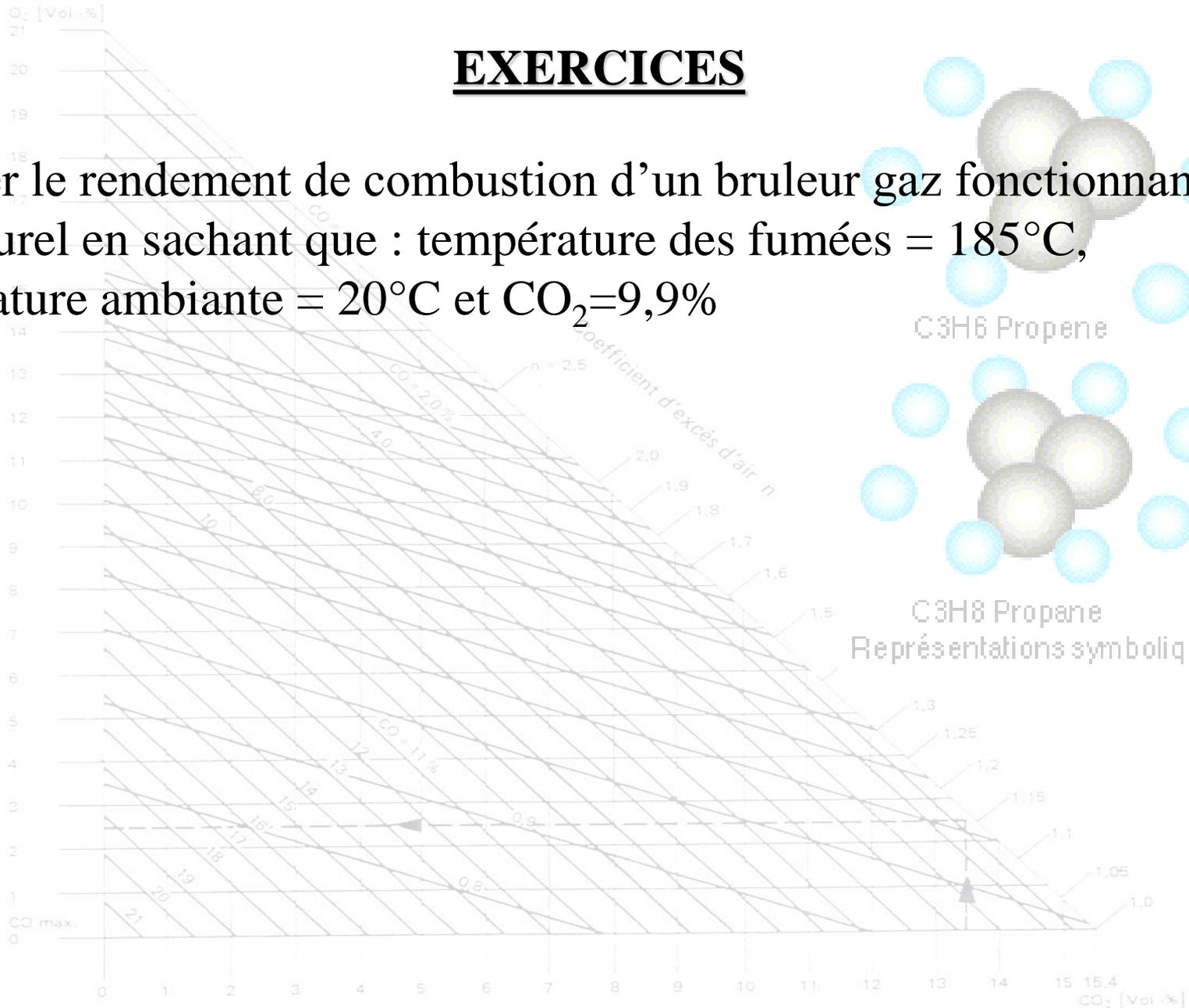


Valeur de coefficient de Siegert K selon e (excès d'air):

Excès air e (%)	10	20	30
FOD	0.59	0.57	0.56
GN	0.48	0.47	0.46
Propane	0.53	0.51	0.51

EXERCICES

Calculer le rendement de combustion d'un bruleur gaz fonctionnant au gaz naturel en sachant que : température des fumées = 185°C, température ambiante = 20°C et CO₂=9,9%



EXERCICES

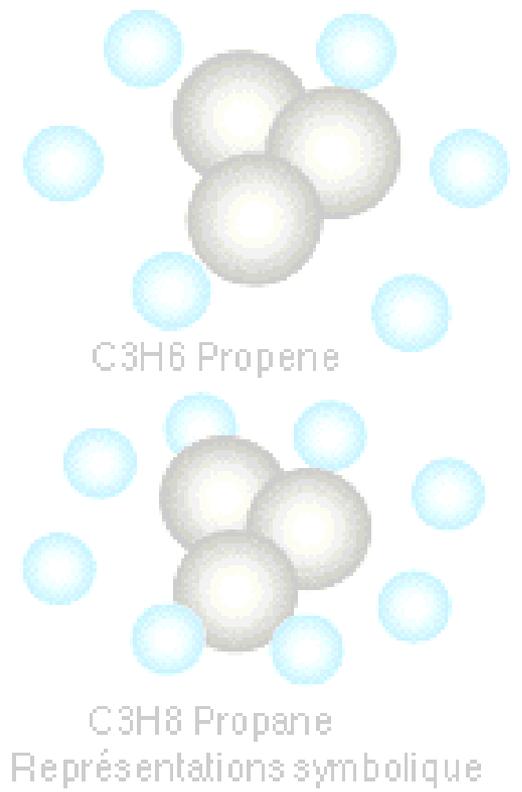
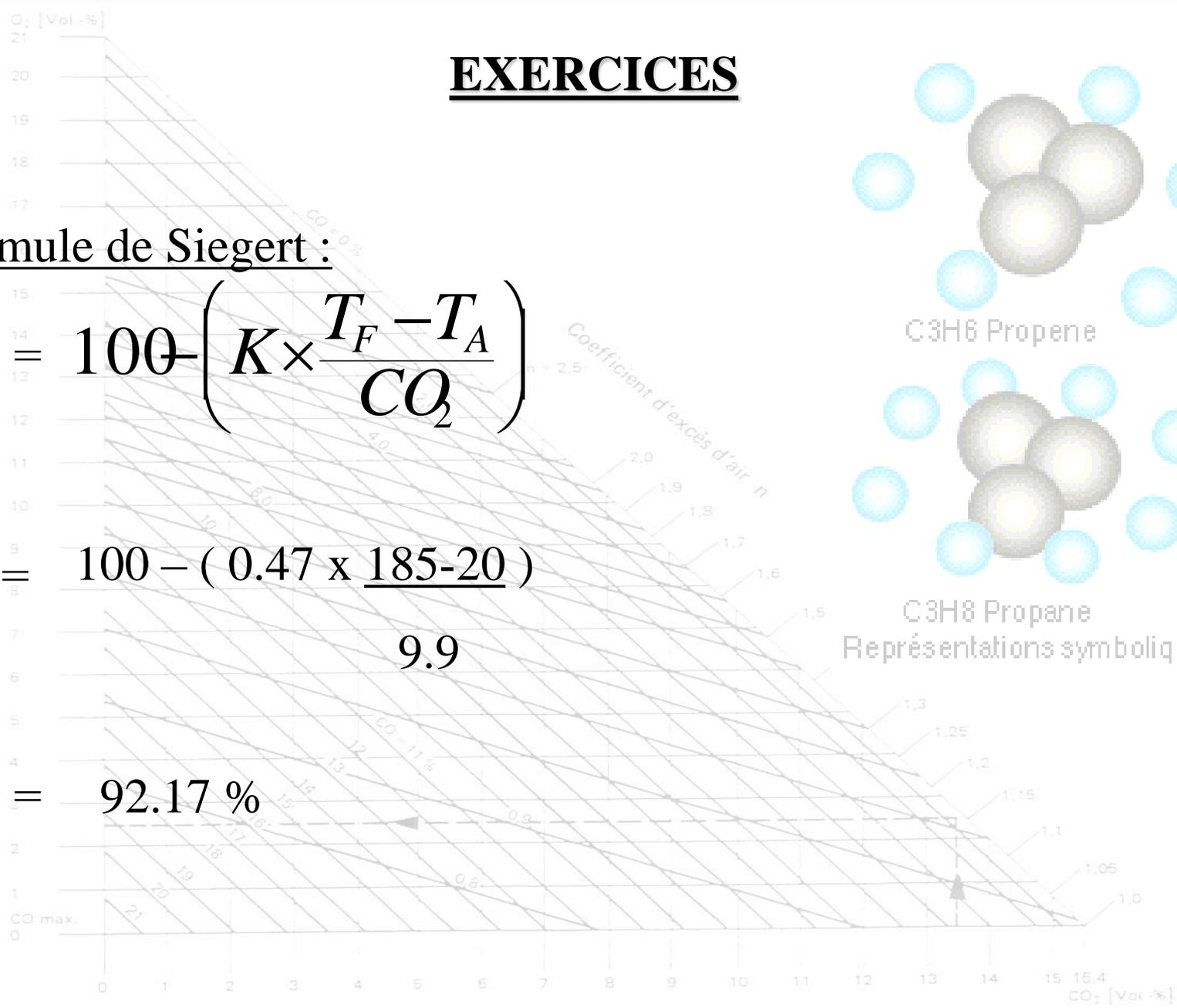
Formule de Siegert :

$$\eta = 100 - \left(K \times \frac{T_F - T_A}{CO_2} \right)$$

$$\eta = 100 - (0.47 \times \underline{185-20})$$

9.9

$$\eta = 92.17 \%$$



5. Le pouvoir calorifique

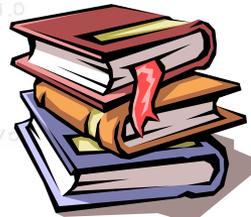
C'est la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète de 1 kg de combustible solide, liquide ou de 1 m³ de combustible gazeux.

Pouvoir calorifique inférieur (PCI) :

Dans le cas du PCI, on considère que l'eau produite par la combustion de l'hydrogène est à l'état de vapeur. Non condensée, cette vapeur est évacuée par les fumées et l'énergie qu'elle contient est donc perdue.

Pouvoir calorifique supérieur (PCS) :

Dans le cas du PCS, on considère que l'on condense la vapeur d'eau contenue dans les fumées. On récupère donc l'énergie due au changement d'état de la vapeur.



7. Le diagramme d'Ostwald

