

CORRECTION

1°) Conservation de la quantité de mouvement : $\dot{m}_g V_g + \dot{m}_a V_a = \dot{m}_m V_m$
 $V_a = 0$ à l'infini amont (Sa la section de passe de l'air est très grande devant celle du gaz)

En stationnaire on a donc : $\dot{m}_g V_g = \dot{m}_m V_m$

Or $\dot{m} = (\rho VS)$ d'où $\frac{\dot{m}_g^2}{\rho_g S_g} = \frac{\dot{m}_m^2}{\rho_m S_m}$ d'où $\frac{d_g}{d_m} = \sqrt{\frac{S_g}{S_m}} = \frac{\dot{m}_g}{\dot{m}_m} \sqrt{\frac{\rho_m}{\rho_g}}$ (1)

2°) Réaction à la richesse ϕ

Richesse $\phi=1$ $G + z_s A$ Richesse ϕ $\phi G + z_s A$

Rappel : $\phi = \frac{D_{st}}{D} = \frac{\frac{m_c}{m_{ox}}}{\left(\frac{m_c}{m_{ox}}\right)_{st}} = \frac{x_g/z_s}{1/z_s}$ D : dilution

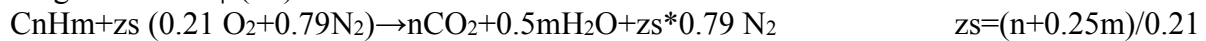
En stationnaire on a donc : $\frac{\dot{m}_g}{\dot{m}_a} = \frac{\phi M_g}{z_s M_a}$ (2)

Gaz seul $\rho_g = \frac{p}{RT} M_g$ pour un mélange $\rho_m = \frac{p}{RT} \frac{\sum x_k M_k}{\sum x_k}$

Pour un mélange on a $M_m = \frac{\sum x_k M_k}{\sum x_k}$ $M_m = \frac{\phi M_g + z_s M_a}{\phi + z_s}$

Ainsi $\frac{\rho_m}{\rho_g} = \frac{\phi M_g + z_s M_a}{(\phi + z_s) M_g} = \frac{1 + \frac{z_s M_a}{\phi M_g}}{1 + \frac{z_s}{\phi}}$ (3)

En général $z_s \gg \phi$ (≈ 1)



Quand $z_s \gg \phi$ $\frac{\rho_m}{\rho_g} \approx \frac{\frac{z_s M_a}{\phi M_g}}{\frac{z_s}{\phi}} = \frac{M_a}{M_g}$ approximation à vérifier a posteriori

3°) conservation des débits dans le brûleur

$\dot{m}_g + \dot{m}_a = \dot{m}_m \rightarrow 1 + \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_g} = \frac{\dot{m}_m}{\dot{m}_g}$

$$(2) \rightarrow \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_g} = \frac{z_s M_a}{\phi M_g} \quad (1) \rightarrow \frac{\dot{m}_m}{\dot{m}_g} = \frac{d_m}{d_g} \sqrt{\frac{\rho_m}{\rho_g}} \quad (3) \rightarrow \frac{\rho_m}{\rho_g} = \frac{1 + \frac{z_s M_a}{\phi M_g}}{1 + \frac{z_s}{\phi}}$$

$$\frac{\dot{m}_m}{\dot{m}_g} = \frac{d_m}{d_g} \sqrt{\frac{1 + \frac{z_s M_a}{\phi M_g}}{1 + \frac{z_s}{\phi}}} \quad \text{d'où} \quad 1 + \frac{z_s M_a}{\phi M_g} = \frac{d_m}{d_g} \sqrt{\frac{1 + \frac{z_s M_a}{\phi M_g}}{1 + \frac{z_s}{\phi}}}$$

$$\text{D'où} \quad \frac{d_g}{d_m} = \frac{1}{\left(1 + \frac{z_s M_a}{\phi M_g}\right)^{\frac{1}{2}} \left(1 + \frac{z_s}{\phi}\right)^{\frac{1}{2}}} \quad \text{avec } z_s \gg \phi \quad \frac{d_g}{d_m} = \frac{\phi}{z_s} \left(\frac{M_g}{M_a}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Compte tenu de la dilution à la stoechiométrie D_{st} environ 15 on peut négliger le débit de combustible devant le débit d'air. D'où : $\frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_g} = \frac{\dot{m}_m}{\dot{m}_g}$

$$\frac{z_s M_a}{\phi M_g} = \frac{d_m}{d_g} \sqrt{\frac{M_a}{M_g}} \rightarrow \frac{d_g}{d_m} = \frac{\phi}{z_s} \sqrt{\frac{M_g}{M_a}}$$

4°) Changement de gaz

On travaille en général à richesse égale à 1 pour la stabilité de la flamme

Conditions :

- $\phi=1$
- $d_m = \text{cte}$ imposé
- d_g est variable en changeant l'injecteur
- selon le gaz utilisé z_s et M_g change

En considérant $z_s \gg \phi$ on a donc la relation : $d_g = d_m \frac{\phi}{z_s} \sqrt{\frac{M_g}{M_a}}$

D'où la relation entre le rapport de diamètre des buses d'injection : $\frac{d_{g1}}{d_{g2}} = \frac{z_{s2}}{z_{s1}} \sqrt{\frac{M_{g1}}{M_{g2}}}$

Pour chaque gaz il faut donc déterminer z_s et M .

Gaz de ville ($\text{CO} + \text{H}_2$) : $0.5(\text{CO} + \text{H}_2) + z_s(0.21\text{O}_2 + 0.79\text{N}_2) \rightarrow 0.5 \text{CO}_2 + 0.5\text{H}_2\text{O}$

	$0.5(\text{CO} + \text{H}_2)$	CH_4	C_3H_8	C_4H_{10}
$M \text{ (kg/mol)}$	$15 \cdot 10^{-3}$	$16 \cdot 10^{-3}$	$44 \cdot 10^{-3}$	$58 \cdot 10^{-3}$
Z_s	2.38	9.52	23.8	30.94

Passage:

- Gaz de ville \rightarrow Méthane
- Gaz de ville \rightarrow propane
- Gaz de ville \rightarrow butane

$$\begin{aligned} d_{(\text{CH}_4)} &= d_{(\text{CO} + \text{H}_2)} * (2.38/9.52) * (16/15)^{0.5} = 0.26 * d_{(\text{CO} + \text{H}_2)} \\ d_{(\text{C}_3\text{H}_8)} &= d_{(\text{CO} + \text{H}_2)} * (2.38/23.8) * (44/15)^{0.5} = 0.17 * d_{(\text{CO} + \text{H}_2)} \\ d_{(\text{C}_4\text{H}_{10})} &= d_{(\text{CO} + \text{H}_2)} * (2.38/30.94) * (58/15)^{0.5} = 0.15 * d_{(\text{CO} + \text{H}_2)} \end{aligned}$$

- Méthane → propane
- Méthane → butane
- propane → butane

$$\begin{aligned}d_{(C_3H_8)} &= d_{(CH_4)} * (9.52/23.8) * (44/16)^{0.5} = 0.663 * d_{(CH_4)} \\d_{(C_4H_{10})} &= d_{(CH_4)} * (9.52/30.94) * (58/16)^{0.5} = 0.586 * d_{(CH_4)} \\d_{(C_4H_{10})} &= d_{(C_3H_8)} * (23.8/30.94) * (58/44)^{0.5} = 0.883 * d_{(C_3H_8)}\end{aligned}$$

Donc le propane et le butane sont interchangeables côté bruleur.
C₄H₁₀ est liquide à 0°C, C₃H₈ est gazeux jusqu'à -40°C