

## Contrôle et régulation des atmosphères

### 1. Méthode du clinquant

Elle consiste à mettre un feuillard mince (épaisseur 0,05 à 0,1 mm) en acier dans un four et à mesurer ensuite la teneur en carbone après refroidissement. C'est l'application directe de la définition du potentiel carbone.

### 2. Analyse par infrarouges de CO, CO<sub>2</sub> ou CH<sub>4</sub>.

On introduit l'atmosphère de traitement dans l'analyseur et on compare les courbes obtenues à celles de gaz étalons préalablement réalisés.

La mesure repose sur l'absorption du rayonnement. C'est la loi de Beer-Lambert  $I = I_0 e^{-\epsilon c l}$  relation que l'on peut écrire  $I = I_0 10^{-\epsilon' c l}$  où  $\epsilon$  est le coefficient d'extinction molaire en mol.L<sup>-1</sup>.

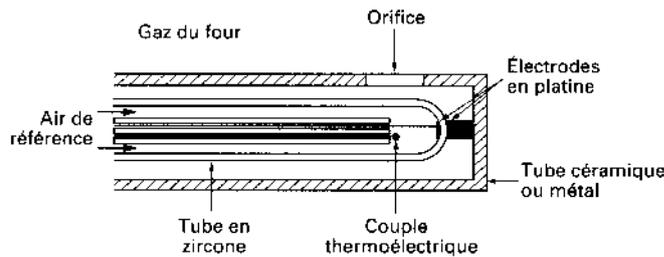
### 3. Sonde à oxygène

On s'intéresse à l'équilibre :  $\text{CO} \Leftrightarrow \text{C} + \frac{1}{2} \text{O}_2$  avec  $\Delta G^\circ = 282360 - 86,74 T$

O<sub>2</sub> est présent dans l'atmosphère en quantité très faible mais néanmoins mesurable.

On utilise l'oxyde de zirconium ZrO<sub>2</sub> qui entre 650 et 1150 °C permet un équilibre avec les ions O<sup>2-</sup> :  $\text{O}^{2-} \Leftrightarrow \frac{1}{2} \text{O}_2 + 2 e^-$ .

On a ainsi une chaîne avec [ Pt , O<sub>2 atm</sub> / ZrO<sub>2</sub> / O<sub>2 air</sub>, Pt ] où interviennent l'oxygène de l'atmosphère de traitement et l'oxygène de l'air.



La fem est donnée par la loi de Nernst :

$$E = \Pi_2 - \Pi_1 = \frac{RT}{nF} \text{Ln} \left( \frac{p_{\text{O}_2 \text{ air}}}{p_{\text{O}_2 \text{ atm}}} \right)^{1/2} = \frac{RT}{4F} \text{Ln} \left( \frac{p_{\text{O}_2 \text{ air}}}{p_{\text{O}_2 \text{ atm}}} \right)$$

soit aussi  $E = 4,96 \cdot 10^{-2} T \text{ Log} \frac{p_{\text{O}_2 \text{ ref}}}{p_{\text{O}_2}}$  avec E en mV et T en K.

En général, l'atmosphère est à la pression atmosphérique  $p = 1 \text{ atm}$  et donc  $p_{\text{O}_2 \text{ ref}} = 0,21 \text{ atm}$ .

**Exemple :**  $E = 1,154 \text{ V}$ ,  $T = 900 \text{ °C}$  donne  $\frac{p_{\text{O}_2 \text{ air}}}{p_{\text{O}_2 \text{ atm}}} = 6,64 \cdot 10^{19}$  donc  $p_{\text{O}_2} = 3,2 \cdot 10^{-21} \text{ atm}$ .

Si  $p_{\text{CO}} = 0,2 \text{ atm}$ , on obtient :  $K_p = 8,62 \cdot 10^{-9}$  et  $p_{\text{CO}_2} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ atm}$ .

### 4. Mesure de la température de rosée

Cette méthode repose sur différents équilibres dont en particulier :  $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \Leftrightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ . On

a la relation  $\% \text{H}_2\text{O} = e^{\frac{19,337 - 5422,2}{T}}$  où T est la température de rosée. La relation sera justifiée dans le cours sur les changements d'état.

### 5. Méthode du fil résistif

A l'aide d'un pont de Wheatstone, on peut mesurer la résistance d'un fil dont la résistance varie avec le % de carbone.