

## Modélisation du transfert thermique et de masse de la pyrolyse du bois - PART 1

**L. Godard-Cadillac, T.-H. Nguyen-Bui**

*ludovic.godard-cadillac@u-bordeaux.fr*

*thanh-ha.nguyen-bui@u-bordeaux.fr*

On propose d'étudier un modèle décrivant la pyrolyse du bois en tenant compte des trois principales phase de combustion : formation du charbon, des gaz et de la vapeur d'eau due au séchage du bois.

### 1 Modèle mathématique de la pyrolyse du bois

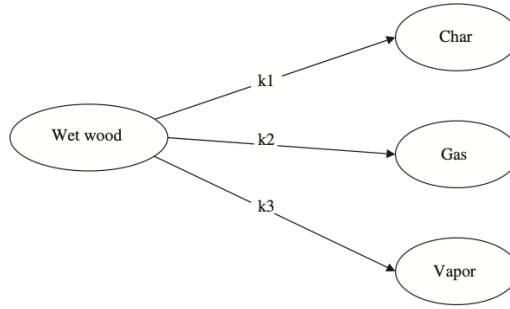


Figure 1: Multi-reactions de la pyrolyse du bois humide.

#### 1.1 Equations de conservation de la masse

Les équations de conservation de masse pour le bois, le charbon, les gaz, le liquide et la vapeur sont données comme suit :

$$\begin{cases} \frac{\partial \rho_b}{\partial t} = -(k_1 + k_2)\rho_b, \\ \frac{\partial \rho_c}{\partial t} = k_1\rho_b, \\ \frac{\partial \rho_g}{\partial t} = k_2\rho_b, \\ \frac{\partial \rho_l}{\partial t} = -k_3\rho_l, \\ \frac{\partial \rho_v}{\partial t} = k_3\rho_l \end{cases} \quad t \in [0, t_M], \quad (1)$$

$k_1, k_2, k_3$  sont les taux des réactions chimiques de la pyrolyse,

$\rho_b, \rho_c, \rho_g, \rho_l, \rho_v$  sont les densités du bois, du charbon, du gaz, du liquide et la vapeur, respectivement.  $t(s)$  représente le temps,  $t_M$  le temps maximum de l'étude.

Les taux des réactions chimiques,  $k_i$ , de la pyrolyse du bois humide sont régis par la loi d'Arrhenius au premier ordre :

$$k_i = A_i \exp\left(\frac{-E_i}{RT}\right), \quad i = 1, 2, 3, \quad (2)$$

où  $T(K)$  étant la température,  
 $A_i$  sont des constantes de réaction,

$E_i$  les énergies d'activation (J/mol),

$R$  la constante universelle des gaz (8.314472 J/(mol.K)).

La masse volumique initiale du bois humide contient un pourcentage de celle de l'eau:

$$\rho_0 = (1 - \chi)\rho_{b0} + \chi\rho_{l0}, \quad (3)$$

avec  $\chi$  le pourcentage de masse de l'humidité contenue dans le bois.

	$A$ (s <sup>-1</sup> )	$E$ (kJ mol <sup>-1</sup> )
<i>Pyrolysis reactions</i>		
Wood $\xrightarrow{k_1}$ Char	$7.38 \times 10^5$	106.5
Wood $\xrightarrow{k_2}$ Gas	$1.44 \times 10^4$	88.6
<i>Drying process</i>		
Moisture $\xrightarrow{k_3}$ Vapor	$5.13 \times 10^{10}$	88

Figure 2: Paramètres de la Cinétique chimique.

Species	Mongolian oak	White birch	Aspens	Spruce	White pine	Masters larch
Density (kg m <sup>-3</sup> )	888	740	582	469	360	469
Moisture content (%)	14.9	15.3	14.4	14.1	14.6	14.2

Figure 3: Masse volumique de quelques bois humides.