

Inhalation de substances volatiles dans l'air ambiant

A. Concentration dans l'air du sol

Si le polluant est mesuré dans le sol :

$$C_{air\ sol} = \min \left[\frac{H * \rho * 1000}{\rho * Koc * foc + \theta_w + H * \theta_a} * C_{sol}; H * S * 1000 \right]$$

(1^{ère} partie de l'équation CM-3a)

Avec $C_{air\ sol}$: concentration dans l'air du sol, mg/m³

H : constante de Henry à la température du système (-)

C_{sol} : concentration totale dans les sols, mg/kg

ρ : densité du sol, g/cm³

θ_w : teneur en eau dans le sol (-)

θ_a : teneur en air dans le sol (-)

Koc : coefficient de partage du carbone organique, cm³/g

foc : fraction de carbone organique dans le sol (-)

S : solubilité du polluant, µg/L

Le terme H*S*1000 correspond à la saturation de l'air du sol, le coefficient 1000 permettant d'harmoniser les unités.

Si la pollution est mesurée dans l'eau :

$$C_{air\ sol} = C_{eau} * H$$

(équation 2 de Johnson & Ettinger)

Avec C_{eau} : concentration dans les eaux, µg/L

$C_{air\ sol}$: concentration de vapeurs dans l'air du sol, mg/m³

H : constante de Henry à la température du système (-)

La constante de Henry sans dimension est calculée à partir de l'équation de Clapeyron :

$$H = \frac{\exp \left[-\frac{\Delta H_{v,TS}}{R_C} * \left(\frac{1}{T_S} - \frac{1}{T_R} \right) \right] H_R}{R * T_S}$$

(équation 3 de Johnson & Ettinger)

Avec $\Delta H_{v,TS}$: enthalpie de vaporisation à la température du système, cal/mol

T_R : température de référence de la constante de Henry, °K

H_R : constante de Henry à la température de référence, atm m³/mol

R_C : constante (1,9872 cal/mol °K)

R : constante ($8,205 \cdot 10^{-5} \text{ atm m}^3/\text{mol } ^\circ\text{K}$)

L'enthalpie de vaporisation est calculée à partir de la relation de Lyman et al. (1990) :

$$\Delta H_{v,TS} = \Delta H_{v,b} \left[\frac{\left(1 - \frac{T_S}{T_C}\right)}{\left(1 - \frac{T_B}{T_C}\right)} \right]^n$$

(équation 4 de Johnson & Ettinger)

Avec $\Delta H_{v,b}$: enthalpie de vaporisation au point d'ébullition, cal/mol

T_S : température du système, $^\circ\text{K}$

T_C : température critique, $^\circ\text{K}$

T_B : température au point d'ébullition, $^\circ\text{K}$

n : constante (-)

B. Concentration dans l'air ambiant

$$C_{ext} = FA * C_{air\ sol}$$

Avec C_{ext} : concentration dans l'air ambiant au point d'exposition, mg/m^3

$C_{air\ sol}$: concentration dans l'air du sol, mg/m^3

FA : facteur d'atténuation de la concentration entre l'air du sol et l'air ambiant (-)

Le facteur FA se calcule comme suit :

$$FA = \frac{1}{1 + \left(\frac{vit_v * h_{mel} * L_T}{D_{eff} * L_{zp}} \right)}$$

(2^e partie de l'équation CM-3a)

Avec vit_v : vitesse du vent, m/s

h_{mel} : hauteur de la zone de mélange dans l'air ambiant, m

L_T : profondeur de la source, m

D_{eff} : coefficient de diffusion effectif total dans le sol, m^2/s

L_{zp} : longueur de la zone d'émission (ou zone polluée), m

Le coefficient de diffusion effectif dans la couche de sol est :

$$D_{sol}^{eff} = D_a \left(\frac{\theta_a^{3,33}}{n^2} \right) + \left(\frac{D_w}{H} \right) \left(\frac{\theta_w^{3,33}}{n^2} \right)$$

(1^{ère} équation A13 du Tier 2 de RBCA)

Avec D_{sol}^{eff} : coefficient de diffusion effectif dans la couche de sol, m^2/s

D_a : coefficient de diffusion dans l'air, m^2/s

D_w : coefficient de diffusion dans l'eau, m^2/s

θ_a : teneur en air dans la couche de sol (-)

θ_w : teneur en eau dans la couche de sol (-)

n : porosité totale de la couche de sol (-)

Pour la mise en œuvre du modèle, une seule couche de sol sera considérée (hypothèse sécuritaire avec une pollution directement sous l'enrobé ou les apports de terre végétale).

C. Cas d'un sol avec enrobé bitumineux d'épaisseur $h_{enrobé}$

Le coefficient de diffusion effectif du sol/enrobé est :

$$D_{sol-enrobé}^{eff} = \frac{h_{sol} + h_{enrobé}}{\frac{h_{sol}}{D_{sol}^{eff}} + \frac{h_{enrobé}}{D_{enrobé}^{eff}}}$$

(2^e équation A13 du Tier 2 de RBCA)

Avec $D_{sol-enrobé}^{eff}$: coefficient de diffusion effectif dans le sol/enrobé, m^2/s

h_{sol} : épaisseur de la couche de sol, m

$h_{enrobé}$: épaisseur de la couche d'enrobé, m

D_{eff} : coefficient de diffusion effectif du sol, m^2/s

$D_{enrobé}^{eff}$: coefficient de diffusion effectif de l'enrobé, m^2/s

Le coefficient de diffusion effectif de l'enrobé est :

$$D_{enrobé}^{eff} = D_a \left(\frac{\theta_{a,enrobé}^{3,33}}{n_{enrobé}^2} \right) + \left(\frac{D_w}{H} \right) \left(\frac{\theta_{w,enrobé}^{3,33}}{n_{enrobé}^2} \right)$$

(4^e équation A13 du Tier 2 de RBCA)

Avec $D_{enrobé}^{eff}$: coefficient de diffusion effectif dans l'enrobé, m^2/s

$\theta_{a,i}$: teneur en air dans l'enrobé (-)

$\theta_{w,i}$: teneur en eau dans l'enrobé (-)

$n_{enrobé}$: porosité totale de l'enrobé (-)