

ANNEXE C-7 : Calcul pratique d'une CBR_N (Concentration Basée sur les Risques pour la Nappe) à l'aide de BIOSCREEN-AT-v1.43_FR.xlsm et de l'Outil ESR.

Le calcul pratique d'une CBR_N à partir des outils associés au GRER et mis à disposition par la DPS est détaillé ci-dessous.

1.1. Etape 1 : Calcul de la concentration admissible dans la nappe (CBR_{nappe} ou C_0^1) au droit de la pollution

Outil : BIOSCREEN-AT-v1.43_FR.xlsm²

Il s'agit dans un premier temps de déterminer la concentration dans la nappe, qui, après « dispersion » dans l'eau souterraine, aboutirait à une concentration égale à $V_{L_{nappe}}$ en limite aval du terrain.

Ce calcul peut s'effectuer par essais-erreurs à l'aide de l'outil BIOSCREEN-AT-v1.43_FR.xlsm, en introduisant des concentrations croissantes (en partant par exemple de la $V_{L_{nappe}}$) au droit de la source (C_0), jusqu'à obtenir, après un temps de simulation de 100 ans, une concentration (C_{max}) égale à la $V_{L_{nappe}}$ en limite aval de terrain.

Les paramètres requis pour ce calcul sont indiqués au Tableau 1 ; des valeurs par défaut sont proposées pour la majorité d'entre eux à l'Annexe C-1 du GRER, tableau 1-10.

Tableau 1 : Paramètre requis pour le calcul de CBR_{nappe} (C_0) à l'aide de BIOSCREEN-AT-v1.43_FR.xlsm

| Paramètre | Symbole | Unités | Remarque |
|---|-------------------------|------------------------------|--|
| Conductivité hydraulique | K | [cm/sec] | |
| Gradient hydraulique | i | [m/m] | |
| Porosité efficace | η | [-] | |
| Dispersivité longitudinale | α_x | [m] | |
| Dispersivité transversale | α_y | [m] | |
| Dispersivité verticale | α_z | [m] | |
| Facteur de retard | R | | Requis pour les polluants inorganiques, facultatif pour les polluants organiques |
| Densité apparente du sol | ρ_b | [kg/dm ³] | polluants organiques |
| Coefficient de partition | Koc | [L/kg] | polluants organiques |
| Fraction de carbone organique | foc | [-] | polluants organiques |
| Coefficient de dégradation du 1 ^{er} ordre | λ | [1/an] | A fixer à 0/an (approche précautionneuse) |
| Longueur de la zone modélisée | L | [m] | Distance entre la source et le point de conformité |
| Largeur de la zone modélisée | W | [m] | Largeur du terrain |
| Temps de simulation | t | [an] | A fixer à 100 ans |
| Largeur de la source | W_s | [m] | Extension de la pollution perpendiculairement à l'axe d'écoulement souterrain |
| Concentration à la source | C_0 | [μg/L] | Paramètre à déterminer |

Les figures qui suivent illustrent la méthode.

¹ Notation BIOSCREEN

² Version traduite en français pour le SPW (DPS) dans le cadre du projet CONGER avec l'autorisation des auteurs.

1. Encodage des paramètres

Distance séparant la source de pollution du point de conformité

Temps à fixer à 100 ans

BIOSCREEN-AT Système d'aide à la décision basé sur l'atténuation naturelle
S.S. Papadopoulos & Associates, Inc. Version 1.43 M.Karanovic (Jul 2007)

1. HYDROGÉOLOGIE
 Vitesse d'infiltration* Vs 149 (m/an)
 Conductivité Hydraulique K 2.5E-03 (cm/sec)
 Gradient Hydraulique i 0.048 (m/m)
 Porosité efficace η 0.25 (-)

2. DISPERSION
 Dispersivité Longitudinale* alpha x 8.689 (m)
 Dispersivité Transversale* alpha y 0.869 (m)
 Dispersivité Verticale* alpha z 0.000 (m)
 Longueur estimée du panache Lp 442 (m)

3. ADSORPTION
 Facteur de retard* R 1.2 (-)
 Densité apparente du sol rho 1.7 (kg/dm³)
 Coefficient de Partition Koc 38 (L/kg)
 Fraction de Carbone Organique foc 8.0E-4 (-)

4. BIODEGRADATION
 Coeff. de dégradation de 1^{er} ordre* lambda 0.0E+0 (per an)
 Demi-vie du soluté t-half 0.10 (an)

5. GENERAL
 Longueur de la zone modélisée* 442 (m)
 Largeur de la zone modélisée* 9 (m)
 Temps de Simulation* 100.00 (an)

6. SOURCE
 Epaisseur de la Source 3.0 (m)

| Source | |
|-------------|-------------|
| Largeur (m) | Conc.(µg/L) |
| 30 | 9000 |

Conc. à décroissance exponentielle

7. DONNÉES DE TERRAIN POUR LA COMPARAISON

| Concentration (µg/L) | 9000 | 8000 | 1000 | 20 | 5.0 | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Dist. à la Source (m) | 0 | 44 | 88 | 133 | 177 | 221 | 265 | 309 | 354 | 398 | 442 |

8. CHOIX DU TYPE DE RESULTAT A AFFICHER :

Calculer l'atténuation de la C_{max} selon la distance
 Calculer la dispersion du panache
 Recalculer cette feuille
 Coller un exemple "démon"
 Voir la C_{max}
 Voir le panache
 Coller le jeu de données de BIOSCREEN
 Restaurer les Formules pour Vs, les dispersivités, R, lambda, et autres
 Voir BIOSCREEN

Instructions pour les données d'entrée :
 1. Entrer directement une valeur...ou
 2. Calculer à partir des valeurs encodées en gris dans les cellules en dessous.
 Variable* 10 → Donnée directement utilisée par le modèle. Valeur calculée par le modèle. (N'encodiez aucune donnée)

Vue en plan du panache
 Concentrations observées aux puits de contrôle
 En l'absence de données, laissez vide ou entrer "0"

Objectif de qualité au point de conformité

Coefficient de Biodégradation à fixer au stade ESR à 0/an

2. Test d'une valeur de C₀ (CBR_{nappe})

BIOSCREEN-AT Système d'aide à la décision basé sur l'atténuation naturelle
 S.S. Papadopulos & Associates, Inc. Version 1.43 M.Karanovic (Jul 2007)

1. HYDROGEOLOGIE
 Vitesse d'infiltration* Vs 149 (m/an)
 ou ↑ ou
 Conductivité Hydraulique K 2.5E-03 (cm/sec)
 Gradient Hydraulique i 0.048 (m/m)
 Porosité efficace η 0.25 (-)

2. DISPERSION
 Dispersivité Longitudinale* alpha x 8.689 (m)
 Dispersivité Transversale* alpha y 0.869 (m)
 Dispersivité Verticale* alpha z 0.000 (m)
 ou ↑ ou
 Longueur estimée du panache Lp 442 (m)

3. ADSORPTION
 Facteur de retard* R 1.2 (-)
 ou ↑ or
 Densité apparente du sol rho 1.7 (kg/dm³)
 Coefficient de Partition Koc 38 (L/kg)
 Fraction de Carbone Organique foc 8.0E-4 (-)

4. BIODEGRADATION
 Coeff. de dégradation de 1^{er} ordre* lambda 0.0E+0 (par an)
 ou ↑ or
 Demi-vie du soluté t-half 0.10 (an)

ou Modèle de Réaction Instantanée
 Delta Oxygène* DO 5780 (µg/L)
 Delta Nitrates* NO3 17000 (µg/L)
 Fer Ferreux Observé* Fe2+ 11300 (µg/L)
 Delta Sulfates* SO4 100000 (µg/L)
 Méthane Observé* CH4 414 (µg/L)

5. GENERAL
 Longueur de la zone modélisée* 442 (m) L
 Largeur de la zone modélisée* 98 (m) W
 Temps de Simulation* 100.00 (an)

6. SOURCE
 Epaisseur de la Source 3.0 (m)

| Source | |
|-------------|------|
| Largeur (m) | 30 |
| Conc.(µg/L) | 9000 |

Conc. à décroissance exponentielle

7. DONNEES DE TERRAIN POUR LA COMPARAISON

| Concentration (µg/L) | 9000 | 8000 | 1000 | 20 | 5.0 | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Dist. à la Source (m) | 0 | 44 | 88 | 133 | 177 | 221 | 265 | 309 | 354 | 398 | 442 |

8. CHOIX DU TYPE DE RESULTAT A AFFICHER :

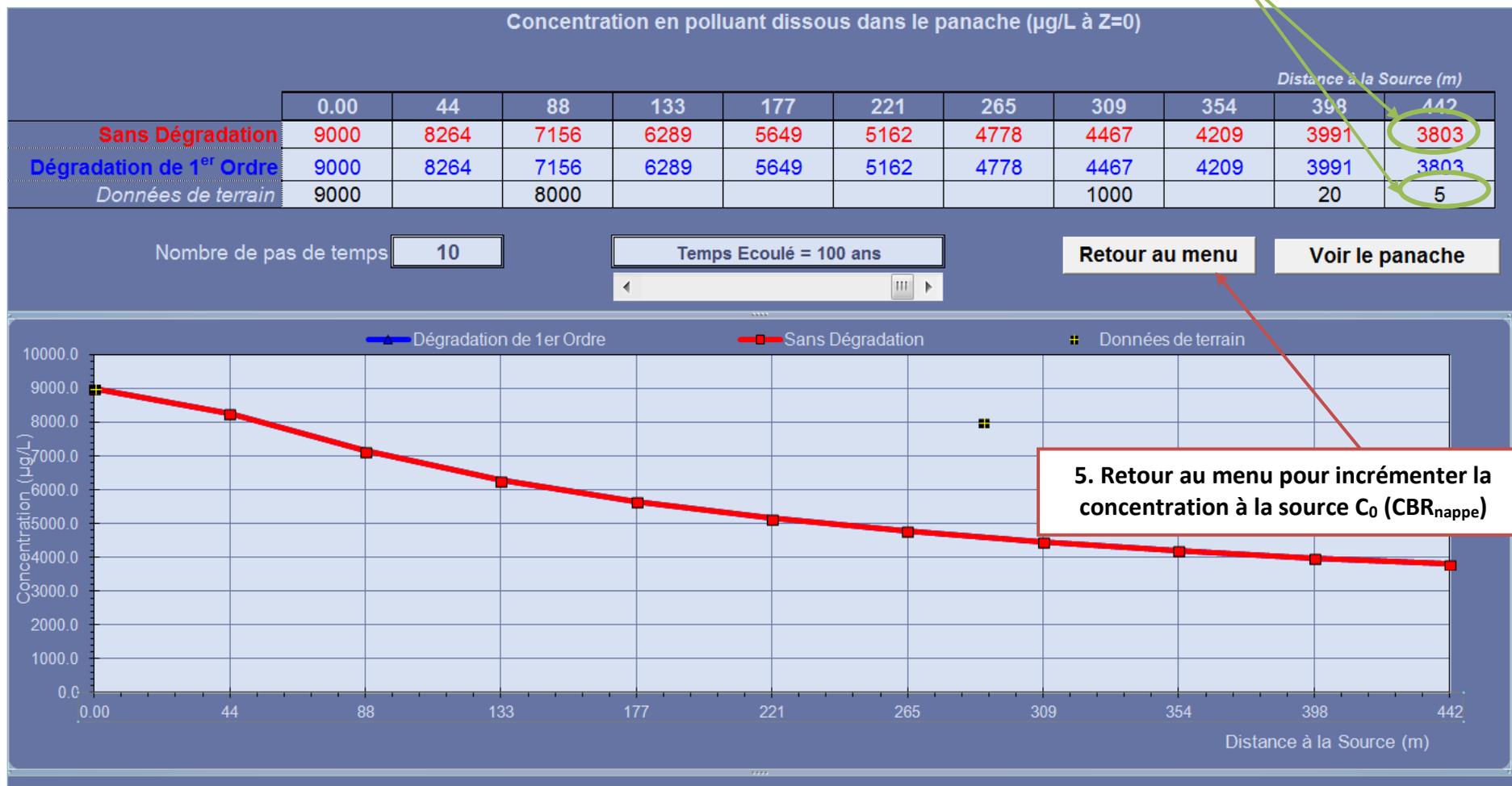
| | | |
|---|--|---|
| Calculer l'atténuation de la C_{max} selon la distance | Calculer la dispersion du panache | Recalculer cette feuille |
| Voir la C _{max} | Voir le panache | Coller un exemple "démon" |
| Voir BIOSCREEN | | Coller le jeu de données de BIOSCREEN |
| | | Restaurer les Formules pour Vs, les dispersivités, R, lambda, et autres |

Instructions pour les données d'entrée :
 115 → 1. Entrer directement une valeur...ou
 ↑ or
 0.02 → 2. Calculer à partir des valeurs encodées en gris dans les cellules en dessous.
 (pour restaurer les formules, cliquer sur le bouton ci-dessous)
 Variable* → Donnée directement utilisée par le modèle.
 10 → Valeur calculée par le modèle. (N'encodé aucune donnée)

Vue en plan du panache
 Concentrations observées aux puits de contrôle
 En l'absence de données, laisser vide ou entrer "0"

3. Calcul de la concentration au point de conformité (C_{max})

4. Comparaison de la concentration au point de conformité C_{max} à l'objectif de qualité fixé



1.2. Etape 2 : Calcul de la concentration admissible dans le sol (CBR_N)

Outil : Outil ESR_.xlsm

La seconde étape consiste à calculer la CBR_N comme une valeur particulière de la VL_{N-aj} spécifique au terrain, à partir de la CBR_{nappe} (ou C₀) préventive des risques de « dispersion » déterminée à l'étape 1. La formule permettant d'accéder à la CBR_N est la suivante :

$$CBR_N = \frac{CBR_{nappe}}{1000} \frac{FD}{F_v K_{sw}}$$

- où : CBR_N [mg/kg] est la concentration en polluant dans le sol basée sur les risques pour la nappe ;
- CBR_{nappe} [µg/L] est la concentration admissible dans la nappe au droit de la pollution calculée à l'étape 1 ;
- FD [-] est le facteur de dilution ;
- F_v [-] est le facteur de redistribution massique ;
- K_{sw} [kg/L] est le facteur de partition sol/lixiviat.

Le facteur de dilution FD, le facteur de redistribution massique F_v ainsi que le facteur de partition sol/eau K_{sw} ont déjà été déterminés lors de l'ajustement des valeurs limites préventives des risques pour les eaux souterraines (VL_N) dans l'outil ESR.xlsm. Ils sont accessibles dans l'onglet « Sélection – données sol », en sélectionnant « Critères Eaux souterraines » puis en « Affichant les détails de l'ajustement ».

| ESR - Evaluation Simplifiée des Risques | |
|--|--|
| SELECTION A PARTIR DES CONCENTRATIONS MESUREES DANS LE SOL | |
| USAGE retenu Type III - Usage résidentiel | |
| Entrez les champs à sélectionner | |
| Nom du site : | |
| N° forage | |
| N° échantillon | |
| Zone | |
| Sous-zone | |
| Profondeur min (m-ns) | |
| Profondeur max (m-ns) | |
| Lithologie | |
| Recouvrement | |
| Date de prélèvement | |
| Critère de sélection personnalisé 1 | |
| Critère de sélection personnalisé 2 | |
| Critère de sélection personnalisé 3 | |
| Critère de sélection personnalisé 4 | |
| Critère de sélection personnalisé 5 | |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>Masquer/Afficher les paramètres non repris dans le "décret sols"</div> <div>Masquer/Afficher les détails de l'ajustement</div> <div>Masquer/Afficher les statistiques descriptives</div> </div> | |
| Type de comparaison | |
| Critères Eaux souterraines | |
| Aquifère du Bruxellien (Sables) | |
| Ajustement selon type de nappe | VR |
| VALEURS LIMITES Critères Eaux souterraines | |
| | VSN-ajustée |
| | VIN-ajustée |
| | FD |
| | Fv |
| | Ksw |
| | FAG VS _{N-aj} / FAG VS _N |
| Métaux/métalloïdes | |
| Arsenic | 12 |

Figure 1 : Outil ESR.xlsm : l'onglet « Sélection – données sol » permet d'afficher les paramètres FD, Fv et Ksw.

L'application de l'équation mentionnée ci-avant fourni dès lors la CBR_N, à laquelle il convient de comparer les concentrations dans le sol afin de se prononcer sur l'absence de menace grave ou sur l'éventuelle existence d'une hypothèse de menace grave