

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.xlsm*²

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 VL_{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 VL_{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		<i>Requis pour les polluants inorganiques, facultatif pour les polluants organiques</i>
Densité apparente du sol	ρ_b	[kg/dm ³]	<i>polluants organiques</i>
Coefficient de partition	Koc	[L/kg]	<i>polluants organiques</i>
Fraction de carbone organique	foc	[-]	<i>polluants organiques</i>
Coefficient de dégradation du 1 ^{er} ordre	λ	[/an]	A fixer à 0/an (approche précautionneuse)
Longueur de la zone modélisée	L	[m]	<i>Distance entre la source et le point de</i>

¹ Notation BIOSCREEN

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

			<i>conformité</i>
Largeur de la zone modélisée	W	[m]	<i>Largeur du terrain</i>
Temps de simulation	t	[an]	<i>A fixer à 100 ans</i>
Largeur de la source	W_s	[m]	<i>Extension de la pollution perpendiculairement à l'axe d'écoulement souterrain</i>
Concentration à la source	C_0	[$\mu\text{g/L}$]	<i>Paramètre à déterminer</i>

Les figures qui suivent illustrent la méthode.

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. HYDROGEOLOGIE
 Vitesse d'infiltration* Vs 149 (m/an)
 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
 Longueur estimée du panache Lp 442 (m)

3. ADSORPTION
 Facteur de retard* R 1.2 (-)
 ou
 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 (1/an)
 ou
 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)
 Methane Observé* CH4 414 (µg/L)

5. GENERAL
 Longueur de la zone modélisée* 442 (m)
 Largeur de la zone modélisée* 98 (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. 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
 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.
 (pour restaurer les formules, cliquer sur le bouton ci-dessous)
 Variable* Donnée directement utilisée par le modèle.
 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"

Objectif de qualité au point de conformité

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

2. Test d'une valeur de C_0 (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* V_s 149 (m/an)
 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* α_x 8.689 (m)
 Dispersivité Transversale* α_y 0.869 (m)
 Dispersivité Verticale* α_z 0.000 (m)
 ou
 Longueur estimée du panache L_p 442 (m)

3. ADSORPTION
 Facteur de retard* R 1.2 (-)
 ou
 Densité apparente du sol ρ 1.7 (kg/dm³)
 Coefficient de Partition K_{oc} 38 (L/kg)
 Fraction de Carbone Organique f_{oc} 8.0E-4 (-)

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

ou Modèle de Réaction Instantanée
 Delta Oxygène* DO 5780 ($\mu\text{g/L}$)
 Delta Nitrates* NO_3 17000 ($\mu\text{g/L}$)
 Fer Ferreux Observé* Fe^{2+} 11300 ($\mu\text{g/L}$)
 Delta Sulfates* SO_4 100000 ($\mu\text{g/L}$)
 Methane Observé* CH_4 414 ($\mu\text{g/L}$)

5. GENERAL
 Longueur de la zone modélisée* 442 (m)
 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. ($\mu\text{g/L}$) 9000

Conc. à décroissance exponentielle

7. DONNEES DE TERRAIN POUR LA COMPARAISON
 Concentration ($\mu\text{g/L}$) 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

Voir BIOSCREEN
 Restaurer les Formules pour V_s , les dispersivités, R , λ , 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'encodrez 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_.xism

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.xism. Ils sont accessibles dans l'onglet « Sélection – données sol », en sélectionnant « Critères Eaux souterraines » puis en « Affichant les détails de l'ajustement ».

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Ram-Sas ESR - Evaluation Simplifiée des Risques							
2	SELECTION A PARTIR DES CONCENTRATIONS MESUREES DANS LE SOL							
3		USAGE retenu						
4		Type III - Usage résidentiel						
5		Entrez les champs à sélectionner						
6	Nom du site :							
7	N° forage							
8	N° échantillon							
9	Zone							
10	Sous-zone							
11	Profondeur min (m-ns)							
12	Profondeur max (m-ns)							
13	Lithologie							
14	Recouvrement							
15	Date de prélèvement							
16	Critère de sélection personnalisé 1							
17	Critère de sélection personnalisé 2							
18	Critère de sélection personnalisé 3							
19	Critère de sélection personnalisé 4							
20	Critère de sélection personnalisé 5							
21		<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>						
22								
23	Type de comparaison							
24	Critères Eaux souterraines	VALEURS LIMITES						
25	Aquifère du Bruxellien (Sables)	Critères Eaux souterraines						
26	Ajustement selon type de nappe	VR	VSN-ajustée	VIN-ajustée	FD	F _v	K _{sw}	Résultats intermédiaires pour l'ajustement des VSN/VIN FAG VS _{N-aj} / FAG VS _N
27	Métaux/métalloïdes							
54	Arsenic	12	-	-	-	-	-	-
55	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
56	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
57	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
58	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
59	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
60	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
61	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
62	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
63	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
64	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
65	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
66	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
67	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
68	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
69	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
70	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
71	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
72	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
73	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
74	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
75	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
76	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
77	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
78	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
79	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
80	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
81	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
82	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
83	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
84	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
85	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
86	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
87	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
88	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
89	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
90	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
91	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
92	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
93	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
94	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
95	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
96	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
97	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
98	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
99	Chlore	12	-	-	-	-	-	-
100	Chlore	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 fournit 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