

ANNEXE B1 : LISTE DES VALEURS LIMITES DE PREMIER NIVEAU (VS_H , VS_{nappe} , VS_{nappe} [volatilisation]) ET DE DEUXIEME NIVEAU (VI_H , VI_{nappe}) RELATIVES A LA PROTECTION DE LA SANTE HUMAINE A UTILISER AU STADE DE L'ESR-SH.

PREAMBULE

L'Annexe B1 reprend les valeurs limites de premier niveau (VS_H , VS_{nappe} , $VS_{nappe [volatilisation]}$) et de deuxième niveau (VI_H , VI_{nappe}) relatives à la protection de la santé humaine.

Ces valeurs sont le résultat de l'application des procédures méthodologiques dont les principes généraux sont explicités à l'**Annexe B8** pour les valeurs limites définies pour le sol et à l'**Annexe C1** (cf. GRER-Partie C) pour celles définies pour les eaux souterraines.

Il est à noter que ces valeurs limites ne sont pas des valeurs normatives et peuvent exclusivement être utilisées dans le cadre de l'ESR-SH relative à une pollution historique et moyennant le respect des règles d'utilisation définies à la section 4.2.2.2 du GRER-Partie B.

Les valeurs limites sont précisées pour cinq usages du « décret sols » :

- type I : **naturel** ;
- type II : **agricole**¹ ;
- type III : **résidentiel** ;
- type IV : **récréatif**² ;
- type V : **industriel** ;

Chacun de ces scénarios est décrit à l'**Annexe B3**.

¹ La variante IIa – *Qualité des produits agricoles* étant fondée sur une approche différente de celles des autres scénarios standard, et n'ayant pas été retenue pour le calcul des valeurs limites présentées à l'Annexe B1, elle pourra être détaillée ultérieurement.

² Le « décret sols » fait référence à un usage récréatif ou commercial mais le scénario « récréatif » n'est pas entièrement approprié pour un usage commercial, comme expliqué au paragraphe **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Valeurs limites	V _H					V _H ⁽⁷⁾				
	(mg/kgm.s)					(mg/kgm.s)				
Type d'usage	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
	Usage naturel	Usage agricole	Usage résidentiel	Usage récréatif ou commercial	Usage industriel	Usage naturel	Usage agricole	Usage résidentiel	Usage récréatif ou commercial	Usage industriel
Métaux lourds et métalloïdes										
Arsenic	244	6.7	109	244	541	488	14	217	488	4194
Cadmium	98	0.22	3.1	96	198	196	0.46	6.23	193	397
Chrome	571	17	290	571	4892	2853	92	1452	2853	(24400)
Chrome VI	35	7.3	7.3	31	19	348	73	73	311	194
Cuivre	14332	102	839	14157	(36526)	(71661)	511	4196	(70786)	(182629)
Mercure ⁽¹⁾	31	0.5	4.8	31	256	309	4.8	48	309	2510
Nickel	2283	53	733	2283	1936	11413	266	3730	11413	19358
Plomb	408	13	196	408	3090	817	27	393	816	6180
Zinc	(109156)	532	7233	(108588)	(468060)	(224174)	1065	14587	(223694)	-
Hydrocarbures aromatiques monocycliques non halogénés										
Benzène	19	0.10	0.14	1.30	1.45	187	0.97	1.44	13	14
Ethylbenzène	5268	4.9	10	144	163	(99928)	49	102	(77035)	(645951)
Toluène	6670	3.8	5.0	27	31	(223942)	38	50	268	305
Xylènes ⁽²⁾	13373	6.0	11	95	109	(187849)	60	109	(155304)	(935413)
Styrène	127	0.63	1.5	25	65	1266	6.3	15	252	653
Phénol	1758	1.9	4.1	93	86	17581	19	41	926	863
Hydrocarbures aromatiques polycycliques										
Naphtalène	1860	2.1	4.1	46	53	(21258)	21	41	18895	(116543)
Acénaphylène	861	0.68	1.7	126	310	11527	6.8	17	8115	(23217)
Acénaphthène	6439	11	27	5835	(44627)	(64937)	108	5866	(64323)	(455663)
Fluorène	4317	8.4	21	4100	(30090)	(43315)	84	13795	(43093)	(304114)
Phénanthrène	4329	15	38	4259	(30336)	(43328)	10316	(22487)	(43252)	(304360)
Anthracène	(32498)	14421	(20329)	(32483)	(70245)	(324988)	(158503)	(210776)	(324926)	(704413)
Fluoranthène	1353	13	33	1335	9487	13540	131	332	13521	(95119)
Pyrène	3249	19	48	3241	(22822)	(32498)	5906	17530	(32485)	(228340)
Benzo(a)anthracène	123	0.95	2.6	121	261	1228	9.8	26	1225	2620
Chrysène	1228	5.2	380	1226	2622	12280	590	7370	12263	(26219)
Benzo(b)fluoranthène	123	0.24	0.62	122	262	1228	2.4	400	1226	2622
Benzo(k)fluoranthène	123	0.96	3.2	123	262	1228	9.7	481	1226	2622
Benzo(a)pyrène	12	0.19	1.3	12	26	123	2.1	13	122	262
Dibenzo(a,h)anthracène	12	0.04	1.4	12	26	123	0.56	14	122	261
Benzo(g,h,i)pérylène	3250	110	2076	3249	(22835)	(32499)	1155	(21120)	(32494)	(228353)
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène	123	0.48	2.0	123	262	1228	9.2	695	1226	2622
Hydrocarbures halogénés										
Dichlorométhane	34	0.25	0.61	25	44	341	2.5	6.1	250	443
Trichlorométhane	81	0.60	1.5	9.3	10	815	6.0	15	93	102
Tétrachlorométhane	4.96	0.01	0.02	0.22	0.24	50	0.12	0.23	2.2	2.4
Tétrachloroéthylène	325	0.43	0.96	22	25	11095	4.3	9.6	223	254
Trichloroéthylène	180	0.44	0.44	2.8	3.2	1802	4.4	4.4	28	32
1,2-Dichloroéthylène (cis+trans)	166	0.30	0.39	2.0	2.2	12095	3.0	3.9	20	22
Chlorure de vinyle	1.92	0.01	0.01	0.10	0.07	19	0.10	0.12	0.95	0.98
1,1,1-Trichloroéthane	888	2.5	2.6	11	13	(31972)	25	26	114	128
1,1,2-Trichloroéthane	12	0.12	0.27	5.2	8.1	121	1.2	2.7	52	81
1,2-Dichloroéthane	29	0.10	0.25	20	33	289	1.0	2.5	197	329
Cyanures										
cyanures libres	113	0.26	0.26	1.11	1.29	1130	2.60	2.62	11	13
Autres composés organiques										
Methyl-Tert-Butyl-Ether (MTBE)	1739	3.8	8.9	364	359	18224	38	89	3637	3589
Hydrocarbures pétroliers⁽³⁾										
Fractions EC aliphatiques										
EC ₅₋₆ alip	8935	26	27	116	125	(89352)	257	268	1161	1246
EC ₆₋₈ alip	(22867)	53	59	268	303	(228666)	529	591	2682	3034
EC ₈₋₁₀ alip	4268	8.9	12	63	73	(42681)	89	118	629	734
EC ₁₀₋₁₂ alip	8355	21	44	321	377	(83546)	226	443	3209	3770
EC ₁₂₋₁₆ alip	10175	91	288	1450	1703	(101747)	994	2881	14503	17026
EC ₁₆₋₂₁ alip	(216659)	3124	(137421)	(216624)	-	-	(34209)	-	-	-
EC ₂₁₋₃₅ alip	(216659)	3134	(141072)	(216624)	-	-	(34315)	-	-	-
Fractions EC aromatiques										
EC ₆₋₇ arom (benzène) ⁽⁴⁾	22	0.17	0.31	2.9	3.2	221	1.7	3.1	29	32
EC ₇₋₈ arom (toluène) ⁽⁵⁾	1282	3.8	5.0	27	31	12817	38	50	268	305
EC ₈₋₁₀ arom	1543	4.3	8.3	91	105	15431	43	83	907	1046
EC ₁₀₋₁₂ arom	2189	3.9	9.3	143	334	(21891)	39	93	1428	3342
EC ₁₂₋₁₆ arom	2946	5.0	12	245	876	(29461)	50	123	2455	8760
EC ₁₆₋₂₁ arom	3206	3.9	9.90	2167	13063	(32057)	39	99	(21672)	(130632)
EC ₂₁₋₃₅ arom	3244	5.9	16	3126	(21524)	(32443)	61	158	(31257)	(215244)

Valeurs limites	VS _H					VI _H ⁽⁷⁾				
	(mg/kg.m.s)					(mg/kg.m.s)				
Type d'usage	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
	Usage naturel	Usage agricole	Usage résidentiel	Usage récréatif ou commercial	Usage industriel	Usage naturel	Usage agricole	Usage résidentiel	Usage récréatif ou commercial	Usage industriel
Fractions EC globales⁽⁶⁾										
Fraction EC ₅₋₈	143	1.0	1.87	16	18	1435	10	19	160	178
Fraction EC _{>8-10}	2790	6.7	10	69	81	(27900)	67	105	692	806
Fraction EC _{>10-12}	4528	9.1	21	316	363	(45284)	93	207	3159	3630
Fraction EC _{>12-16}	5861	15	37	738	1327	(58607)	149	373	7376	13270
Fraction EC _{>16-21}	10329	13	33	7059	(42689)	(103292)	130	330	(70591)	(426894)
Fraction EC _{>21-35}	10449	20	53	10080	(69457)	(104491)	201	526	(100797)	(694567)

Les valeurs en **rouge** dépassent la concentration saturante (C_{sat}) calculée pour le polluant et en considérant les propriétés de l'horizon A.

Les valeurs entre parenthèses (valeur) excèdent les gammes de concentrations courantes rencontrées.

Le tiret "-" signifie que les concentrations dépassent le kg de polluant par kg de sol.

(1) Les s VS_H sont calculées en supposant l'hypothèse (conservatoire) de l'additivité des doses d'exposition entre les différentes voies d'administration et les différentes formes du mercure :

$$1/VS_{H-Hg\ total} = 95\% \times (1/VS_{H-mercure\ inorganique}) + 5\% \times (1/VS_{H-monométhylmercure})$$

En l'absence de VTR pour le diméthylmercure, aucune VS_H n'a pu être établie pour ce polluant. Il n'est par conséquent pas considéré dans l'élaboration de la norme du mercure total.

(2) Moyenne géométrique des isomères o-, m- et p-xylène.

(3) Pour rappel, des critères additionnels relatifs à la menace grave et à la nécessité de l'assainissement sont précisés dans la Partie A du GRER (§5.6.1.2) pour les hydrocarbures pétroliers.

(4) Les VS_H et les VI_H relatives à la fraction aromatique EC_{>6-7 arom} sont calculées en considérant exclusivement les effets non cancérogènes du benzène, seul composé aromatique de la fraction EC_{>6-7 arom} (EC = 6,5).

(5) Les VS_H et les VI_H relatives à la fraction aromatique EC_{>7-8 arom} sont calculées sur base des propriétés physico-chimiques et toxicologiques du toluène, seul composé aromatique de la fraction EC_{>7-8 arom} (EC = 7,6).

(6) En considérant que chaque fraction exprimée en EC est constituée de 70 % de composés aliphatiques et 30 % d'aromatiques.

(7) La méthode de calcul des valeurs de VI_H reprises dans la présente Annexe diffère de celle qui a été appliquée en 2008 en vue de la définition des normes VS et VI de l'Annexe 1 du « décret sols » (SPAQuE – Service des Expertises des sols, 2008. Propositions de 'normes' pour l'interprétation des mesures de concentrations en polluants dans les sols et les eaux souterraines. Version 3 mise à jour au 30 octobre 2008). Les VI_H de 2008 qui sont à l'origine des normes VI du « décret sols » (après combinaison aux VI_N et VI_E), ont été calculées comme les concentrations du sol qui donnent lieu à des doses d'exposition atteignant 10 fois les Valeurs toxicologiques de référence (VTR), c'est-à-dire donnant un Indice de Risque IR = 10.

Compte tenu des orientations prises à propos des principes d'acceptation des risques dans le cadre des ateliers du GIER (option de recourir au modèle des feux de signalisation dans les prises de décisions en termes de « menace grave »), les VI_H ont été mises en concordance avec les nouveaux principes convenus. Concrètement, le facteur multiplicateur unique de 10 qui était appliqué sur les VTR dans la méthode de 2008 reste d'application pour les polluants à effets « sans seuil » mais il évolue désormais, pour les polluants associés à des effets « à seuil », en un facteur de valeur variable selon la nature des polluants : le facteur multiplicateur (désigné IR-I dans la méthode mise à jour), est fixé en fonction des facteurs d'incertitudes associés à la VTR pour la voie orale et à la VTR pour la voie par inhalation, cf. 2.15). En conséquence, par rapport aux valeurs VI_H définies en 2008, les nouvelles valeurs VI_H diminuent (soit de 2 fois, soit de 5 fois) pour tous les polluants associés à des effets « à seuil » dont les valeurs IR-I (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) ne sont plus égales à 10 (IR-I=2 ou IR-I = 5).

Ainsi,

- si IR-I = 2 (cas des polluants dont les valeurs des facteurs d'incertitude associées aux VTR sont comprises entre 1 et 10), les VI_H ont été calculées en considérant comme VTR celles utilisées pour le calcul de la VS_H multipliées par un facteur 2 ;
- si IR-I = 5 (cas des polluants dont les valeurs des facteurs d'incertitude associées aux VTR sont comprises entre 10 et 500), les VI_H ont été calculées en considérant comme VTR celles utilisées pour le calcul de la VS_H multipliées par un facteur 5 ;
- si IR-I = 10 (cas des polluants dont les valeurs des facteurs d'incertitude associées aux VTR sont supérieures à 500), les VI_H ont été calculées en considérant comme VTR celles utilisées pour le calcul de la VS_H multipliées par un facteur 10.

	EAUX SOUTERRAINES			
	Annexe 1 du "Décret sols" sauf autrement précisé			Propositions GRER (v01 du 01/01/2013)
Valeurs limites	VR _{nappe}	VS _{nappe}	VI _{nappe}	VS _{nappe} [volatilisation] ⁽¹⁾
	µg/L			
Métaux lourds et métalloïdes				
Arsenic	1	10	40	NP
Cadmium	0,25	5	20	NP
Chrome	2,5	50	100	NP
Chrome VI	2,5	9	90	NP
Cuivre	15	100	200	NP
Mercure	0,1	1	4	
<i> Mercure inorganique</i>	<i>non précisé</i>	<i>non précisé</i>	<i>non précisé</i>	NP
<i> Monométhylmercure</i>	<i>non précisé</i>	<i>non précisé</i>	<i>non précisé</i>	NP
<i> Mercure élémentaire</i>	<i>non précisé</i>	<i>non précisé</i>	<i>non précisé</i>	0,60
Nickel	10	20	80	NP
Plomb	2,5	10	40	NP
Zinc	90	200	400	NP
Hydrocarbures aromatiques monocycliques non halogénés				
Benzène	0,25	10	40	240
Ethylbenzène	2	300	1520	12375
Toluène	2	700	5850	4760
Xylènes	4	500	2175	8015
<i> o-xylène</i>	<i>non précisé</i>	<i>non précisé</i>	<i>non précisé</i>	<i>11640</i>
<i> p-xylène</i>	<i>non précisé</i>	<i>non précisé</i>	<i>non précisé</i>	<i>8140</i>
<i> m-xylène</i>	<i>non précisé</i>	<i>non précisé</i>	<i>non précisé</i>	<i>8015</i>
Styrène	2	20	110	10925
Phénol	0,2	120	1115	44200
Hydrocarbures aromatiques polycycliques				
Naphtalène	0,05	60	410	1305
Acénaphtylène	0,05	70	660	6275
Acénaptène	0,05	180	1800	5115
Fluorène	0,05	120	1200	NP
Phénanthrène	0,05	120	240	NP
Anthracène	0,05	75	150	NP
Fluoranthène	0,05	4	60	NP
Pyrène	0,05	90	900	NP
Benzo(a)anthracène	0,05	7	14	NP
Chrysène	0,05	1,5	3	NP
Benzo(b)fluoranthène	0,05	1,5	69	NP
Benzo(k)fluoranthène	0,05	0,8	1,6	NP
Benzo(a)pyrène	0,05	0,7	1,4	NP
Dibenzo(a,h)anthracène	0,05	0,7	7	NP

	EAUX SOUTERRAINES			
	Annexe 1 du "Décret sols" sauf autrement précisé			Propositions GRER (v01 du 01/01/2013)
Valeurs limites	VR _{nappe}	VS _{nappe}	VI _{nappe}	VS _{nappe} [volatilisation] ⁽¹⁾
Benzo(g,h,i)pérylène	0,05	0,3	0,5	NP
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène	0,05	0,22	0,44	NP
Hydrocarbures halogénés				
Dichlorométhane	1	20	90	135300
Trichlorométhane	1	200	815	3515
Tétrachlorométhane	1	2	8	60
Tétrachloroéthylène	1	40	170	2085
Trichloroéthylène	1	70	290	335
1,2-Dichloréthylène (cis+trans)	2	50	200	740
1,2-Dichloréthylène (cis)	<i>non précisé</i>	<i>non précisé</i>	<i>non précisé</i>	740
1,2-Dichloréthylène (trans)	<i>non précisé</i>	<i>non précisé</i>	<i>non précisé</i>	800
Chlorure de vinyle	1	5	20	18
1,1,1-Trichloroéthane	2	500	8450	2090
1,1,2-Trichloroéthane	2	12	50	5715
1,2-Dichloroéthane	2	30	125	38365
Cyanures				
cyanures libres	2	70	140	27
Autres composés organiques				
Methyl-Tert-Butyl-Ether (MTBE)	2	300	1235	335860
Hydrocarbures pétroliers				
Fractions EC aliphatiques				
EC ₅₋₆ alip	50 ⁽²⁾	6000 ⁽³⁾	12000 ⁽⁵⁾	2180
EC _{>6-8} alip	50 ⁽²⁾	6000 ⁽³⁾⁽⁴⁾	12000 ⁽⁵⁾	1435
EC _{>8-10} alip	50 ⁽²⁾	300 ⁽³⁾	600 ⁽⁵⁾	49
EC _{>10-12} alip	50 ⁽²⁾	300 ⁽³⁾⁽⁴⁾	600 ⁽⁵⁾	33
EC _{>12-16} alip	60 ⁽²⁾	300 ⁽³⁾⁽⁴⁾	600 ⁽⁵⁾	NP
EC _{>16-21} alip	60 ⁽²⁾	6000 ⁽³⁾⁽⁴⁾	12000 ⁽⁵⁾	NP
EC _{>21-35} alip	80 ⁽²⁾	6000 ⁽³⁾⁽⁴⁾	12000 ⁽⁵⁾	NP
Fractions EC aromatiques				
EC _{>6-7} arom (benzène) ⁽⁷⁾	50 ⁽²⁾	100 ⁽³⁾⁽⁷⁾	200 ⁽⁵⁾⁽⁷⁾	845
EC _{>7-8} arom (toluène)	50 ⁽²⁾	669 ⁽³⁾	1338 ⁽⁵⁾	4760
EC _{>8-10} arom	50 ⁽²⁾	120 ⁽³⁾	240 ⁽⁵⁾	1620
EC _{>10-12} arom	50 ⁽²⁾	120 ⁽³⁾	240 ⁽⁵⁾	5500
EC _{>12-16} arom	50 ⁽²⁾	120 ⁽³⁾	240 ⁽⁵⁾	NP
EC _{>16-21} arom	60 ⁽²⁾	90 ⁽³⁾⁽⁴⁾	180 ⁽⁵⁾	NP
EC _{>21-35} arom	80 ⁽²⁾	90 ⁽³⁾⁽⁴⁾	180 ⁽⁵⁾	NP
Fractions EC globales⁽⁶⁾				
Fraction EC5-8	30	60	120	<i>non précisé</i>

	EAUX SOUTERRAINES			
	Annexe 1 du "Décret sols" sauf autrement précisé			Propositions GRER (v01 du 01/01/2013)
Valeurs limites	VR _{nappe}	VS _{nappe}	VI _{nappe}	VS _{nappe[volatilisation]} ⁽¹⁾
Fraction EC >8-10	30	200	400	<i>non précisé</i>
Fraction EC >10-12	40	200	400	<i>non précisé</i>
Fraction EC >12-16	5	200	400	<i>non précisé</i>
Fraction EC >16-21	15	300	600	<i>non précisé</i>
Fraction EC >21-35	15	300	600	<i>non précisé</i>

NP - non pertinent - s'applique aux polluants organiques dont la concentration VS_{nappe[volatilisation]} dépasse la solubilité de la substance (ces substances ne sont par conséquent pas susceptibles de poser un risque pour la santé humaine par volatilisation) et aux métaux lourds.

(1) Les valeurs de VS_{nappe[volatilisation]} sont calculées sur base du module CSOIL du logiciel RISC Human v.3.3, les propriétés physico-chimiques spécifiées à l'Annexe B4 et les valeurs toxicologiques de référence (VTRinh) spécifiées à l'Annexe B5 du GRER-PARTIE B. Ces valeurs sont calculées pour un scénario résidentiel (III) en considérant une profondeur de contamination (Dpo) de 1.25 m. Ces valeurs correspondent à la concentration dans l'eau porale (Cpw) (et assimilée à la concentration dans l'eau souterraine (Cgw) dans le logiciel) assurant un indice des risques lié à l'inhalation (IRinh) égal à 1. Les voies d'exposition directes n'étant plus pertinentes, les seules voies considérées sont l'inhalation d'air intérieur, extérieur et l'inhalation de vapeurs durant la douche (voie minoritaire).

(2) Les VR_{nappe} pour les fractions aromatiques et aliphatiques ne sont pas reprises dans le « décret sols ». Elles ont été fixées à la limite de quantification (LQ), elle-même fixée à deux fois la limite de détection (LD) fournie par le laboratoire Analytico pour une quantification des fractions aliphatiques et aromatiques par GC-FID. (Source : Annexe II. Propositions de "normes" pour l'interprétation des mesures de concentrations en polluants dans les sols et les eaux souterraines. Version 3-mise à jour 30 octobre 2008).

(3) Valeurs calculées en considérant que 10 % de la valeur toxicologique de référence soit allouée à la consommation quotidienne de 2 litres d'eau de boisson par un adulte pesant 60 kg. (Source : Annexe II. Propositions de "normes" pour l'interprétation des mesures de concentrations en polluants dans les sols et les eaux souterraines. Version 3-mise à jour 30 octobre 2008).

(4) Valeurs dépassant la solubilité de la fraction aromatique ou aliphatique.

(5) Contrairement aux autres polluants organiques, la procédure méthodologique pour le calcul des VI_{nappe} n'a pas pu être appliquée aux fractions aliphatiques et aromatiques par manque de données (notamment les temps de demie-vie). (Source : Annexe II. Propositions de "normes" pour l'interprétation des mesures de concentrations en polluants dans les sols et les eaux souterraines. Version 3-mise à jour 30 octobre 2008). Actuellement les valeurs des VI_{nappe} sont conventionnellement fixées à 2 fois la VS_{nappe}.

(6) En considérant que chaque fraction exprimée en EC est constituée de 70 % de composés aliphatiques et 30 % d'aromatiques.

(7) Les valeurs des VS_{nappe}, VI_{nappe} et VS_{nappe[volatilisation]} sont basées sur les effets non cancérigènes du benzène. La VS_{nappe} calculée (=12 µg/L) étant inférieure à la limite de quantification (50 µg/L), la valeur de VS_{nappe} a été fixée conventionnellement à 2 fois la limite de quantification, soit 100 µg/L. La valeur de la VI_{nappe} est conventionnellement fixée à 2 fois la VS_{nappe}.