

VALEUR GUIDE ENVIRONNEMENTALE

EAU DOUCE

Moyenne Annuelle dans l'eau
(eau destinée à la production d'eau potable) :

$$VGE_{\text{EAU-DOUCE}} = 3 \mu\text{g/L}$$

Moyenne Annuelle dans l'eau
(eau non destinée à la production d'eau potable) :

$$VGE_{\text{EAU-DOUCE}} = 8 \mu\text{g/L}$$

fondée sur la valeur pour la protection de la santé humaine via la consommation de produits de la pêche

$$VGE_{\text{BIOTE}} = 55 \mu\text{g/kg}_{\text{biota}}$$

Concentration Maximale Acceptable dans l'eau:

$$MAC_{\text{EAU-DOUCE}} = 91 \mu\text{g/L}$$

EAU MARINE

Moyenne Annuelle dans l'eau :
fondée sur la protection des organismes de la colonne d'eau

$$VGE_{\text{EAU-MARINE}} = 7,8 \mu\text{g/L}$$

Concentration Maximale Acceptable dans l'eau:

$$MAC_{\text{EAU-MARINE}} = 9,1 \mu\text{g/L}$$

VALEURS GUIDES POUR LE SEDIMENT

Avec un Koc de 65 L/kg et un log Kow de 1,85, la mise en œuvre d'un seuil pour le sédiment n'est pas recommandée par le document guide technique européen (E.C., 2011).

1,1-DICHLOROETHYLENE– n° CAS : 75-35-4

Le 1,1-dichloroéthylène peut être obtenu soit :

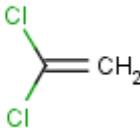
- par réaction du 1,1,2-trichloroéthane avec de l'hydroxyde de sodium ou de calcium ou,
- par décomposition thermique du méthyl chloroforme à des températures supérieures à 350°C, ou à des températures inférieures à 180°C mais en présence de cuivre.

Le 1,1-dichloroéthylène est utilisé non seulement pour produire du 1,1,1-trichloroéthane mais aussi pour former des fibres synthétiques et des copolymères.

Les copolymères 1,1-dichloroéthylène/chlorure de vinyle sont utilisés pour la production de films plastiques destinés à l'emballage des produits alimentaires, pour le revêtement des métaux, des cuves de stockage, pour le renforcement des résines polyesters, dans la fabrication d'encre, de matériaux composites, d'adhésifs.

Copolymérisé avec des esters acryliques ou avec de l'acrylonitrile, il est utilisé pour l'enduction de papier et comme retardateur d'inflammation dans d'autres types de revêtements.

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE

Substance chimique	1,1-Dichloroéthylène
Autres dénominations/synonymes	Dichloro-1,1-éthylène Dichloro-1,1-éthène Chlorure de vinylidène 1,1-Dichloroéthène 1,1-DCE asym-dichloroethylene Vinylidene chloride VDC Vinylidene dichloride
Numéro CAS	75-35-4
Formule moléculaire	C ₂ H ₂ Cl ₂
Code SMILES	C(=C)(Cl)Cl
Structure moléculaire	

EVALUATIONS EXISTANTES ET INFORMATIONS REGLEMENTAIRES

Evaluations existantes	-
Phrases de risque et classification	<p><i>Annexe I Directive 67/548/CEE (C.E., 1967)</i></p> <p>F; R12 Carc. Cat. 3; R40 Xn; R20</p> <p><i>Annexe VI Règlement (CE) No 1272/2008 (C.E., 2008)</i></p> <p>Flam. Liq. 1 H224 Carc. 2 H351 Acute Tox. 4 * H332</p>
Effets endocriniens	Le 1,1-dichloroéthylène n'est pas cité dans la stratégie communautaire concernant les perturbateurs endocriniens (E.C., 2004) ni dans le rapport d'étude de la DG ENV sur la mise à jour de la liste prioritaire des perturbateurs endocriniens à faible tonnage (Petersen <i>et al.</i> , 2007).
Critères PBT / POP	La substance ne remplit pas les critères PBT/vPvB ¹ (C.E., 2006) ou POP ² (PNUE, 2001).
Normes de qualité existantes	<p><u>Etats-Unis</u> : critère de qualité pour la consommation des produits de la pêche = 3,2 µg/L,</p> <p><u>Etats-Unis</u> : critère de qualité pour la consommation d'eau de boisson = 0,057 µg/L,</p> <p><u>Allemagne</u> : norme de qualité pour les eaux prélevées destinées à la consommation = 10 µg/L,</p> <p><u>Japon</u> : norme de qualité pour l'eau = 20 µg/L,</p> <p><u>Pays-Bas</u> : objectif de qualité pour l'eau destinée à la consommation humaine =</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3,4 µg dissous /L • 34 µg total /L <p><u>Canada</u> : critère de qualité pour les eaux destinées à la consommation humaine = 14 µg/L. (ETOX, 2007³)</p>
Mesure de restriction	-
Substance(s) associée(s)	-

¹ Les PBT sont des substances persistantes, bioaccumulables et toxiques et les vPvB sont des substances très persistantes et très bioaccumulables. Les critères utilisés pour la classification des PBT sont ceux fixés par l'Annexe XIII du règlement n° 1907/2006 (REACH).

² Les Polluants Organiques Persistants (POP) sont des substances persistantes (aux dégradations biotiques et abiotiques), fortement bioaccumulables, et qui peuvent être transportées sur de longues distances et être retrouvée de façon ubiquitaire dans l'environnement. Les critères utilisés pour la classification POP sont ceux fixés par l'Annexe 5 de la Convention de Stockholm placée sous l'égide du PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement).

³ Les données issues de cette source (<http://webtox.uba.de/webETOX/index.do>) ne sont données qu'à titre indicatif ; elles n'ont donc pas fait l'objet d'une validation par l'INERIS.

PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES

	Valeurs	Source
Poids moléculaire [g/mol]	96,94	HSDB, 2009
Hydrosolubilité [mg/L]	2,2 10 ³ à 20°C 2,5 10 ³ à 25°C	Ullmann, 1985 HSDB, 2009
Pression de vapeur [Pa]	7,8 10 ⁴ à 25°C	ATSDR, 1994
Constante de Henry [Pa.m ³ /mol]	2,83 10 ³ à 25°C ⁽¹⁾	HSDB, 2009
Log du coefficient de partage Octanol-eau (log Kow)	1,85 ⁽¹⁾	HSDB, 2009
Coefficient de partage carbone organique-eau (Koc) [L/kg]	65	US-EPA, 1996
Constante de dissociation (pKa)	Pas d'information disponible.	

(1) Moyenne arithmétique de plusieurs valeurs

COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT**PERSISTANCE**

		Source
Hydrolyse	Un temps de demi-vie de 6 à 9 mois a été observé sans aucune différence notable de valeur pour des pH variant de 4,5 à 8,5.	Cline et Delfino, 1987
	Lors d'un autre essai, un temps de demi-vie estimé à 2 ans a été obtenu à pH 7.	Schmidt-Bleeck <i>et al.</i> , 1982
Photolyse	Pas d'information disponible.	
Biodégradabilité	Le 1,1-dichloroéthylène n'est pas facilement biodégradable dans les eaux de surface (0 % de la substance dégradée après 28 jours).	CITI, 1992 ; IUCLID, 2000

DISTRIBUTION DANS L'ENVIRONNEMENT

		Source
Adsorption	La valeur de Koc du 1,1-dichloroéthylène est faible (65 L/kg). Cette substance n'aura donc pas tendance à s'adsorber de façon importante sur les sédiments et les particules en suspension dans l'eau.	INERIS, 2000
Volatilisation	Le 1,1-dichloroéthylène est très volatil.	INERIS, 2000
Bioaccumulation	<p>Un BCF de 2,5 à 6,4 est rapporté sur <i>Cyprinus carpio</i>. Pour les poissons, Atri enregistre un facteur de bioconcentration compris entre 4 et 6.9.</p> <p>Une estimation du BCF pour les poissons de 7 est obtenue à l'aide d'une relation de type structure-activité quantitative et du log Kow de 1,85.</p> <p>Le 1,1-dichloroéthylène est donc peu bioaccumulable dans les poissons.</p> <p>Un BCF de 6,9 est utilisé dans la détermination des normes de qualité.</p> <p>En l'absence de valeur mesurée, le document guide technique européen pour la dérivation des NQE recommande l'utilisation des valeurs par défaut suivantes pour ce qui est de la prise en compte de la biomagnification : $BMF_1 = BMF_2 = 1$.</p>	<p>CITI, 1992</p> <p>Atri, 1985</p> <p>E.C., 2011</p>

ECOTOXICITE ET TOXICITE**ORGANISMES AQUATIQUES**

Dans les tableaux ci-dessous, sont reportés pour chaque taxon, uniquement les résultats des tests d'écotoxicité montrant la plus forte sensibilité à la substance. Toutes les données présentées ont fait l'objet d'une validation par l'INERIS.

Ces résultats d'écotoxicité sont principalement exprimés sous forme de NOEC (*No Observed Effect Concentration*), concentration sans effet observé, d'EC₁₀ concentration produisant 10% d'effets et équivalente à la NOEC, ou de EC₅₀, concentration produisant 50% d'effets. Les NOEC sont principalement rattachées à des tests chroniques, qui mesurent l'apparition d'effets sub-létaux à long terme, alors que les EC₅₀ sont plutôt utilisées pour caractériser les effets à court terme.

ECOTOXICITE

ECOTOXICITE AQUATIQUE AIGUË

Organisme		Espèce	Critère d'effet	Valeur [mg/L]	Validité	Source
Algues & plantes aquatiques	Eau douce	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	EC ₅₀ (72h)	9,12	Valide	Brack et Rottler, 1994
		<i>Scenedesmus abundans</i>	EC ₅₀ (48 h)	410	Non valide	Geyer <i>et al.</i> , 1985
	Milieu marin	Pas d'information disponible				
Invertébrés	Eau douce	<i>Daphnia magna</i>	EC ₅₀ (48 h)	11,6	Non valide	Dill <i>et al.</i> , 1980
		<i>Daphnia magna</i>	EC ₅₀ (48 h)	29	Valide	LeBlanc, 1980
	Milieu marin	<i>Americamysis bahia</i>	LC ₅₀ (96 h)	224	Non validable	US-EPA, 1978
	Sédiment	Pas d'information disponible				
Poissons	Eau douce	<i>Pimephales promelas</i>	LC ₅₀ (7 j)	29	Valide	Dill <i>et al.</i> , 1980
	Milieu marin	<i>Menidia beryllina</i>	LC ₅₀ (96 h)	250	Non valide	Dawson <i>et al.</i> , 1975

ECOTOXICITE AQUATIQUE CHRONIQUE

Organisme		Espèce	Critère d'effet	Valeur [mg/L]	Validité	Source
Algues & plantes aquatiques	Eau douce	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	NOEC (72h)	3,94	Valide	Brack et Rottler, 1994
		<i>Scenedesmus subspicatus</i>	EC ₁₀ (96 h)	240	Non valide	Korte et Freitag, 1984
	Milieu marin	Pas d'information disponible				
Invertébrés	Eau douce	Pas d'information disponible				
	Milieu marin	Pas d'information disponible				
	Sédiment	Pas d'information disponible				
Poissons	Eau douce	<i>Pimephales promelas</i>	NOEC (13 j)	20	Valide	Dill <i>et al.</i> , 1980
	Milieu marin	Pas d'information disponible				

Compte tenu des propriétés physico-chimiques du 1,1-dichloroéthylène et notamment de sa capacité de volatilisation, l'absence d'obturation des flacons ou/et l'absence de mesures des concentrations de la substance testée dans le milieu d'essai sont les raisons principales de l'invalidation des études suivantes : Geyer *et al.*, 1985 ; Dill *et al.*, 1980 ; Dawson *et al.*, 1975 et Korte et Freitag, 1984. L'essai long terme algue de Brack et Rottler (1994) sur *Chlamydomonas reinhardtii* est l'un des rares tests du jeu de données à avoir été réalisé avec une mesure des concentrations dans le milieu et un calcul des concentrations d'effets et sans effet basé sur les concentrations mesurées.

NORMES DE QUALITE POUR LA COLONNE D'EAU

Les normes de qualité pour les organismes de la colonne d'eau sont calculées conformément aux recommandations du guide technique européen pour la détermination des normes de qualité environnementale (E.C., 2011). Elles sont obtenues en divisant la plus faible valeur de NOEC ou d'EC₅₀ valide par un facteur d'extrapolation (AF, *Assessment Factor*).

La valeur de ce facteur d'extrapolation dépend du nombre et du type de tests pour lesquels des résultats valides sont disponibles. Les règles détaillées pour le choix des facteurs sont données dans le guide technique européen (E.C., 2011).

En ce qui concerne les organismes marins, selon guide technique pour la détermination de normes de qualité environnementale (E.C., 2011), la sensibilité des espèces marines à la toxicité des substances organiques peut être considérée comme équivalente à celle des espèces dulçaquicoles, à moins qu'une différence ne soit montrée.

- **Moyenne annuelle (AA-QS_{water_eco} et AA-QS_{marine_eco}) :**

Une concentration annuelle moyenne est déterminée pour protéger les organismes de la colonne d'eau d'une possible exposition prolongée.

Pour le 1,1-dichloroéthylène, on dispose de données pour trois niveaux trophiques (algues, crustacés et poissons) en exposition aiguë et pour deux niveaux trophiques (algues et poissons) en chronique. On observe que pour les deux types d'exposition, l'algue verte *Chlamydomonas reinhardtii* est l'espèce la plus sensible. Conformément au guide technique européen pour la détermination des normes de qualité environnementale (E.C., 2011), un facteur d'extrapolation de 50 est appliqué sur la plus faible donnée disponible soit, la NOEC(72h) à 3,94 mg/L sur *Chlamydomonas reinhardtii*, pour déterminer la AA-QS_{water_eco}. L'INERIS propose donc la valeur suivante :

$$\begin{aligned} \text{AA-QS}_{\text{water_eco}} &= 3,94 / 50 = 0,0788 \text{ mg/L, soit} \\ \text{AA-QS}_{\text{water_eco}} &= 78,8 \text{ } \mu\text{g/L} \end{aligned}$$

En ce qui concerne les organismes marins, seules deux données aiguës (invertébrés et poissons) sont disponibles. Le jeu de données disponible ne permet donc pas de mettre en évidence une différence de sensibilité entre les espèces marines et dulçaquicoles. Pour le milieu marin, le facteur d'extrapolation appliqué doit prendre en compte les incertitudes additionnelles telles que la sous-représentation des taxons clés et une diversité d'espèces plus importante. Etant donnée l'absence de données marines en exposition chronique, aucun taxon additionnel spécifique du milieu marin n'est donc représenté. Par conséquent et conformément au guide technique européen pour la détermination des normes de qualité environnementale (E.C., 2011), un facteur d'extrapolation de 500 est appliqué sur la plus faible donnée disponible soit, la NOEC(72h) à 3,94 mg/L sur *Chlamydomonas reinhardtii*, pour déterminer la AA-QS_{marine_eco}. L'INERIS propose donc la valeur suivante :

$$\begin{aligned} \text{AA-QS}_{\text{marine_eco}} &= 3,94 / 500 = 0,00788 \text{ mg/L, soit} \\ \text{AA-QS}_{\text{marine_eco}} &= 7,88 \text{ } \mu\text{g/L} \end{aligned}$$

- **Concentration Maximum Acceptable (MAC et MAC_{marine}) :**

La concentration maximale acceptable est calculée afin de protéger les organismes de la colonne d'eau de possibles effets de pics de concentrations de courtes durées (E.C., 2011).

Pour le 1,1-dichloroéthylène, on dispose de données aiguës pour trois niveaux trophiques, parmi lesquels l'algue verte *Chlamydomonas reinhardtii* s'avère être la plus sensible. Par conséquent et conformément au guide technique européen pour la détermination des normes de qualité environnementale (E.C., 2011), un facteur d'extrapolation de 100 est appliqué sur l'EC50(72h) de 9,12 mg/L obtenue avec *Chlamydomonas reinhardtii* pour déterminer la MAC. L'INERIS propose donc la valeur suivante :

$$\text{MAC} = 9,12 / 100 = 0,0912 \text{ mg/L, soit}$$

$$\text{MAC} = 91,2 \text{ } \mu\text{g/L}$$

En ce qui concerne les organismes marins, deux données aiguës (invertébrés et poissons) sont disponibles. Le jeu de données disponibles ne permet donc pas de mettre en évidence une différence de sensibilité entre les espèces marines et dulçaquicoles. Pour le milieu marin, le facteur d'extrapolation appliqué doit prendre en compte les incertitudes additionnelles telles que la sous-représentation des taxons clés et une diversité d'espèces plus importante. En revanche, les deux données disponibles sur organismes marins ne représentent pas des taxons spécifiques du milieu marin additionnels par rapport aux données d'eau douce. Par conséquent et conformément au guide technique européen pour la détermination des normes de qualité environnementale (E.C., 2011), un facteur d'extrapolation de 1000 est appliqué sur la plus faible donnée disponible soit, l'EC50(72h) de 9,12 mg/L obtenue sur *Chlamydomonas reinhardtii*, pour déterminer la MAC_{marine}. L'INERIS propose donc la valeur suivante :

$$\text{MAC}_{\text{marine}} = 9,12 / 1000 = 0,00912 \text{ mg/L, soit}$$

$$\text{MAC}_{\text{marine}} = 9,12 \text{ } \mu\text{g/L}$$

Proposition de norme de qualité pour les organismes de la colonne d'eau (eau douce)		
Moyenne annuelle [AA-QS_{water_eco}]	78	μg/L
Concentration Maximum Acceptable [MAC]	91	μg/L
Proposition de norme de qualité pour les organismes de la colonne d'eau (eau marine)		
Moyenne annuelle [AA-QS_{marine_eco}]	7,8	μg/L
Concentration Maximum Acceptable [MAC_{marine_eco}]	9,1	μg/L

VALEUR GUIDE POUR LES ORGANISMES BENTHIQUES (QS_{SED} ET QS_{SED-MARIN})

Un seuil de qualité dans le sédiment est nécessaire (i) pour protéger les espèces benthiques et (ii) protéger les autres organismes d'un risque d'empoisonnement secondaire résultant de la consommation de proies provenant du benthos. Les principaux rôles des normes de qualité pour les sédiments sont de :

1. Identifier les sites soumis à un risque de détérioration chimique (la norme sédiment est dépassée)
2. Déclencher des études pour l'évaluation qui peuvent conduire à des études plus poussées et potentiellement à des programmes de mesures
3. Identifier des tendances à long terme de la qualité environnementale (Art. 4 Directive 2000/60/CE) (C.E., 2000).

Aucune information d'écotoxicité pour les organismes benthiques n'a été trouvée dans la littérature.

A défaut, une valeur guide pour le sédiment peut être calculée à partir du modèle de l'équilibre de partage.

Ce modèle suppose que :

- il existe un équilibre entre la fraction de substances adsorbées sur les particules sédimentaires et la fraction de substances dissoutes dans l'eau interstitielle du sédiment,
- la fraction de substances adsorbées sur les particules sédimentaires n'est pas biodisponible pour les organismes et que seule la fraction de substances dissoutes dans l'eau interstitielle est susceptible d'impacter les organismes,
- la sensibilité intrinsèque des organismes benthiques aux toxiques est équivalente à celle des organismes vivant dans la colonne d'eau. Ainsi, la norme de qualité pour la colonne d'eau peut être utilisée pour définir la concentration à ne pas dépasser dans l'eau interstitielle.

Une valeur guide de qualité pour le sédiment peut être alors calculée selon l'équation suivante (E.C., 2010) :

$$QS_{\text{sed wet weight}} [\mu\text{g/kg}] = \frac{K_{\text{sed-eau}}}{RHO_{\text{sed}}} * AA-QS_{\text{water_eco}} [\mu\text{g/L}] * 1000$$

Avec

RHO_{sed} : masse volumique du sédiment en $[\text{kg}_{\text{sed}}/\text{m}^3_{\text{sed}}]$. En l'absence d'une valeur exacte, la valeur générique proposée par le document guide technique européen (E.C., 2010) est utilisée : $1300 \text{ kg}/\text{m}^3$.

$K_{\text{sed-eau}}$: coefficient de partage sédiment/eau en m^3/m^3 . En l'absence d'une valeur exacte, les valeurs génériques proposées par le guide technique européen (E.C., 2010) sont utilisées. Le coefficient est alors calculé selon la formule suivante : $0,8 + 0,025 * K_{\text{oc}}$ soit $K_{\text{sed-eau}} = 2,4 \text{ m}^3/\text{m}^3$

Pour le 1,1-dichloroéthylène, on obtient :

$$QS_{\text{sed wet weight}} [\mu\text{g/kg}] = \frac{2,4}{1300} * 78,8 * 1000$$

$$QS_{\text{sed wet weight}} = 147 \mu\text{g}/\text{kg}_{\text{poids humide}}$$

La concentration correspondante en poids sec peut être estimée en tenant compte du facteur de conversion suivant :

$$\frac{RHO_{\text{sed}}}{F_{\text{solide}_{\text{sed}}} * RHO_{\text{solide}}} = \frac{1300}{500} = 2,6$$

Avec $F_{\text{solide}_{\text{sed}}}$: fraction volumique en solide dans les sédiments en $[\text{m}^3_{\text{solide}}/\text{m}^3_{\text{susp}}]$. En l'absence d'une valeur exacte, la valeur générique proposée par le document guide technique européen (E.C., 2011) est utilisée : $0,2 \text{ m}^3/\text{m}^3$.

RHO_{solide} : masse volumique de la partie sèche en $[\text{kg}_{\text{solide}}/\text{m}^3_{\text{solide}}]$. En l'absence d'une valeur exacte, la valeur générique proposée par le document guide technique européen (E.C., 2010) est utilisée : $2500 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Pour le 1,1-dichloroéthylène, la concentration correspondante en poids sec est :

$$QS_{\text{sed dry weight}} = QS_{\text{sed wet weight}} * 2,6 = 147 * 2,6 = 382 \mu\text{g}/\text{kg}_{\text{sed poids sec}}$$

Selon la même approche que pour le sédiment d'eau douce, une valeur guide de qualité pour le sédiment marin peut être calculée selon la formule suivante :

$$QS_{\text{sed-marin wet weight}} [\mu\text{g/kg}] = \frac{K_{\text{sed-eau}}}{RHO_{\text{sed}}} * AA-QS_{\text{marin_eco}} [\mu\text{g/L}] * 1000$$

Pour le 1,1-dichloroéthylène, on obtient :

$$QS_{\text{sed-marin wet weight}} [\mu\text{g/kg}] = \frac{2,4}{1300} * 7,8 * 1000$$

$$QS_{\text{sed-marin wet weight}} = 14,7 \mu\text{g/kg}_{\text{poids humide}}$$

La concentration correspondante en poids sec est alors la suivante:

$$QS_{\text{sed-marin dry weight}} = 38 \mu\text{g/kg}_{\text{sed poids sec}}$$

Le log Kow de la substance étant inférieur à 5, un facteur additionnel de 10 n'est pas jugé nécessaire.

Il faut rappeler que les incertitudes liées à l'application du modèle de l'équilibre de partage sont importantes. Les sédiments naturels peuvent avoir des propriétés très variables en termes de composition (nature et quantité de matières organiques, composition minéralogique), de granulométrie, de conditions physico-chimiques, de conditions dynamiques (taux de déposition/taux de resuspension). Par ailleurs ces propriétés peuvent évoluer dans le temps en fonction notamment des conditions météorologiques et de la morphologie de la masse d'eau. Si bien que le partage entre la fraction de substance adsorbée et la fraction de substance dissoute peut être extrêmement variable d'un sédiment à un autre et l'hypothèse d'un équilibre entre ces deux fractions ne semble pas très réaliste pour des conditions naturelles.

Par ailleurs, certains organismes benthiques peuvent ingérer les particules sédimentaires, et donc être contaminés par la fraction de substance adsorbée sur ces particules, ce qui n'est pas pris en compte par la méthode.

Proposition de valeur guide pour les organismes benthiques (eau douce)	147	$\mu\text{g/kg}_{\text{sed poids humide}}$
	382	$\mu\text{g/kg}_{\text{sed poids sec}}$
Proposition de valeur guide pour les organismes benthiques (eau marine)	14	$\mu\text{g/kg}_{\text{sed poids humide}}$
	38	$\mu\text{g/kg}_{\text{sed poids sec}}$
Conditions particulières	Avec un Koc de 65 L/kg et un log Kow de 1,85, la mise en œuvre d'un seuil pour les organismes benthiques n'est pas recommandée par le document guide technique européen (E.C., 2011).	

EMPOISONNEMENT SECONDAIRE

Ce chapitre traite de la toxicité chronique induite par la substance sur les prédateurs *via* la consommation d'organismes aquatiques contaminés (appelés biote, i.e. poissons ou invertébrés vivant dans la colonne d'eau ou dans les sédiments). Il s'agit donc d'évaluer la toxicité chronique de la substance par la voie d'exposition orale uniquement.

Dans les tableaux ci-dessous, ne sont reportés pour chaque type de test que les résultats permettant d'obtenir les NOEC ou la valeur toxicologique de référence (VTR) les plus protectrices. N'ont été recherchés que des tests sur mammifères ou oiseaux exposés par voie orale (exposition par l'alimentation ou par gavage). Toutes les données présentées ont été validées.

Les résultats de toxicité sont principalement donnés sous forme de doses journalières : NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*), ou LOAEL (*Lowest Observed Adverse Effect Level*). NOAEL et LOAEL sont exprimées en termes de quantité de substance administrée par unité de masse corporelle de l'animal testé, et par jour.

Pour calculer la norme de qualité liée à l'empoisonnement secondaire des prédateurs, il est nécessaire de connaître la concentration de substance dans le biote n'induisant pas d'effets observés pour les prédateurs (exprimée sous forme de NOEC). Il est possible de déduire une NOEC à partir d'une NOAEL grâce à des facteurs de conversion empiriques variables selon les espèces testées. Les facteurs utilisés ici sont ceux recommandés par le guide technique européen pour la détermination de normes de qualité (E.C., 2011). Les valeurs de ces facteurs de conversion dépendent de la masse corporelle des animaux et de leur consommation journalière de nourriture. Celles-ci peuvent donc varier d'une façon importante selon le niveau d'activité et le métabolisme de l'animal, la valeur nutritive de sa nourriture, etc. En particulier elles peuvent être très différentes entre un animal élevé en laboratoire et un animal sauvage.

Afin de couvrir ces sources de variabilité, mais aussi pour tenir compte des autres sources de variabilité ou d'incertitude (variabilité inter et intra-espèces, extrapolation du court terme au long terme, etc.) des facteurs d'extrapolation sont nécessaires pour le calcul de la $QS_{\text{biota_sec\ pois}}$. Les valeurs recommandées pour ces facteurs d'extrapolation sont données dans le guide technique européen (E.C., 2010). Un facteur d'extrapolation supplémentaire ($AF_{\text{dose-réponse}}$) est utilisé dans le cas où la toxicité a été établie à partir d'une LOAEL plutôt que d'une NOAEL.

ECOTOXICITE POUR LES VERTEBRES TERRESTRES

TOXICITE ORALE POUR LES MAMMIFERES

	Type de test	NOAEL ⁽¹⁾ [mg/kg _{corporel} /j]	Source	Facteur de conversion	NOEC [mg/kg _{biota}]
Toxicité sub-chronique et/ou chronique	Rat Durée : 2 ans Administration orale via l'eau de boisson Effet : modification morphologique du foie avec notamment la présence de cellules hépatocytaires surchargées en graisse.	LOAEL = 9 NOAEL _{corr} ⁽²⁾ = 0.9 ($AF_{\text{dose-réponse}} = 10$)	Quast <i>et al.</i> , 1983, cité dans ATSDR, 1994	20	18

(1) NOAEL : No Observed Adverse Effect Level

(2) La NOAEL_{corr} correspond à la NOAEL déduite à partir de la LOAEL disponible. Le facteur d'extrapolation de 10 a été fixé par ATSDR.

TOXICITE ORALE POUR LES OISEAUX

	Type de test	NOAEL/LOAEL ⁽¹⁾ [mg/kg _{corporel} /j]	Source	Facteur de conversion	NOEC [mg/kg _{biota}]
Toxicité sub-chronique et/ou chronique	Pas d'information disponible				
Toxicité pour la reproduction	Pas d'information disponible				

⁽¹⁾ NOAEL : No Observed Adverse Effect Level; LOAEL : Low Observed Adverse Effect Level

NORME DE QUALITE EMPOISONNEMENT SECONDAIRE (QS_{BIOTA_SEC POIS})

La norme de qualité pour l'empoisonnement secondaire (QS_{biota_sec pois}) est calculée conformément aux recommandations du guide technique européen (E.C., 2011). Elle est obtenue en divisant la plus faible valeur de NOEC valide par les facteurs d'extrapolation recommandés (E.C., 2011).

Pour le 1,1-dichloroéthylène, un facteur de 30 est appliqué car la durée du test retenu (NOAEL de 0.9 mg/kg_{corporel}/j sur le rat, soit une NOEC de 18 mg/kg_{biota}) est de 2 ans. On obtient donc :

$$QS_{biota_sec\ pois} = 18 \text{ [mg/kg}_{biota}] / 30 = 0.6 \text{ mg/kg}_{biota} = 600 \text{ }\mu\text{g/kg}_{biota}$$

Cette valeur de norme de qualité pour l'empoisonnement secondaire peut être ramenée :

- à une concentration dans l'eau douce selon la formule suivante :

$$QS_{water\ sp} \text{ [}\mu\text{g/L]} = \frac{QS_{biota_sec\ pois} \text{ [}\mu\text{g/kg}_{biota}]}{BCF \text{ [L/kg}_{biota}] * BMF_1}$$

- à une concentration dans l'eau marine selon la formule suivante :

$$QS_{marin\ sp} \text{ [}\mu\text{g/L]} = \frac{QS_{biota_sec\ pois} \text{ [}\mu\text{g/kg}_{biota}]}{BCF \text{ [L/kg}_{biota}] * BMF_1 * BMF_2}$$

Avec :

BCF : facteur de bioconcentration,

BMF₁ : facteur de biomagnification,

BMF₂ : facteur de biomagnification additionnel pour les organismes marins.

Ce calcul tient compte du fait que la substance présente dans l'eau du milieu peut se bioaccumuler dans le biote. Il donne la concentration à ne pas dépasser dans l'eau afin de respecter la valeur de la norme de qualité pour l'empoisonnement secondaire déterminée dans le biote.

La bioaccumulation tient compte à la fois du facteur de bioconcentration (BCF, ratio entre la concentration dans le biote et la concentration dans l'eau) et du facteur de biomagnification (BMF, ratio entre la concentration dans l'organisme du prédateur en bout de chaîne alimentaire, et la concentration dans l'organisme de la proie au début de la chaîne alimentaire). En l'absence de

valeurs mesurées pour le BMF₁ et le BMF₂, celles-ci peuvent être estimées à partir du BCF selon le guide technique européen (E.C., 2011).

Ce calcul n'est donné qu'à titre indicatif. Il fait en effet l'hypothèse qu'un équilibre a été atteint entre l'eau et le biote, ce qui n'est pas véritablement réaliste dans les conditions du milieu naturel. Par ailleurs il repose sur un facteur de bioaccumulation qui peut varier de façon importante entre les espèces considérées.

Pour le 1,1-dichloroéthylène, un BCF de 6.9 et un BMF₁ = BMF₂ de 1 (cf. E.C., 2011) ont été retenus. On a donc :

$$QS_{\text{water sp}} = 600 [\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{biota}}] / (6.9 * 1) = 87 \mu\text{g}/\text{L}$$

$$QS_{\text{marin sp}} = 600 [\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{biota}}] / (6.9 * 1 * 1) = 87 \mu\text{g}/\text{L}$$

Proposition de norme de qualité pour l'empoisonnement secondaire des prédateurs	600	$\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{biota}}$
valeur correspondante dans l'eau (douce et marine)	87	$\mu\text{g}/\text{L}$

SANTE HUMAINE

Ce chapitre traite de la toxicité chronique induite par la substance sur l'homme soit *via* la consommation d'organismes aquatiques contaminés, soit *via* l'eau de boisson.

Dans les tableaux ci-dessous, ne sont reportés pour chaque type de test que les résultats permettant d'obtenir les NOEC ou la valeur toxicologique de référence (VTR) les plus protectrices. Compte tenu du mode d'exposition envisagée, seuls les tests sur mammifères exposés par voie orale (dans l'alimentation ou par gavage) ont été recherchés.

Toutes les données présentées ont été validées.

Les résultats de toxicité sont principalement donnés sous forme de doses journalières : NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*), ou LOAEL (*Lowest Observed Adverse Effect Level*). NOAEL et LOAEL sont exprimées en termes de quantité de substance administrée par unité de masse corporelle de l'animal testé, et par jour.

TOXICITE

Pour l'évaluation des effets sur la santé humaine, seuls les résultats sur mammifères sont considérés comme pertinents. Contrairement à l'évaluation des effets pour les prédateurs, les effets de type cancérigène ou mutagène sont également pris en compte.

	Type de test	NOAEL/LOAEL [mg/kg _{corporel} /j]	Source	Valeur toxicologique de référence (VTR) [µg/kg _{corporel} /j]
Toxicité sub-chronique et/ou chronique	Rat Etude de 2 ans Administration orale via l'eau de boisson Effet : modification morphologique du foie avec notamment la présence de cellules hépatocytaires surchargées en graisse.	LOAEL = 9 NOAEL _{corr} ⁽¹⁾ = 0.9 (AF _{dose-réponse} = 10)	Quast <i>et al.</i> , 1983, cité dans ATSDR, 1994	9⁽²⁾ Facteur d'incertitude: 1000 - AF extrapolation LOAEL-NOAEL = 10 - AF inter-espèce = 10 - AF intra-espèce = 10

(1) La NOAEL_{corr} correspond à la NOAEL déduite à partir de la LOAEL disponible. (2) Cette VTR a été déterminée par ATSDR

Les effets cancérigènes ont été suivis dans l'étude ayant servi à la détermination de la VTR (Quast *et al.*, 1983). Aucun effet cancérigène n'a été mis en évidence dans cette étude de bonne qualité. Selon l'analyse de l'US EPA, les données suggérant un potentiel cancérigène concernent l'inhalation plutôt que la voie orale.

	Classement CMR	Source
Cancérogénèse	La substance est inscrite à l'Annexe VI du règlement (CE) No 1272/2008 et fait l'objet d'un classement pour la cancérogénèse, en catégorie 2.	C.E., 2008
Mutagénèse	La substance est inscrite à l'Annexe VI du règlement (CE) No 1272/2008 mais ne fait pas l'objet d'un classement pour la mutagénèse.	C.E., 2008
Toxicité pour la reproduction	La substance est inscrite à l'Annexe VI du règlement (CE) No 1272/2008 mais ne fait pas l'objet d'un classement pour la reproduction.	C.E., 2008

NORME DE QUALITE POUR LA SANTE HUMAINE VIA LA CONSOMMATION DES PRODUITS DE LA PECHE (QS_{BIOTA_HH})

La norme de qualité pour la santé humaine est calculée de la façon suivante (E.C., 2011) :

$$QS_{\text{biota hh}} [\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{biota}}] = \frac{0.1 * VTR [\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{corporel}}/\text{j}] * \text{poids corporel} [\text{kg}_{\text{corporel}}]}{\text{Cons. Journ. Moy.} [\text{kg}_{\text{biota}}/\text{j}]} * \frac{1}{F_{\text{sécurité}}}$$

Ce calcul tient compte de :

- un facteur correctif de 10% (soit 0.1) : la VTR donnée ne tient compte en effet que d'une exposition par voie orale, et pour la consommation de produits de la pêche uniquement. Mais la contamination peut aussi se faire par la consommation d'autres sources de nourriture, par la consommation d'eau, et d'autres voies d'exposition sont possibles (inhalation ou contact cutané). Le facteur correctif de 10% (soit 0.1) permet de rendre l'objectif de qualité plus sévère d'un facteur 10 afin de tenir compte de ces autres sources de contamination possibles.
- la valeur toxicologique de référence (VTR), correspondant à une dose totale admissible par jour ; pour cette substance elle sera considérée égale à 9 $\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{corporel}}/\text{j}$ (cf. tableau ci-dessus),
- un poids corporel moyen de 70 kg,
- F_{sécurité} : facteur de sécurité supplémentaire pour tenir compte des potentiels effets CMR ou de perturbation endocrine de la substance. Le 1,1-dichloroéthylène étant suspecté d'induire des effets cancérogènes (classé Carc.2 H351) le facteur de sécurité est fixé à 10.
- Cons. Journ. Moy : une consommation journalière moyenne de produits de la pêche (poissons, mollusques, crustacés) égale à 115 g par jour.

Ce calcul n'est donné qu'à titre indicatif. Il peut être inadapté pour couvrir les risques pour les individus plus sensibles ou plus vulnérables (masse corporelle plus faible, forte consommation de produits de la pêche, voies d'exposition individuelles particulières). Le facteur correctif de 10% n'est donné que par défaut, car la contribution des différentes voies d'exposition varie selon les propriétés de la substance (et en particulier sa distribution entre les différents compartiments de l'environnement), ainsi que selon les populations considérées (travailleurs exposés, exposition pour les consommateurs/utilisateurs, exposition via l'environnement uniquement). L'hypothèse cependant que la consommation des produits de la pêche ne représente pas plus de 10% des apports journalier contribuant à la dose journalière tolérable apporte une certaine marge de sécurité (E.C., 2011).

Pour 1,1-dichloroéthylène, le calcul aboutit à :

$$QS_{\text{biota hh}} [\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{biota}}] = \frac{0,1 * 9 [\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{corporel}}/\text{j}] * 70 [\text{kg}_{\text{corporel}}]}{0,115 [\text{kg}_{\text{biota}}/\text{j}]} * \frac{1}{10} = 54,8 \mu\text{g}/\text{kg}_{\text{biota}}$$

Comme pour l'empoisonnement secondaire, la concentration correspondante dans l'eau du milieu peut être estimée en tenant compte de la bioaccumulation de la substance :

- à une concentration dans l'eau douce selon la formule suivante :

$$QS_{\text{water_hh food}} [\mu\text{g}/\text{L}] = \frac{QS_{\text{biota hh}} [\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{biota}}]}{\text{BCF} [\text{L}/\text{kg}_{\text{biota}}] * \text{BMF}_1}$$

- à une concentration dans l'eau marine selon la formule suivante :

$$QS_{\text{marine_hh food}} [\mu\text{g/L}] = \frac{QS_{\text{biota_hh}} [\mu\text{g/kg}_{\text{biota}}]}{BCF [L/\text{kg}_{\text{biota}}] * BMF_1 * BMF_2}$$

Pour 1,1-dichloroéthylène, on obtient donc :

$$QS_{\text{water_hh food}} = 54,8 / (6,9 * 1) = 7,9 \mu\text{g/L}$$

$$QS_{\text{marine_hh food}} = 54,8 / (6,9 * 1 * 1) = 7,9 \mu\text{g/L}$$

Proposition de norme de qualité pour la santé humaine via la consommation de produits de la pêche	55	$\mu\text{g/kg}_{\text{biota}}$
valeur correspondante dans l'eau (douce et marine)	8	$\mu\text{g/L}$

NORME DE QUALITE POUR LA SANTE HUMAINE VIA L'EAU DE BOISSON (QS_{DW_HH})

En principe, lorsque des normes de qualité dans l'eau de boisson existent, soit dans la Directive 98/83/CE (C.E., 1998), soit déterminées par l'OMS, elles peuvent être adoptées. Les valeurs réglementaires de la Directive 98/83/CE doivent être privilégiées par rapport aux valeurs de l'OMS qui ne sont que de simples recommandations.

Il faut signaler que ces normes réglementaires ne sont pas nécessairement établies sur la base de critères (éco)toxicologiques (par exemple les normes pour les pesticides avaient été établies par rapport à la limite de quantification analytique de l'époque pour ce type de substance, soit 0.1 $\mu\text{g/L}$).

Il n'existe aucune norme de qualité pour la protection de la santé humaine vis-à-vis de la consommation d'eau potable pour le 1,1-dichloroéthylène.

A titre de comparaison, la valeur seuil provisoire pour l'eau de boisson est calculée de la façon suivante (E.C., 2011):

$$MPC_{\text{dw, hh}} [\mu\text{g/L}] = \frac{0.1 * VTR [\mu\text{g/kg}_{\text{corporel}}/j] * \text{poids corporel} [\text{kg}_{\text{corporel}}]}{\text{Cons.moy.eau} [L/j]} * \frac{1}{F_{\text{sécurité}}}$$

Ce calcul tient compte de :

- la valeur toxicologique de référence (VTR), correspondant à une dose totale admissible par jour ; pour cette substance elle sera considérée égale à 9 $\mu\text{g/kg}_{\text{corporel}}/j$ (cf. tableau ci-dessus),
- Cons.moy.eau [L/j] : une consommation d'eau moyenne de 2 L par jour,
- un poids corporel moyen de 70 kg,
- un facteur correctif de 10% (soit 0.1) afin de tenir compte de ces autres sources de contamination possibles.
- F_{sécurité} : facteur de sécurité supplémentaire pour tenir compte des potentiels effets CMR ou de perturbation endocrine de la substance. Le 1,1-dichloroéthylène étant suspecté d'induire des effets cancérogènes (classé Carc.2 H351) le facteur de sécurité est fixé à 10.

L'eau de boisson est obtenue à partir de l'eau brute du milieu après traitement pour la rendre potable. La fraction éliminée lors du traitement dépend de la technologie utilisée ainsi que des propriétés de la substance.

Ainsi, la norme de qualité correspondante dans l'eau brute se calcule de la manière suivante :

$$QS_{dw_hh} [\mu\text{g/L}] = \frac{MPC_{dw_hh} [\mu\text{g/L}]}{1 - \text{fraction éliminée}}$$

En l'absence d'information, on considèrera que la fraction éliminée est nulle et le critère pour l'eau de boisson s'appliquera alors à l'eau brute du milieu. Par ailleurs, on rappellera que ce calcul n'est donné qu'à titre indicatif et peut s'avérer inadéquat pour certaines substances et certaines populations.

Pour 1,1-dichloroéthylène, on obtient :

$$QS_{dw_hh} = \frac{0.1 * 9 * 70}{2 * (1 - 0)} * \frac{1}{10} = 3.1 \mu\text{g/L}$$

Proposition de norme de qualité pour l'eau destinée à la production d'eau potable	3	μg/L
--	---	------

PROPOSITION DE VALEUR GUIDE ENVIRONNEMENTALE (VGE)

La VGE est définie à partir de la valeur de la norme de qualité la plus protectrice parmi tous les compartiments étudiés.

		Valeur	Unité
OBJECTIFS DE PROTECTION INDIVIDUELS			
Organismes aquatiques (eau douce) moyenne annuelle	AA-QS _{water_eco}	78,8	µg/L
Organismes aquatiques (eau douce) Concentration Maximum Acceptable	MAC	91,2	µg/L
Organismes aquatiques (eau marine) moyenne annuelle	AA-QS _{marine_eco}	7,8	µg/L
Organismes aquatiques (eau marine) Concentration Maximum Acceptable	MAC _{marine}	9,1	µg/L
Empoisonnement secondaire des prédateurs valeur correspondante dans l'eau (douce et marine)	QS _{biota sec pois} QS _{water_sp} QS _{marine_sp}	600 87	µg/kg _{biota} µg/L
Santé humaine via la consommation de produits de la pêche valeur correspondante dans l'eau (douce et marine)	QS _{biota hh} QS _{water hh food} QS _{marine hh food}	55 8	µg/kg _{biota} µg/L
Santé humaine via l'eau destinée à la production d'eau potable	QS _{dw_hh}	3	µg/L

Pour le 1,1-dichloroéthylène, la valeur pour la protection de la santé humaine via l'eau destinée à la production d'eau potable est la valeur la plus faible pour l'ensemble des approches considérées. Pour les eaux qui ne sont pas destinées à la production d'eau potable, c'est la protection de l'homme via la consommation de produits de la pêche qui est l'objectif de protection déterminant pour les eaux douces, et des organismes de la colonne d'eau pour les eaux marines.

VALEURS GUIDES POUR LE SEDIMENT

Avec un Koc de 65 L/kg et un log Kow de 1,85, la mise en œuvre d'un seuil pour le sédiment n'est pas recommandée par le document guide technique européen (E.C., 2011).

BIBLIOGRAPHIE

Atri F.R. (1985). "Chlorinated compounds in the environment. (in German)." Schriftenr. Ver. Wasser-Boden-Lufthyg. **60**(309-317).

ATSDR (1994). Toxicological Profiles 1,1-Dichloroethene. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S department of Health and Human Services, Public Health Services, Atlanta, GA <http://www.atsdr.cdc.gov/toxpro2.html>.

Brack W. et Rottler H. (1994). "Toxicity testing of highly volatile chemicals with green algae." Environmental Science and Pollution Research International **1**(4): 223-228.

C.E. (1967). Directive 67/548/CEE du Conseil, du 27 juin 1967, concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses. Journal officiel n° 196 du 16/08/1967 p. 0001 - 0098.

C.E. (1998). Directive 98/83/CE du conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, Journal Officiel L 330/32 du 5.12.1998: 32-54.

C.E. (2006). Règlement (CE) N° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), instituant une agence européenne des produits chimiques, modifiant la directive 1999/45/CE et abrogeant le règlement (CEE) N° 793/93 du Conseil et le règlement (CE) N° 1488/94 de la Commission ainsi que la directive 76/769/CEE du Conseil et les directives 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE et 2000/21/CE de la Commission, JO L 396 du 30.12.2006: p. 1-849.

C.E. (2008). Règlement (CE) no 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) no 1907/2006.

CITI (1992). Biodegradation and Bioaccumulation data of existing chemicals based on the Chemical Substances Control Law (CSCL). Chemicals Inspection and Testing Institute (CITI) from the Ministry of International Trade and Industry, Japan, October 1992

Cline P.V. et Delfino J.J. (1987). Abiotic formation and degradation 1,1-dichloroethene. 194th National Meeting American Chemical Society, New Orleans, September 1987.

Dawson G.W., Jennings A.L., Drozdowski D. et Rider E. (1975). "The acute toxicity of 47 industrial chemicals to fresh and saltwater fishes." Journal of Hazardous Materials **1**(4): 303-318.

Dill D.C., McCarty W.M., Alexander H.C. et Bartlett E.A. (1980). Toxicity of 1,1 dichloroethylene (vinylidene chloride) to aquatic organisms. Midland, Michigan, Dow Chemical Company, PB 81-111098. July 1980.

E.C. (2004). Commission staff working document on implementation of the Community Strategy for Endocrine Disrupters - a range of substances suspected of interfering with the hormone systems of humans and wildlife (COM(1999) 706)). Reference : SEC(2004) 1372. European Commission, Brussels

E.C. (2010). Draft Technical Guidance Document for deriving Environmental Quality Standards (February 2010 version). Not yet published.

E.C. (2011). Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards. Guidance Document No. 27 for the Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Technical Report - 2011 - 055. http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework_directive/guidance_documents/tgd-eqs_cis-wfd/EN_1.0_&a=d.

ETOX. (Accession Dernière mise à jour). "ETOX: Datenbank für ökotoxikologische Wirkungsdaten und Qualitätsziele." <http://webetox.uba.de/webETOX/index.do>.

Geyer H., Scheunert I. et Korte F. (1985). "The effects of Organic Environmental Chemicals on the Growth of the Alga *Scenedesmus subspicatus*: A Contribution to Environmental Biology." Chemosphere **14**(9): 1355-1369.

- INERIS (2000). Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances dangereuses. Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, Verneuil en Halatte
- IUCLID. (Accession Dernière mise à jour). "International Uniform Chemical Information Database." <http://ecb.jrc.it/esis/>.
- Korte F. et Freitag D. (1984). Überprüfung der Durchführbarkeit von Prüfungsvorschriften und der Aussagekraft der Stufe I und II des ChemG. In: U. Forschungsbericht (Eds.). BUA- Bericht Nr.33 1,1 dichloroethen, GDCh, S.33, 12/1988.
- LeBlanc G.A. (1980). "Acute toxicity of priority pollutants to water flea (*Daphnia magna*)." Bull. Environ. Contam. Toxicol. **24**(5): 684-691.
- Petersen G., Rasmussen D. et Gustavson K. (2007). Study on enhancing the Endocrine Disrupter priority list with a focus on low production volume chemicals. Report ENV.D.4/ETU/2005/0028r. DHI water & environment, ENV.D.4/ETU/2005/0028r. 2007.06.04.
- PNUE (2001). Convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants: pp 47.
- Quast J., Humiston C., Wade C. et e.a. (1983). "A chronic toxicity and oncogenicity study in rats and subchronic toxicity study in dogs on ingested vinylidene chloride." Fundam Appl Toxicol **3**(1): 55-62.
- Schmidt-Bleeck F., Haberland W., Klein A.W. et Caroli S. (1982). "Steps towards environmental hazard assessment of new chemicals (including a hazard ranking scheme based upon directive 79/831/EEC." Chemosphere **11**(4): 383-415.
- Ullmann (1985). Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, VCH. 5th Ed, vol A3, pp. 113-149
- US-EPA (1978). In-Depth Studies on Health and Environmental Impacts of Selected Water Pollutants. Duluth, MN.
- US-EPA (1996). "Soil Screening Guidance: technical background document, Office of Emergency and Remedial Response U.S. Environmental Protection Agency. Washington 1-168. 9355.4-17A. <http://www.epa.gov/epahome/search.html>."