

1,1,2-TRICHLOROETHANE – n° CAS : 79-00-5

VALEUR GUIDE ENVIRONNEMENTALE

EAU DOUCE

Moyenne Annuelle dans l'eau (eau destinée à la production d'eau potable) : $VGE_{EAU-DOUCE} = 0.06 \mu\text{g/L}$

Moyenne Annuelle dans l'eau (eau non destinée à l'eau potable) : $VGE_{EAU-DOUCE} = 0.25 \mu\text{g/L}$

fondée sur la proposition norme de qualité pour la protection de la santé humaine via la consommation de produits de la pêche : $VGE_{BIOTE} = 1 \mu\text{g/kg}_{\text{biota}}$

Concentration Maximale Acceptable dans l'eau: $MAC_{EAU-DOUCE} = 300 \mu\text{g/L}$

EAU MARINE

Moyenne Annuelle dans l'eau : $VGE_{EAU-MARINE} = 0.25 \mu\text{g/L}$

fondée sur la proposition norme de qualité pour la protection de la santé humaine via la consommation de produits de la pêche : $VGE_{BIOTE} = 1 \mu\text{g/kg}_{\text{biota}}$

Concentration Maximale Acceptable dans l'eau: $MAC_{EAU-MARINE} = 30 \mu\text{g/L}$

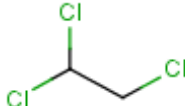
VALEURS GUIDES POUR LE SEDIMENT

Avec un Koc de 60 à 209 L/kg et un log Kow proche de 2, la mise en œuvre d'un seuil pour le sédiment n'est pas recommandée par le document guide européen (E.C., 2011).

1,1,2-TRICHLOROETHANE – n° CAS : 79-00-5

Le 1,1,2-trichloroéthane est un intermédiaire de synthèse du chlorure de vinylidène.

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE

Substance chimique	1,1,2-Trichloroéthane
Autres dénominations/synonymes	Beta-Trichloroéthane 1,2,2-Trichloroéthane Ethane trichloride 1,1,2-TCE
Numéro CAS	79-00-5
Formule moléculaire	C ₂ H ₃ Cl ₃
Code SMILES	C(CCl)(Cl)Cl
Structure moléculaire	

EVALUATIONS EXISTANTES ET INFORMATIONS REGLEMENTAIRES

Evaluations existantes	OCDE (2000). High Production Program. SIDS Initial Assessment Report for 10th SIAM, 1,1,2-Trichloroethane (79-00-5).
Phrases de risque et classification	<i>Annexe I Directive 67/548/CEE (C.E., 1967)</i> Carc.Cat.3 ; R40 Xn ; R20/21/22 R66 <i>Annexe VI Règlement (CE) No 1272/2008 (C.E., 2008)</i> Carc. 2 H351 Acute Tox. 4 H332 Acute Tox. 4 H312 Acute Tox. 4 H302
Effets endocriniens	Le 1,1,2-trichloroéthane n'est pas cité dans la stratégie communautaire concernant les perturbateurs endocriniens (E.C., 2004) et 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	<u>Etats-Unis</u> : critère de qualité pour l'eau douce = 9400 µg/L, <u>Etats-Unis</u> : critère de qualité pour la consommation d'eau et de poissons = 0.6 µg/L, <u>Allemagne</u> : norme de qualité pour les eaux prélevées destinées à la consommation = 10 µg/L, <u>Japon</u> : norme de qualité pour l'eau douce = 6 µg/L, <u>Pays-Bas</u> : objectif de qualité pour les eaux prélevées destinées à la consommation = 79 µg/L. (ETOX, 2007 ³)
Mesure de restriction	-
Substance(s) associée(s)	1,1,1-trichloroéthane (CAS n° 71-55-6)

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://webetox.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]	133.4	OECD, 2000
Hydrosolubilité [mg/L]	4400 - 4500 à 20°C 3500 à 25°C	OECD, 2000 E.C., 2000
Pression de vapeur [Pa]	2225 - 2535 à 20°C 5333 à 35°C 10 ⁴ à 50°C	OECD, 2000; E.C., 2000
Constante de Henry [Pa.m³/mol]	75 à 20°C 83.49 à 25°C	HSDB, 2008 BUA, 1994
Log du coefficient de partage Octanol-eau (log Kow)	2.05 à 25°C (OECD 107) 2.17 1.89	OECD, 2000 HSDB, 2008 BUA, 1994
Coefficient de partage carbone organique-eau (Koc) [L/kg]	60 (sol sableux) 63.7 (sol agricole) 108 (sol forestier) 83-111 (sol argileux) 174-209 (limon sableux)	E.C., 2000 ; BUA, 1994 HSDB, 2008
Constante de dissociation (pKa)	Aucun groupement fonctionnel ionisable.	OECD, 2000

COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT

Selon le modèle de fugacité de Mackay (niveau III) (Mackay and Paterson, 1991), on retrouve le 1,1,2-trichloroéthane préférentiellement dans l'eau (68.1%) et dans l'air (31.3%). 0.6% et 0.1% de 1,1,2-trichloroéthane sont retrouvés respectivement dans les sédiments et dans le sol (OECD, 2000). Les paramètres d'entrée du modèle ont été :

- poids moléculaire = 133.4 g/mol,
- point de fusion = - 35.5 °C,
- pression de vapeur = 10^4 Pa,
- solubilité dans l'eau = 3500 mg/L,
- log Kow = 2.05,

PERSISTANCE

		Source
Hydrolyse	La substance est stable à pH 4 et 7 à 25°C et hydrolysable en condition alcaline (85 jours à pH 9 à 25°C).	OECD, 2000
	Le temps de demi-vie du 1,1,2-trichloroéthane est estimé à 139 ans à 25°C. Aucune réaction d'hydrolyse n'est attendue en conditions environnementales.	BUA, 1994
Photolyse	Aucune réaction de photolyse n'est attendue.	HSDB, 2008
Biodégradabilité	5% après 28 jours (OECD 301 C). La substance est non facilement biodégradable.	OECD, 2000
	Le chlorure de vinyle est un produit de biodégradation du 1,1,2-trichloroéthane.	HSDB, 2008

DISTRIBUTION DANS L'ENVIRONNEMENT

		Source
Adsorption	D'après les résultats obtenus pour le Koc, la substance semble être faiblement adsorbable. L'intervalle de valeurs 60-209 L/kg est utilisé dans la détermination de la norme de qualité pour les sédiments.	E.C., 2000 ; BUA, 1994; HSDB, 2008
Volatilisation	Le temps de demi-vie (dissipation) du 1,1,2-trichloroéthane est estimé à 4.6 heures dans une rivière et à 60 heures dans un étang. Le monitoring dans une portion du Rhin donne un temps de demi-vie de 1.9 jours. Au vu de ces résultats et de sa constante de Henry, la substance semble volatile.	HSDB, 2005
Bioaccumulation	BCF = 0.7-4 après 6 semaines à 25°C sur <i>Cyprinus carpio</i> (OECD 305C). Selon ces résultats, la substance ne peut pas être considérée comme bioaccumulable. Un BCF de 4 est utilisé dans la détermination des normes de qualité. En l'absence de données mesurées, 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 : $BMF_1 = BMF_2 = 1$.	OECD, 2000 E.C., 2011

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.

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]	Source	
Algues & plantes aquatiques	Eau douce	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	E _r C ₅₀ (96 h)	60	OECD, 2000
	Milieu marin	Pas d'information disponible			
Invertébrés	Eau douce	<i>Daphnia magna</i>	LC ₅₀ (48 h)	18	LeBlanc (1980) cité dans OCDE, 2000 et BUA, 1994
	Milieu marin	Pas d'information disponible			
	Sédiment	Pas d'information disponible			
Poissons	Eau douce	<i>Lepomis macrochirus</i>	LC ₅₀ (96 h)	40.2	OCDE, 2000
	Milieu marin	Pas d'information disponible			

ECOTOXICITE AQUATIQUE CHRONIQUE

Organisme	Espèce	Critère d'effet	Valeur [mg/L]	Source	
Algues & plantes aquatiques	Eau douce	<i>Selenastrum capricornutum</i>	NOEC _r (72 h)	51.4	OECD, 2000
	Milieu marin	Pas d'information disponible			
Invertébrés	Eau douce	<i>Daphnia sp.</i>	NOEC (21 d) (reproduction)	18	BUA, 1994
	Milieu marin	<i>Artemia sp.</i>	NOEC (21 d) (reproduction)	10	BUA, 1994
	Sédiment	Pas d'information disponible			
Poissons	Eau douce	<i>Pimephales promelas</i> ,	NOEC (32 j) (mortalité juvéniles)	6	BUA, 1994
	Milieu marin	<i>Pleuronectes platessa</i>	NOEC (56 j) (mortalité métamorphose des larves)	3	OECD, 2000

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 le 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 1,1,2-trichloroéthane, on dispose de données aiguës et chroniques pour trois niveaux trophiques. En aigu les invertébrés semblent être les plus sensibles alors qu'en chronique se sont les poissons. Cependant, on n'observe pas de différence de sensibilité marquée entre les différents taxa. C'est pourquoi et conformément au guide technique européen pour la détermination des normes de qualité environnementale (E.C., 2011), un facteur d'extrapolation de 10 est appliqué sur la plus faible donnée disponible pour déterminer la AA-QS_{water_eco}. L'INERIS propose donc la valeur suivante :

$$\begin{aligned} \text{AA-QS}_{\text{water_eco}} &= 3 / 10 = 0.3 \text{ mg/L, soit} \\ \text{AA-QS}_{\text{water_eco}} &= 300 \text{ } \mu\text{g/L} \end{aligned}$$

Cette AA-QS_{water_eco} (= PNEC) est proposée par l'OCDE (OCDE, 2000).

En ce qui concerne les organismes marins, aucune donnée n'est disponible en aigu et des données représentant deux niveaux trophiques (invertébrés et poissons) sont disponibles en chronique. Le jeu de données disponible ne permet 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. 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 la plus faible donnée disponible pour déterminer la AA-QS_{marine_eco}. L'INERIS propose donc la valeur suivante :

$$\begin{aligned} \text{AA-QS}_{\text{marine_eco}} &= 3 / 100 = 0.03 \text{ mg/L, soit} \\ \text{AA-QS}_{\text{marine_eco}} &= 30 \text{ } \mu\text{g/L} \end{aligned}$$

- **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).

On dispose de données aiguës pour trois niveaux trophiques. On n'observe pas de différence de sensibilité marquée entre les différents taxa. La plus faible donnée disponible est prise en compte pour le calcul de la MAC, soit la LC₅₀ (48h) à 18 mg/L pour *Daphnia magna*. Par défaut, un facteur d'extrapolation de 100 s'applique pour calculer la MAC. Selon le guide technique pour la détermination des normes de qualité environnementale (E.C., 2011), pour les substances qui n'ont pas de mode d'action spécifique et pour lesquelles les données disponibles montrent que la variation interspécifique est faible, le facteur peut être diminué. Pour le 1,1,2-trichloroéthane, l'écart-type des valeurs log de L(E)C50 est < 0.5 et cette variation peut être considérée comme faible.

Cependant, selon l'Annexe VI Règlement (CE) No 1272/2008 (C.E., 2008), le 1,1,2-trichloroéthane est classé Carc. 2 H351. En conséquence, le groupe d'expert considère que de telles substances ne

devraient pas être trouvées dans l'environnement au dessus du mg/L et recommande que le facteur d'extrapolation soit maintenu à 100 pour calculer la MAC.

$$\text{MAC} = 18 / 100 = 0.18 \text{ mg/L, soit}$$

$$\text{MAC} = 180 \text{ } \mu\text{g/L}$$

Le guide européen pour la détermination des NQE (E.C., 2011) indique qu'il n'est pas recommandé de préconiser une MAC qui soit inférieure à l' AA-QS_{water_eco} et qu'il est préférable, le cas échéant, de fixer MAC = AA-QS_{water_eco}.

$$\text{D'où : MAC} = \text{AA-QS}_{\text{water_eco}} = 300 \text{ } \mu\text{g/L}$$

En ce qui concerne les organismes marins, aucune donnée aiguë n'est disponible. Le jeu de données disponible ne permet 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. Par conséquent et selon les mêmes justifications que pour l'eau douce, un facteur d'extrapolation de 1000 est appliqué pour déterminer la MAC_{marine}. L'INERIS propose donc la valeur suivante :

$$\text{MAC}_{\text{marine}} = 18 / 1000 = 0.018 \text{ mg/L, soit}$$

$$\text{MAC}_{\text{marine}} = 18 \text{ } \mu\text{g/L}$$

Le guide européen pour la détermination des NQE (E.C., 2011) indique qu'il n'est pas recommandé de préconiser une MAC_{marine} qui soit inférieure à l'AA-QS_{marine_eco} et qu'il est préférable, le cas échéant, de fixer MAC_{marine} = AA-QS_{marine_eco}.

$$\text{D'où : MAC}_{\text{marine}} = \text{AA-QS}_{\text{marine_eco}} = 30 \text{ } \mu\text{g/L}$$

Proposition de norme de qualité pour les organismes de la colonne d'eau (eau douce)		
Moyenne annuelle [AA-QS_{water_eco}]	300	µg/L
Concentration Maximum Acceptable [MAC]	300	µg/L
Proposition de norme de qualité pour les organismes de la colonne d'eau (eau marine)		
Moyenne annuelle [AA-QS_{marine_eco}]	30	µg/L
Concentration Maximum Acceptable [MAC_{marine_eco}]	30	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 pour les organismes aquatiques.

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., 2011) :

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

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., 2011) est utilisée : 1300 kg/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., 2011) sont utilisées. Le coefficient est alors calculé selon la formule suivante : $0.8 + 0.025 * K_{\text{oc}}$ soit $K_{\text{sed-eau}} = 2.3 - 6 \text{ m}^3/\text{m}^3$

Pour le 1,1,2-trichloroéthane, on obtient :

$$QS_{\text{sed wet weight}} [\mu\text{g/kg}] = \frac{2.3}{1300} * 300 * 1000$$

$$QS_{\text{sed wet weight}} [\mu\text{g/kg}] = \frac{6}{1300} * 300 * 1000$$

$$QS_{\text{sed wet weight}} = 530.7 - 1384.6 \mu\text{g}/\text{kg}_{\text{poids humide}}$$

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., 2011) est utilisée : $2500 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Pour le 1,1,2-trichloroéthane, la concentration correspondante en poids sec est :

$$QS_{\text{sed dry weight}} = QS_{\text{sed wet weight}} * 2.6 = 531 * 2.6 = 1380.6 \mu\text{g}/\text{kg}_{\text{sed poids sec}}$$

$$QS_{\text{sed dry weight}} = QS_{\text{sed wet weight}} * 2.6 = 1385 * 2.6 = 3601 \mu\text{g}/\text{kg}_{\text{sed poids sec}}$$

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 :

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

Pour le 1,1,2-trichloroéthane, on obtient :

$$QS_{\text{sed-marin wet weight}} [\mu\text{g}/\text{kg}] = \frac{2.3}{1300} * 30 * 1000$$

$$QS_{\text{sed-marin wet weight}} [\mu\text{g}/\text{kg}] = \frac{6}{1300} * 30 * 1000$$

$$QS_{\text{sed-marin wet weight}} = 53 - 138.5 \mu\text{g}/\text{kg}_{\text{poids humide}}$$

La concentration correspondante en poids sec est alors la suivante:

$$QS_{\text{sed-marin dry weight}} = 138 - 360 \mu\text{g}/\text{kg}_{\text{sed poids sec}}$$

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)	530	µg/kg _{sed poids humide}
	1380	µg/kg _{sed poids sec}
Proposition de valeur guide pour les organismes benthiques (eau marine)	53	µg/kg _{sed poids humide}
	138	µg/kg _{sed poids sec}
Conditions particulières	Avec un Koc de 60 à 209 L/kg et un log Kow proche de 2 la mise en œuvre d'un seuil pour le sédiment 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_{biota_sec pois}. Les valeurs recommandées pour ces facteurs d'extrapolation sont données dans le guide technique européen (E.C., 2011). Un facteur d'extrapolation supplémentaire (AF_{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	Souris (femelles) Durée de l'étude : 90 jours Effets sur les érythrocytes, diminution de l'immunité spécifique humorale	NOEL ⁽²⁾ = 3.9	OECD, 2000	8.3	32.4
Toxicité sur la reproduction	Souris Gavage entre le 8 ^{ème} et le 12 ^{ème} jour de gestation Toxicité pour le développement	NOEL ⁽²⁾ = 350	OECD, 2000	8.3	2905

(1) NOAEL : No Observed Adverse Effect Level

(2) NOEL : No Observed Effect Level

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 1,1,2-trichloroéthane, un facteur de 90 est appliqué car la durée du test retenu (NOEL de 3.9 mg/kg_{corporel}/j sur la souris, soit une NOEC de 32.4 mg/kg_{biota}) est de 90 jours. On obtient donc :

$$QS_{\text{biota_sec pois}} = 32.4 \text{ [mg/kg}_{\text{biota}}] / 90 = 0.360 \text{ mg/kg}_{\text{biota}} = 360 \text{ }\mu\text{g/kg}_{\text{biota}}$$

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

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

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

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

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

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 1,1,2-trichloroéthane, un BCF de 4 et un BMF₁ = BMF₂ de 1 (cf. E.C., 2011) ont été retenus. On a donc :

$$QS_{\text{water sp}} = 360 \text{ [}\mu\text{g/kg}_{\text{biota}}] / (4 * 1) = 90 \text{ }\mu\text{g/L}$$

$$QS_{\text{marin sp}} = 360 \text{ [}\mu\text{g/kg}_{\text{biota}}] / (4 * 1 * 1) = 90 \text{ }\mu\text{g/L}$$

Proposition de norme de qualité pour l’empoisonnement secondaire des prédateurs	360	$\mu\text{g/kg}_{\text{biota}}$
valeur correspondante dans l’eau (douce et marine)	90	$\mu\text{g/L}$

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 cancérogène 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	Souris (femelles) Durée de l'étude : 90 jours Effets sur les érythrocytes, diminution de l'immunité spécifique humorale	NOAEL = 3.9	ATSDR, 1989 US-EPA, 1988	4 ⁽¹⁾
Cancérogénèse	Souris Durée de l'étude : 78 semaines Effets : Carcinome hépatocellulaire	Modèle multi-étapes linéarisé	US-EPA, 1988	1.75.10⁻² (dose associée à un risque de 10 ⁻⁶)

(1) Cette VTR a été déterminée par l'US EAP

	Classement CMR	Source
Cancérogène	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
Mutagène	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 mutagenèse.	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 $1.75 \cdot 10^{-2} \mu\text{g}/\text{kg}_{\text{corporel}}/\text{j}$ (cf. tableau ci-dessus),
- un poids corporel moyen de 70 kg,
- $F_{\text{sécurité}}$: facteur de sécurité supplémentaire pour tenir compte des potentiels effets CMR ou de perturbation endocrine de la substance. Le résultat d'un test de cancérogénicité a été retenu pour déterminer la VTR. Par conséquent, aucun facteur supplémentaire ne sera appliqué.
- 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 le 1,1,2-trichloroéthane, le calcul aboutit à :

$$QS_{\text{biota_hh}} [\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{biota}}] = \frac{0.1 * 0.0175 [\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{corporel}}/\text{j}] * 70 [\text{kg}_{\text{corporel}}]}{0.115 [\text{kg}_{\text{biota}}/\text{j}]} = 1 \mu\text{g}/\text{kg}_{\text{biota}}$$

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 :

$$QS_{\text{marine_hh food}} [\mu\text{g}/\text{L}] = \frac{QS_{\text{biota_hh}} [\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{biota}}]}{\text{BCF} [\text{L}/\text{kg}_{\text{biota}}] * \text{BMF}_1 * \text{BMF}_2}$$

Pour le 1,1,2-trichloroéthane , on obtient donc :

$$QS_{\text{water_hh food}} = 1 / (4 * 1) = 0.25 \mu\text{g}/\text{L}$$

$$QS_{\text{marine_hh food}} = 1 / (4 * 1 * 1) = 0.25 \mu\text{g}/\text{L}$$

Proposition de norme de qualité pour la santé humaine via la consommation de produits de la pêche	1	$\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{biota}}$
valeur correspondante dans l'eau (douce et marine)	0.25	$\mu\text{g}/\text{L}$

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 $\mu\text{g}/\text{L}$).

Pour le 1,1,2-trichloroéthane, aucune norme de qualité eau potable n'est fixée par la directive 98/83/CE ou l'OMS.

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

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

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 $1.75 \cdot 10^{-2} \mu\text{g}/\text{kg}_{\text{corporel}}/\text{j}$ (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.
- $F_{\text{sécurité}}$: facteur de sécurité supplémentaire pour tenir compte des potentiels effets CMR ou de perturbation endocrine de la substance. Le résultat d'un test de cancérogénicité a été retenu pour déterminer la VTR. Par conséquent, aucun facteur supplémentaire ne sera appliqué.

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 :

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

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 le 1,1,2-trichloroéthane, on obtient :

$$QS_{\text{dw_hh}} = \frac{0.1 * 0.0175 * 70}{2 * (1 - 0)} = 0.06 \mu\text{g}/\text{L}$$

Proposition de norme de qualité pour l'eau destinée à la production d'eau potable	0.06	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}	300	µg/L
Organismes aquatiques (eau douce) Concentration Maximum Acceptable	MAC	300	µg/L
Organismes aquatiques (eau marine) moyenne annuelle	AA-QS _{marine_eco}	30	µg/L
Organismes aquatiques (eau marine) Concentration Maximum Acceptable	MAC _{marine}	30	µg/L
Empoisonnement secondaire des prédateurs valeur correspondante dans l'eau (douce et marine)	QS _{biota sec pois} QS _{water_sp} QS _{marine_sp}	360 90	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}	1 0.25	µg/kg _{biota} µg/L
Santé humaine via l'eau destinée à l'eau potable	QS_{dw_hh}	0.06	µg/L

Pour le 1,1,2-trichloroéthane, la norme de qualité définie pour la protection de la santé humaine vis-à-vis de la consommation d'eau potable est la valeur la plus faible pour l'ensemble des approches considérées. Pour les eaux non destinées à la production d'eau potable, c'est la valeur fondée sur la protection de la santé humaine via la consommation de produits de la pêche qui est la plus basse.

VALEURS GUIDES POUR LE SEDIMENT

Avec un Koc de 60 à 209 L/kg et un log Kow proche de 2, la mise en œuvre d'un seuil pour le sédiment n'est pas recommandée par le document guide européen (E.C., 2011).

BIBLIOGRAPHIE

- ATSDR (1989). Toxicological Profile for 1,1,2-Trichloroethane (79-00-5).
- BUA (1994). BUA report 152 - 1,1,2-Trichloroethane (79-00-5), GDCh-Advisory Committee on Existing Chemicals of Environmental Relevance.
- 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. (2000). Directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, JO L 327 du 22.12.2000: 1-86.
- 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 o 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.
- E.C. (2000). IUCLID Dataset for 1,1,2-Trichloroethane (79-00-5).
- 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)). SEC(2004) 1372., European Commission.
- 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/tgdeqs_cis-wfd/_EN_1.0_&a=d.
- ETOX. (2007). "ETOX: Datenbank für ökotoxikologische Wirkungsdaten und Qualitätsziele." from <http://webetox.uba.de/webETOX/index.do>.
- HSDB. (2008). "Hazardous Substances Data Bank." from <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>.
- LeBlanc, G.A. (1980). Bull. Environ. Contam. Toxicol., 24(5), 684-691.
- Mackay, D. and S. Paterson (1991). "Evaluating the Multimedia Fate of Organic Chemicals: A Level III Fugacity Model." Environ Sci Technol 25(3): 427-436.
- OECD (2000). SIDS Initial Assessment Report for 10th SIAM, 1,1,2-Trichloroethane (79-00-5). Tokyo.
- Petersen, G., D. Rasmussen, et al. (2007). Study on enhancing the Endocrine Disrupter priority list with a focus on low production volume chemicals, DHI: 252.
- PNUE (2001). Convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants: pp 47.
- US-EPA. (1988). "Integrated Risk Information System (IRIS)." from <http://www.epa.gov/iris/>.