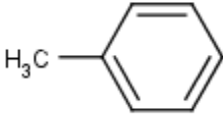


TOLUENE – n° CAS : 108-88-3

Le toluène est un composant de l'huile brute et il est produit par différents procédés pétrochimiques. Il est utilisé dans l'industrie comme solvant ou comme intermédiaire de synthèse.

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE

Substance chimique	Toluène
Synonymes	Méthylbenzène, Phénylméthane, Toluol, Méthylbenzol, Méthacide
Numéro CAS	108-88-3
Code SMILES	<chem>c1(ccccc1)C</chem>
Formule moléculaire	C ₇ H ₈
Structure moléculaire	

EVALUATIONS EXISTANTES ET INFORMATIONS REGLEMENTAIRES

Evaluations existantes	E.C. (2003a). European Union Risk Assessment Report for Toluene (CAS n°108-88-3) (final report)*												
Phrases de risque et classification	<p><i>Annexe I Directive 67/548/CEE (C.E., 1967)</i></p> <p>F ; R11 Repr.Cat.3 ; R63 Xn ; R48/20-65 Xi ; R38 R67</p> <p><i>Annexe VI Règlement (CE) No 1272/2008 (C.E., 2008)</i></p> <table> <tr> <td>Flam. Liq. 2</td> <td>H225</td> </tr> <tr> <td>Repr. 2</td> <td>H361d</td> </tr> <tr> <td>Asp. Tox. 1</td> <td>H304</td> </tr> <tr> <td>STOT RE 2</td> <td>H373</td> </tr> <tr> <td>Skin Irrit. 2</td> <td>H315</td> </tr> <tr> <td>STOT SE 3</td> <td>H336</td> </tr> </table>	Flam. Liq. 2	H225	Repr. 2	H361d	Asp. Tox. 1	H304	STOT RE 2	H373	Skin Irrit. 2	H315	STOT SE 3	H336
Flam. Liq. 2	H225												
Repr. 2	H361d												
Asp. Tox. 1	H304												
STOT RE 2	H373												
Skin Irrit. 2	H315												
STOT SE 3	H336												
Critères PBT / POP	La substance ne remplit pas les critères PBT/vPvB ¹ (C.E., 2006) ou POP ² (PNUE, 2001).												
Effets endocriniens	Le toluène 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).												
Normes de qualité existantes	<p><u>Union Européenne</u>³ : objectif de qualité pour la vie aquatique = 10 µg/L</p> <p><u>Allemagne</u> : norme de qualité pour les eaux prélevées destinées à la consommation = 10 µg/L (ETOX, 2007⁴),</p> <p><u>Pays-Bas</u> : objectif de qualité pour les eaux prélevées destinées à la consommation = 7 µg/L (valeur cible), 730 µg/L (valeur maximale admissible) (ETOX, 2007⁴),</p> <p><u>Canada</u> : critère de qualité pour la vie aquatique, l'eau douce = 2 µg/L (ETOX, 2007⁴),</p> <p><u>Canada</u> : critère de qualité pour l'eau potable = 24 µg/L (ETOX, 2007⁴),</p> <p><u>USA</u> : critère de qualité pour l'eau de consommation et la consommation de poisson = 6800 µg/L (ETOX, 2007⁴).</p>												
Mesures 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 liposolubles (et donc fortement bioaccumulables), et volatiles (et peuvent donc 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 Comité Scientifique consultatif pour l'examen de la Toxicité et de l'Écotoxicité des substances chimiques de la Commission européenne.

⁴ 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.

Le toluène a fait l'objet d'une évaluation de risque qui a été réalisée conformément au règlement 793/93 (E.C., 1993) et dont le rapport final est disponible sur le site de l'Ex-Bureau Européen des substances chimiques (E.C., 2003a). Les données issues de ce rapport n'ont pas fait l'objet d'une validation supplémentaire.

PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES

	Valeurs	Source
Poids moléculaire [g/mol]	92.15	E.C., 2003a
Hydrosolubilité [mg/L]	515 à 20°C 534.8 à 25°C	E.C., 2003a
Pression de vapeur [Pa]	3 000 à 20°C 3 800 à 25°C	E.C., 2003a
Constante de Henry [Pa.m ³ /mol]	537 à 20°C (estimé)	E.C., 2003a
Log du coefficient de partage Octanol-eau (log Kow)	2.65	E.C., 2003a
Coefficient de partage carbone organique-eau (Koc) [L/kg]	177	E.C., 2003a
Constante de dissociation (pKa)	Pas d'information disponible.	

COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT

PERSISTANCE

		Source
Hydrolyse	Aucune réaction d'hydrolyse n'est attendue en conditions environnementales.	E.C., 2003a
Photolyse	La substance n'absorbe pas les rayons lumineux de longueurs d'ondes supérieures à 290 nm. Elle n'est donc pas susceptible de subir une photolyse directe en conditions environnementales.	E.C., 2003a
Biodégradabilité	Le toluène est facilement biodégradable. Cependant, il pourrait persister dans les eaux naturelles à de faibles concentrations (< 100 µg/L). La présence d'autres produits chimiques organiques (thiophène, pyrrole, méthylpyrrole et benzofurane) diminue la dégradation du toluène de 100% à 10% après 4 jours.	E.C., 2003a

DISTRIBUTION DANS L'ENVIRONNEMENT

		Source
Adsorption	D'après le Koc (177 L/kg), la substance semble être modérément adsorbable.	E.C., 2003a
Volatilisation	D'après la constante de Henry (537 Pa.m ³ /mol), calculée à partir de la pression de vapeur (3000 Pa) et de la solubilité (515 mg/L), le toluène en solution aqueuse a une forte tendance à se volatiliser.	E.C., 2003a
Bioaccumulation	La valeur maximale de 90 observée chez <i>Leuciscus idus melanotus</i> est utilisée dans l'évaluation de risque du toluène. Ce résultat suggère que la bioconcentration du toluène chez les organismes aquatiques est faible.	E.C., 2003a
Transport	Pas d'information disponible.	

ECOTOXICITE ET TOXICITE

ORGANISMES AQUATIQUES

Dans les tableaux ci-dessous, pour chaque taxon sont reportés uniquement les résultats des tests d'écotoxicité montrant la plus forte sensibilité à la substance. Toutes les données présentées sont issues du rapport d'évaluation des risques européenne, et n'ont donc pas fait l'objet d'une validation supplémentaire.

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

			Source
Algues & plantes aquatiques	Eau douce	134 mg/L <i>Chlamydomonas angulosa</i> , EC ₅₀ (72-96 h) système clos, concentration nominale	Hutchinson <i>et al.</i> , 1980 cité dans E.C., 2003a
	Milieu marin	Pas d'information disponible.	
Invertébrés	Eau douce	3.78 mg/L <i>Ceriodaphnia dubia</i> , EC ₅₀ (48 h) Renouvellement journalier du milieu, système clos, concentration mesurée	Niederlehner <i>et al.</i> , 1998 cité dans E.C., 2003a
	Milieu marin	3.5 mg/L <i>Crangon franciscorum</i> , EC ₅₀ (96 h) Statique, 25% eau marine	Benville et Korn, 1977 cité dans E.C., 2003a
	Sédiment	Pas d'information disponible.	
Poissons	Eau douce	5.5 mg/L <i>Oncorhynchus kisutch</i> , LC ₅₀ (96 h) Flux continu, concentration mesurée	Moles <i>et al.</i> , 1981 cité dans E.C., 2003a
	Milieu marin	5.4 mg/L <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> , LC ₅₀ (24 h) Flux continu, concentration mesurée	Thomas et Rice, 1979 cité dans E.C., 2003a

ECOTOXICITE AQUATIQUE CHRONIQUE

			Source
Algues & plantes aquatiques	Eau douce	10 mg/L <i>Selenastrum capricornutum</i> , NOEC (96 h) Système clos, concentration nominale	E.C., 2003a
	Milieu marin	10 mg/L <i>Skeletonema costatum</i> , NOEC (72 h) Système clos, concentration nominale	Heijden <i>et al.</i> , 1988 cité dans E.C., 2003a
Invertébrés	Eau douce	0.74 mg/L <i>Ceriodaphnia dubia</i> , NOEC (7 j) (reproduction) Semi-statique, concentration mesurée	Niederlehner <i>et al.</i> , 1998 cité dans E.C., 2003a
	Milieu marin	Pas d'information disponible.	
	Sédiment	Pas d'information disponible.	
Poissons	Eau douce	1.4 mg/L <i>Oncorhynchus kisutch</i> , NOEC (40 j) <i>Oncorhynchus mykiss</i> , NOEC (27 j) Flux continu, concentration mesurée	Moles <i>et al.</i> , 1981; Black <i>et al.</i> , 1982 Cites dans E.C., 2003a
	Milieu marin	3.2 mg/L <i>Cyprinodon variegatus</i> , NOEC (28 j) Flux continu	Ward et Parrish, 1981 cité dans E.C., 2003a

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 l'évaluation des risques dus aux substances chimiques (E.C., 2003b) et au projet de guide technique européen pour la détermination des normes de qualité environnementale (E.C., 2009). 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 tableau 16, page 101, du guide technique européen (E.C., 2003b).

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

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

Pour le toluène, on dispose de données valides pour 3 niveaux trophiques à la fois en aigu et en chronique. Le résultat le plus faible a été obtenu sur *Ceriodaphnia dubia*, avec une valeur de NOEC sur 7 jours égale à 0.74 mg/L. Conformément à la note d du tableau 16 du TGD (E.C., 2003b), la norme de qualité est déterminée en appliquant à la plus faible NOEC un facteur d'extrapolation de 10.

$$AA-QS_{water_eco} = 0.74 \text{ [mg/L]} / 10 = 74 \text{ }\mu\text{g/L}$$

Notons que cette valeur a été validée comme PNEC_{aqua} (concentration prédite sans effet) lors de l'évaluation européenne de la substance (E.C., 2003a).

- **Concentration Maximum Acceptable (MAC):**

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. Pour la détermination de la MAC, le document guide pour l'évaluation des effets des substances avec des rejets intermittents est utilisée (ECHA, 2008, E.C., 2009)

On dispose de données aiguës sur les trois niveaux trophiques (algues, invertébrés, poissons), la plus faible étant celle sur *Crangon franciscorum*, EC₅₀ (96 h) = 3.5 mg/L. Un facteur d'extrapolation de 100 s'applique pour calculer la MAC :

$$MAC = 3.5/100 = 0.035 \text{ mg/L, soit } 35 \text{ }\mu\text{g/L}$$

Selon le projet de document guide technique pour la détermination de normes de qualité environnementale (E.C., 2009), lorsque la détermination de la MAC conduit à une valeur plus faible que la AA-EQS, la MAC est fixée à une valeur égale à la AA-QS_{water_eco} (moyenne annuelle) :

Proposition de norme de qualité pour les organismes de la colonne d'eau (eau douce)		
Moyenne annuelle [AA-QS_{water_eco}]	74	µg/L
Concentration Maximum Acceptable [MAC]	74	µg/L

VALEUR GUIDE DE QUALITE POUR LE SEDIMENT (QS_{SED})

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).

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.

NB : La pollution actuelle peut être suivie dans les matières en suspension et les couches superficielles du sédiment. Les couches profondes intègrent la contamination historique sur des dizaines voire des centaines d'années et ne sont pas jugées pertinentes pour caractériser la pollution actuelle. Les paramètres par défaut préconisés par Lepper (2002) et le guide technique européen (E.C., 2003b) ont été choisis empiriquement pour caractériser les matières en suspension et les couches superficielles. Matières en suspension et couches superficielles contiennent relativement plus d'eau et de matière organique que les couches profondes du sédiment.

Une valeur guide de qualité pour le sédiment peut être alors calculée selon l'équation suivante (adaptation de l'équation 70 page 113 du guide technique européen, E.C., 2003b) :

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

Avec

RHO_{susp} : masse volumique de la matière en suspension en $[\text{kg}_{\text{sed}}/\text{m}^3_{\text{sed}}]$. En l'absence d'une valeur exacte, la valeur générique proposée par Lepper, 2002) et le guide technique européen (équation 18 page 44, E.C., 2003b) est utilisée : 1150 kg/m^3 .

$K_{\text{susp-eau}}$: coefficient de partage matière en suspension/eau en m^3/m^3 . En l'absence d'une valeur exacte, les valeurs génériques proposées par Lepper, 2002) et le guide technique européen (équation 24 page 47, E.C., 2003b) sont utilisées. Le coefficient est alors calculé selon la formule suivante : $0.9 + 0.025 * Koc$ soit $K_{\text{susp-eau}} = 5.325 \text{ m}^3/\text{m}^3$.

Ainsi, on obtient :

$$QS_{\text{sed wet weight}} [\mu\text{g/kg}] = \frac{5.325}{1150} * 74 * 1000$$

$QS_{\text{sed wet weight}} = 342.65 \text{ } \mu\text{g/kg}$ (poids humide)

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

$$\frac{RHO_{\text{susp}}}{F_{\text{solide}_{\text{susp}}} * RHO_{\text{solide}}} = \frac{1150}{250} = 4.6$$

Avec :

$F_{\text{solide}_{\text{susp}}}$: fraction volumique en solide dans les matières en suspension en [$\text{m}^3_{\text{solide}}/\text{m}^3_{\text{susp}}$]. En l'absence d'une valeur exacte, la valeur générique proposée par Lepper (2002) et le guide technique européen (tableau 5 page 43, E.C., 2003b) est utilisée : $0.1 \text{ m}^3/\text{m}^3$.

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 Lepper, 2002) et le guide technique européen (tableau 5 page 43, E.C., 2003b) est utilisée : $2500 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Pour le toluène, la concentration correspondante en poids sec est :

$$QS_{\text{sed dry_weight}} = 342.65 * 4.6 = 1576.2 \text{ } \mu\text{g}/\text{kg}_{\text{sed poids sec}}$$

Le LogKow 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 de qualité pour les sédiments (eau douce)	343	$\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{sed poids humide}}$
	1576	$\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{sed poids sec}}$
Conditions particulières	Avec un Koc de 177 L/kg et un Log Kow = 2.65, la mise en œuvre d'un seuil pour le sédiment n'est pas recommandée par le projet de guide européen (E.C., 2009).	

EMPOISONNEMENT SECONDAIRE

Ce chapitre traite de la toxicité chronique induite par la substance sur les prédateurs *via* la consommation d'organismes aquatiques contaminés (appelés biota, 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 jugées valides.

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 biota 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 (Tableau 22, page 129, E.C., 2003b) et le projet de guide technique européen pour la détermination de normes de qualité (E.C., 2009). 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 $QS_{\text{biota_sec}} \text{ pois}$. Les valeurs recommandées pour ces facteurs d'extrapolation sont données dans le guide technique européen (tableau 23, page 130, E.C., 2003b). 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/LOAEL [mg/kg _{corporel} /j]	Source	Facteur de conversion	NOEC [mg/kg _{biota}]
Toxicité sub-chronique et/ou chronique	Rat 90 jours Voie orale (gavage) Effet(s) : Augmentation du poids des reins (mâles)	BMDL ⁽¹⁾ = NOAEL = 238	NTP (National Toxicology Program), 1990	10	2380
	Souris 90 jours Voie orale (gavage) Effet(s) : Augmentation du poids des reins (mâles)	NOAEL = 625	NTP (National Toxicology Program), 1990	8.3	5187.5
Toxicité pour la reproduction	Pas d'information disponible				

(1) BMDL : BenchMark Dose limit (95%). La « benchmark dose » (ou BMD) est une méthode alternative qui est de plus en plus préconisée car elle permet de s'affranchir de la variabilité inhérente aux expérimentations animales lors de l'utilisation d'un NOAEL comme dose critique. L'objectif est de déterminer la dose (ou la limite inférieure de l'intervalle de confiance correspondant) produisant un effet critique avec une augmentation de la fréquence ou de la sévérité particulière, conventionnellement fixée à 1, 5 ou 10 %.

TOXICITE ORALE POUR LES OISEAUX

	Type de test	NOAEL/LOAEL [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.				

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., 2003b). Elle est obtenue en divisant la plus faible valeur de NOEC valide par les facteurs d'extrapolation recommandés dans le tableau 23 page 130 du guide (E.C., 2003b).

Pour le toluène, un facteur de 90 est appliqué car la durée du test retenu (NOEC à 2380 mg/kg_{biota} sur rat) est de 90 jours. On obtient donc :

$$QS_{biota_sec\ pois} = 2380 [mg/kg_{biota}] / 90 = 26444 \mu g/kg_{biota}$$

Cette valeur de norme de qualité pour l'empoisonnement secondaire peut être ramenée à une concentration dans l'eau selon la formule suivante :

$$QS_{water\ sp} [\mu g/L] = \frac{QS_{biota_sec\ pois} [\mu g/kg_{biota}]}{BCF [L/kg_{biota}] * BMF}$$

Avec :

BCF : facteur de bioconcentration,
BMF : facteur de biomagnification.

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 PNEC 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 bioamplification (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 BMF, celles-ci peuvent être estimées à partir du BCF selon le tableau 29, page 160, du guide technique européen (E.C., 2003b).

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 toluène, un BCF de 90 (valeur maximale) observé chez *Leuciscus idus melanotus* (E.C., 2003a) et un BMF de 1 (cf. E.C., 2003b) ont été retenus. On a donc :

$$QS_{water\ sp} = 26444 [\mu g/kg_{biota}] / (90 * 1) = 293.82 \mu g/L$$

Proposition de norme de qualité pour l’empoisonnement secondaire des prédateurs	26444	µg/kg _{biota}
valeur correspondante dans l’eau	294	µg/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 [mg/kg _{corporel} /j]	Source	Valeur toxicologique de référence (VTR) [µg/kg _{corporel} /j]
Toxicité sub-chronique et/ou chronique	Rat 90 jours Voie orale (gavage) Augmentation du poids des reins (mâles)	BMDL ⁽¹⁾ = NOAEL = 238	NTP (National Toxicology Program), 1990	80 ⁽²⁾ Avec AF =3000 • AF inter-espèce = 10 • AF intra-espèce = 10 • AF durée d’exposition = 10 • AF qualité des données = 3

(1) BMDL : BenchMark Dose limit (95%). (2) Cette VTR a été déterminée par l'US-EPA.

	Classement CMR	Source
Cancérogénèse	Le toluène ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme (Groupe 3 selon l'IARC).	E.C., 2003a
	La substance est inscrite à l'Annexe VI du règlement (CE) No 1272/2008 mais n'a pas fait l'objet d'un classement pour la cancérogénèse.	C.E., 2008
Mutagénèse	Le toluène n'est pas classé génotoxique par l'Union Européenne.	E.C., 2003a
	La substance est inscrite à l'Annexe VI du règlement (CE) No 1272/2008 mais n'a pas fait l'objet d'un classement pour la mutagénèse.	C.E., 2008
Toxicité pour la reproduction	Le toluène est classé en catégorie 3 : la substance est préoccupante pour la fertilité de l'espèce humaine ou préoccupante pour l'homme en raison d'effets toxiques possibles sur le développement.	E.C., 2003a
	La substance est inscrite à l'Annexe VI du règlement (CE) No 1272/2008 et est classée Repr. 2 (H361d).	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 (Lepper, 2005):

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

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 80 $\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{corporel}}/\text{j}$ (cf. tableau ci-dessus),
- un poids corporel moyen de 70 kg,
- 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., 2009).

Pour le toluène, le calcul aboutit à :

TOLUENE – n° CAS : 108-88-3

$$QS_{\text{biota hh}} [\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{biota}}] = \frac{0.1 * 80 [\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{corporel}}/\text{j}] * 70 [\text{kg}_{\text{corporel}}]}{0.115 [\text{kg}_{\text{biota}}/\text{j}]} = 4869.56 \mu\text{g}/\text{kg}_{\text{biota}}$$

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 :

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

Pour le toluène, on obtient donc :

$$QS_{\text{water_hh food}} = 4869.56 / (90 * 1) = 54.1 \mu\text{g}/\text{L}$$

Proposition de norme de qualité pour la santé humaine via la consommation de produits de la pêche	4870	$\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{biota}}$
valeur correspondante dans l'eau	54	$\mu\text{g}/\text{L}$

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

La norme de qualité pour l'eau de boisson est calculée de la façon suivante (Lepper, 2005) :

$$QS_{\text{eau brute}} [\mu\text{g}/\text{L}] = \frac{0.1 * \text{VTR} [\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{corporel}}/\text{j}] * \text{poids corporel} [\text{kg}_{\text{corporel}}]}{\text{Cons.moy.eau} [\text{L}/\text{j}]}$$

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 $80 \mu\text{g}/\text{kg}_{\text{corporel}}/\text{j}$ (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.

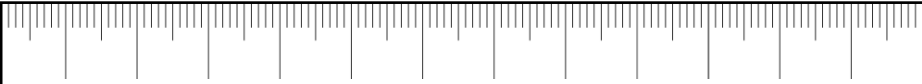
L'eau de boisson est obtenue à partir de l'eau brute du milieu après traitement pour la rendre potable. La fraction éliminée lors du traitement dépend de la technologie utilisée ainsi que des propriétés de la substance.

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

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 toluène, on obtient :

$$QS_{\text{dw_hh}} = \frac{0.1 * 80 * 70}{2 * (1 - 0)} = 280 \mu\text{g}/\text{L}$$



TOLUENE – n° CAS : 108-88-3

Proposition de norme de qualité pour l'eau destinée à l'eau potable	280	µg/L
--	-----	------

PROPOSITION DE NORME DE QUALITE ENVIRONNEMENTALE (NQE)

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

		Valeur	Unité
PROPOSITION DE NORMES DE QUALITE			
Organismes aquatiques (eau douce) moyenne annuelle	AA-QS _{water_eco}	74	µg/L
Organismes aquatiques (eau douce) Concentration Maximum Acceptable	MAC	74	µg/L
Empoisonnement secondaire des prédateurs valeur correspondante dans l'eau	QS _{biota sec pois}	26444	µg/kg _{biota}
	QS _{water_sp}	294	µg/L
Santé humaine via la consommation de produits de la pêche valeur correspondante dans l'eau	QS _{biota hh}	4870	µg/kg _{biota}
	QS _{water hh food}	54	µg/L
Santé humaine via l'eau destinée à l'eau potable	QS _{dw_hh}	280 µg/L	µg/L

Pour le toluène, la norme de qualité pour la santé humaine via la consommation des produits de la pêche est la valeur la plus faible pour l'ensemble des approches considérées. La proposition de NQE pour le toluène est donc la suivante :

PROPOSITION DE NORME DE QUALITE ENVIRONNEMENTALE		
Moyenne Annuelle dans l'eau :	NQE_{EAU} =	54 µg/L
fondée sur la proposition norme de qualité pour la protection de la santé humaine via la consommation de produits de la pêche :	NQE_{BIOTE} =	4870 µg/kg_{biota}
Concentration Maximale Acceptable dans l'eau :	MAC =	74 µg/L

PROPOSITION DE NORMES DE QUALITE

Avec un Koc de 177 L/kg et un Log Kow = 2.65, la mise en œuvre d'un seuil pour le sédiment n'est pas recommandée par le projet de guide européen (E.C., 2009).

BIBLIOGRAPHIE

Benville, P. E. and S. Korn (1977). "The acute toxicity of six monocyclic aromatic crude oil components to striped bass (*Morone saxatilis*) and bay shrimp (*Crangon franciscorum*)."
Calif. Fish Game **63**(4): 204-209.

Black, J. A., W. J. Birge, *et al.* (1982). The aquatic toxicity of organic compounds to embryo-larval stages of fish and amphibians. Lexington, Water Resources Research Institute: 68.

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. (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.

E.C. (1993). Règlement (CEE) du Conseil, du 23 mars 1993, concernant l'évaluation et le contrôle des risques présentés par les substances existantes (CE/793/93), *Journal officiel n°L 084 du 05/04/1993*: 0001-0075.

E.C. (2003). European Union Risk Assessment Report for Toluene (CAS n°108-88-3) (final report), Institute for Health and Consumer Protection - European Chemicals Bureau: 305.

E.C. (2003). Technical Guidance Document on Risk Assessment in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances, Commission Regulation (EC) N° 1488/94 on Risk Assessment for existing substances, Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.

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. (2009). Draft Technical Guidance Document for deriving Environmental Quality Standards (July 2009 version). Not yet published.

ECHA (2008). Chapter R.10: Characterisation of dose [concentration]-response for environment. *Guidance on information requirements and chemical safety assessment.*, European Chemicals Agency: 65.

ETOX. (2007). "Datenbank für ökotoxikologische Wirkungsdaten und Qualitätsziele." from <http://webetox.uba.de/webETOX/index.do>.

Heijden, C. A., H. C. M. Mulder, *et al.* (1988). Integrated criteria document toluene effects. Bilthoven, The Netherlands, National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM).

Hutchinson, T. C., J. A. Hellebust, *et al.* (1980). "The correlation of the toxicity to algae of hydrocarbons and halogenated hydrocarbons with their physical-chemical properties." *Environ. Sci. Res.* **16**: 577-586.

Lepper, P. (2002). Towards the derivation of quality standards for priority substances in the context of the water framework directive., Fraunhofer-Institute Molecular Biology and Applied Ecology.

Lepper, P. (2005). Manual on the Methodological Framework to Derive Environmental Quality Standards for Priority Substances in accordance with Article 16 of the Water Framework Directive (2000/60/EC). Schmallenberg, Germany., Fraunhofer-Institute Molecular Biology and Applied Ecology.

Moles, A., S. Bates, *et al.* (1981). "Reduced growth of Coho salmon fry exposed to two petroleum components, Toluene and naphthalene in fresh water." Transactions A. Fish. Soc. **110**: 430-436.

Niederlehner, B. R., J. Cairns, *et al.* (1998). "Modeling acute and chronic toxicity of nonpolar narcotic chemicals and mixtures to *Ceriodaphnia magna*." Ecotoxicology and Environmental Safety **39**: 136-146.

NTP (National Toxicology Program) (1990). Toxicology and carcinogenesis studies of toluene (CAS No. 108-88-3) in F344/N rats and B5C3F1 mice (inhalation studies), Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services.

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.

Thomas, R. E. and S. D. Rice (1979). "The effect of exposure temperatures on oxygen consumption and opercular breathing rates of pink salmon fry exposed to toluene, naphthalene and water soluble fractions of Cook Inlet crude oil and No. 2 fuel oil." Marine Pollution **79**: 39-52.

Ward, G. S. and P. R. Parrish (1981). "Early life stage toxicity tests with a saltwater fish : effects of eight chemicals on survival, growth, and development of sheepshead minnows (*Cyprinodon variegatus*)." Journal of Toxicology and Environmental Health **8**: 225-240.