

Annexe 1 - Caractéristiques intrinsèques des substances émises à l'atmosphère et valeurs de référence

1. Composés Organiques Volatils .....	2
2. Synthèse des Valeurs de référence retenues .....	8

## 1. COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS

(source : « Les Composés Organiques Volatils (COV) dans l'environnement », Pierre Le Cloirec, Ecole des Mines de Nantes - Editions Lavoisier, 1998.

« Benzène – Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, INERIS, mise à jour 21/03/2006 », « Fiche toxicologique n°9 : Benzène, INRS, 2011 »

« Toluène – Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, INERIS, mise à jour 08/11/2005 », « Fiche toxicologique n°4 : Toluène, INRS, 2012 »

« Ethylbenzène – Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, INERIS, mise à jour 25/05/2005 », « Fiche toxicologique n°266 : Ethylbenzène, INRS, 2010 »

« Xylène – Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, INERIS, mise à jour 28/06/2006 », « Fiche toxicologique n°77 : Xylène, INRS, 2009 »

### 1.1. Comportement

Une partie des COV peut se retrouver adsorbée sur les particules.

Les émissions de composés organiques volatils peuvent agir directement sur la santé ou l'environnement en fonction de la nature des composés, ainsi que de façon indirecte par le biais de réactions complexes dans l'atmosphère et la formation d'ozone troposphérique.

L'ozone troposphérique est issu de réactions chimiques entre les oxydes d'azote, les composés organiques volatils, le monoxyde de carbone, sous l'effet du rayonnement solaire de courte longueur d'onde.

La production s'accompagne d'autres espèces aux propriétés acides ou oxydantes : aldéhydes, composés organiques nitrés, acide nitrique, eau oxygénée.

### 1.2. Effets sur la santé

#### o Effets généraux

- Altération du système nerveux, des globules et des plaquettes sanguines,
- Effet déprimant sur le système nerveux pouvant engendrer neurasthénie, dépression, anxiété,
- Irritant des muqueuses et de la peau en cas d'exposition aiguë,
- Dégénérescences cérébrales en cas d'exposition chronique de longue durée.

Les composés ayant la nocivité directe la plus élevée sont généralement des composés halogénés et des hydrocarbures aromatiques polycycliques.

#### o Pénétration et devenir dans l'organisme

La principale voie de pénétration dans l'organisme des COV est l'inhalation. Ces composés se volatilisent en effet facilement.

Les muqueuses nasales sont les sites privilégiés d'action des polluants gazeux car elles sont un lieu naturel de passage et de rétention des produits adsorbables. L'irritation des voies nasales est la conséquence d'une altération des muqueuses. Cette irritation par inhalation s'accompagne souvent de maux de gorge.

#### Cas du benzène :

La principale voie de pénétration dans l'organisme est l'inhalation. 50 % de la quantité inhalée est absorbée.

Le benzène est rapidement distribué via le sang à l'ensemble de l'organisme. Du fait de ses propriétés lipophiles, les concentrations tissulaires seront plus élevées dans la moelle osseuse et dans la graisse.

Le benzène est éliminé sous une forme inchangée dans les urines (1 %) et dans l'air expiré (10 à 50 %) selon l'activité physique et l'importance du tissu adipeux. La fraction expirée augmente avec l'exposition du fait d'une saturation des voies métaboliques.

Cas du toluène :

La principale voie d'absorption du toluène est l'inhalation. L'absorption est rapide : 10 à 15 minutes après le début de l'exposition. Le taux d'absorption (environ 50 %) est proportionnel au niveau de ventilation pulmonaire.

Le toluène s'accumule dans les tissus adipeux, le cerveau, et dans de nombreux autres organes (sang, foie, rein, moelle osseuse).

Le toluène est éliminé principalement par voie pulmonaire, sous forme inchangée (15 %), ou par voie urinaire, sous forme de métabolites (80 à 90 %) présents majoritairement sous forme d'acide hippurique.

Cas de l'éthylbenzène :

L'éthylbenzène liquide est bien absorbé par inhalation et car voie cutanée. Le taux d'absorption par inhalation varie de 49 à 64%. Par voie cutanée, l'éthylbenzène est mal absorbée sous forme vapeur contrairement à la forme liquide. Il n'y a pas de données sur l'absorption par voie orale chez l'homme.

Le métabolisme de l'éthylbenzène chez l'homme est semblable à celui de l'animal. L'excrétion majeure est urinaire.

Cas du xylène :

Par voie pulmonaire, passées les 10 premières minutes d'exposition, la quantité de xylènes absorbée correspond à environ 65% de la quantité inhalée, quel que soit l'isomère considéré. Les xylènes liquides sont absorbés par la peau.

Chez l'homme, environ 95% de la quantité de xylènes absorbée sont oxydés dans le foie

La voie d'élimination principale est rénale. Les xylènes éliminés par voie pulmonaire ne représente que 3 à 6% des xylènes absorbés.

o Effets systémiques

Cas du benzène :

L'inhalation de benzène provoque des troubles neuropsychiques communs à ceux observés avec les autres solvants et regroupés sous le terme « syndrome psycho-organique » : irritabilité, diminution des capacités d'attention et de mémorisation, syndrome dépressif, troubles du sommeil...

Par ailleurs, de nombreuses études ont mis en évidence des effets hématotoxiques et immunotoxiques. L'atteinte de la moelle osseuse est un des tous premiers signes de la toxicité chronique du benzène qui peuvent évoluer vers une leucémie.

Cas du toluène :

A concentrations élevées, des effets neurologiques sévères comportant des dysfonctionnements cérébraux, pyramidaux et cognitifs tels que tremblements, ataxie, troubles de la mémoire ainsi qu'une atrophie du cervelet sont décrits.

Cas de l'éthylbenzène :

Chez l'animal, les organes cibles de l'éthylbenzène, après une exposition chronique par voie respiratoire, sont le foie, le rein et le système auditif.

Aucune donnée concernant les effets systémiques induits par une exposition chronique par voie orale ou par voie cutanée à l'Éthylbenzène n'est disponible chez l'homme.

Cas du xylène :

Les organes cibles principaux du mélange de xylène, après une exposition chronique par voie respiratoire, sont le système nerveux central, le foie, le sang et les poumons. Les organes cibles secondaires sont la peau, la rate et les reins.

Pour la voie cutanée, les organes cibles sont les yeux, le système nerveux central, la peau et le foie.

o Effets cancérogènes / mutagènes / reprotoxiques

Cas du benzène :

Effets cancérogènes

De très nombreux rapports de cas et plusieurs études épidémiologiques attestent le pouvoir leucomogène du benzène pour des expositions extrêmement variables.

D'après certaines études, une leucémie benzénique serait toujours précédée de troubles non malins ; plusieurs cas de leucémies après guérison d'épisodes antérieurs d'anomalies sanguines induites par le benzène ont été décrits.

Le benzène est classé en catégorie 1 (cancérogène chez l'homme) par l'Union Européenne et le CIRC et en catégorie A (cancérogène chez l'homme) par l'US-EPA. Selon le CLP modifié, le benzène est classé C1A (substance dans le potentiel cancérogène pour l'être humain est avéré, la classification dans cette catégorie s'appuyant largement sur des données humaines).

#### Mutagénèse

Aucune relation ne peut être actuellement établie entre les types de lésions chromosomiques observées in vitro et les effets sur la santé, ni même entre l'existence de lésions chromosomiques et la survenue ultérieure éventuelle d'un état pathologique.

Selon le CLP modifié, le benzène est classé M1B pour la mutagénicité (substance dans la capacité d'induire des mutations héréditaires est avérée ou qui sont à considérer comme induisant des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains).

#### Effet sur la reproduction et le développement

Le benzène passe la barrière placentaire et est retrouvé dans la moelle osseuse du fœtus à des niveaux supérieurs ou égaux à ceux mesurés chez la mère exposée par inhalation.

Cependant, les effets par inhalation du benzène sur la reproduction ne sont pas suffisants pour établir une relation causale.

#### Cas du toluène :

##### Effets cancérogènes

Les preuves de cancérogénicité chez l'homme sont insuffisantes.

Le toluène est classé en catégorie 3 (inclassable) par le CIRC et en catégorie D (substance non classifiable) par l'US-EPA.

##### Mutagénèse

Les tests de mutagénicité réalisés sur des travailleurs exposés sont généralement négatifs.

##### Effet sur la reproduction et le développement

Le toluène a été classé comme produit pouvant avoir un risque possible sur la fonction de reproduction.

Le toluène est classé en catégorie 3 (substances préoccupantes pour l'homme) par l'Union Européenne. Selon le CLP modifié, le toluène est classé R2 (toxicité pour la reproduction suspectée, mais les informations disponibles sont insuffisantes).

#### Cas de l'éthylbenzène :

##### Effets cancérogènes

Chez l'homme, aucune association n'a été trouvée entre l'apparition de cancer et l'exposition par voie pulmonaire à l'éthylbenzène.

Aucune étude sur l'effet cancérogène de l'éthylbenzène par voie orale ou par voie cutanée n'est disponible chez l'homme.

L'éthylbenzène est classé dans le groupe 2B (agents peut-être cancérogènes pour l'homme) par le CIRC. Par inhalation ; il induit des tumeurs broncho-alvéolaires chez la souris et rénales chez le rat ; ces dernières peu probables chez l'homme.

##### Mutagénèse

L'éthylbenzène n'est pas génotoxique dans la plupart des études in vitro et dans toutes les études effectuées in vivo.

##### Effet sur la reproduction et le développement

L'éthylbenzène n'est pas toxique pour la fertilité. Il est fœtotoxique à des concentrations toxiques pour les mères.

Cas du xylène :

Effets cancérogènes

Il n'existe pas d'études ou observations permettant d'apprécier un éventuel pouvoir cancérogène des xylènes chez l'homme.

Le xylène est classé en groupe 3 (inclassable) par le CIRC et en catégorie D (substance non classifiable) par l'US-EPA

Mutagénèse

Le xylène et ses isomères ont été examinés par l'Union Européenne mais n'ont pas été classés. Les études réalisées chez l'homme et chez les animaux ainsi que les études in vitro ont montré que le xylène n'aurait pas d'effet génotoxique.

Effet sur la reproduction et le développement

Chez l'homme, l'effet du xylène sur la reproduction est difficile à déterminer du fait du nombre limité de données. Des études ont cependant montré une augmentation du taux d'avortements spontanés. Certaines études chez l'homme suggèrent une relation possible entre l'exposition par voie pulmonaire au xylène et un défaut au niveau du développement.

Aucune étude concernant l'effet du xylène par voie orale sur la reproduction et le développement n'est disponible chez l'homme. Chez l'homme, aucune donnée ne traite de l'effet du xylène par voie cutanée sur la reproduction.

### **1.3. Classification et phrases de risque**

Cas du benzène :

- N°CAS : 71-43-2
- Etiquetage : T (toxique)
- Phrases de risque : R45 : peut causer le cancer – R46 : peut causer des altérations génétiques héréditaires – R11 : facilement inflammable – R36/38 : irritant pour les yeux et la peau – R48/23/24/25 : également toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion – R65 : nocif : peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion.
- Phrases de risque selon le règlement CE n°1272/2008 : H225 : liquide et vapeurs très inflammables – H350 : peut provoquer le cancer – H340 : peut induire des anomalies génétiques – H372 : risque avéré d'effets graves pour les organes à la suite d'exposition répétées ou d'une exposition prolongée – H304 : peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires – H319 : provoque une sévère irritation des yeux – H315 : provoque une irritation cutanée.

Cas du toluène :

- N°CAS : 108-88-3
- Etiquetage : Xn (nocif)
- Phrases de risque : R11 : Facilement inflammable – R38 : Irritant pour la peau – R48/20 : Nocif : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation – R63 : Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant – R65 : Nocif : peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion – R67 : L'inhalation de vapeurs peut provoquer somnolence et vertiges.
- Phrases de risque selon le règlement CE n°1272/2008 : H225 : Liquide et vapeurs très inflammables – H361d : Susceptible de nuire au fœtus – H304 : Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires – H373 : Risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée – H315 : Provoque une irritation cutanée – H336 : Peut provoquer somnolence ou des vertiges.

Cas de l'éthylbenzène :

- N° CAS : 100-41-4
- Etiquetage : Xn (nocif)
- Phrases de risque : R11 : Facilement inflammable – R20 : Nocif par inhalation.
- Phrases de risque selon le règlement CE n°1272/2008 : H225 : Liquide et vapeurs très inflammables – H332 : Nocif par inhalation.

Cas du xylène :

- N° CAS : 1330-20-7 (mélange isomère) ; 95-47-6 (o-x ylène) ; 108-38-3 (m-xylène) et 106-42-3 (p-xylène)
- Etiquetage : Xn (nocif)
- Phrases de risque : R10 : Inflammable – R20/21 : Nocif par inhalation et par contact avec la peau – R38 : Irritant pour la peau.
- Phrases de risque selon le règlement CE n°1272/2008 : H226 : Liquide et vapeurs inflammables – H332 : Nocif par inhalation – H312 : Nocif par contact cutané – H315 : Provoque une irritation cutanée.

**1.4. Valeurs de référence**

Les valeurs toxicologiques de référence disponibles auprès de différents organismes sont synthétisées dans le tableau ci-dessous.

Composé	Voie exposition	Effet	VTR	Organe cible
Benzène	Inhalation	A Seuil	30 µg/m <sup>3</sup> (US EPA, 2003) 9,7 µg/m <sup>3</sup> (ATSDR, 2007) 60 µg/m <sup>3</sup> (OEHHA, 2003)	Lymphocytes Lymphocytes Système sanguin, effets sur le développement, système nerveux
		Sans seuil	2,6 10 <sup>-5</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (ANSES, 2013) 2,2 - 7,8.10 <sup>-6</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (US EPA, 1998) 4,4 - 7,5. 10 <sup>-6</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (OMS, 1999) 5.10 <sup>-6</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (RIVM, 2000) 2,9.10 <sup>-5</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (OEHHA, 1988) TC05 = 15 mg/m <sup>3</sup> (Health Canada, 1991)	Leucémies aiguës Leucémie Leucémie Système hématopoïétique Leucémie
Toluène	Inhalation	A Seuil	3000 µg/m <sup>3</sup> (ANSES, 2010) 5000 µg/m <sup>3</sup> (US EPA, 2005) 300 µg/m <sup>3</sup> (ATSDR, 2000) 3800 µg/m <sup>3</sup> (Health Canada, 1991) 400 µg/m <sup>3</sup> (RIVM, 2000) 300 µg/m <sup>3</sup> (OEHHA)	Effets neurologiques Cerveau, système nerveux
		Sans seuil	-	-
Ethylbenzène	Inhalation	A Seuil	1000 µg/m <sup>3</sup> (US EPA, 1991) 260 µg/m <sup>3</sup> (ATSDR, 2010) 770 µg/m <sup>3</sup> (RIVM, 2000) 2000 µg/m <sup>3</sup> (OEHHA, 2003)	Foie, rein
		Sans seuil	2,5.10 <sup>-6</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (OEHHA, 2007)	Rein
Xylène	Inhalation	A Seuil	100 µg/m <sup>3</sup> (US EPA, 2003) 200 µg/m <sup>3</sup> (ATSDR, 2007) 870 µg/m <sup>3</sup> (RIVM, 2000) 700 µg/m <sup>3</sup> (OEHHA)	Altération coord. Moteur Effets respiratoire neurol. Développement Système nerveux, système respiratoire, yeux
		Sans seuil	-	-
o-Xylène	Inhalation	A Seuil	-	-
		Sans seuil	-	-

Composé	Voie exposition	Effet	VTR	Organe cible
m-Xylène	Inhalation	A Seuil	700 µg/m <sup>3</sup> (OEHHA)	Système nerveux, système respiratoire
		Sans seuil	-	-
p-Xylène	Inhalation	A Seuil	-	-
		Sans seuil	-	-

Cas du benzène :

La valeur limite pour la protection de la santé humaine rapportée dans l'article R.221-1 du code de l'environnement est de 5 µg/m<sup>3</sup>, et l'objectif de qualité de 2 µg/m<sup>3</sup>.

Les VTR retenues sont :

- Pour les effets à seuil : **9,7 µg/m<sup>3</sup> (ATSDR, 2007)**
- Pour les effets sans seuil : **2,6 10<sup>-5</sup> (µg/m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> (ANSES, 2013).**

Cas du toluène :

Les VTR retenues sont :

- Pour les effets à seuil : **3000 µg/m<sup>3</sup> (ANSES, 2010)**
- Pour les effets sans seuil : **absence de VTR.**

Cas de l'éthylbenzène :

Les VTR retenues sont :

- Pour les effets à seuil : **260 µg/m<sup>3</sup> (ATSDR, 2010)**
- Pour les effets sans seuil : **2,5.10<sup>-6</sup> (µg/m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> (OEHHA, 2007).**

Cas du xylène :

Les VTR retenues sont :

- Pour les effets à seuil : **200 µg/m<sup>3</sup> (ATSDR, 2007)**
- Pour les effets sans seuil : **absence de VTR.**

## 2. SYNTHESE DES VALEURS DE REFERENCE RETENUES

Les VTR retenues pour la suite de l'étude sont synthétisées dans le tableau suivant.

Composé	Type d'effet	Voie d'exposition : Inhalation	
		Valeur retenue	Organe cible
Benzène	A seuil	9,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ATSDR, 2007)	Lymphocytes
	Sans seuil	$2,6 \cdot 10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ (ANSES, 2013)	Leucémies aiguës
Toluène	A seuil	3000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ANSES, 2013)	Effets neurologiques
Ethylbenzène	A seuil	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ATSDR, 2010)	Foie, rein
	Sans seuil	$2,5 \cdot 10^{-6} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ (OEHHA, 2007)	Rein
Xylène	A seuil	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ATSDR, 2007)	Effets respiratoires neurologiques