

**ANNEXE B3 : VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE (VTR) A UTILISER EN
WALLONIE POUR LES POLLUANTS NORMES**

Version 06



Table des matières

Préambule.....	3
B3-1.Actualisation des VTR.....	4
B3-2.Liste des VTR révisées et utilisées pour les évaluations de risques sanitaires en Wallonie.....	9
B3-3.Valeurs Toxicologiques de Référence >< Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP).....	20
B3-4.Concentration mesurée dans l'air >< Valeurs Toxicologiques de Référence « inhalatoire ».....	22
B3-5.Références	22

Liste des tableaux

Tableau 1. Facteurs d'équivalence toxique (FET) utilisés pour dériver les VTR des HAPs sur base du congénère de référence, le benzo(a)pyrène.....	9
Tableau 2. Liste des VTR révisées et utilisées pour les évaluations des risques sanitaires en Wallonie.....	10
Tableau 3. Différences entre VTR (utilisées dans le cadre du Décret Sols) et VLEP.....	20
Tableau 4. VLEP et VTR retenues pour quelques polluants volatils. Sources des données : Code du bien-être au travail (VLEP- 8h) et Tableau 2 ci-dessus (VTRinh à seuil et sans seuil).....	21

Préambule

Les VTR ont été actualisées lors de la publication de la version 3 du GRER, sur base des initiatives menées en Région Wallonne et en concertation avec différents experts dans le domaine. Les VTR proposées ne sont pas des valeurs figées. Elles sont mises à jour en fonction des nouvelles connaissances scientifiques. Une attention particulière est portée sur l'harmonisation de ces VTR entre différents organismes wallons (ISSeP, SPAQuE, SPW-ARNE).

Les VTR sont définies pour chaque voie d'exposition. Cependant, étant donné l'absence de VTR pour la voie d'exposition par contact cutané, les VTR sélectionnées pour la voie orale sont utilisées par défaut (à l'exception de quelques métaux pour lesquels un facteur d'absorption orale est appliqué à la VTR_{or}).

Les VTR sont définies par type d'effet : effet « à seuil » et effet « sans seuil ». Pour les polluants susceptibles de présenter ces deux types d'effets via une même voie d'exposition, les deux VTR sont retenues. Ainsi, pour un même polluant, 4 VTR peuvent être considérées afin de distinguer les effets « à seuil » et les effets « sans seuil » pour chacune des voies d'exposition. Seules les VTR de type chronique ont été retenues.

Pour les effets « à seuil », les VTR sont communément exprimées en $[mg/kg_{p.c.}/jour]$ pour la voie orale et en $[mg/m^3]$ pour la voie par inhalation.

Pour les effets « sans seuil », elles sont exprimées en $[(mg/kg_{p.c.}/jour)^{-1}]$ pour la voie orale et en $[(mg/m^3)^{-1}]$ pour la voie par inhalation. Pour comparer directement une concentration en polluant mesurée dans un milieu (air par exemple) à cette valeur, il est nécessaire de la convertir en mg/m^3 (ou en $mg/kg_{p.c.}/jour$). Cette conversion se fait en appliquant la formule suivante :

$$\frac{1 \cdot 10^{-5}}{VTR \text{ exprimée en } (mg/m^3)^{-1}} = VTR \text{ exprimée en } mg/m^3$$

Les valeurs ainsi obtenues correspondent à un niveau de risque additionnel de cancer de $1 \cdot 10^{-5}$ (soit un risque additionnel de cancer pour 100.000 personnes).

Les VTR sélectionnées pour les **polluants normés** sont fournies dans les « pollutant data sheets » publiées sur le site <https://www.s-risk.be/documents.html>. Afin de permettre la consultation rapide des données de base à l'origine des valeurs de référence, l'organisme émetteur de la valeur de référence sélectionnée est mentionné dans ces fiches. Ces données sont également reprises dans le tableau 2 de cette annexe.

B3-1. Actualisation des VTR

L'actualisation des VTR lors de la publication de la version 3 du GRER s'est opérée de la manière suivante :

– Pour l'**exposition orale** :

1. Recherche dans les banques de données ci-dessous¹, si une VTR récente (≥ 2010) est disponible :
 - **ATSDR** (Agence for Toxic Substances and Disease Registry) : Minimal Risk Levels (MRLs) version d'**avril 2015** disponible sur <http://www.atsdr.cdc.gov>.
 - **U.S. EPA IRIS** (Integrated Risk Information System): <https://www.epa.gov/iris> La liste des VTR de l'U.S. EPA utilisée pour la mise à jour date de **janvier 2015**.
 - **OMS** : site web consulté <http://www.who.int/>.
 - **Santé Canada** : données disponibles sur <http://www.hc-sc.gc.ca/index-fra.php>. Le document intitulé « L'évaluation des risques pour les sites contaminés fédéraux au Canada – Partie II : Valeurs toxicologiques de référence (VTR) de Santé Canada et paramètres de substances chimiques sélectionnées – version 2.0 (septembre 2010) » a été consulté.
 - **OEHHA** (Office of Environmental Health Hazard Assessment): données disponibles sur <http://www.oehha.ca.gov/risk/ChemicalDB/index.asp>. La liste des REL (Reference Exposure Level) est disponible sur <http://oehha.ca.gov/air/allrels.html>. Les valeurs révisées en **juin 2014** ont été utilisées pour la mise à jour. La liste des "California PHG (Public Health Goals)" (concentrations en polluants à ne pas dépasser dans l'eau de boisson) est disponible sur <http://oehha.ca.gov/water/phg/allphgs.html>. Les valeurs utilisées ont été révisées en **février 2015**.

Si plusieurs VTR sont disponibles, la valeur la plus sévère est retenue.

2. Si aucune VTR récente (≥ 2010) n'est disponible, alors adoption de la VTR sélectionnée de commun accord par le comité d'experts toxicologues de la SPAQuE.
3. Si aucune valeur n'a été proposée par le comité d'experts toxicologues de la SPAQuE², alors la VTR proposée par les experts de l'INERIS (INERIS, 2010a et 2010b) est retenue.

– Pour l'**exposition par inhalation**, l'actualisation a eu lieu comme suit :

1. Adoption des VTR sélectionnées par l'AWAC³ à l'exception des VTR dérivées à partir de valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) (cas du cuivre) et des VTR correspondant à un seuil olfactif (cas du MTBE) ;
2. A défaut de VTR proposées par l'AWAC ou lorsque celle-ci est une VLEP ou si celle-ci correspond à un seuil olfactif, adoption de la VTR retenue par le comité d'experts toxicologues de la SPAQuE ;
3. A défaut de VTR sélectionnée par l'AWAC ou par le comité d'experts toxicologues de la SPAQuE, recours aux VTR proposées par les experts de l'INERIS (INERIS, 2010a & 2010b).

¹ La dernière révision des VTR publiées par le RIVM date de 2009. Cette base de données n'a donc pas été consultée.

² Sélection de VTR par des experts toxicologues wallons (en 2011 et 2013) et par l'INERIS (en 2011) dans le cadre du projet Pollusol 2 (SPAQuE, 2009-2015)

³ Avis de l'AWAC concernant les valeurs toxicologiques en matière de qualité de l'air à utiliser dans le cadre du décret sols (décembre 2015).

REMARQUES :**☐ Prise en compte du caractère cancérigène de certains polluants**

La classification des substances pour leurs effets cancérigènes provient des banques de données suivantes :

- classification européenne (Europe – Globally Harmonized System) ; site web : <https://echa.europa.eu/hot-topics/preventing-cancer> ;
- IARC/CIRC (International Agency for Research on Cancer/Centre International de Recherche sur le Cancer) ; site web : <http://monographs.iarc.fr/> ;
- classification U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency) et son programme IRIS (Integrated Risk Information System); site web : <http://www.epa.gov/iris>.

Les définitions des classes de cancérigénité de l'UE, du CIRC/IARC, de l'U.S. EPA sont rappelées ci-dessous :

→ CLASSIFICATION EUROPEENNE :

S'agissant des classes de dangers pour la cancérigénité des polluants, les catégories suivantes sont distinguées :

- Catégorie 1 : polluants que l'on sait être cancérigènes avérés ou présumés pour l'être humain et pouvant provoquer le cancer ; cette catégorie est subdivisée en 2 sous-catégories:
 - Catégorie 1A : polluants ayant un potentiel cancérigène pour l'être humain avéré : suffisamment d'éléments sont disponibles pour établir une relation de cause à effet entre l'exposition de l'homme à de telles substances et l'apparition d'un cancer ;
 - Catégorie 1B : polluants ayant un potentiel cancérigène pour l'être humain probable: suffisamment d'éléments sont disponibles pour justifier une forte présomption que l'exposition de l'homme à de telles substances peut provoquer un cancer ;
- Catégorie 2 : substances considérées comme cancérigènes suspectés pour l'homme et susceptibles de provoquer le cancer.

→ CLASSIFICATION DU CIRC/IARC :

Cinq groupes sont définis :

- Groupe 1 : l'agent (ou le mélange) est cancérigène pour l'homme ;
- Groupe 2A : l'agent (ou le mélange) est probablement cancérigène pour l'homme : indices limités de cancérigénité chez l'homme et indices suffisants de cancérigénité pour l'animal de laboratoire ;
- Groupe 2B : l'agent (ou le mélange) pourrait être cancérigène pour l'homme : indices limités de cancérigénité chez l'homme et indices pas tout à fait suffisants de cancérigénité pour l'animal de laboratoire ;
- Groupe 3 : l'agent (ou le mélange) ne peut être classé pour sa cancérigénité pour l'homme ;
- Groupe 4 : l'agent (ou le mélange) n'est probablement pas cancérigène pour l'homme.

→ **CLASSIFICATION DE L'U.S. EPA :**

L'ancienne classification définissait six classes :

- Classe A : substance cancérigène pour l'homme ;
- Classe B1 : substance probablement cancérigène pour l'homme, des données limitées chez l'homme étant disponibles ;
- Classe B2 : substance probablement cancérigène pour l'homme. Il existe des preuves suffisantes chez l'animal et des preuves non adéquates ou pas de preuve chez l'homme ;
- Classe C : substance cancérigène possible pour l'homme ;
- Classe D : substance non classifiable quant à la cancérigénicité pour l'homme ;
- Classe E : substance pour laquelle il existe des preuves de non-cancérigénicité pour l'homme.

Depuis 2005, l'U.S. EPA se réfère aux lignes directrices pour le cancer (U.S. EPA Cancer Guidelines) et utilise différents descripteurs, chacun d'eux étant associé à un descriptif succinct :

- Cancérigène pour l'homme (« *Carcinogenic to Humans* ») : ce descripteur est recommandé quand il y a des preuves convaincantes démontrant le lien de causalité entre l'exposition humaine et le cancer, ou exceptionnellement quand il y a de fortes preuves épidémiologiques de cancérigénicité pour l'homme, des preuves suffisantes de cancérigénicité pour l'animal, la connaissance du mode d'action, et l'information que ce mode d'action peut être anticipé chez l'homme et évoluer en tumeurs ;
- Susceptible d'être cancérigène pour l'homme (« *Likely to Be Carcinogenic to Humans* ») : ce descripteur est recommandé lorsque les effets tumoraux et autres données scientifiques disponibles sont suffisants pour démontrer le potentiel cancérigène pour l'homme, mais le poids de la preuve scientifique n'est pas suffisant pour classer le polluant comme « cancérigène pour l'homme » ;
- Preuve suggestive du potentiel cancérigène (« *Suggestive Evidence of Carcinogenic Potential* ») : ce descripteur est recommandé lorsque les données sur l'homme ou sur l'animal suggèrent des effets de cancérigénicité (preuve suggestive) ; la substance doit être considérée comme préoccupante pour ses effets cancérigènes ;
- Information inadéquate pour évaluer le potentiel cancérigène (« *Inadequate Information to Assess Carcinogenic Potential* ») : ce descripteur est recommandé lorsque les données disponibles sont jugées insuffisantes pour effectuer une évaluation ;
- Pas susceptibles d'être cancérigènes pour l'homme (« *Not Likely to Be Carcinogenic to Humans* ») : ce descripteur est recommandé lorsque les données disponibles sont considérées comme robustes/fiables pour conclure en l'absence de risques pour l'homme.

Par rapport à ce qui est proposé par le logiciel S-Risk® version flamande, les effets cancérigènes des substances suivantes sont pris en compte :

- l'arsenic et le cadmium sont classés cancérigènes par le CIRC et l'U.S. EPA (et C2 par UE) ;
- le dichlorométhane est classé 2A par le CIRC et « cancérigène vraisemblable pour l'homme » par l'U.S. EPA ;
- le 1,1,2-trichloroéthane est classé C2 par l'Union Européenne ;
- le tétrachloroéthène est classé 2A par le CIRC, B1 par l'U.S. EPA et C2 par l'Union Européenne ;
- le trichloroéthène est classé 1 par le CIRC, A par l'U.S. EPA et C2 par l'Union Européenne ;

- l'éthylbenzène est classé 2B par le CIRC ;
- le naphthalène est classé 2B par le CIRC.

Le MTBE n'est pas classé cancérigène (3 par le CIRC) mais une VTR sans seuil a été proposée pour ce polluant. En effet, il est non génotoxique, mais certains de ces métabolites le sont (INERIS, 2010a).

□ **Plomb, naphthalène et mercure**

Pour le plomb et le naphthalène, il n'y a pas eu de consensus entre les experts sur la VTR_{or} à utiliser. Des avis complémentaires ont été demandés afin de proposer des VTR_{or} pour ces deux polluants. Pour le mercure, en suivant la procédure décrite ci-dessus pour la révision des VTR, aucune valeur n'a été proposée pour le mercure inorganique. Or, cette forme de mercure, représentée par le chlorure mercurique (HgCl₂ – n°CAS 7487-94-7), est utilisée pour estimer la VS_H du mercure total. Des valeurs ont donc été proposées.

• **Plomb**

Plusieurs toxicologues ont été sollicités pour un avis supplémentaire sur la VTR orale à utiliser pour le plomb. L'ULg (Laboratoire de Toxicologie clinique, médico-légale, de l'environnement et en entreprise) et la CPES⁴ proposent d'établir une VTR sur base d'une plombémie de 15µg/L, associée à une augmentation de la prévalence de la maladie chronique rénale pour la cible adulte (Lanphear & al, 2005 in EFSA, 2010). Cette valeur est une BMDL⁵. L'ULg suggère également d'établir une VTR pour la cible enfant sur base d'une plombémie de 12µg/L afin de considérer les effets neurotoxiques (Navas-Acien & al, 2009 in EFSA, 2010).

Dans son rapport, l'EFSA (European Food Safety Authority) ne propose pas de VTR. A partir de ces valeurs de BMDL élaborées (qui sont des valeurs de plomb dans le sang), l'EFSA évalue des doses d'exposition via l'alimentation correspondantes, à l'aide des modèles IEUBK (Integrated Exposure Uptake Biokinetic - U.S. EPA, 2009 in EFSA, 2010) pour les effets neurotoxiques et Carlisle and Wade (1992) pour les effets rénaux. Les doses correspondantes via l'alimentation obtenues sont :

- Toxicité rénale chez les adultes : 0,63µg/kg/j
- Neurotoxicité chez l'enfant : 0,5µg/kg/j

Suite à une recherche bibliographique, aucune méthodologie permettant de dériver une VTR à partir d'une BMDL n'a été mise en évidence. L'ANSES (2013) a proposé d'utiliser comme VTR les doses d'exposition correspondantes via l'alimentation (présentées ci-dessus). Cependant, aucun facteur d'incertitude n'a été appliqué à ces valeurs. Après discussion avec des toxicologues, un facteur d'incertitude de 10 a donc été appliqué à ces valeurs pour dériver une VTR orale pour les adultes et une VTR orale pour les enfants.

• **Naphthalène**

La CPES a analysé les avis des toxicologues requis dans le cadre du projet Pollusol 2 (SPAQuE, 2009-2015) et propose de ne pas retenir de VTR orale « sans seuil » pour le naphthalène pour les raisons suivantes : « Les études de biotransformation mettent en évidence une différence notable dans la nature des métabolites produits par les rongeurs et l'Homme. L'effet génotoxique observé chez le

⁴ Cellule Permanente Environnement Santé

⁵ BMDL, Benchmark dose : Dose produisant un effet non nul, correspondant à une modification du niveau de réponse par rapport à un groupe témoin. Le plus souvent, ce n'est pas la benchmark dose qui est utilisée, mais la limite inférieure de son intervalle de confiance à 95% (BMDL). Le principe de cette approche repose sur une modélisation des données expérimentales ou épidémiologiques prenant en compte l'ensemble de la relation dose-réponse (Bonvallot & al, 2009).

rongeur est dépendant de métabolites qui ne sont pas majoritairement produits chez l'Homme. » (avis CPES, 29/07/2015).

- **Mercurure inorganique (chlorure mercurique)**

Aucune VTR n'a été proposée ni par l'AWAC ni par les experts toxicologues de la SPAQuE ni par les experts de l'INERIS pour la SPAQuE. Or, le mercure est principalement présent sous forme inorganique dans les sols. Cette forme de mercure représenterait 95% du mercure total (Leveque & Bonnard, 1998). Afin de réaliser une évaluation des risques sanitaires et le calcul de la VS_H pour le mercure (total), des VTR doivent être proposées pour ce polluant.

Le chlorure mercurique ($HgCl_2$ – n°CAS 7487-94-7) présente des effets à seuil. Les VTR proposées pour ce polluant sont les suivantes :

$$VTR_{or} = 3.10^{-4} \text{mg/kg/j (U.S. EPA, 1997 \& Santé Canada, 2004)}$$

Cette valeur est également utilisée en Flandre et dans la version 02 du GRER partie B ainsi que par Leveque & Bonnard (1998).

$$VTR_{inh} = 1.10^{-3} \text{mg/m}^3$$

Cette valeur est dérivée de la VTR_{or} (TDI) en utilisant l'équation suivante (Pirard & al, 2016) :

$$TCA = (TDI \times 70) / 20$$

Avec TCA : Tolerable Concentration in Air (soit VTR_{inh}) en mg/m^3

TDI : Tolerable Daily Intake (soit VTR_{or}) en mg/kg.j

En considérant un adulte de 70kg qui respire 20m^3 d'air par jour.

Cette valeur est également utilisée dans la version 02 du GRER partie B ainsi qu'en Flandre. De plus, cette valeur est identique à la valeur guide proposée par l'OMS (2000).

$$VTR_{cutanée} = 1,2.10^{-4} \text{mg/kg/j}$$

Cette valeur est dérivée de VTR_{or} en appliquant un facteur d'absorption de 0,4.

□ Utilisation de facteurs d'équivalence toxique pour dériver les VTR des HAPs

Le concept de facteurs d'équivalence toxique (FET) permet d'établir une valeur toxicologique pour des effets cancérogènes induits par un mélange de composés chimiquement proches et ayant le même mécanisme d'action (INERIS, 2003).

Un facteur d'équivalence toxique défini pour chaque HAP est utilisé pour définir la VTR de ces HAPs à partir de celle du benzo(a)pyrène qui a servi de référence. Ce dernier est classé groupe 1 (cancérogène pour l'homme) et B2 (probablement cancérogène pour l'homme) par le CIRC et l'U.S. EPA, respectivement. Cet HAP est le plus étudié et en conséquence le mieux connu. De plus, il est souvent présent dans les mélanges de HAPs.

Les facteurs d'équivalence toxique (FET) retenus pour les HAPs figurant à l'Annexe 1 du décret sols sont repris au Tableau 1. Ces facteurs sont également utilisés par l'AWAC.

Tableau 1. Facteurs d'équivalence toxique (FET) utilisés pour dériver les VTR des HAPs sur base du congénère de référence, le benzo(a)pyrène

Substances	FET	Référence des FET
Acénaphène	0,001	Nisbet & Lagoy, 1992
Acénaphthylène	0,001	Nisbet & Lagoy, 1992
Anthracène	0,01	Nisbet & Lagoy, 1992
Benzo[a]anthracène	0,1	OEHHA, 1993
Benzo[a]pyrène	1	OEHHA, 1993
Benzo[b]fluoranthène	0,1	OEHHA, 1993
Benzo[g,h,i]perylène	0,01	Nisbet & Lagoy, 1992
Benzo[k]fluoranthène	0,1	OEHHA, 1993
Chrysène	0,01	OEHHA, 1993
Dibenz(a,h)anthracène	1,1	OEHHA, 2009
Fluoranthène	0,01	U.S. EPA (Brown & Mittelman), 1993
Fluorène	0,001	Nisbet & Lagoy, 1992
Indeno[1,2,3,c,d]pyrène	0,1	OEHHA, 1993
Phénanthrène	0,001	Nisbet & Lagoy, 1992
Pyrène	0,001	Nisbet & Lagoy, 1992

Pour le naphthalène, l'AWAC préconise d'utiliser la VTR_{inh} proposée par l'OEHHA en 2004 et retient ainsi les effets cancérigènes de ce polluant pour la voie d'exposition par inhalation. Ainsi, pour ce polluant, la VTR n'est pas établie à partir de la VTR du benzo(a)pyrène en appliquant un FET.

B3-2. Liste des VTR révisées et utilisées pour les évaluations de risques sanitaires en Wallonie

Les VTR retenues, le classement cancérigène et les références sont reprises au Tableau 2.

Tableau 2. Liste des VTR révisées et utilisées pour les évaluations des risques sanitaires en Wallonie

Polluant	Voie exposition	A SEUIL		Organisme qui a proposé la VTR	SANS SEUIL		Organisme qui a proposé la VTR	
		TDI (mg/kg.d)/ TCA (mg/m ³)	Source		ERUi ((mg/m ³) ⁻¹) / SF ((mg/kg.d) ⁻¹)	Source		
Métaux/métalloïdes								
Arsenic (CAS : 7440-38-2)	ORALE				2,80	Santé Canada, 1996	Experts toxicologues wallons (2011)	
	INHALATION				1,50	OMS, 2000	AWAC	
	CUTANEE				2,80	TDI _{or}		
Cadmium (CAS : 7440-43-9)	ORALE	8,00.10 ⁻⁴	OMS, 2011	GT VTR (2020)				
	INHALATION	5,00.10 ⁻⁶	OMS, 2000	AWAC	1,8 (effet local)	U.S. EPA, 1987	AWAC	
	CUTANEE	4,00.10 ⁻⁵	TDI _{or} *facteur abs. or/cutané (0,05)					
Chrome (III) (CAS : 16065-83-1)	ORALE	5,00.10 ⁻³	RIVM, 2001	INERIS (2011)				
	INHALATION	4,10.10 ⁻⁵	Toxicologues Texas, 2013	AWAC				
	CUTANEE	6,50.10 ⁻⁵	TDI _{or} *facteur abs. or/cutané (0,013)					
Chrome (VI) (CAS : 18540-29-9)	ORALE	9,00.10 ⁻⁴	ATSDR, 2012 & OMS, 2013	valeur révisée, récente				
	INHALATION	5,0.10 ⁻⁶	ATSDR, 2012 & OMS, 2013	Valeur révisée récente	40 (local)	OMS, 1987 et 2000	AWAC	
	CUTANEE	2,25.10 ⁻⁵	TDI _{or} *facteur abs. or/cutané (0,025)					
Cuivre (CAS : 7440-50-8)	ORALE	1,40.10 ⁻¹	RIVM, 2001	INERIS (2011)				
	INHALATION	1,00.10 ⁻³	RIVM, 2001	INERIS (2011)				
	CUTANEE	1,12.10 ⁻¹	TDI _{or} *facteur abs. or/cutané (0,8)					
Mercure inorganique (CAS : 7487-94-7)	ORALE	3,00.10 ⁻⁴	U.S. EPA, 1997	GRER B v.02				
	INHALATION	1,00.10 ⁻³	OMS, 2000	GRER B v.02				
	CUTANEE	1,20.10 ⁻⁴	TDI _{or} *facteur abs. or/cutané (0,4)					

Polluant	Voie exposition	A SEUIL		Organisme qui a proposé la VTR	SANS SEUIL		Organisme qui a proposé la VTR
		TDI (mg/kg.d)/ TCA (mg/m ³)	Source		ERUi ((mg/m ³) ⁻¹) / SF ((mg/kg.d) ⁻¹)	Source	
Méthyl mercure (CAS : 115-09-3)	ORALE	1,00.10 ⁻⁴	U.S. EPA, 2001	INERIS (2011)			
	INHALATION	1,50.10 ⁻⁵	Pondération Hg ⁰ par rapport à VLEPs	AWAC			
	CUTANEE	1,00.10 ⁻⁴	TDI _{or}				
Plomb (CAS : 7439-92-1)	ORALE	Adulte : 6,30.10 ⁻⁵ Enfant : 5,00.10 ⁻⁵	Anses, 2013 (sur base travaux EFSA)	avis J-F Heilier et C. Charlier (ULg)	1,00.10 ⁻⁸		**
	INHALATION	5,00.10 ⁻⁴	Ontario, 2008 (24h)	AWAC	1,20.10 ⁻²	OEHHA, 1997	AWAC
	CUTANEE	Adulte : 9,45.10 ⁻⁶ Enfant : 7,5.10 ⁻⁶	TDI _{or} *facteur abs.or/cutané (0,15)		1,00.10 ⁻⁸	TDI _{or}	
Nickel (CAS : 7440-02-0)	ORALE	1,10.10 ⁻²	OEHHA, 2012	valeur révisée, récente			
	INHALATION	1,40.10 ⁻⁵	OEHHA, 2012	AWAC	3,80.10 ⁻¹ (local)	OMS, 2000	AWAC
	CUTANEE	5,50.10 ⁻⁴	TDI _{or} *facteur abs.or/cutané (0,05)				
Zinc (CAS : 7440-66-6)	ORALE	3,00.10 ⁻¹	U.S. EPA /ATSDR, 2005	Experts toxicologues wallons (2013)			
	INHALATION	2,00.10 ⁻³	Dérivé à partir de VLEP ZnCl ₂	AWAC			
	CUTANEE	9,00.10 ⁻²	TDI _{or} *facteur abs.or/cutané (0,3)				

Hydrocarbures aromatiques non halogénés

Benzène (CAS : 71-43-2)	ORALE	5,00.10 ⁻⁴	ATSDR, 2007	INERIS (2011)	5,50.10 ⁻²	U.S. EPA, 2000	INERIS, 2011
	INHALATION	3,00.10 ⁻³	OEHHA, 2014	AWAC	6,00.10 ⁻³	OMS, 2000	AWAC
	CUTANEE	5,00.10 ⁻⁴	TDI _{or}		5,50.10 ⁻²	TDI _{or}	
Toluène (CAS : 108-88-3)	ORALE	8,00.10 ⁻²	U.S. EPA, 2005	INERIS (2011)			
	INHALATION	2,60.10 ⁻¹	OMS, 2000	AWAC			
	CUTANEE	8,00.10 ⁻²	TDI _{or}				

Polluant	Voie exposition	A SEUIL			SANS SEUIL		
		TDI (mg/kg.d)/ TCA (mg/m ³)	Source	Organisme qui a proposé la VTR	ERUi ((mg/m ³) ⁻¹) / SF ((mg/kg.d) ⁻¹)	Source	Organisme qui a proposé la VTR
Ethylbenzène (CAS : 100-41-4)	ORALE	9,70.10 ⁻²	OMS, ATSDR, U.S. EPA, 2008	INERIS (2011)	1,10.10 ⁻²	OEHHA, 2009	INERIS, 2011
	INHALATION	3,00.10 ⁻¹	ATSDR, 2010	INERIS (2011)	2,50.10 ⁻³	OEHHA, 2007	AWAC
	CUTANEE	9,70.10 ⁻²	TDI _{or}		1,10.10 ⁻²	TDI _{or}	
m-xylène (CAS : 108-38-3)	ORALE	2,00.10 ⁻¹	ATSDR/ U.S. EPA, 2003	INERIS (2011)			
	INHALATION	1,00.10 ⁻¹	U.S. EPA, 2003	AWAC			
	CUTANEE	2,00.10 ⁻¹	TDI _{or}				
p-xylène (CAS : 106-42-3)	ORALE	2,00.10 ⁻¹	ATSDR/ U.S. EPA, 2003	INERIS (2011)			
	INHALATION	1,00.10 ⁻¹	U.S. EPA, 2003	AWAC			
	CUTANEE	2,00.10 ⁻¹	TDI _{or}				
o-xylène (CAS : 95-47-6)	ORALE	2,00.10 ⁻¹	ATSDR/ U.S. EPA, 2003	INERIS (2011)			
	INHALATION	1,00.10 ⁻¹	U.S. EPA, 2003	AWAC			
	CUTANEE	2,00.10 ⁻¹	TDI _{or}				
Styrène (CAS : 100-42-5)	ORALE	2,00.10 ⁻¹	U.S. EPA, 1990	INERIS (2011)	1,00.10 ⁻⁸		**
	INHALATION	1,00.10 ⁻¹	Vermont, 2007	AWAC	5,70.10 ⁻⁴	New Jersey, 2009	AWAC
	CUTANEE	2,00.10 ⁻¹	TDI _{or}		1,00.10 ⁻⁸	TDI _{or}	
Phénol (CAS : 000108-95-2)	ORALE	4,00.10 ⁻²	RIVM, 2002	INERIS (2011)			
	INHALATION	2,00.10 ⁻²	Baars et al, 2001 (RIVM)	AWAC			
	CUTANEE	4,00.10 ⁻²	TDI _{or}				

Hydrocarbures chlorés

Dichlorométhane (CAS : 75-09-2)	ORALE	6,00.10 ⁻²	ATSDR, 2000 - RIVM, 2001 & Santé Canada, 1996	INERIS (2011)	7,50.10 ⁻³	U.S. EPA, 1995	INERIS, 2011
	INHALATION	4,40.10 ⁻²	Ontario, 2008	AWAC	4,70.10 ⁻⁴	U.S. EPA, 1995	AWAC
	CUTANEE	6,00.10 ⁻²	TDI _{or}		7,50.10 ⁻³	TDI _{or}	

Polluant	Voie exposition	A SEUIL			SANS SEUIL		
		TDI (mg/kg.d)/ TCA (mg/m ³)	Source	Organisme qui a proposé la VTR	ERUi ((mg/m ³) ⁻¹) / SF ((mg/kg.d) ⁻¹)	Source	Organisme qui a proposé la VTR
Tétrachlorométhane (CAS : 56-23-5)	ORALE	4,00.10 ⁻³	U.S. EPA, 2010	Experts toxicologues wallons (2011)	1,00.10 ⁻⁸		**
	INHALATION	2,40.10 ⁻³	Ontario, 2008 (24h)	AWAC	6,00.10 ⁻³	U.S. EPA, 2010	AWAC
	CUTANEE	4,00.10 ⁻³	TDI _{or}		1,00.10 ⁻⁸	TDI _{or}	
1,1,1-trichloroéthane (CAS : 71-55-6)	ORALE	2,00	U.S. EPA, 2007	INERIS (2011)			
	INHALATION	2,50.10 ⁻¹	SPAQuE, 2007 dérivé de OVAM (2004) et Hassauer (1993)	AWAC			
	CUTANEE	2,00	TDI _{or}				
1,1,2-trichloroéthane (CAS : 79-00-5)	ORALE	4,00.10 ⁻³	U.S. EPA, 1995	INERIS (2011)	7,20.10 ⁻²	OEHHA, 2009	INERIS, 2011
	INHALATION	3,90.10 ⁻²	OVAM, 2004	GRER B v.02	1,60.10 ⁻²	U.S. EPA, 1987	AWAC
	CUTANEE	4,00.10 ⁻³	TDI _{or}		7,20.10 ⁻²	TDI _{or}	
1,2-dichloroéthane (cis) (CAS : 156-59-2)	ORALE	1,70.10 ⁻²	OMS, 2008	INERIS (2011)			
	INHALATION	2,00.10 ⁻³	Québec, 2002	AWAC			
	CUTANEE	1,70.10 ⁻²	TDI _{or}				
1,2-dichloroéthane (trans) (CAS : 156-60-5)	ORALE	1,70.10 ⁻²	OMS, 2008	INERIS (2011)			
	INHALATION	2,00.10 ⁻³	Québec, 2002	AWAC			
	CUTANEE	1,70.10 ⁻²	TDI _{or}				
1,2-dichloroéthane (CAS : 107-06-2)	ORALE				1,19.10 ⁻²	Dérivation VTR _{inh}	Experts SPAQuE, 2011
	INHALATION				2,60.10 ⁻²	U.S. EPA, 1987	AWAC
	CUTANEE				1,19.10 ⁻²	TDI _{or}	
Tétrachloroéthane (CAS : 127-18-4)	ORALE	6,00.10 ⁻³	U.S. EPA, 2012	valeur révisée, récente	2,10.10 ⁻³	U.S. EPA, 2012	valeur révisée, récente
	INHALATION	4,1.10 ⁻²	ATSDR, 2014	Valeur révisée, récente	5,90.10 ⁻³	OEHHA, 1991	AWAC
	CUTANEE	6,00.10 ⁻³	TDI _{or}		2,10.10 ⁻³	TDI _{or}	

Polluant	Voie exposition	A SEUIL			SANS SEUIL		
		TDI (mg/kg.d)/ TCA (mg/m ³)	Source	Organisme qui a proposé la VTR	ERUi ((mg/m ³) ⁻¹) / SF ((mg/kg.d) ⁻¹)	Source	Organisme qui a proposé la VTR
Trichloroéthène (CAS : 79-01-6)	ORALE	5,00.10 ⁻⁴	ATSDR, 2014 et U.S. EPA, 2011	valeur révisée, récente	8,11.10 ⁻⁴	Santé Canada, 2005	INERIS, 2011
	INHALATION	2,00.10 ⁻³	ATSDR, 2014 et U.S. EPA, 2011	AWAC	5,00.10 ⁻³	U.S. EPA, 2011	AWAC
	CUTANEE	5,00.10 ⁻⁴	TDI _{or}		8,11.10 ⁻⁴	TDI _{or}	
Chloroéthène (CAS : 75-01-4)	ORALE	3,00.10 ⁻³	ATSDR, 2006	INERIS (2011)	1,50	U.S. EPA, 2000	INERIS, 2011
	INHALATION	2,00.10 ⁻⁴	Ontario, 2008	AWAC	1,77.10 ⁻²	Moyenne OEHHA, 1990 et Québec, 2002	AWAC
	CUTANEE	3,00.10 ⁻³	TDI _{or}		1,50	TDI _{or}	
Trichlorométhane (CAS : 67-66-3)	ORALE	1,00.10 ⁻²	U.S. EPA, 2001	Experts toxicologues wallons (2011)	1,5.10 ⁻³	OMS, 1996	GRER B v.02
	INHALATION	2,00.10 ⁻⁴	Ontario, 2008	AWAC	8,60.10 ⁻³	Moyenne OEHHA, 1990 et U.S. EPA, 2001	Experts SPAQuE, 2011 / AWAC
	CUTANEE	1,00.10 ⁻²	TDI _{or}		1,5.10 ⁻³	TDI _{or}	

Hydrocarbures aromatiques polycycliques non halogénés

Naphtalène (CAS : 91-20-3)	ORALE				1,00.10 ⁻⁸		**
	INHALATION				3,40.10 ⁻²	OEHHA, 2004	AWAC
	CUTANEE				1,00.10 ⁻⁸	TDI _{or}	
Benzo(a)pyrène (CAS : 50-32-8)	ORALE				2,00.10 ⁻¹	RIVM, 2001/INERIS, 2003	INERIS, 2011
	INHALATION				1,10	OEHHA, 1999	AWAC
	CUTANEE				2,00.10 ⁻¹	TDI _{or}	
Phénanthrène (CAS : 85-01-8)	ORALE	4,00.10 ⁻²	RIVM, 2001	INERIS (2011)	2,00.10 ⁻⁴	FET 0,001 (BaP)	Nisbet & Lagoy, 1992
	INHALATION	1,4.10 ⁻¹		Dérivé de TDI _{or} *	1,10.10 ⁻³	FET 0,001 (BaP) Nisbet & Lagoy, 1992	AWAC
	CUTANEE	4,00.10 ⁻²	TDI _{or}		2,00.10 ⁻⁴	TDI _{or}	

Polluant	Voie exposition	A SEUIL			SANS SEUIL		
		TDI (mg/kg.d)/ TCA (mg/m ³)	Source	Organisme qui a proposé la VTR	ERUi ((mg/m ³) ⁻¹) / SF ((mg/kg.d) ⁻¹)	Source	Organisme qui a proposé la VTR
Fluoranthène (CAS : 206-44-0)	ORALE	4,00.10 ⁻²	U.S. EPA, 1990	INERIS (2011)	2,00.10 ⁻³	FET 0,01 - Brown & Mittelman, 1993	INERIS (2011)
	INHALATION	1,4.10 ⁻¹		Dérivé de TDI _{or} *	1,10.10 ⁻²	FET 0,01 (BaP) Brown & Mittelman, 1993	AWAC
	CUTANEE	4,00.10 ⁻²	TDI _{or}		2,00.10 ⁻³	TDI _{or}	
Benzo(a)anthracène (CAS : 56-55-3)	ORALE				2,00.10 ⁻²	FET 0,1 (BaP) – OEHHA, 1993	INERIS (2011)
	INHALATION				1,10.10 ⁻¹	OEHHA, 1999	AWAC
	CUTANEE				2,00.10 ⁻²	TDI _{or}	
Chrysène (CAS : 218-01-9)	ORALE				2,00.10 ⁻³	FET 0,01 (BaP) – OEHHA, 1993	INERIS (2011)
	INHALATION				1,10.10 ⁻²	OEHHA, 1999	AWAC
	CUTANEE				2,00.10 ⁻³	TDI _{or}	
Benzo(b)fluoranthène (CAS : 205-99-2)	ORALE				2,00.10 ⁻²	FET 0,1 (BaP) – OEHHA, 1993	INERIS (2011)
	INHALATION				1,10.10 ⁻¹	OEHHA, 1999	AWAC
	CUTANEE				2,00.10 ⁻²	TDI _{or}	
Benzo(k)fluoranthène (CAS : 207-08-9)	ORALE				2,00.10 ⁻²	FET 0,1 (BaP) – OEHHA, 1993	INERIS (2011)
	INHALATION				1,10.10 ⁻¹	OEHHA, 1999	AWAC
	CUTANEE				2,00.10 ⁻²	TDI _{or}	
Benzo(g,h,i)pérylène (CAS : 191-24-2)	ORALE	3,00.10 ⁻²	RIVM, 2001	INERIS (2011)	2,00.10 ⁻³	FET 0,01 (BaP) - Nisbet & Lagoy, 1992	INERIS (2011)
	INHALATION	1,05.10 ⁻¹		Dérivé de TDI _{or} *	1,10.10 ⁻²	RIVM, 1989	AWAC
	CUTANEE	3,00.10 ⁻²	TDI _{or}		2,00.10 ⁻³	TDI _{or}	
Indéno(1,2,3- c,d)pyrène (CAS : 193-39-5)	ORALE				2,00.10 ⁻²	FET 0,1 (BaP) – OEHHA, 1993	INERIS (2011)
	INHALATION				1,10.10 ⁻¹	OEHHA, 1999	AWAC
	CUTANEE				2,00.10 ⁻²		

Polluant	Voie exposition	A SEUIL			SANS SEUIL		
		TDI (mg/kg.d)/ TCA (mg/m ³)	Source	Organisme qui a proposé la VTR	ERUi ((mg/m ³) ⁻¹) / SF ((mg/kg.d) ⁻¹)	Source	Organisme qui a proposé la VTR
Anthracène (CAS : 120-12-7)	ORALE	3,00.10 ⁻¹	U.S. EPA, 1993	INERIS (2011)	2,00.10 ⁻³	FET 0,01 (BaP) - Nisbet & Lagoy, 1992	INERIS (2011)
	INHALATION	1.05		Dérivé de TDI _{or} *	1,10.10 ⁻²	FET 0,01 (BaP) Nisbet & Lagoy, 1992	AWAC
	CUTANEE	3,00.10 ⁻¹	TDI _{or}		2,00.10 ⁻³	TDI _{or}	
Fluorène (CAS : 86-73-7)	ORALE	4,00.10 ⁻²	U.S. EPA, 1990	INERIS (2011)	2,00.10 ⁻⁴	FET 0,001 (BaP) - Nisbet & Lagoy, 1992	INERIS (2011)
	INHALATION	1,40.10 ⁻¹		Dérivé de TDI _{or} *	1,10.10 ⁻³	FET 0,001 (BaP) Nisbet & Lagoy, 1992	AWAC
	CUTANEE	4,00.10 ⁻²	TDI _{or}		2,00.10 ⁻⁴	TDI _{or}	
Dibenzo(a,h)anthracène (CAS : 53-70-3)	ORALE				2,00.10 ⁻¹	FET 1 (BaP) – OEHHA, 2009	INERIS (2011)
	INHALATION				1,20	OEHHA, 1999	AWAC
	CUTANEE				2,00.10 ⁻¹		
Acénaphthène (CAS : 83-32-9)	ORALE	6,00.10 ⁻²	U.S. EPA, 1994	INERIS (2011)	2,00.10 ⁻⁴	FET 0,001 (BaP) - Nisbet & Lagoy, 1992	INERIS (2011)
	INHALATION	2,10.10 ⁻¹		Dérivé de TDI _{or} *	1,10.10 ⁻³	FET 0,001 (BaP) Nisbet & Lagoy, 1992	AWAC
	CUTANEE	6,00.10 ⁻²	TDI _{or}		2,00.10 ⁻⁴	TDI _{or}	
Acénaphthylène (CAS : 208-96-8)	ORALE				2,00.10 ⁻⁴	FET 0,001 (BaP) - Nisbet & Lagoy, 1992	INERIS (2011)
	INHALATION				1,10.10 ⁻³	FET 0,001 (BaP) Nisbet & Lagoy, 1992	AWAC
	CUTANEE				2,00.10 ⁻⁴	TDI _{or}	

Polluant	Voie exposition	A SEUIL	Source	Organisme qui a proposé la VTR	SANS SEUIL	Source	Organisme qui a proposé la VTR
		TDI (mg/kg.d)/ TCA (mg/m ³)			ERUi ((mg/m ³) ⁻¹) / SF ((mg/kg.d) ⁻¹)		
Pyrène (CAS : 129-00-0)	ORALE	3,00.10 ⁻²	U.S. EPA, 1994	INERIS (2011)	2,00.10 ⁻⁴	FET 0,001 (BaP) - Nisbet & Lagoy, 1992	INERIS (2011)
	INHALATION	1.05.10 ⁻¹		Dérivé de TDI _{or} *	1,10.10 ⁻³	FET 0,001 (BaP) Nisbet & Lagoy, 1992	AWAC
	CUTANEE	3,00.10 ⁻²	TDI _{or}		2,00.10 ⁻⁴	TDI _{or}	

Cyanures

Cyanures libres (CAS : 57-12-5)	ORALE	1,20.10 ⁻²	OMS (2008)	Experts toxicologues wallons (2013)			
	INHALATION	3,00.10 ⁻³	U.S. EPA, 1994	AWAC			
	CUTANEE	1,20.10 ⁻²	TDI _{or}				

Autres composés organiques

MTBE (CAS : 1634-04-4)	ORALE	1,00.10 ⁻²	Santé Canada, 1991	INERIS (2011)	1,00.10 ⁻⁸		**
	INHALATION	3,00	U.S. EPA, 1993	INERIS (2011)	2,60.10 ⁻⁴	OEHHA, 1999	AWAC
	CUTANEE	1,00.10 ⁻²	TDI _{or}		1,00.10 ⁻⁸	TDI _{or}	

Hydrocarbures pétroliers

Fractions EC aliphatiques

EC>5-6 alip	ORALE	5,00	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	INHALATION	18,40	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	CUTANEE	5,00	TDI _{or}				
EC>6-8 alip	ORALE	5,00	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	INHALATION	18,40	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	CUTANEE	5,00	TDI _{or}				
EC>8-10 alip	ORALE	1,00.10 ⁻¹	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	INHALATION	1,00	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	CUTANEE	1,00.10 ⁻¹	TDI _{or}				
EC>10-12 alip	ORALE	1,00.10 ⁻¹	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	INHALATION	1,00	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	CUTANEE	1,00.10 ⁻¹	TDI _{or}				

Polluant	Voie exposition	A SEUIL			SANS SEUIL		
		TDI (mg/kg.d)/ TCA (mg/m ³)	Source	Organisme qui a proposé la VTR	ERUi ((mg/m ³) ⁻¹) / SF ((mg/kg.d) ⁻¹)	Source	Organisme qui a proposé la VTR
EC>12-16 alip	ORALE	1,00.10 ⁻¹	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	INHALATION	1,00	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	CUTANEE	1,00.10 ⁻¹	TDI _{or}				
EC>16-21 alip	ORALE	2,00	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	INHALATION	7,00		Dérivé de TDI _{or} *			
	CUTANEE	2,00	TDI _{or}				
EC>21-35 alip	ORALE	2,00	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	INHALATION	7,00		Dérivé de TDI _{or} *			
	CUTANEE	2,00	TDI _{or}				

Fractions EC aromatiques

EC>6-7 arom (benzène)	ORALE	5,00.10 ⁻⁴	VTR benzène		5,50.10 ⁻²		VTR benzène
	INHALATION	3,00.10 ⁻³	VTR benzène		6,00.10 ⁻³		VTR benzène
	CUTANEE	5,00.10 ⁻⁴	TDI _{or}		5,50.10 ⁻²	TDI _{or}	
EC>7-8 arom (toluène)	ORALE	8,00.10 ⁻²	VTR toluène	INERIS (2011)			
	INHALATION	2,60.10 ⁻¹	VTR toluène	INERIS (2011)			
	CUTANEE	8,00.10 ⁻²	TDI _{or}				
EC>8-10 arom	ORALE	4,00.10 ⁻²	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	INHALATION	2,00.10 ⁻¹	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	CUTANEE	4,00.10 ⁻²	TDI _{or}				
EC>10-12 arom	ORALE	4,00.10 ⁻²	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	INHALATION	2,00.10 ⁻¹	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	CUTANEE	4,00.10 ⁻²	TDI _{or}				
EC>12-16 arom	ORALE	4,00.10 ⁻²	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	INHALATION	2,00.10 ⁻¹	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	CUTANEE	4,00.10 ⁻²	TDI _{or}				

Polluant	Voie exposition	A SEUIL	Source	Organisme qui a proposé la VTR	SANS SEUIL	Source	Organisme qui a proposé la VTR
----------	-----------------	---------	--------	-----------------------------------	------------	--------	-----------------------------------

		TDI (mg/kg.d)/ TCA (mg/m ³)			ERUi ((mg/m ³) ⁻¹) / SF ((mg/kg.d) ⁻¹)		
EC>16-21 arom	ORALE	3,00.10 ⁻²	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	INHALATION	<i>1,05.10⁻¹</i>		<i>Dérivé de TDI_{or}*</i>			
	CUTANEE	3,00.10 ⁻²	TDI _{or}				
EC>21-35 arom	ORALE	3,00.10 ⁻²	TPHCWG, 1999	INERIS (2011)			
	INHALATION	<i>1,05.10⁻¹</i>		<i>Dérivé de TDI_{or}*</i>			
	CUTANEE	3,00.10 ⁻²	TDI _{or}				

Les valeurs qui apparaissent en bleu italique sont proposées car elles sont nécessaires pour la réalisation des calculs avec le logiciel S-Risk® (suite à l'actualisation des VTR (cf. B3-1f), aucune VTR n'avait été proposée).

*Dérivé de TDI_{or} en multipliant la TDI_{or} par 70kg (poids corporel) et en divisant par 20m³/j (taux de respiration) (Pirard & al, 2016).

**1,00.10⁻⁸ : valeur fictive proposée car polluant ne présentant pas d'effet cancérigène par absorption (pour que le logiciel S-Risk® puisse réaliser les calculs).

VLEP, Valeur Limite d'Exposition Professionnelle.

B3-3. Valeurs Toxicologiques de Référence >< Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP)

Les **VTR**, Valeurs Toxicologiques de Référence, sont utilisées dans le cadre de l'Évaluation des Risques pour la Santé Humaine (et, dans le cadre du Décret sols, plus précisément pour la protection/assainissement des sols). Une VTR est définie comme étant l'estimation d'une concentration d'exposition à une substance chimique qui est théoriquement sans effet néfaste sur la santé (INERIS, 2014). Les VTR s'adressent à la population générale.

Les **VLEP**, Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle, sont des valeurs réglementaires qui indiquent les niveaux d'exposition jugés sûrs (du point de vue de la santé) pour une substance présente dans l'air sur un lieu de travail. Elles sont uniquement utilisées pour le milieu professionnel. Les populations concernées par ces valeurs sont les travailleurs. La durée d'exposition considérée pour les VLEP est discontinue et correspond à la durée légale du travail.

Ces deux jeux de valeurs (VTR et VLEP) ne rentrent pas en conflit. Elles n'ont pas la même portée, ne sont pas construites sur les mêmes bases et sont utilisées dans deux cadres différents (Décret sols et Législation Bien-être au travail). Le **Tableau 3** présente les différences entre ces deux jeux de valeurs.

Tableau 3. Différences entre VTR (utilisées dans le cadre du Décret Sols) et VLEP

	VTR (utilisées dans le cadre du DS)	VLEP
Utilisation	Dans le cadre des ER-SH dans de nombreux contextes (dans notre cas : Décret Sols)	En milieu professionnel
Durée d'exposition	Chronique: faibles doses sur le long terme	Chronique discontinue - durée légale du travail (VLEP-8h)
Cible	Population générale	Travailleurs
Voies d'exposition	Orale, inhalatoire et cutanée	Inhalatoire
Effets considérés	Effets à seuil et/ou sans seuil	Une seule VLEP intégrant les effets cancérigènes
Construction	Par des organismes internationaux	Fixées par des autorités réglementaires au niveau UE et au national
Éléments pris en compte pour la construction de la valeur	<ol style="list-style-type: none"> Expertise scientifique pour évaluer les effets de la substance sur la santé humaine Facteurs d'incertitude appliqués aux données expérimentales (pour tenir compte des variations inter- et intra-espèces) 	<ol style="list-style-type: none"> Expertise scientifique pour évaluer les effets de la substance sur la santé humaine Facteurs d'incertitude appliqués aux données expérimentales (pour tenir compte des variations inter- et intra-espèces) Consultation publique pour permettre la prise en compte de commentaires et/ou d'informations fournis par des tiers Les valeurs recommandées à ce stade sont éventuellement modifiées pour tenir compte de facteurs socio-économiques ou de la faisabilité technique

En plus des **VLEP** définies au niveau européen, des VLEP nationales pour certaines substances sont adoptées selon des règles propres à chaque pays. Dans certains pays, ces VLEP nationales sont contraignantes, dans d'autres, ce sont des réglementations. Comme pour les VTR, pour une même substance, la VLEP peut différer selon les pays ou l'organisation qui la détermine. Les raisons de ces différences peuvent être nombreuses : effets néfastes de la substance pris en compte, facteurs d'incertitude appliqués, l'état des connaissances scientifiques au moment où la VLEP est développée ou définition du « risque acceptable ». La valeur numérique adoptée est au final un compromis entre protection de la santé des travailleurs et les intérêts économiques des employeurs lorsque des facteurs socio-économiques ou la faisabilité technique sont pris en compte.

Le respect des valeurs limites d'exposition professionnelle doit toujours être considéré comme un objectif minimal de prévention. Elles représentent des niveaux de concentrations atmosphériques à ne pas dépasser. Sous les VLEP, le risque théorique d'altération de la santé est considéré comme suffisamment négligeable. Ces niveaux de concentration sont déterminés en considérant que la population exposée (les travailleurs) est une population qui ne comprend ni enfants ni personnes âgées.

Dans le milieu du travail, ce sont des outils utiles pour la réduction des risques lorsque ceux-ci ne peuvent être supprimés.

Pour une même substance, la VLEP est généralement moins protectrice (plus élevée) que la VTR définie pour la voie d'exposition par inhalation comme le montrent les exemples repris au Tableau 4.

Tableau 4. VLEP et VTR retenues pour quelques polluants volatils.

Sources des données : Code du bien-être au travail (VLEP- 8h)
et Tableau 2 ci-dessus (VTR_{inh} à seuil et sans seuil)

Polluant	n° CAS	VLEP-8h (mg/m ³)	VTR _{inh} à seuil (mg/m ³)	VTR _{inh} sans seuil (mg/m ³) ⁻¹	VTR _{inh} sans seuil exprimée en mg/m ³
Benzène	71-43-2	3,25	0,003	0,006	0,0017
Chlorure de vinyle	75-01-4	2,6	0,0002	0,0177	0,0006
Naphtalène	91-20-3	53	/	0,034	0,0003
Trichloroéthène	79-01-6	54,7	0,002	0,005	0,0020

En conclusion, dans le cadre du Décret sols, les **VLEP ne peuvent pas être utilisées** dans l'évaluation des risques à la place des VTR.

Sources : ECHA, INERIS (2014), INRS (2010), Musu & Vogel (2018), Péry & al (2013).

B3-4. Concentration mesurée dans l'air >< Valeurs Toxicologiques de Référence « inhalatoire »

La comparaison des concentrations mesurées dans l'air (gaz du sol ou air intérieur/extérieur) à la valeur toxicologique de référence définie pour la voie inhalatoire pour un polluant ciblé ne permet pas de conclure d'office à la présence ou à l'absence d'une menace grave. En effet, les critères de décision qui permettent de conclure à la présence ou non d'une MG s'établissent selon le CWBP (GRER partie B). Ces critères prennent en compte l'ensemble des voies d'exposition (orale, inhalatoire et cutanée). Les indices de risque (IR) ou excès de risque individuels (ERI) sont calculés sur base d'une comparaison d'une dose d'exposition à une valeur toxicologique de référence (1). La dose d'exposition pour la voie inhalatoire intègre plusieurs voies d'exposition (inhalation d'air extérieur, inhalation d'air intérieur, inhalation d'air pendant la douche) (2). La dose d'exposition prend en compte des facteurs supplémentaires en termes notamment de durée et fréquence d'exposition (3). Ces paramètres ne sont pas pris en compte au niveau des mesures d'air.

$$\text{Polluant à effet à seuil : } IR_{inh} = \frac{C_i}{VTR_{inh}} \quad \text{ou sans seuil : } ERI_{inh} = C_i * ERU_{inh} \quad (1)$$

$$C_{inhalation}^{daily} = C_{inhalation_out}^{daily} + C_{inhalation_in}^{daily} + C_{inhalation_shower}^{daily} \quad (2)$$

$$C_{inhalation_in}^{daily} = \frac{C_{ia,t} \times (t_{in} + t_{sleep}) \times WF_{age} \times WF_{act}}{24} \quad (3)$$

B3-5. Références

ANSES (2013). Expositions au plomb : effets sur la santé associés à des plombémies inférieures à 100µg/L. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective. 146p.

Bonvallot N., Bodin L., Duboudin C. & Bard D. (2009). Benchmark dose: définitions, intérêt et usages en évaluation des risques sanitaires. Note technique. Environnement, Risques & Santé. Volume 8. N°6. 9p.

Brown R. & Mittelman A. (1993). Evaluation of existing methods to rank the relative carcinogenicity of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). Draft. Technical Resources, Inc., Contract No. 68-01-0022, for Office of Emergency and Remedial Response, Office of Solid Waste and Emergency Response, US Environmental Protection Agency.

European Food Safety Authority (EFSA) Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) (2010). Scientific opinion on lead in food. *EFSA Journal* ; 8 (4) : 1570. 151p. Disponible en ligne sur <http://efsa.europa.eu>.

INERIS (2003). Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs) – Evaluation de la relation dose-réponse pour des effets cancérigènes : Approche substance par substance (FET) et approche par mélanges – Evaluation de la relation dose-réponse pour des effets non cancérigènes : VTR. *Rapport Final* n° INERIS-DRC-03-47026-ETSC-BDo-N°03DR177.doc-Version 1-3. 64p. Disponible sur https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/HAP_4.pdf (consulté le 29/07/2015).

INERIS (2010a). Choix de valeurs toxicologiques de référence (VTR) en décembre 2010 (première partie). Rapport d'étude n°DRC-10-116389-13736C. 44p.

INERIS (2010b). Choix de valeurs toxicologiques de référence (VTR) en décembre 2010 (seconde partie). Rapport d'étude n°DRC-10-116389-00802B. 43p.

INERIS (2014). Méthodologie (fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques), rapport INERIS-DRC-14-142371-00773A. 68p. Disponible sur http://www.ineris.fr/substances/uploads/content/DRC-14-142371-007734A_Methodologie.pdf (consulté le 20/06/2023).

INRS (2010). Principes de construction des valeurs limites d'exposition professionnelle françaises et comparaison avec la méthodologie adoptée au niveau européen. Dossier médico-technique. Document pour le médecin du travail n°124. 4^{ème} trimestre 2010. pp. 399-412. Disponible sur <file:///D:/divers/Downloads/tc133-1.pdf> (consulté le 20/06/2023).

Leveque S. & Bonnard R. (1998). Définition des valeurs de constat d'impact pour le mercure – Document de travail – Groupe Sites et sols pollués : santé publique, 44 p.

Nisbet I.C.T, LaGoy P.K. (1992). Toxic equivalency factors (TEFs) for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). *Reg Toxicol Pharmacol*, 16, 290-300.

Musu T. & Vogel L. (2018). Cancer et travail, Comprendre et agir pour éliminer les cancers professionnels. ETUI (European Trade Union Institute). Chapitre 16 – Les valeurs limites d'exposition professionnelle : utilités et limites pour la protection des travailleurs. p. 183-198. Disponible sur <https://www.etui.org/sites/default/files/Chapitre%2016.pdf> (consulté le 20/06/2023).

OEHHA (1993). Benzo[a]pyrene as a Toxic Air Contaminant. Part B. Health Effects of Benzo[a]pyrene. Air Toxicology and Epidemiology Section, Berkeley, CA.

OEHHA (2009). The air toxics hot spots program risk assessment guidelines ; Part II. Technical support document for describing available cancer potency factors. Office of Environmental Health Hazard Assessment.

Péry A., Bonvalloot N., El Yamani M., Boulanger G., Karg F., Mosqueron L., Ismert M., Guillosoy G. & Glorennec P. (2013). Valeurs limites d'exposition professionnelles (VLEP), valeurs toxicologiques de référence (VTR) : objectifs et méthodes. *Environ Risque Santé* – Vol. 12 n°5 – Septembre/octobre 2013. p. 442-449.

Pirard C., Brouhon J.-M., Fourmeaux A. & Charlier C. (2016). A simple tiered methodology for the determination of ambient air quality guidelines. *Clean – Soil Air Water*, 44 (9999), 1-10.

SPAQuE (2015). Investigation des zones de pollution atmosphérique de proximité en Wallonie. Projet Pollusol 2 (2009-2015) – Rapport de synthèse.

U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). (1993) Provisional guidance for quantitative risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons. Cincinnati, OH: Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office.

U.S. EPA. (2005). Guidelines for carcinogen risk assessment. Risk Assessment Forum, Washington, DC; EPA/630/P-03/001B (https://www.epa.gov/sites/default/files/2013-09/documents/cancer_guidelines_final_3-25-05.pdf).