

## Trichloroéthylène

Famille	Hydrocarbures aliphatiques halogénés
Fiche(s) toxicologique(s)	22
Fiche(s) Metropol	410 ; 412 ; 413
Numéro CAS principal	79-01-6
Substances concernées	<ul style="list-style-type: none"><li>Synonymes : Trichloroéthène ; Trichlorure d'éthylène</li></ul>

## Dosages disponibles pour cette substance

- Trichloroéthylène urinaire
- Acide trichloroacétique urinaire
- Trichloroéthanol urinaire
- Trichloroéthylène sanguin
- Trichloroéthanol sanguin

## Renseignements utiles pour le choix d'un indicateur biologique d'exposition (IBE)

### Toxicocinétique - Métabolisme [1, 2]

La VLEP-8 heures réglementaire contraignante est assortie de la mention "peau". Une mention signalant le risque de passage percutané est également proposée par plusieurs organismes, dont l'Anses, la Commission allemande DFG, le SCOEL [2,3] [G1].

Le trichloroéthylène (TCE) est rapidement absorbé, quelle que soit la voie d'exposition (respiratoire, cutanée ou orale). La voie pulmonaire est la principale voie de pénétration en milieu professionnel : 37 à 64% de la quantité inhalée sont absorbés. L'absorption dépend de la concentration inhalée, de la durée d'exposition et du débit ventilatoire (lié à la charge physique de travail). La pénétration cutanée est importante pour le TCE sous forme liquide, alors que la voie cutanée contribue peu à l'absorption de vapeurs de TCE. Le TCE est bien absorbé par voie digestive (exceptionnelle en milieu professionnel).

La concentration sanguine de TCE augmente rapidement après le début de l'exposition avec un pic à 2 heures, puis diminue rapidement à l'arrêt de l'exposition. Un modèle d'élimination triphasique a été proposé avec des demi-vies de 2,4 minutes, 24,5 minutes et 3,5 heures.

Le TCE est distribué dans tout l'organisme. Composé lipophile, il est surtout stocké dans le tissu adipeux mais aussi le foie, les reins, les systèmes nerveux et cardiovasculaire.

Une grande partie du TCE inhalé (40 à 75 %) est métabolisée, principalement dans le foie. La voie oxydative implique le cytochrome P450 et conduit à la formation d'un intermédiaire oxygéné (complexe trichloroéthylène oxydé-P450) instable puis à la formation de chloral et d'hydrate de chloral. L'hydrate de chloral peut être réduit en trichloroéthanol (TCOH)(30 à 40%) ou oxydé en acide trichloroacétique (TCA) (10 à 20%), métabolites majeurs. Le trichloroéthanol est ensuite en partie glucuroconjugué. L'acide trichloroacétique est partiellement métabolisé en acide dichloroacétique. L'intermédiaire oxygéné peut également générer de l'oxyde de trichloroéthylène, puis du chlorure de dichloroacétyle et de l'acide dichloroacétique. Ce dernier est métabolisé en acides monochloroacétique ou glyoxylique, conduisant à la formation d'acide oxalique et de CO<sub>2</sub>, métabolites mineurs.

Le TCE est également, pour une moindre part, transformé par conjugaison au glutathion en S-(1,2-dichlorovinyl)glutathion ou S-(2,2-dichlorovinyl)glutathion (isomères 1,2- et 2,2-DCVG), puis en S-(1,2-dichlorovinyl)-L-cystéine/S-(2,2-dichlorovinyl)-L-cystéine (1,2- et 2,2-DCVC), conduisant à la formation soit de N-acétyl-S-(1,2-dichlorovinyl)-L-cystéine/N-acétyl-S-(2,2-dichlorovinyl)-L-cystéine (N-acétyl-1,2- et N-acétyl-2,2-DCVC), soit de S-dichlorovinylthiol (voie métabolique impliquée dans la néphrotoxicité du TCE).

Les demi-vies d'élimination du TCOH et du TCA sanguins sont de 10-13 heures et 70-100 heures respectivement (liaison aux protéines plasmatiques pour le TCA).

Le TCE est éliminé sous forme inchangée dans l'air exhalé (10 à 20% de la dose absorbée), les concentrations dans l'air exhalé diminuant très rapidement dans les premières minutes qui suivent l'arrêt de l'exposition.

Les métabolites sont principalement éliminés dans les urines, environ 40-45% sous forme de TCOH, 18-24% sous forme de TCA, 4% sous forme d'acide monochloroacétique, et pour une moindre part dans les fèces. La demi-vie urinaire du TCOH est de 12-40 heures, celle du TCA de 40-100 heures. Très peu de données sont disponibles sur la cinétique d'élimination du TCE inchangé dans les urines.

### Indicateurs biologiques d'exposition

Le trichloroéthylène (TCE) urinaire en fin de poste est un indicateur spécifique, bien corrélé avec les concentrations atmosphériques.

La valeur limite biologique (VLB) proposée par l'Anses est établie sur la base de la relation entre les concentrations atmosphériques et urinaires de

TCE observée dans une étude de terrain [4]. Elle correspond à la VLEP-8h pragmatique de 40 mg/m<sup>3</sup> (7 ppm) proposée par l'Anses [1] et basée sur un effet autre que le cancer (néphrotoxicité) [2].

Une valeur biologique de référence (VBR) est également proposée par l'Anses correspondant au 95<sup>ème</sup> percentile des concentrations urinaires de TCE chez 120 sujets adultes de la population générale italienne (estimé à partir de la médiane et de la gamme de concentrations) [5]. L'Anses alerte toutefois sur la représentativité de cette valeur qui représente 13% de la VLB alors que les concentrations atmosphériques de TCE dans l'environnement sont inférieures de plusieurs ordres de grandeur à la VLEP-8h pragmatique ayant servi à l'élaboration de la VLB.

**L'acide trichloroacétique (TCA) urinaire** en fin de poste et fin de semaine de travail est le reflet de l'exposition de la semaine. Cet indicateur n'est pas spécifique (métabolite commun au 1,1,1-trichloroéthane, 1,1,2,2-tétrachloroéthane, hydrate de chloral, tétrachloroéthylène).

La VLB proposée par l'Anses est établie sur la base de la relation entre les concentrations atmosphériques de TCE et les concentrations urinaires de TCA [6, 7] et correspond à la VLEP-8h pragmatique de 40 mg/m<sup>3</sup> [2].

Des valeurs biologiques d'interprétation professionnelles sont établies par d'autres organismes, toujours sur la base de la relation avec l'exposition externe :

- des valeurs EKA sont fixées par la Commission allemande DFG pour le TCA urinaire : 1,2-12-20 mg/L en fin d'exposition ou fin de poste, après plusieurs postes en cas d'exposition au long cours, correspondant à une exposition à des concentrations atmosphériques de TCE de 3,3-33-55 mg/m<sup>3</sup> respectivement (valeurs EKA, DFG, 2010) [8]. Elles sont basées sur la relation avec l'exposition externe observée dans une étude chez des volontaires, extrapolée aux plus faibles doses 9, 10.

- la valeur BLV du SCOEL correspond à une exposition à 10 ppm (54,7 mg/m<sup>3</sup>) de TCE pendant 8 heures [3].

- la valeur BEI de l'ACGIH correspond à une exposition à la TLV-TWA de 10 ppm (54,7 mg/m<sup>3</sup>) [11].

Des valeurs biologiques d'interprétation issues de la population générale sont proposées :

- la VBR recommandée par l'Anses [2] correspond au 95<sup>ème</sup> percentile des valeurs mesurées dans une étude en population générale au Royaume-Uni [12].

- la valeur BAR proposée par la Commission allemande est basée sur des données plus anciennes [8].

**Le trichloroéthanol (TCOH) urinaire** en fin de poste et fin de semaine de travail peut également être corrélé avec la concentration atmosphérique de TCE. Cet indicateur n'est pas spécifique (métabolite commun au 1,1,1-trichloroéthane, 1,1,2,2-tétrachloroéthane, hydrate de chloral).

La VLB proposée par l'Anses est établie sur la base de la relation entre les concentrations atmosphériques de TCE et les concentrations urinaires de TCOH [6, 7] et correspond à la VLEP-8h pragmatique de 40 mg/m<sup>3</sup> [2].

**Le trichloroéthylène sanguin et dans l'air expiré** en fin de poste sont des indicateurs spécifiques. Ils ont notamment été proposés pour confirmer une exposition, par exemple en cas de doute sur la nature des dérivés chlorés. Les données sont insuffisantes pour établir une corrélation entre concentrations sanguines et atmosphériques de TCE. Le dosage du TCE dans l'air exhalé présente des inconvénients liés aux difficultés de standardisation du prélèvement. De plus, en raison de la diminution rapide de la concentration dans le sang et l'air exhalé dans les premières minutes après l'arrêt de l'exposition, le moment de prélèvement en fin d'exposition doit être strictement respecté.

Les valeurs BEI de l'ACGIH pour ces deux indicateurs, sans valeur définie, sont ainsi accompagnées d'une notation SQ "semi quantitative" (voir rubrique « Questions-réponses ») [11].

La **somme des concentrations de TCA et TCOH urinaires** ne présente pas d'avantage par rapport à celle de chacun des deux métabolites. Ils sont issus de la même voie métabolique mais présentent des cinétiques différentes (demi-vie d'élimination plus longue pour le TCA).

Le **TCA et le TCOH sanguins**, outre le caractère invasif des prélèvements, ne présentent aucun avantage par rapport aux indicateurs urinaires correspondants.

Le **N-acétyl-DCVC urinaire**, issue de la voie métabolique impliquée dans la néphrotoxicité du TCE, est un indicateur potentiellement intéressant mais les données disponibles sont limitées.

---

[1] VLEP réglementaire contraignante de 10 ppm (54,7 mg/m<sup>3</sup>)

## Interférences - Interprétation

Dans l'interprétation des résultats, il faudra tenir compte de :

- co-expositions à des substances ayant comme métabolites communs le TCA (1,1,1-trichloroéthane, tétrachloroéthylène, 1,1,2,2-tétrachloroéthane, hydrate de chloral) ou le TCOH (mêmes hydrocarbures aliphatiques chlorés, à l'exception du tétrachloroéthylène ; cependant le trichloroéthylène est une impureté possible de certains tétrachloroéthylènes techniques).
- co-exposition à des substances capables d'inhiber ou d'induire les monooxygénases à cytochrome P450 (CYP2E1 en particulier) pouvant interférer avec le métabolisme du TCE. C'est le cas de nombreux médicaments et aussi de substances chimiques très fréquemment présentes sur les lieux de travail (éthanol, isopropanol, acétone, toluène, diméthylformamide...).
- la consommation d'alcool : la prise habituelle induit le métabolisme du TCE (induction du CYP2E1) alors que la prise concomitante peut être

responsable d'inhibition compétitive de la biotransformation par l'alcool déshydrogénase. Il est préconisé de ne pas consommer de l'alcool le jour du prélèvement et de prendre en compte une éventuelle consommation habituelle.

- facteurs individuels physiologiques: des variations métaboliques sont observées en fonction du sexe (ratio TCOH/TCA dans les urines plus élevé chez les hommes).

Lors des prélèvements pour dosage de TCE urinaire ou sanguin, des précautions doivent être prises pour éviter une contamination externe de l'échantillon : prélèvement dans un local non pollué, après lavage des mains, changement de vêtements et douche. Les prélèvements doivent être faits dans des flacons en verre avec bouchon PTFE, remplis au maximum afin de minimiser les pertes du solvant par évaporation.

## Bibliographie spécifique

- Toxicological Profile for Trichloroethylene. ATSDR, 2019 (<https://www.atsdr.cdc.gov/>).
- Valeurs limites d'exposition en milieu professionnel. Le trichloroéthylène. Evaluation des indicateurs biologiques d'exposition. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective. Maisons-Alfort; ANSES; 2021 : 114 p (<https://www.anses.fr/fr/content/les-valeurs-de-reference>).
- Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Trichloroethylene. SCOEL/SUM/142. European Commission, 2009.
- Imbriani M, Niu Q, Negri S, Ghittori S - Trichloroethylene in urine as biological exposure index. *Ind Health*. 2001; 39 (3): 225-30.
- Poli D, Manini P, Andreoli R, Franchini I et al. - Determination of Dichloromethane, Trichloroethylene and Perchloroethylene in Urine Samples by Headspace Solid Phase Microextraction Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*. 2005; 820 (1): 95-102.
- Ogata M, Shimada Y, Taguchi T. A new microdetermination method used in an analysis of the excretion of trichloro-compounds in the urine of workers exposed to trichloroethylene vapour. *Ind Health*. 1987; 25(3): 103-12.
- Ikeda M, Otsuji H, Imamura T, Komoike Y. Urinary excretion of total trichloro-compounds, trichloroethanol, and trichloroacetic acid as a measure of exposure to trichloroethylene and tetrachloroethylene. *Br J Ind Med*. 1972 Jul; 29(3): 328-33.
- Csanády G, Göen T. Addendum to Trichloroethylene. BAT Value Documentation, 2011. The MAK-Collection for Occupational Health and Safety. Deutsche Forschungsgemeinschaft, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA ; 2016.
- Laparé S, Tardif R, Brodeur J - Effect of various exposure scenarios on the biological monitoring of organic solvents in alveolar air. II. 1,1,1-Trichloroethane and trichloroethylene. *Int Arch Occup Environ Health*. 1995; 67 (6): 375-94.
- Csanády GA, Göen T, Klein D, Drexler H et al. Trichloroacetic acid in urine as biological exposure equivalent for low exposure concentrations of trichloroethene. *Arch Toxicol*. 2010 Nov; 84(11): 897-902.
- Trichloroethylene. 2008. In: Documentation of the TLVs and BEIs with Worldwide occupational exposure values. Cincinnati: ACGIH; 2021.
- Bevan R, Jones K, Cocker J, Assem FL et al. - Reference ranges for key biomarkers of chemical exposure within the UK population. *Int J Hyg Environ Health*. 2013; 216 (2): 170-74.

## Bibliographie générale

- List of MAK and BAT Values. Permanent Senate Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) ([https://www.dfg.de/en/dfg\\_profile/statutory\\_bodies/senate/health\\_hazards/index.html](https://www.dfg.de/en/dfg_profile/statutory_bodies/senate/health_hazards/index.html)).
- TLVs and BEIs based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. 2022. Cincinnati : ACGIH ; 2022 : 285 p.

## Pour en savoir plus

- Valeur de la Finlande  
<https://www.ttl.fi/en/service/biomonitoring>

## Renseignements utiles pour le dosage de *Trichloroéthylène urinaire*

Valeurs biologiques d'interprétation (VBI) issues de la population générale adulte	Trichloroéthylène urinaire : 1,5 µg/L (VBR Anses, 2021) [2]
VBI françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES)	VBI françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES) : Trichloroéthylène urinaire : 10 µg/L en fin de poste (VLB Anses, 2021) [2]
VBI européennes (BLV)	valeur non déterminée
VBI américaines de l'ACGIH (BEI)	valeur non déterminée
VBI allemandes de la DFG (BAT, EKA, BLW)	valeur non déterminée
VBI finlandaises du FIOH (BAL)	valeur non déterminée
Moment dans la semaine	indifférent
Moment dans la journée	fin de poste
Facteur de conversion	1 mmol/L = 131 mg/L
Intervalle de coût	Méthode Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse - détection en espace de tête et piégeage sur adsorbant : 48.0 €

## Renseignements utiles pour le dosage de *Acide trichloroacétique urinaire*

Valeurs biologiques d'interprétation (VBI) issues de la population générale adulte	Acide trichloroacétique urinaire : 9 µg/g de créatinine (8 µg/L) (VBR Anses, 2021) [2]  Acide trichloroacétique urinaire : 0,07 mg/L en fin d'exposition ou fin de poste, après plusieurs postes en cas d'exposition au long cours (Valeur de référence dans la population en âge de travailler non professionnellement exposée) (Valeur BAR, DFG, 2010) [G1]
VBI françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES)	VBI françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES) : Acide trichloroacétique urinaire : 15 mg/g de créatinine (21 mg/L) en fin de poste et fin de semaine (VLB Anses, 2021) [2]
VBI européennes (BLV)	VBI européennes (BLV) : Acide trichloroacétique urinaire : 20 mg/L en fin de poste et fin de semaine (BLV SCOEL, 2009) [3]
VBI américaines de l'ACGIH (BEI)	VBI américaines de l'ACGIH (BEI) : Acide trichloroacétique urinaire : 15 mg/L en fin de poste et fin de semaine (ACGIH, 2008) [G2]
VBI allemandes de la DFG (BAT, EKA, BLW)	VBI allemandes de la DFG (BAT, EKA, BLW) : Acide trichloroacétique urinaire : Valeurs EKA (DFG, 2010) voir "Renseignements utiles pour le choix d'un IBE" [G1]
VBI finlandaises du FIOH (BAL)	VBI finlandaises du FIOH (BAL) : Acide trichloroacétique urinaire : 120 µmol/L (19,5 mg/L) en fin de poste et en fin de semaine (FIOH, 2009) [FIOH]
Moment dans la semaine	fin de semaine
Moment dans la journée	fin de poste
Facteur de conversion	1 mmol/L = 163 mg/L
Intervalle de coût	Méthode Spectrophotométrie Ultraviolet - Visible - Infrarouge, voir colorimétrie : 10.0 € Méthode Chromatographie en phase gazeuse avec détection par capture d'électrons (GC-ECD) : 16.5 €

## Renseignements utiles pour le dosage de *Trichloroéthanol urinaire*

valeur non déterminée

**Valeurs biologiques d'interprétation (VBI) issues de la population générale adulte**

<b>VBI françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES)</b>	VBI françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES) : Trichloroéthanol urinaire : 30 mg/g de créatinine (40 µg/L) en fin de poste et fin de semaine (VLB Anses, 2021) [2]
<b>VBI européennes (BLV)</b>	<i>valeur non déterminée</i>
<b>VBI américaines de l'ACGIH (BEI)</b>	<i>valeur non déterminée</i>
<b>VBI allemandes de la DFG (BAT, EKA, BLW)</b>	<i>valeur non déterminée</i>
<b>VBI finlandaises du FIOH (BAL)</b>	<i>valeur non déterminée</i>
<b>Moment dans la semaine</b>	fin de semaine
<b>Moment dans la journée</b>	fin de poste
<b>Facteur de conversion</b>	1 mmol/L = 149 mg/L
<b>Intervalle de coût</b>	Méthode Spectrophotométrie Ultraviolet - Visible - Infrarouge, voir colorimétrie : 13.5 €

### Renseignements utiles pour le dosage de *Trichloroéthylène sanguin*

<b>Valeurs biologiques d'interprétation (VBI) issues de la population générale adulte</b>	<i>valeur non déterminée</i>
<b>VBI françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES)</b>	<i>valeur non déterminée</i>
<b>VBI européennes (BLV)</b>	<i>valeur non déterminée</i>
<b>VBI américaines de l'ACGIH (BEI)</b>	Trichloroéthylène sanguin : en fin de poste et fin de semaine, sans valeur chiffrée (ACGIH, 2008) [G2]
<b>VBI allemandes de la DFG (BAT, EKA, BLW)</b>	<i>valeur non déterminée</i>
<b>VBI finlandaises du FIOH (BAL)</b>	<i>valeur non déterminée</i>
<b>Moment dans la semaine</b>	indifférent
<b>Moment dans la journée</b>	immédiatement fin de poste
<b>Facteur de conversion</b>	1 mmol/L = 131 mg/L
<b>Intervalle de coût</b>	Méthode Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse - espace de tête (HS-GC-MS) : 60.0 € Méthode Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse - détection en espace de tête et piégeage sur adsorbant : 48.0 € Méthode Espace de tête (headspace) - chromatographie en phase gazeuse - détecteur à capture d'électrons : 21.5 €

### Renseignements utiles pour le dosage de *Trichloroéthanol sanguin*

<b>Valeurs biologiques d'interprétation (VBI) issues de la population générale adulte</b>	<i>valeur non déterminée</i>
<b>VBI françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES)</b>	<i>valeur non déterminée</i>
<b>VBI européennes (BLV)</b>	<i>valeur non déterminée</i>
<b>VBI américaines de l'ACGIH (BEI)</b>	Trichloroéthanol sanguin (sans hydrolyse) : 0,5 mg/L en fin de poste et fin de semaine (ACGIH, 2008) [G2]
<b>VBI allemandes de la DFG (BAT, EKA, BLW)</b>	<i>valeur non déterminée</i>
<b>VBI finlandaises du FIOH (BAL)</b>	<i>valeur non déterminée</i>

Moment dans la semaine \_\_\_\_\_ fin de semaine  
Moment dans la journée \_\_\_\_\_ fin de poste  
Facteur de conversion \_\_\_\_\_ 1 mmol/L = 149 mg/L  
Intervalle de coût \_\_\_\_\_ Méthode Spectrophotométrie Ultraviolet - Visible - Infrarouge, voir colorimétrie : 13.5 €

## Renseignements utiles pour le dosage de Acide trichloroacétique sanguin

Valeurs biologiques d'interprétation (VBI) \_\_\_\_\_ *valeur non déterminée*  
issues de la population générale adulte \_\_\_\_\_

VBI françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES) \_\_\_\_\_ *valeur non déterminée*

VBI européennes (BLV) \_\_\_\_\_ *valeur non déterminée*

VBI américaines de l'ACGIH (BEI) \_\_\_\_\_ *valeur non déterminée*

VBI allemandes de la DFG (BAT, EKA, BLW) \_\_\_\_\_ *valeur non déterminée*

VBI finlandaises du FIOH (BAL) \_\_\_\_\_ *valeur non déterminée*

Moment dans la semaine \_\_\_\_\_ fin de semaine

Moment dans la journée \_\_\_\_\_ fin de poste

Facteur de conversion \_\_\_\_\_ 1 mmol/L = 163 mg/L

Intervalle de coût \_\_\_\_\_ coût indéterminé

## Historique

Création de la fiche	2003
Dernière mise à jour	2022
▪ Renseignements utiles pour le choix d'un IBE	2022
▪ Renseignements utiles pour le(s) dosage(s)	2022
▪ Bibliographie	