

## Monographies des Eléments Traces Métalliques (ETM)



Mai 2022

Projet n°ALSP220049

# Fiche signalétique

DDA

## Monographies des Éléments Traces Métalliques

### CLIENT

MDPA

Avenue Joseph Else – BP 50  
68 310 Wittelsheim

Détails du client

### SITE D'INTERVENTION

MDPA

Avenue Joseph Else – BP 50  
68 310 Wittelsheim

Mme Céline Schumpp  
Liquidatrice amiable et Secrétaire Générale  
Tél : +33 3 89 57 87 32  
Mail : [c.schumpp@mdpa.fr](mailto:c.schumpp@mdpa.fr)

### RAPPORT D'ANTEA GROUP

Direction de projet

Sophie JANVIER

Rapport n°

116933

Version n°

Version A

Projet n°

ALSP 220049

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction :	Stéphanie DUGENEST	Ingénieur Référent	09/05/2022	
Approbation :	Sophie JANVIER	Directrice de projets Infrastructures	12/05/2022	

### Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
A	13 mai	156	/	Version initiale
B				
C				

# Sommaire

1. Introduction.....	5
2. Monographies.....	7
a) Monographie de l'aluminium.....	7
b) Monographie de l'antimoine.....	11
c) Monographie de l'argent.....	15
d) Monographie de l'arsenic.....	19
e) Monographie de baryum.....	24
f) Monographie du bismuth.....	28
g) Monographie du brome.....	32
h) Monographie du cadmium.....	36
i) Monographie du calcium.....	41
j) Monographie du césium.....	45
k) Monographie du chlore.....	49
l) Monographie du chrome (III et VI).....	53
m) Monographie du cobalt.....	60
n) Monographie du cuivre.....	64
o) Monographie du cyanure.....	68
p) Monographie de l'étain.....	72
q) Monographie de l'euporium.....	76
r) Monographie du fer.....	80
s) Monographie du gallium.....	84
t) Monographie du germanium.....	88
u) Monographie de l'indium.....	92
v) Monographie de l'iode.....	96
w) Monographie du magnésium.....	100
x) Monographie du manganèse.....	104
y) Monographie du mercure.....	108
z) Monographie du molybdène.....	113
aa) Monographie du nickel.....	117
bb) Monographie du niobium.....	122
cc) Monographie de l'or.....	126
dd) Monographie du phosphore.....	130
ee) Monographie du plomb.....	134
ff) Monographie du potassium.....	138
gg) Monographie du scandium.....	142

hh) Monographie du sélénium .....	146
ii) Monographie du silicium.....	150
jj) Monographie du sodium .....	154
kk) Monographie du soufre.....	158
ll) Monographie du strontium .....	162
mm) Monographie du tantale .....	166
nn) Monographie du tellure .....	170
oo) Monographie du thorium.....	174
pp) Monographie du titane .....	178
qq) Monographie du tungstène.....	182
rr) Monographie de l'uranium .....	186
ss) Monographie du vanadium .....	190
tt) Monographie de l'yttrium .....	194
uu) Monographie du zinc.....	198
vv) Monographie du zirconium .....	202

## Table des tableaux

Tableau 1 : Liste des Eléments Traces Métalliques.....	6
--	---

# 1. Introduction

Cette pièce complémentaire présente les monographies des Eléments Traces Métalliques (ETM) listées ci-après.

Sont mentionnées dans ces monographies :

- L'identification de la substance (n°CAS, CE et Index),
- L'étiquetage (conformément au règlement CLP),
- Les sources naturelles et anthropiques,
- Les propriétés physico-chimiques,
- Les propriétés toxiques (absorption, effets néfastes),
- Les valeurs sanitaires et environnementales (VLE, VME, VTR, NQE, etc...)

Substances
Aluminium (Al)
Antimoine (Sb)
Argent (Ag)
Arsenic (As)
Baryum (Ba)
Bismuth (Bi)
Brome (Br)
Cadmium (Cd)
Calcium (Ca)
Césium (Cs)
Chlore (Cl)
Chrome (Cr)
Chrome hexavalent (Cr VI)
Cobalt (Co)
Cuivre (Cu)
Cyanure (Cn)
Etain (Sn)
Europium (Eu)
Fer (Fe)
Gallium (Ga)
Germanium (Ge)
Indium (In)
Iode (I)
Magnésium (Mg)
Manganèse (Mn)
Mercure (Hg)
Molybdène (Mo)
Nickel (Ni)
Niobium (Nb)
Or (Au)
Phosphore (P)
Plomb (Pb)
Potassium (K)
Scandium (Sc)

Substances
Sélénium (Se)
Silicium (Si)
Sodium (Na)
Strontium (Sr)
Soufre (S)
Tantale (Ta)
Tellure (Te)
Thorium (Th)
Titane (Ti)
Tungstène (W)
Uranium (U)
Vanadium (V)
Yttrium (Y)
Zinc (Z)
Zirconium (Zr)

**Tableau 1 : Liste des Eléments Traces Métalliques**

## 2. Monographies

### a) Monographie de l'aluminium

Monographie de l'Aluminium	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7429-90-5
Numéro CE	231-072-3
Numéro Index	013-002-00-1 (pour la poudre d'aluminium stabilisée)
<b>Etiquetage (pour poudre d'aluminium stabilisée)</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Solides inflammables – Matière solide inflammable (H228)</li> <li>- Substances et mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables – Dégage au contact de l'eau des gaz inflammables (H261)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Il est présent naturellement dans l'écorce terrestre (8%), systématiquement combiné à d'autres éléments. L'émission par les sols ou les roches de particules contenant de l'aluminium ainsi que l'activité volcanique, constituent les principales sources naturelles d'exposition.
Sources anthropiques	La production d'aluminium et de ses composés ainsi que les industries liées aux multiples utilisations sont les principales sources anthropiques de pollution. D'autres sources comme l'industrie minière, l'agriculture, la combustion du charbon, les fonderies ou les échappements des automobiles contribuent à la contamination de l'environnement par l'aluminium.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal léger et d'apparence blanc argenté
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	En fonction du pH de l'eau, l'aluminium sera présent sous certaines formes. De façon générale, les composés d'aluminium monomères sont plus réactifs et plus labiles que les composés polymères. En présence d'une grande quantité de matières organiques dissoutes, en particulier d'acide fulvique, l'aluminium se lie à ces substances et est très largement disponible sous la forme de complexes organiques dissous.
Dans le sol	L'acidification du milieu contribue à augmenter la solubilité de l'aluminium. Pour des pH inférieurs à 5,5, l'aluminium est très mobile. La présence d'argiles peut contrôler la mobilité de l'aluminium par des réactions d'adsorption ou de désorption de cet élément à la surface des particules.
Dans l'air	L'aluminium est transporté dans l'atmosphère sous forme de particules. La majorité de l'aluminium est associée à des particules de diamètre supérieur à 2µm, et donc déposée au sol à proximité de la source d'émission.

**Toxicocinétique**
**Absorption**

Voie pulmonaire	L'absorption de l'aluminium par inhalation se rencontre après une exposition professionnelle à des fumées, poussières ou flocons d'aluminium. Le taux d'absorption n'est pas précisé.
Voie orale	L'absorption gastro-intestinale est faible, généralement de l'ordre de 0,1 à 1%. Elle dépend de la biodisponibilité de l'aluminium aux différents pH de l'intestin.
Distribution	L'aluminium se distribue principalement dans le squelette, le foie, les testicules, les reins, le cerveau et dans une moindre mesure dans les autres tissus mous.
Élimination	L'élimination de l'aluminium après exposition par voie orale est effectuée par voie urinaire et l'aluminium non absorbé est excrété dans les fèces.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**
**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Les données existantes concernent des travailleurs. Des fibroses pulmonaires et des bronchites sont rapportés chez des ouvriers exposés. Cependant, ces cas pourraient être liés à une exposition concomitante à d'autres toxiques.
Voie orale	Les organes cibles principaux sont les os et le foie. L'exposition orale à l'aluminium ne serait généralement pas nocive. Néanmoins certaines études ont montré que des personnes atteintes de maladie rénale stockaient de l'aluminium dans leur corps et ces personnes développaient des problèmes osseux ou cérébraux (difficile d'extrapoler à la population générale).

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	Certaines données épidémiologiques fournissent des preuves limitées que certaines expositions dans des industries de production d'aluminium sont cancérogènes pour l'Homme, entraînant une augmentation des cancers du poumon et de la vessie. Mais ces cancers sont probablement dû à la présence de cancérogènes connus comme les HAPs.	
Classement	Union Européenne	L'aluminium, le chlorure d'aluminium et le phosphore d'aluminium sont non classés comme cancérogènes par l'Union Européenne.
	IARC	L'IARC a classé la production d'aluminium dans le groupe 1 (cancérogène pour l'Homme).
	US-EPA	L'aluminium ne fait pas l'objet d'une classification par l'US-EPA.

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Les seules données disponibles sur l'Homme sont sur des enfants insuffisants rénaux traités par de l'aluminium dans les 6 premiers mois de leur vie. De l'ostéomalacie et une augmentation des taux osseux et sériques d'aluminium sont signalées.
Effets mutagènes	L'aluminium a fait l'objet d'un examen par l'Union Européenne mais n'a pas été classé. Il n'existe pas d'étude des effets génotoxiques chez l'Homme après exposition à l'aluminium par inhalation ou voie orale.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>● VME = VLEP8h = 5 mg/m<sup>3</sup> pour la fumée de soudage</li> <li>● VME = VLEP8h = 10 mg/m<sup>3</sup> pour le métal et le trioxyde de di-aluminium</li> <li>● VME = VLEP8h = 5 mg/m<sup>3</sup> pour l'aluminium pulvérulent</li> <li>● VME = VLEP8h = 2 mg/m<sup>3</sup> pour les sels solubles d'aluminium</li> <li>● VME = VLEP8h = 2 mg/m<sup>3</sup> pour les composés alkylés</li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	4,5E-04 mg/kg/j (Choix ANSES 2006 : JECFA 2006) 1,00E+00 mg/kg/j (ATSDR, 2008)
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	Norme OMS (1993)		< 0,2 mg/L
	Norme UE (1998)		Aucune information disponible
Sources			
1 -INERIS, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques (aluminium et dérivés), 2005			
2 -ATSDR, Toxicological profile for aluminum, 2008			

## **b) Monographie de l'antimoine**

Monographie de l'Antimoine	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-36-0
Numéro CE	231-146-5
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reprotoxique 1A - Peut nuire à la fertilité ou au fœtus (H360)</li> <li>- Cancérogénicité 2 – Susceptible de provoquer le cancer (H351)</li> <li>- Peut-être nocif pour les bébés nourris au lait maternel (H362)</li> <li>- Toxicité spécifique pour certains organes – Risques présumés d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée (H373)</li> <li>- Danger pour le milieu aquatique – Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme (H412)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Présent naturellement dans la croûte terrestre. Une partie de ses émissions dans l'air provient de sources naturelles (particules de sol transportées par le vent, volcans, aérosols marins, feux de forêts, sources biogéniques).
Sources anthropiques	L'industrie des métaux non ferreux (extraction minière, fusion, raffinage), la combustion du charbon et des ordures, les industries liées à la production et à l'utilisation de l'antimoine.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Solide
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Relativement volatil
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Il est peu présent dans l'eau et sous des formes associées à la matière particulaire. L'antimoine est un constituant naturel du sol et est transporté dans les cours d'eau par ruissèlement en raison de l'altération naturelle ou de la perturbation du sol.
Dans le sol	L'antimoine est un constituant naturel du sol et est produit à partir de l'altération des matériaux d'origine du sol. L'antimoine peut être retenu dans le sol principalement par adsorption. Il peut s'adsorbé sur les minéraux argileux ou aux oxydes ou hydroxydes dans le sol.
Dans l'air	L'antimoine est un métal relativement volatil et sous forme de vapeur suite, à un process de combustion, il se condense sur la matière particulaire en suspension fine dont le diamètre est inférieur au micromètre.

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	Il n'existe pas de données quantitatives chez l'Homme pour l'absorption par voie pulmonaire.
Voie orale	Il est recommandé de prendre des valeurs d'absorption gastro-intestinale de 10% pour le tartrate d'antimoine et de 1% pour toutes les autres formes d'antimoine.
Distribution	L'antimoine est distribué dans tout le corps avec les concentrations les plus élevées dans les poumons, le tractus gastro-intestinal, les globules rouges, le foie, les reins, les os, la rate et la thyroïde.
Élimination	Les fèces constituent probablement la voie principale d'élimination de l'antimoine ingéré.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	L'organe cible principal est la voie respiratoire. Des effets respiratoires (stibiose, bronchite, emphysème...) et des effets cardiovasculaires ont été observés chez des travailleurs exposés.
Voie orale	Les organes cibles principaux sont les poumons et le foie et les organes cibles secondaires sont la rate, la thyroïde, les parathyroïdes, les hématies, la peau, le squelette, les reins et le cerveau. Les effets gastro-intestinaux et hépatiques sont les effets les plus retrouvés chez des animaux mais aucune donnée fiable chez l'Homme n'est disponible.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes		Ce sont les poumons qui sont principalement touchés.
Classement	Union Européenne	Le trioxyde d'antimoine est classé dans la catégorie 3 (substances préoccupantes pour l'Homme en raison d'effets cancérogènes possibles)
	IARC	Le trioxyde d'antimoine est classé dans le groupe 2B (agent pourrait être cancérogène pour l'Homme). Le trisulfure d'antimoine est classé dans le groupe 3 (l'agent ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'Homme).
	US-EPA	L'antimoine ne fait pas l'objet d'une classification par l'US-EPA.

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Certains composés ont été examinés mais ne sont pas classés.
Effets mutagènes	Certains composés ont été examinés mais ne sont pas classés. Aucune altération des micronoyaux n'a été démontrée.



## **c) Monographie de l'argent**

<b>Monographie de l'Argent</b>	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-22-4
Numéro CE	628-860-8
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
Non classé	
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Souvent déposé sous forme de minerai en association avec d'autres éléments.
Sources anthropiques	Les émissions provenant des fonderies, de la fabrication et de l'élimination de certaines fournitures photographiques et électriques, de la combustion du charbon sont quelques-unes des sources anthropiques d'argent.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal blanc ductile
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau et soluble dans l'acide nitrique
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Non volatil
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	La sorption est le processus dominant qui contrôle la répartition de l'argent dans l'eau et son mouvement dans les sols et les sédiments. L'argent peut s'infiltrer des sols dans les eaux souterraines, le taux de lixiviation augmentant avec la diminution du pH.
Dans le sol	L'argent dans les sols est en grande partie immobilisé par précipitation en sels insolubles et par complexation ou adsorption par la matière organique, les argiles et les oxydes de manganèse et de fer. L'argent présente une mobilité faible dans la plupart des types de sols. La majorité de l'argent rejeté dans l'environnement (soit plus de 94%) demeure dans les sols à proximité du lieu de l'émission.
Dans l'air	Environ 50% de l'argent libéré dans l'atmosphère par les opérations industrielles est transporté sur plus de 100 km et finit par se déposer dans les précipitations.

**Toxicocinétique**
**Absorption**

Voie pulmonaire	L'argent est absorbé par voie pulmonaire (près de 90 %).
Voie orale	L'argent est absorbé par voie digestive (18 % de la quantité ingérée sont absorbés).
Distribution	Il se distribue rapidement au niveau du foie et du cerveau. Le stockage se fait dans le système réticulo-endothélial.
Élimination	L'élimination est presque exclusivement fécale (demi-vies de 1 à 50 jours) et très faiblement urinaire et sudorale (< 8%).

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**
**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Des problèmes respiratoires ont été observés chez des travailleurs exposés mais également le phénomène d'argyrie (cf. voie orale).
Voie orale	L'argent peut entraîner le changement de couleur de peau de certaines zones et d'autres tissus corporels. Les médecins appellent cela « l'argyrie ». Elle survient chez les personnes qui mangent ou respirent des composés d'argent sur une longue période. Une fois développé, l'argyrie est permanente.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes		Aucune information disponible
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Aucune information disponible
	US-EPA	Aucune information disponible

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Toutes les informations sur la génotoxicité de l'argent proviennent d'études <i>in vitro</i> .
Effets mutagènes	Aucune information disponible

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>• VME = VLEP8h = 0,01 mg/m<sup>3</sup> (Argent – composés solubles)</li> <li>• VME = VLEP8h = 0,1 mg/m<sup>3</sup> (Argent métallique)</li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	5,0E-03 mg/kg/j (US-EPA, 1991)
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 -ATSDR, Toxicological profile for silver,1990			
2 -OMS (CICAD), Argent et composés d'argent : aspects environnementaux, 2002			
3 -INRS, Fiche biotox (argent), 2016			

## **d) Monographie de l'arsenic**

## Monographie de l'Arsenic

### Numéro d'identification

Numéro CAS	7440-38-2
Numéro CE	231-148-6
Numéro Index	033-001-00-X

### Etiquetage

	<p>Danger :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toxicité aigüe - Toxique en cas d'ingestion (H301)</li> <li>- Toxicité aigüe - Toxique par inhalation (H331)</li> <li>- Danger pour le milieu aquatique - Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme (H410)</li> <li>- Danger pour le milieu aquatique - Très toxique pour les organismes aquatiques (H400)</li> </ul>
---	---

### Sources d'exposition

Sources naturelles	Il est présent dans la nature, en particulier dans les roches. D'autres sources naturelles existent telles que les activités volcaniques et les feux de forêts.
Sources anthropiques	L'arsenic anthropique provient des fumées d'industries de production d'arsenic ou d'ozone et de la combustion de produits fossiles (charbons, pétroles, huiles, minerais de plomb, zinc, cuivre et or).

### Propriétés physico-chimiques

Aspect	Solide cristallisé (cristaux gris, brillants, d'aspect métallique)
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau (la solubilité des composés de l'arsenic est variable)
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Certains des composés de l'arsenic sont volatils

### Comportement dans l'environnement

Dans l'eau	L'érosion des roches, le lessivage des sols, les réactions d'oxydo-réduction et les précipitations entraînent une redistribution de l'arsenic vers les compartiments aquatiques et atmosphériques. Les facteurs physico-chimiques affectent la capacité d'adsorption de l'arsenic sur les sédiments.
Dans le sol	La mobilité de l'arsenic dans les sols est assez limitée. La présence de minéraux d'argile, d'oxyde de fer et d'aluminium et la matière organique du sol, peuvent également influencer la solubilité et le niveau d'oxydoréduction.
Dans l'air	Certains des composés de l'arsenic sont volatils. Il existe principalement sous la forme de particules dans l'air.

### Toxicocinétique

Absorption	
Voie pulmonaire	L'arsenic et ses composés inorganiques sont absorbés entre 30 et 34% par voie pulmonaire.
Voie orale	L'arsenic et ses composés inorganiques sont facilement absorbés par voie orale (jusqu'à 95%). L'absorption varie en fonction de la solubilité du composé arsénié et du substrat.
Distribution	Il se distribue dans tous les organes mais principalement dans le foie, les poumons, la vessie et les reins. Les zones de stockage prolongé sont les os, les muscles et les tissus riches en kératine tels que la peau, les cheveux ou les ongles. L'arsenic inorganique passe facilement la barrière placentaire et est aussi retrouvé dans le lait maternel.
Elimination	Majoritairement éliminé par les urines en fonction de la forme chimique et de la voie d'exposition.

### Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)

Effets systémiques	
Voie respiratoire	Effets au niveau de l'appareil respiratoire (irritation des muqueuses des voies respiratoires, pharyngite, laryngite, bronchite...), du système cardiovasculaire (syndrome de Raynaud), de la peau (hyperkératose et hyperpigmentation) et du système nerveux périphérique (neuropathies périphériques).
Voie orale	Effets sur la peau (hyperkératose et hyperpigmentation, maladie de Bowen), sur le système respiratoire (toux, rhinorrhées, laryngites), sur le système cardiovasculaire (arythmies, péricardites, maladie de Raynaud), neurologique (neuropathies périphériques), gastro-intestinal, sanguin (anémie et leucopénie), sur le foie et un développement sur certains types de diabète.

Effets cancérogènes		
Effets cancérogènes	L'arsenic a été un des premiers composés chimiques reconnus comme cancérogène. Les principaux cancers liés à une exposition à l'arsenic sont les cancers de la peau, de la vessie, des poumons, des reins et du foie.	
Classement	Union Européenne	Pentoxyde d'arsenic, trioxyde d'arsenic, arséniate de plomb, acide arsénique et ses sels classés catégorie 1 (substances que l'on sait cancérogènes pour l'Homme).
	IARC	Les composés inorganiques de l'arsenic (trioxyde diarsenic, les arsénites et les arsénates) sont classés dans le groupe 1 (cancérogènes certains pour l'Homme)
	US-EPA	L'arsenic est classé dans la classe A (cancérogène pour l'Homme)

Effets reprotoxiques et mutagènes	
Effets reprotoxiques	Des avortements spontanés, des mortalités fœtales et infantiles tardives et un faible poids de naissance et des effets sur le développement sont indiqués après exposition par inhalation d'arsenic (mais multiplicité des expositions des femmes exposées donc aucune conclusion définitive ne peut être tirée). L'arséniate de plomb est classé par l'UE en catégorie 1 et 3. Le pentaoxyde de diarsenic, le trioxyde d'arsenic, l'acide arsénique et ses sels et l'arsenic sont non classés.

Effets mutagènes	Non classé par l'Union Européenne. Les données de génotoxicité sont limitées chez l'Homme et les effets observés après exposition à l'arsenic sont le plus souvent sans corrélation avec les mesures de l'exposition à l'arsenic.
------------------	---

**Valeurs sanitaires et environnementales**

VLE/VME	<p>Air :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● VME = VLEP8h = 0,2 mg/m<sup>3</sup> (France - 1985) pour le trioxyde de diarsenic</li> <li>● VME = VLEP8h = 0,01 mg/m<sup>3</sup> (Union Européenne – 2019) pour l'acide arsénique et ses sels, ainsi que ses composés inorganiques</li> <li>● VME = VLEP8h = 0,01 mg/m<sup>3</sup> (Etats Unis- ACGIH– 2001)</li> </ul>	
NQE	<p><b>Canada :</b> Critère de qualité organismes aquatiques (arsenic total) : - eau douce = 5 µg/L ; - eau de mer = 12,5 µg/L Critère de qualité pour l'eau de boisson (IMAC) (arsenic total) = 25 µg/L</p> <p><b>Suisse :</b> Norme de qualité pour les hydrosystèmes, (projet) (arsenic dissous) = 10 µg/L</p> <p><b>Allemagne :</b> Norme de protection, matière en suspension, 40 mg/kg de poids sec</p> <p><b>Angleterre :</b> Norme de qualité des eaux douces (arsenic dissous) : 50 µg/L Proposition d'EQS eau douce (arsenic dissous, en concentration ajoutée à la concentration de fond) : 0,5 µg/L Norme de qualité des eaux marines (arsenic dissous) : 25 µg/L Proposition d'EQS eau marine (arsenic dissous, en concentration ajoutée à la concentration de fond) : 0,6 µg/L</p> <p><b>Hollande :</b> EQS eau de surface (arsenic dissous) : 0,8 µg/L EQS eau de surface (arsenic total) : 1 µg/L OSPAR : mer du Nord et Atlantique NE (arsenic dissous) : 1-10 µg/L</p> <p><b>Etats Unis :</b> Critère qualité pour la consommation humaine des poissons et de l'eau de boisson : 0,018 µg/L Protection de la Santé, consommation des poissons : 0,14 µg/L</p>	
VTR	VTR à seuil	<p><b>Ingérée</b></p> <p>4,5E-04 mg/kg/j (Choix INERIS 2010 : FoBiG 2009) 3,03E-04 mg/kg/j (US-EPA, 1991) 3,00E-04 mg/kg/j (ATSDR, 2007) 1,0E-03 mg/kg/j (RIVM, 2001) 3,5E-06 mg/kg/j (OEHHA,2015)</p> <p><b>Inhalée</b></p> <p>1,5E-05 mg/m<sup>3</sup>(Choix INERIS 2010 : OEHHA 2014) 1,0E-03 mg/m<sup>3</sup> (RIVM, 2001)</p>
	VTR sans seuil	<p><b>Ingérée</b></p> <p>1,5E+00 (mg/kg/j)<sup>-1</sup> (Choix INERIS 2010 : US-EPA 1998, OEHHA 2009) 1,8E+00 (mg/kg/j)<sup>-1</sup> (Health Canada,2006) 9,5E+00 (mg/kg/j)<sup>-1</sup> (OEHHA, 2009)</p>

		Inhalée	1,5E-01 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (Choix ANSES 2012 : TCEQ 2012) 4,3E+00 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (Choix INERIS 2010 : US EPA 1998) 1,5E+00 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (OMS,2002) 6,4E+00 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (Health Canada, 1993) 3,3E+00 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (OEHHA, 2005)
Norme de potabilité	Norme OMS (1993)		10 µg/L
	Norme UE (1998)		10 µg/L

**Sources**

- 1 -INERIS, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques (arsenic et ses dérivés organiques), 2010  
2 -INRS, Fiche toxicologique n°192 (arsenic et composés minéraux), 2021

**« Facteur de sécurité » définis dans le cadre de l'étude de l'INERIS**

Vis-à-vis du critère de qualité environnemental	1 618 123
Vis-à-vis du critère de qualité « environnement local témoin »	1 618 123

**e) Monographie de baryum**

Monographie du Baryum	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-39-3
Numéro CE	231-149-1
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Substances et mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables – Dégage au contact de l'eau des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément (H260)</li> <li>- Solides inflammables – Matière solide inflammable (H228)</li> <li>- Toxicité aigüe - Toxique en cas d'ingestion (H301)</li> <li>- Corrosion /irritation cutanée – Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires (H314)</li> <li>- Lésions oculaires graves/irritation oculaire – Provoque des lésions oculaires graves (H318)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le baryum représente 0,05% de la croûte terrestre. La plus grande source naturelle de baryum est le minerai de barytine.
Sources anthropiques	La principale source de baryum dans l'atmosphère sont les émissions industrielles. Les utilisations industrielles du baryum et ses composés sont variées : rodenticide, brique, céramique, forage pétrolier, peinture, fabrication de verre ...
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal solide blanc argenté
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau, légèrement soluble dans l'éthanol
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Non volatil
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Le baryum est susceptible de précipiter hors de la solution sous forme de sel insoluble. Le baryum en suspension dans l'eau peut également s'adsorber sur les particules en suspension par la formation de paires d'ions.
Dans le sol	Il peut être soit absorbé par la végétation ou transporté à travers le sol avec des précipitations. Le baryum n'est pas très mobile dans la plupart des sols. Le taux de transport du baryum dans le sol dépend des caractéristiques du matériau du sol.
Dans l'air	Dans l'atmosphère, le baryum est susceptible d'être présent sous forme particulaire.

**Toxicocinétique**

Absorption		
Voie pulmonaire	Pas de données humaines disponibles pour l'absorption par voie pulmonaire. L'absorption se fera en fonction de la solubilité et de la forme du baryum.	
Voie orale	Les données humaines sur l'absorption gastro-intestinale du baryum et ses composés est limitée. Les données disponibles suggèrent que l'âge et le statut alimentaire affectent l'absorption du baryum. Des études humaines anciennes ont estimé que le baryum était mal absorbé (environ 1 à 15% de la dose ingérée). Un réexamen des méthodes utilisées dans ces études a trouvé des défauts et estimé que le baryum était absorbé entre 3 et 60%. La commission internationale pour la radioprotection estime que l'absorption est de 20% chez l'adulte.	
Distribution	Les taux de concentrations de baryum sont trouvés dans les os. Le reste du baryum dans le corps se trouvent dans les tissus mous (aorte, cerveau, cœur, reins, rate, pancréas et poumons).	
Elimination	Le baryum est excrété essentiellement dans les fèces et faiblement dans l'urine.	
Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)		
Effets systémiques		
Voie respiratoire	Des barytoses (pneumoconiose de type non collagène) ont été observés sur des travailleurs. Il n'y a cliniquement aucun symptôme, la fonction pulmonaire n'est pas modifiée (effet mineur sur les poumons).	
Voie orale	Les composés du baryum solubles seraient généralement plus préoccupants pour la santé en raison de leur plus grande potentialité d'absorption. Les effets observés par voie orale sont provoqués par des expositions aiguës.	
Effets cancérogènes		
Effets cancérogènes		
Il n'a pas été démontré que le baryum cause de cancers chez l'Homme ou les animaux de laboratoire buvant du baryum dans l'eau.		
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	L'IARC n'a pas évalué la cancérogénicité du baryum
	US-EPA	Il est classé dans le groupe D (non classable quant à la cancérogénicité pour l'Homme).
Effets reprotoxiques et mutagènes		
Effets reprotoxiques	Les effets reprotoxiques du baryum n'ont pas été étudiés chez l'Homme.	
Effets mutagènes	Les effets génotoxiques du baryum n'ont pas été bien caractérisés chez l'Homme.	

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : Pour composés solubles : <ul style="list-style-type: none"> <li>VME = VLEP8h = 0,5 mg/m<sup>3</sup></li> </ul>	
NQE (Norme de qualité environnementale)		Eau douce – PNEC chronique/AA-QSwater_eco = 0,06 mg/L	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	0,2 mg/kg/j (ATSDR, 2007/ US-EPA, 2005) 0,21 mg/kg/j (OMS, 2016) 0,2 mg/kg/j (Santé Canada, 2010)
		Inhalée	0,001 mg/m <sup>3</sup> (RIVM, 2001)
	VTR sans seuil	Ingérée	-
		Inhalée	-
Norme de potabilité	OMS (1993)	0,3 mg/L	
	UE (1998)	Non mentionnée	
Sources			
1 -ATSDR, Toxicological profile for barium and barium compounds, 2007			
2 -INRS, Fiche toxicologique n°125 (baryum et composés), 2012			

**f) Monographie du bismuth**

<b>Monographie du Bismuth</b>	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-69-9
Numéro CE	231-177-4
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
Non classé	
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le bismuth est rare dans l'écorce terrestre. A l'état naturel, il se trouve sous forme de bismuthine.
Sources anthropiques	Il est employé principalement pour la fabrication des alliages fusibles à basse température et des caractères d'imprimerie. Il est très utilisé dans un but thérapeutique. Il est aussi utilisé comme fongicides et comme engrais naturel ou synthétique.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal blanc, cristallin
Solubilité dans l'eau	0,002 g/L à 21,5°
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Le bismuth est très insoluble dans l'eau et y est rarement décelable. Tous ses sels sont très insolubles dans les conditions environnementales. Dans les eaux douces, le bismuth prédomine largement sous forme particulaire, ses formes chimiques étant très insolubles.
Dans le sol	Dans les sols, le bismuth originaire de la roche mère est oxydé et se retrouve souvent sous forme de carbonates. L'élément pourrait s'accumuler dans les horizons riches en matières organiques ou en oxydes de fer. Sa mobilité pourrait être affectée par le pH.
Dans l'air	Aucune information disponible

### Toxicocinétique

Absorption	
Voie pulmonaire	L'absorption du bismuth dépend de la spéciation (ou espèce chimique), de la solubilité du composé dans le milieu biologique considéré, ainsi que de la granulométrie du composé. Le bismuth est faiblement absorbé par voie pulmonaire.
Voie orale	Le bismuth est faiblement absorbé par voie digestive (sauf pour les dérivés solubles).
Distribution	Le stockage du bismuth est rénal et osseux.
Élimination	L'élimination est principalement fécale pour les dérivés insolubles qui ne sont que peu absorbés, mais aussi urinaire. Pour les dérivés solubles, l'élimination à 90% urinaire est rapide.

### Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)

Effets systémiques	
Voie respiratoire	L'inhalation de poussière peut causer une irritation des voies respiratoires, toux, difficultés respiratoires et peut affecter la fonction hépatique et rénale.
Voie orale	Peut affecter la fonction hépatique et rénale. Peut causer une anémie, une stomatite ulcéreuse et une ligne noire peut se former sur les gencives.

Effets cancérogènes		
Effets cancérogènes		Le bismuth n'est pas considéré comme un carcinogène humain.
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Aucune information disponible
	US-EPA	Aucune information disponible

Effets reprotoxiques et mutagènes	
Effets reprotoxiques	Aucune information disponible
Effets mutagènes	Aucune information disponible

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>• VME = VLEP8h = 10 mg/m<sup>3</sup> (tellure de bismuth)</li> <li>• VME = VLEP8h = 5 mg/m<sup>3</sup> (tellure de bismuth, dopé au Se)</li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 -Carl Roth, Fiche de données sécurité ,2021			
2 -IRSN, Fiche radionucléide (Bismuth 210 et son environnement), 2003			
3 - INRS, Biotox (Bismuth et composés), 2016			

**g) Monographie du brome**

Monographie du Brome	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7726-95-6
Numéro CE	231-778-1
Numéro Index	035-001-00-5
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrosion / irritation cutanée – Provoque des graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux (H314)</li> <li>- Toxicité aigüe – Mortel par inhalation (H330)</li> <li>- Danger pour le milieu aquatique – Très toxique pour les organismes aquatiques (H400)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le brome est naturellement présent dans la croûte terrestre en tant qu'élément non métallique.
Sources anthropiques	Utilisé pour le garnissage et le tubage des puits de pétrole ou comme matériau pour la synthèse de produits phytosanitaires, colorants, produits pharmaceutiques, produits chimiques...
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Liquide rouge brun
Solubilité dans l'eau	3,55g/100mL à 20°C (légèrement soluble) et se dissout facilement dans l'alcool, l'éther ou d'autres solvants organiques
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Volatil
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Le brome tend à se déposer au fond de l'eau mais une partie se dilue dans l'eau. Par la suite, les vapeurs de brome se forment à la surface. En raison de sa forte toxicité et de ses propriétés oxydantes et caustiques, le brome représente un risque de pollution pour tous les types de milieux aquatiques.
Dans le sol	Aucune information disponible
Dans l'air	Le liquide s'évapore rapidement et forme des vapeurs caustiques. Les vapeurs sont plus lourdes que l'air et rasant la surface du sol.

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	L'absorption des vapeurs de brome est généralement minime par rapport à la dose délivrée par inhalation.
Voie orale	Après ingestion, l'ion bromure est rapidement et complètement absorbé par le tractus gastro-intestinal.
Distribution	Il est distribué presque exclusivement dans les fluides extracellulaires : il s'accumule dans la paroi des vaisseaux sanguins, le cartilage, les tendons, la dentine et les organes excréteurs. Il franchit les barrières méningée et placentaire.
Elimination	La majorité du brome contenu dans la salive et le suc gastrique est réabsorbée au niveau de l'intestin grêle et excrétée dans l'urine. Une quantité négligeable est excrétée dans les fèces.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Le brome est potentiellement capable de causer des dommages importants aux voies respiratoires inférieures. Des études limitées ont signalé une fibrose pulmonaire ou un emphysème.
Voie orale	Des troubles neurocomportementaux (dépression, psychoses...) sont décrits après ingestion chronique de médicaments contenant des sels de brome.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes		Aucune information disponible
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Aucune information disponible
	US-EPA	Aucune information disponible

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Aucune information disponible
Effets mutagènes	Aucune information disponible

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>• VME = VLEP8h = 0,7 mg/m<sup>3</sup></li> <li>• VME = VLEP8h = 0,1 ppm</li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Pas de lignes directrices
	UE (1997)		0,01 mg/L
Sources			
1 -OMS (IPSC), Brome, 1999			
2 -INRS, Fiche toxicologique n°27 (Brome), 2016			
3 -INRS, Biotox (Brome et bromures), 2018			

## **h) Monographie du cadmium**

Monographie du Cadmium	
Numéro d'identification	
Numéro CAS	7440-43-9
Numéro CE	231-152-8
Numéro Index	048-002-00-0
Etiquetage	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mutagénicité sur les cellules germinales – Susceptible d'induire des anomalies génétiques (H341)</li> <li>- Cancérogénicité – Peut provoquer le cancer (H350)</li> <li>- Toxicité pour la reproduction - Susceptible de nuire à la fertilité. Susceptible de nuire au fœtus (H361fd)</li> <li>- Danger pour le milieu aquatique – Très toxique pour les organismes aquatiques (H400)</li> <li>- Danger pour le milieu aquatique – Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme (H410)</li> <li>- Toxicité spécifique pour certains organes cibles (exposition répétée) – Risques avérés d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée (H372)</li> <li>- Toxicité aiguë – Mortel par inhalation (H330)</li> </ul>
Sources d'exposition	
Sources naturelles	Le cadmium présent dans la croûte terrestre peut être dispersé dans l'air par entraînement de particules provenant du sol et par éruptions volcaniques.
Sources anthropiques	Les principales sources sont d'origine anthropique (raffinage des métaux non ferreux, la combustion du charbon et des produits pétroliers, les incinérateurs d'ordures ménagères et la métallurgie de l'acier).
Propriétés physico-chimiques	
Aspect	Métal blanc-bleuâtre, mou, très malléable et très ductile.
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide nitrique
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Pas ou très peu volatil
Comportement dans l'environnement	
Dans l'eau	Le cadmium dans l'environnement n'est presque jamais retrouvé à l'état métallique mais dans un état d'oxydation unique (+II). Le cadmium est relativement mobile et peut être transporté sous forme de cations hydratés ou de complexes organiques ou inorganiques. Dans l'eau, le cadmium provient de l'érosion naturelle, du lessivage des sols ainsi que de décharges d'industries.
Dans le sol	Il est assez mobile dans le sol mais à tendance à s'accumuler dans les horizons supérieurs du sol, riches en matière organique. Cette mobilité se fera essentiellement en fonction du pH du sol.
Dans l'air	Il est présent sous forme particulaire.

### Toxicocinétique

#### Absorption

Voie pulmonaire	L'absorption dépend de la granulométrie des particules et de la solubilité du composé. Elle est proche de 100% pour les composés les plus solubles (chlorure et oxyde de cadmium) et 10% pour les moins solubles (sulfure de cadmium). La rétention pulmonaire est comprise entre 20 et 50% selon la durée d'exposition.
Voie orale	L'absorption par voie orale est très limitée (environ 5%).
Distribution	Il est distribué principalement au niveau du foie, des os et des reins.
Élimination	L'élimination est très lente et se fait principalement par les fèces et un peu dans les urines.

### Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)

#### Effets systémiques

Voie respiratoire	Le poumon est le principal organe cible avec les reins. En effet, le cadmium peut induire des troubles respiratoires allant d'irritations à des fibroses. Des atteintes au niveau des os sont également rapportées.
Voie orale	Le rein est la principale cible (néphropathie allant jusqu'à l'insuffisance rénale). On peut observer des atteintes du squelette liées à une interférence avec le métabolisme du calcium ; ainsi que des effets cardiovasculaires ou neurologiques.

#### Effets cancérogènes

Effets cancérogènes	Poumons (organe principal), reins, foie et prostate mais aucune étude chez l'Homme n'a établi un lien direct entre exposition au cadmium et ces cancers.	
Classement	Union Européenne	Le cadmium, ses dérivés chlorés, oxygénés, sulfurés et sulfatés sont classés dans la catégorie 1B.
	IARC	L'IARC a classé dans le groupe 1 (agent cancérogène pour l'Homme)
	US-EPA	L'US-EPA a classé dans la catégorie B1 (substance probablement cancérogène pour l'Homme)

#### Effets reprotoxiques et mutagènes

Effets reprotoxiques	Les études sont très fragmentaires. Des atteintes de la fertilité ou de la fonction endocrinienne sont suspectées mais ne sont pas clairement démontrées.
Effets mutagènes	Les études cytogénétiques réalisées chez des travailleurs exposés ne permettent pas d'évaluer correctement le pouvoir génotoxique du métal chez l'Homme. Le chlorure et le sulfate de cadmium induisent des effets génotoxiques probablement secondaires à un mécanisme de stress oxydatif.

**Valeurs sanitaires et environnementales**

<b>VLE/VME</b>		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>VME = VLEP8h = 0,004 mg/m<sup>3</sup> (France - 2019) pour le cadmium et ses composés inorganiques (fraction inhalable ou alvéolaire)</li> <li>VME = VLEP8h = 0,001 mg/m<sup>3</sup> (Union Européenne – 2019) pour cadmium et ses composés inorganiques (fraction inhalable)</li> <li>VLE = VLCT = 0,05 mg/m<sup>3</sup> pour l'oxyde de cadmium (France – VLEP indicative)</li> </ul>	
<b>NQE</b>		NQE-MA Eaux de surface intérieures = ≤ 0,08 µg/L (classe 1) ; 0,08 µg/L (classe 2) ; 0,09 µg/L (classe 3) ; 0,15 µg/L (classe 4) et 0,25 µg/L (classe 5) NQE-MA – Autres eaux de surface = 0,2 µg/L NQE – CMA = Eaux de surface intérieures = ≤ 0,45 µg/L (classe 1) ; 0,45 µg/L (classe 2) ; 0,6 µg/L (classe 3) ; 0,9 µg/L (classe 4) et 1,5 µg/L (classe 5) NQE-CMA = Autres eaux de surface = ≤ 0,45 µg/L (classe 1) ; 0,45 µg/L (classe 2) ; 0,6 µg/L (classe 3) ; 0,9 µg/L (classe 4) et 1,5 µg/L (classe 5) PNEC / QSsed = 2,3 mg/kg (poids sec)	
<b>VTR</b>	<b>VTR à seuil</b>	<b>Ingérée</b>	3,5E-04 mg/kg/j (ANSES, 2019) 3,6E-04 mg/kg/j (INERIS 2012: EFSA, 2011) 5,0E-04 mg/kg/j (US-EPA, 1989) 1,0E-04 mg/kg/j (ATSDR, 2012) 5,0E-04 mg/kg/j (RIVM, 2001) 5,0E-04 mg/kg/j (OEHHA, 2001)
		<b>Inhalée</b>	3,0E-04 mg/m <sup>3</sup> (ANSES, 2012) 1,0E-05 mg/m <sup>3</sup> (ATSDR, 2012) 2,0E-05 mg/m <sup>3</sup> (OEHHA, 2015)
	<b>VTR sans seuil</b>	<b>Ingérée</b>	Aucune valeur disponible
		<b>Inhalée</b>	0,45 µg/m <sup>3</sup> (ANSES, 2012) (effet cancérogène à seuil) 1,8 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (US-EPA, 1987) 4,2E+00 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (Santé Canada 2021 : OEHHA, 2011)
<b>Norme de potabilité</b>	<b>OMS (1993)</b>	0,003 mg/L	
	<b>UE (1998)</b>	0,005 mg/L	

**Sources**

- 1 -INERIS, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques (cadmium et ses dérivés), 2014
- 2 -INRS, Fiche toxicologique n°60 (cadmium et composés minéraux), 2019

<b>« Facteur de sécurité » définis dans l'étude de l'INERIS</b>	
Vis-à-vis du critère de qualité environnemental	154 799
Vis-à-vis du critère de qualité « environnement local témoin »	21 672

**i) Monographie du calcium**

Monographie du Calcium	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-70-2
Numéro CE	231-179-5
Numéro Index	020-001-00-X
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : - Substances et mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables – Dégage au contact de l'eau des gaz inflammables (H261)
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le calcium est le cinquième élément le plus abondant en masse dans la croûte terrestre mais en raison de sa réactivité, il ne se trouve pas naturellement dans son état élémentaire.
Sources anthropiques	Le calcium élémentaire est utilisé dans les procédés de fabrication du fer, de l'acier et des alliages.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal gris/argenté
Solubilité dans l'eau	Réactivité avec l'eau
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Le calcium (métal) réagit avec l'eau en dégagant de l'hydrogène gazeux.
Dans le sol	Aucune information disponible
Dans l'air	Quand le calcium est exposé à l'air, il forme rapidement de l'oxyde de calcium et du dihydroxyde de calcium.

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	L'absorption du calcium par voie pulmonaire peut être considérée comme négligeable car lors de premier contact sur des surfaces externes du corps, il réagira avec l'humidité et exercera des effets irritants.
Voie orale	Le calcium d'origine alimentaire est absorbé à hauteur de 30 % en moyenne variant de 10 à 40%. Ces taux varient en fonction de l'âge.
Distribution	Plus de 99% des réserves de calcium se situent dans les os et les dents. Les tissus mous contiennent moins de 1% du calcium corporel total.
Elimination	Le calcium absorbé est principalement excrété par les urines, mais également par les fèces et la sueur.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Le calcium est corrosif pour les voies respiratoires à court terme mais les effets à long terme ne sont pas décrits.
Voie orale	Des apports excessifs en calcium peuvent conduire, chez des sujets sensibles, à une hypercalciurie, donc à une lithiase urinaire et à une néphrocalcinose.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	Le calcium ne présente aucune propriété qui soulèverait une inquiétude quant à ses propriétés cancérigènes.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Le calcium n'est pas classé par l'IARC
	US-EPA	Aucune information disponible

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Aucune information disponible.
Effets mutagènes	Aucune information disponible.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>● VME = VLEP8h = 10 mg/m<sup>3</sup> (carbonate de calcium et sulfate de calcium)</li> <li>● VME = VLEP8h = 0,5 mg/m<sup>3</sup> (cyanamide de calcium)</li> <li>● VME = VLEP8h = 1 mg/m<sup>3</sup> (hydroxyde de calcium, fraction alvéolaire)</li> <li>● VLE = VLEP CT = 4 mg/m<sup>3</sup> (hydroxyde de calcium, fraction alvéolaire)</li> <li>● VME = VLEP8h = 1 mg/m<sup>3</sup> (oxyde de calcium, fraction alvéolaire)</li> <li>● VLE = VLEP CT = 4 mg/m<sup>3</sup> (oxyde de calcium, fraction alvéolaire)</li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1998)		Aucune information disponible
Sources			
1 - ECHA, Registration dossier (calcium)			
2 -ANSES, Présentation, sources alimentaires et besoins nutritionnels (calcium), 2020			
3 -ICSC, calcium powder, 2019			

## **j) Monographie du césium**

Monographie du Césium	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-46-2
Numéro CE	231-155-4
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Substance et mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables- Dégage au contact de l'eau des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément (H260)</li> <li>- Corrosion / Irritation cutanée - Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves (H314)</li> <li>- Solides inflammables – Matière solide inflammable (H228)</li> <li>- Lésions oculaires graves / irritation oculaire – Provoque des lésions oculaires (H318)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le césium est un élément naturel présent dans les roches, le sol et la poussière à de faibles concentrations. Le césium naturel est présent dans l'environnement principalement à cause de l'érosion et de l'altération des roches et minéraux. L'extraction et le traitement de certains minerais peuvent également libérer du césium.
Sources anthropiques	Il existe peu d'utilisations du césium métallique et de ses composés. Il peut être utilisé comme catalyseurs en synthèse organique ou pour la production d'horloges atomiques.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal blanc-argenté
Solubilité dans l'eau	Différentes formes souvent solubles dans l'eau
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Il est très soluble dans l'eau, et présente une grande affinité pour les minéraux et particulièrement pour les argiles. Le césium peut réagir violemment avec l'eau pour former de l'hydroxyde de césium, la base la plus forte connue.
Dans le sol	De façon générale, le césium est considéré comme très peu mobile dans la majorité des sols avec une rétention majoritaire dans la couche superficielle (95%). Le césium est réputé être relativement mobile dans les sols « organiques » au sens d'une teneur en matière organique de l'ordre de plusieurs dizaines de pourcents.
Dans l'air	Dans l'atmosphère, il est sous forme d'aérosols, mais surtout d'oxyde ou d'hydroxyde de césium en présence d'eau. Les composés de césium peuvent parcourir de longues distances dans l'air avant d'être ramenés à la terre par les précipitations et la décantation gravitationnelle.

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	L'exposition par inhalation à des composés de césium relativement solubles entrainera l'absorption de césium chez l'Homme, bien qu'aucun rapport n'ait mesuré l'absorption du césium par voie pulmonaire.
Voie orale	Son absorption par le système gastro-intestinal est rapide et presque complète.
Distribution	Le césium se distribue comme son homologue compétiteur naturel, le potassium, dans l'ensemble de l'organisme en se concentrant préférentiellement dans le muscle.
Elimination	Il est principalement éliminé par l'urine et une petite proportion par les fèces.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Aucune étude n'a été faite sur les effets sur la santé chez l'Homme ou les animaux par voie inhalée pour le césium stable.
Voie orale	Le césium naturel et stable provoque peu d'effets chez l'Homme. Des informations limitées sont disponibles concernant les effets sur la santé suite à l'exposition orale à des substances de césium stable. Des symptômes de diminution de l'appétit, des nausées, de la diarrhée et d'arythmie cardiaque ont été associés à la consommation de chlorure de césium. Cependant, les effets les plus inquiétants sont associés au césium radioactif.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	Aucune étude n'a été faite sur les effets sur la santé sur les humains ou les animaux par voie inhalée pour le césium stable. Les classements ont été faits sur le césium radioactif.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Aucune information disponible
	US-EPA	Aucune information disponible

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Les effets observés sont liés à l'exposition aux radio-isotopes du césium qui peuvent entrainer une réduction de la fertilité chez les hommes.
Effets mutagènes	Les preuves des effets génotoxiques du césium stable se limitent aux études dans lesquelles le chlorure de césium induit une augmentation significative de l'incidence des aberrations chromosomiques dans des lymphocytes humains <i>in vitro</i> .

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>VME = VLEP8h = 2 mg/m<sup>3</sup> (hydroxyde de césium)</li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 -ATSDR, Toxicological profile for cesium, 2004			
2 -IRSN, Fiche radionucléide (Césium 137 et environnement), 2005			

## **k) Monographie du chlore**

Monographie du Chlore	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7782-50-5
Numéro CE	231-959-5
Numéro Index	017-001-00-7
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Peut provoquer ou aggraver un incendie ; comburant (H270)</li> <li>- Provoque une irritation cutanée (H315)</li> <li>- Provoque une sévère irritation des yeux (H319)</li> <li>- Toxique par inhalation (H331)</li> <li>- Peut irriter les voies respiratoires (H335)</li> <li>- Très toxique pour les organismes aquatiques (H400)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Il est présent naturellement sous forme de sel, constituant ainsi 3 à 4% des mers et des océans.
Sources anthropiques	Les principales sources sont d'origine anthropique (raffinage des métaux non ferreux, la combustion du charbon et des produits pétroliers, les incinérateurs d'ordures ménagères et la métallurgie de l'acier).
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Gaz de couleur jaune verdâtre
Solubilité dans l'eau	Faiblement soluble : 7,3 g/L dans l'eau à 20°C
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Le chlore peut se dissoudre dans l'eau et se transforme ainsi en chlorure et en acide hypochloreux.
Dans le sol	Le chlore est extrêmement mobile dans les sols où il est essentiellement présent sous forme d'ion chlorure. Son comportement semble être affecté par les hydroxydes de fer et d'aluminium et par la matière organique.
Dans l'air	Si le chlore est déversé dans l'eau ou sur le sol ou s'il est rejeté d'un réservoir dans l'air, le chlore s'évapore très rapidement en formant un nuage jaune verdâtre qui peut être transporté par le vent depuis la source.

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	Le chlore gazeux peut pénétrer dans le corps par le nez ou la bouche. A faible concentration (moins de 10 ppm), la quasi-totalité du chlore est absorbé dans les voies respiratoires supérieures.
Voie orale	Aucune donnée pertinente n'a été trouvée concernant l'absorption orale des ions hypochlorite chez l'Homme.
Distribution	Aucune information disponible
Elimination	Aucune information disponible

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Les principales cibles de l'exposition au chlore gazeux sont les voies respiratoires et les yeux. Aucun effet nocif significatif sur la santé n'a été observé chez les travailleurs exposés pendant des années à des concentrations relativement faibles de chlore (environ 1 ppm). Les tissus à l'intérieur du nez ont été affectés chez les animaux exposés au chlore pendant des durées plus longues.
Voie orale	Il n'y a aucune information sur l'ingestion à long terme de solution d'hypochlorite pour les humains mais les principales cibles d'exposition à ces solutions sont le tractus gastro-intestinal et la peau.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes		Pas de données sur les humains seulement sur les animaux
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Le IARC a classé les eaux de boisson chlorées dans le groupe 3 (agent qui ne peut être classé du point de vue de sa cancérogénicité pour l'Homme) mais n'a pas classé le chlore gazeux
	US-EPA	L'US-EPA n'a pas classé le chlore gazeux comme cancérogène.

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	La seule information disponible concernant les effets reprotoxiques chez l'Homme est une étude sur le résultat de grossesses parmi les ouvrières d'une usine de chlore et aucune preuve de toxicité pour la reproduction n'a été fournie.
Effets mutagènes	Aucune étude n'a été faite concernant les effets génotoxiques du chlore gazeux chez l'Homme.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>• VLE = VLEP CT = 0,5 ppm</li> <li>• VLE = VLEP CT = 1,5 mg/m<sup>3</sup></li> </ul>	
NQE		Aucune valeur disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	0,15 mg/kg/j (OMS, 2003) 0,1 mg/kg/j (US EPA, 1994)
		Inhalée	5,0E-05 ppm (ATSDR, 2010) 2,0E-04 mg/m <sup>3</sup> (OEHHA, 2000) 2,0E-05 mg/m <sup>3</sup> (OEHHA, 2015)
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune valeur disponible
		Inhalée	Aucune valeur disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		0,07 mg/L (ions)
	UE (1998)		0,05 mg/L (ions)
Sources			
1 -ATSDR, Toxicological profile for chlorine, 2010			
2 -INRS, Fiche toxicologique n°51 (chlore), 2018			

## **I) Monographie du chrome (III et VI)**

Monographie du Chrome (III)	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-47-3
Numéro CE	231-157-5
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : - Sensibilisation respiratoire/cutanée – Peut provoquer une allergie cutanée (H317)
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Il est largement distribué dans la croûte terrestre et se concentre principalement dans les roches. Seuls les composés trivalents (chrome III) et hexavalents (chrome VI) sont détectés dans l'environnement de façon significative.
Sources anthropiques	Industrie chimique, combustion de gaz naturel, d'huile et de charbon et de poussières transportées par le vent provenant d'usines ou d'industries.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Solide cristallisé
Solubilité dans l'eau	Généralement peu soluble
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Non volatil
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	La majeure partie du chrome présent dans les sols ne se dissout pas facilement dans l'eau. Le chrome VI est transformé en chrome III dans les sols, les sédiments. La faible fraction soluble se propage en profondeur dans les eaux souterraines sachant que la solubilité dans l'eau est différente selon le degré d'oxydation du chrome. Les précipitations favorisent le dépôt et l'entraînement dans les eaux de ruissèlement.
Dans le sol	Les particules se déposent progressivement sur les sols et les surfaces aquatiques. Le chrome existe sous plusieurs degrés d'oxydation : principalement chrome III et faiblement en chrome VI.
Dans l'air	Il n'est pas volatil mais ses composés peuvent être rejetés sous forme de fines particules dans l'air. Les particules se déposent progressivement sur les sols et les surfaces aquatiques. Dans les conditions atmosphériques, le chrome VI est relativement stable, même s'il peut être réduit en chrome III en présence de réducteurs.

**Toxicocinétique**

Absorption		
Voie pulmonaire	Les dérivés trivalents sont généralement plus faiblement absorbés que les dérivés hexavalents.	
Voie orale	L'absorption intestinale du chrome est inférieure à 10% (2 à 9%) de la dose ingérée. Elle dépendra de la valence, de la solubilité du chrome et de l'état nutritionnel de la personne.	
Distribution	Le chrome VI est rapidement réduit en chrome III dans les cellules et tissus. Le chrome III se fixe sur les transferrines et est largement distribué dans tout l'organisme mais en particulier dans les reins et le foie. Le chrome absorbé peut être transféré aux fœtus par le placenta et aux nourrissons via le lait maternel.	
Elimination	Il est principalement éliminé par excrétion urinaire (plus de 80%) sous forme de chrome III et faiblement par excrétion fécale.	
Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)		
Effets systémiques		
Voie respiratoire	<p>Les manifestations toxiques du chrome sont généralement attribuées aux dérivés hexavalents.</p> <p>Le tractus respiratoire est l'organe cible des effets lors de l'exposition par inhalation du chrome III ou VI. Il s'agit d'atteintes au site contact.</p> <p>Après solubilisation, le chrome et ses dérivés peuvent avoir un effet sensibilisant (asthme, dermatite). La sensibilité du chrome VI est nettement supérieure à celle des dérivés du chrome III.</p> <p>Des atteintes gastro-intestinales sont observées (douleurs stomacales, crampes, ulcères...).</p>	
Voie orale	D'après les résultats d'études orales chronique chez l'animal, le chrome III ne semble pas produire de troubles gastro-intestinaux ou hématologiques contrairement au chrome VI.	
Effets cancérogènes		
Effets cancérogènes	Les études épidémiologiques réalisées chez les salariés exposés au ferrocchrome ne permettent pas de conclure à un effet potentiellement cancérogène de ce dernier.	
Classement	Union Européenne	Le Cr III n'est pas classé par l'UE.
	IARC	L'IARC a classé le Cr III dans le groupe 3 (agent inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'Homme).
	US-EPA	L'US-EPA a classé le Cr III dans le groupe D (non classifiable pour l'Homme).
Effets reprotoxiques et mutagènes		
Effets reprotoxiques	Il n'est pas classé par l'UE. Les études montrant une augmentation des effets néfastes sur l'Homme font suite à une exposition au chrome VI.	
Effets mutagènes	Il n'est pas classé par l'UE.	

Valeurs sanitaires et environnementales		
VLE/VME	Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>● VME = VLEP8h = 0,5 mg/m<sup>3</sup> (métal)</li> <li>● VME = VLEP8h = 0,05 mg/m<sup>3</sup> (trioxyde de Chrome)</li> <li>● VME = VLEP8h = 0,05 mg/m<sup>3</sup> (chrome VI)</li> <li>● VLE = VLEPCT = 0,1 mg/m<sup>3</sup> (chromate de tert-butyle)</li> <li>● VLE = VLEPCT = 0,1 mg/m<sup>3</sup> (trioxyde de Chrome)</li> </ul>	
NQE	Eaux de surfaces - NQE = 3,4 µg/L pour le chrome dissous NB : Ces normes ont un caractère provisoire car elles ne correspondent pas pleinement à la définition d'une NQE. Elles ne sont protectrices que pour les organismes de la colonne d'eau et ne prennent notamment pas en compte l'intoxication secondaire (arrêté du 27 juillet 2015).	
VTR	VTR à seuil	3,00E-01 mg/kg/j (ANSES, 2014) 3,00E-01 mg/kg/j (INERIS 2019: EFSA, 2014) 1,5E+00 mg/kg/j (US-EPA, 1998) 5,0E+00 mg/kg/j (RIVM,2001) 1,5E+00 mg/kg/j (Santé Canada 2021: US-EPA, 1998)
	Inhalée	2,0E-03 mg/m <sup>3</sup> (INERIS, 2019 : ATSDR, 2012) INERIS a calculé la VTR à partir de la valeur de l'ATSDR pour une exposition sub-chronique (5,0E-03 mg/m <sup>3</sup> ) 6,0E-02 mg/m <sup>3</sup> (RIVM,2001) 1,0E-04 mg/m <sup>3</sup> (Santé Canada 2021 : ATSDR,2012)
	VTR sans seuil	Ingérée : Aucune valeur disponible Inhalée : Aucune valeur disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)	0,05 mg/L
	UE (1998)	0,05 mg/L
Sources		
1 -ATSDR, Toxicological profile for chromium, Septembre 2012		
2 -INERIS, fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques (chrome et ses dérivés), février 2005		
3- Rapport INERIS, Expositions au chrome hexavalent : Synthèse des données disponibles : sources, émissions, exposition et toxicité pour l'Homme, Janvier 2020		

« Facteur de sécurité » définis dans l'étude de l'INERIS	
Vis-à-vis du critère de qualité environnemental	644
Vis-à-vis du critère de qualité « environnement local témoin »	90

## Monographie du Chrome (VI)

### Numéro d'identification

Numéro CAS	7440-47-3
Numéro CE	231-157-5
Numéro Index	-

### Etiquetage

	<p>Danger :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensibilisation respiratoire/cutanée – Peut provoquer une allergie cutanée (H317)</li> <li>- Cancérogénicité – Peut provoquer le cancer (H350)</li> <li>- Danger pour le milieu aquatique – Très toxique pour les organismes aquatiques (H400)</li> <li>- Danger pour le milieu aquatique – Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme (H410)</li> </ul>
---	---

### Sources d'exposition

Sources naturelles	Il est largement distribué dans la croûte terrestre et se concentre principalement dans les roches. Seuls les composés trivalents (chrome III) et hexavalents (chrome VI) sont détectés dans l'environnement de façon significative.
Sources anthropiques	Industrie chimique, combustion de gaz naturel, d'huile et de charbon et de poussières transportées par le vent provenant d'usines ou d'industries.

### Propriétés physico-chimiques

Aspect	Solide cristallisé
Solubilité dans l'eau	Solubilité du chrome VI importante
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Non volatil

### Comportement dans l'environnement

Dans l'eau	La majeure partie du chrome présent dans les sols ne se dissout pas facilement dans l'eau. Le chrome VI est transformé en chrome III dans les sols, les sédiments. La faible fraction soluble se propage en profondeur dans les eaux souterraines sachant que la solubilité dans l'eau est différente selon le degré d'oxydation du chrome. Les précipitations favorisent le dépôt et l'entraînement dans les eaux de ruissèlement.
Dans le sol	Les particules se déposent progressivement sur les sols et les surfaces aquatiques. Le chrome existe sous plusieurs degrés d'oxydation : principalement chrome III et faiblement en chrome VI.
Dans l'air	Il n'est pas volatil mais ses composés peuvent être rejetés sous forme de fines particules dans l'air. Les particules se déposent progressivement sur les sols et les surfaces aquatiques. Dans les conditions atmosphériques, le chrome VI est relativement stable, même s'il peut être réduit en chrome III en présence de réducteurs.

**Toxicocinétique**

Absorption	
Voie pulmonaire	Les dérivés trivalents sont généralement plus faiblement absorbés que les dérivés hexavalents. Les composés solubles du chrome VI sont bien absorbés par le tractus respiratoire (de 50 à 85% des particules inhalables).
Voie orale	L'absorption intestinale du chrome est inférieure à 10% (2 à 9%) de la dose ingérée. Elle dépendra de la valence, de la solubilité du chrome et de l'état nutritionnel de la personne.
Distribution	Le chrome VI est rapidement réduit en chrome III dans les cellules et tissus. Le chrome III se fixe sur les transferrines et est largement distribué dans tout l'organisme mais en particulier dans les reins et le foie. Le chrome absorbé peut être transféré aux fœtus par le placenta et aux nourrissons via le lait maternel.
Elimination	Il est principalement éliminé par excrétion urinaire (plus de 80%) sous forme de chrome III et faiblement par excrétion fécale.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

Effets systémiques	
Voie respiratoire	Le tractus respiratoire est l'organe cible des effets lors de l'exposition par inhalation du chrome VI. Il s'agit d'atteintes au site contact. Les symptômes sont les suivants : épistaxis, rhinorrhée chronique, irritation et des démangeaisons nasales jusqu'à des ulcérations et des perforations nasales, diminution des fonctions pulmonaires et des pneumonies. Après solubilisation, le chrome et ses dérivés peuvent avoir un effet sensibilisant (asthme, dermatite). Sensibilité du chrome VI est supérieur à celle des dérivés du chrome III. Des atteintes gastro-intestinales sont aussi observées.
Voie orale	Des effets gastro intestinaux sur l'Homme ont été signalés après une exposition orale chronique au chrome VI. Des douleurs épigastriques, des irritations et des ulcérations ont été rapportées dans des études professionnelles sur des travailleurs exposés. Chez les animaux, des effets hématologiques (anémie) sont également observés.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes		
Classement	Union Européenne	Les dérivés hexavalents, trioxyde de chrome, chromates, dichromate de nickel et chromate de zinc comme cancérogène de catégorie 1A et les autres composés hexavalents en catégorie 1B.
	IARC	Les composés du chrome VI dans le groupe 1 (agent cancérogène pour l'Homme).
	US-EPA	Classés dans le groupe A (cancérogènes pour l'Homme) seulement pour la voie inhalée.

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	L'Union Européenne a classé les principaux composés du chrome VI reprotoxiques de catégorie 1A ou 1B (dichromates de sodium, potassium et ammonium, chromate de sodium et potassium) ou 2 (trioxyde de chrome)
----------------------	--

Effets mutagènes	Composés du chrome VI : Dichromate de sodium, dichromate d'ammonium, dichromate de potassium, dichloro-dioxyde de chrom, chromate de potassium, chromate de sodium et trioxyde de chrome dans la catégorie 2 (substances devant être assimilées à des substances mutagènes pour l'Homme). Par l'Union Européenne.
------------------	---

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>● VME = VLEP8h = 0,5 mg/m<sup>3</sup> (métal)</li> <li>● VME = VLEP8h = 0,05 mg/m<sup>3</sup> (trioxyde de Chrome)</li> <li>● VME = VLEP8h = 0,05 mgm<sup>3</sup> (chrome VI)</li> <li>● VLE = VLEPCT = 0,1 mg/m<sup>3</sup> (chromate de tert-butyle)</li> <li>● VLE = VLEPCT = 0,1 mg/m<sup>3</sup> (trioxyde de Chrome)</li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	3,0E-05 mg/m <sup>3</sup> (INERIS, 2019 : OMS 2013)
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	4,0E+01 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (ANSES, 2013: IPCS, 2013)
Norme de potabilité	OMS (1993)		0,05 mg/L
	UE (1998)		0,05 mg/L

Sources	
1 -ATSDR, Toxicological profile for chromium, Septembre 2012	
2 -INERIS, fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques (chrome et ses dérivés), février 2005	
3- Rapport INERIS, Expositions au chrome hexavalent : Synthèse des données disponibles : sources, émissions, exposition et toxicité pour l'Homme, Janvier 2020	

« Facteur de sécurité » définis dans l'étude de l'INERIS	
Vis-à-vis du critère de qualité environnemental	644
Vis-à-vis du critère de qualité « environnement local témoin »	90

## **m) Monographie du cobalt**

Monographie du Cobalt	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-48-4
Numéro CE	231-158-0
Numéro Index	027-001-00-9
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cancérogène 1B (H350)</li> <li>- Reprotoxique 1B (H360F)</li> <li>- Mutagène 2 (H341)</li> <li>- Danger pour l'environnement sur le long terme 4 – Peut-être nocif à long terme pour les organismes aquatiques (H413)</li> <li>- Sensibilisation cutanée 1 - Peut provoquer une allergie cutanée (H317)</li> <li>- Sensibilisation respiratoire 1B - Peut provoquer des symptômes allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation (H334)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Présent naturellement dans les sols, ses poussières sont entraînées par le vent, les éruptions volcaniques et les feux de forêts.
Sources anthropiques	Les fumées de centrales thermiques et d'incinérateurs, les activités industrielles (l'extraction de minerai et la production du cobalt) et les échappements de véhicules à moteur thermique.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Poudre cristalline, sans odeur
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau et les solvants organiques usuels
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Non volatil
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Dans les rivières, lacs, estuaires ou eaux marines, le cobalt est adsorbé en grande quantité par les sédiments. La contamination des eaux et des sols résulte du dépôt de particules atmosphériques. Le lessivage produit par des eaux de pluie lorsqu'elles traversent les sols ou les roches contenant du cobalt est également responsable de la contamination des eaux résurgentes.
Dans le sol	Le cobalt est fortement et rapidement adsorbé sur les oxydes de fer et de manganèse ainsi que sur les argiles et la matière organique. Le cobalt ne migre pas en phase soluble.
Dans l'air	Le cobalt n'est pas volatil et est émis sous forme de particules dans l'atmosphère. Son transport dans l'air dépend de la taille, de la forme et de la densité des particules.

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	Le cobalt se dépose au niveau des voies respiratoires puis est absorbé lentement au niveau du sang ou du tube digestif avec une absorption qui varie de 45 à 75% en fonction des composés et du diamètre particulaire.
Voie orale	Le cobalt est absorbé de façon variable (18-97%) au niveau du tube digestif en fonction du composé et de l'état nutritionnel de la personne.
Distribution	Large distribution tissulaire avec accumulation dans le foie, dans les poumons et les reins.
Elimination	Elimination rapide par voie urinaire et/ou fécale. La demi-vie du cobalt sanguin est de l'ordre de 4 semaines.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Le système respiratoire est la principale cible. Les effets sur le système respiratoire sont multiples : irritations respiratoires, asthme, fibrose ou sensibilisation des voies respiratoires. La deuxième cible principale est le cœur (cardiomyopathies). Le foie et les reins sont également des organes cibles mais secondaires.
Voie orale	Des effets respiratoires, cardiovasculaires, gastro-intestinaux, hématologiques, musculosquelettiques, hépatiques, rénaux, oculaires et thyroïdiens sont observés.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes		Les organes principaux touchés sont les poumons
Classement	Union Européenne	L'Union Européenne a classé le cobalt dans le groupe 1B pour toutes les voies d'expositions
	IARC	L'IARC a classé le cobalt dans le groupe 2B (peut-être cancérogène)
	US-EPA	Non classé

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Reprotoxique de catégorie AB : Substances présumées toxiques pour la reproduction humaine.
Effets mutagènes	Mutagène de catégorie 2 : substances préoccupantes du fait qu'elles pourraient induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>VME = VLEP8h = 0,0025 mg/m<sup>3</sup></li> <li>VLE = VLCT-15minutes = 0,0125 mg/m<sup>3</sup></li> </ul> Selon l'avis de l'ANSES.	
NQE		Eau douce - PNEC chronique / AA-QSwater_eco = 0,0003 mg/L Eau marine – PNEC chronique = 0,0001 mg/L Sol-PNEC = 2,4 mg/kg (poids sec)	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	1,50E-03 mg/kg/j (ANSES, 2010 : Afssa, 2010) 1,4E-03 mg/kg/j (RIVM, 2001)
		Inhalée	1.0E-04 mg/m <sup>3</sup> (ATSDR,2004) 5,0E-04 mg/m <sup>3</sup> (RIVM,2001)
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	7,7E+00 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (OEHHA, 2020) – Cobalt métal et composés insolubles dans l'eau 8,6E+00 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (OEHHA,2020) – Composés solubles dans l'eau
Norme de potabilité	OMS (1993)	Aucune information disponible	
	UE (1998)	Aucune information disponible	
Sources			
1 -INERIS, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques (cobalt et ses dérivés), 2006			
2 -INRS, Fiche toxicologique n°128 (cobalt et composés minéraux), 2015			
2 -ECHA, Substance Infocard (Cobalt), décembre 2021			

## n) Monographie du cuivre

Monographie du Cuivre	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-50-8
Numéro CE	231-159-6
Numéro Index	029-024-00-X
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Danger pour le milieu aquatique – Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme (H411)</li> <li>- Toxicité aiguë - Nocif en cas d'ingestion (H302)</li> <li>- Lésions oculaires graves/irritation oculaire – Provoque une sévère irritation des yeux (H319)</li> <li>- Toxicité aiguë – Toxique pour inhalation (H331)</li> <li>- Danger pour le milieu aquatique – Très toxique pour les organismes aquatiques (H400)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le cuivre est naturellement dans l'environnement : poussières de sol, éruptions volcaniques, décompositions végétales, feux de forêts et aérosols marins.
Sources anthropiques	Les principales sources anthropiques viennent de l'industrie du cuivre et des métaux, du bois, l'incinération des ordures ménagères, la combustion de charbon, d'huile et d'essence et la fabrication de fertilisants.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Poudre, paillettes rose saumon
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide nitrique
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Non volatil
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	La majorité du cuivre rejeté dans l'eau est sous forme particulaire (40 à 90% du cuivre) et tend à se déposer, à précipiter ou à s'adsorber à la matière organique, au fer hydraté, aux oxydes de manganèse ou aux argiles.
Dans le sol	Le sol est le milieu environnemental le plus exposé au cuivre. Il forme des liaisons avec les composants du sol plus fortes que les autres cations divalents et la distribution du cuivre dans la solution de sol est moins affectée par le pH que d'autres métaux. Dans le sol, le cuivre a tendance à se fixer préférentiellement à la matière organique, les oxydes de fer, de manganèse, les carbonates et les argiles minéralogiques. Le cuivre migre peu en profondeur sauf dans des conditions particulières de drainage ou de milieu très acide.
Dans l'air	Dans l'atmosphère, le cuivre est rejeté sous forme particulaire d'oxyde, de sulfate ou de carbonate ou adsorbé à de la matière particulaire.

**Toxicocinétique**

Absorption		
Voie pulmonaire	Le cuivre peut être absorbé par voie pulmonaire sous forme de poussières ou de fumées mais le taux d'absorption n'est pas déterminé.	
Voie orale	Le taux d'absorption est de 50% en moyenne par voie orale (de 15 à 97%) notamment en fonction de la forme chimique et du régime alimentaire de la personne exposée.	
Distribution	Il présente une large distribution dans l'organisme principalement dans le foie, les muscles et la moelle osseuse. Les concentrations en cuivre dans le lait diminuent au cours de l'allaitement, la concentration moyenne au cours de l'allaitement a été estimée à 350 µg/L.	
Élimination	Il est majoritairement éliminé par voie fécale mais l'élimination est réduite pour les enfants de <1 an et les personnes déficientes en G6PD.	
Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)		
Effets systémiques		
Voie respiratoire	L'organe cible principal est le foie. Les données existantes concernent des expositions professionnelles. Le cuivre induit une irritation des voies aériennes supérieures voire un syndrome pulmonaire pouvant aller jusqu'à des ulcérations ou des perforations de la cloison nasale.	
Voie orale	Les organes cibles principaux sont le foie, le système gastro-intestinal, le système nerveux central, le cœur, les os, le rein et le système immunitaire. Les effets du cuivre sont principalement des troubles gastro-intestinaux (nausée, diarrhée) ; des effets hépatiques et rénaux sont également observés à des niveaux d'exposition plus élevés.	
Effets cancérogènes		
Effets cancérogènes	Les données humaines, bien que très partielles, sont plutôt en faveur d'une absence d'effet cancérogène des sels du cuivre	
Classement	Union Européenne	L'Union Européenne est en cours d'évaluation du cuivre et le chlorure cuivreux, l'oxyde cuivreux et le sulfate de cuivre ont été examinés par l'Union Européenne mais n'ont pas été classés cancérogènes.
	IARC	L'IARC a classé le 8-hydroxyquinoléate de cuivre en classe 3 (ne peut être classé cancérogène) et n'a pas classé le cuivre et ses autres composés.
	US-EPA	L'US-EPA a classé le cuivre dans la classe D (substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'Homme).
Effets reprotoxiques et mutagènes		
Effets reprotoxiques	Chez l'Homme, le cuivre induit une immobilisation du sperme (utilisation en contraception). Aucun sel de cuivre n'a été classé par l'Union Européenne.	
Effets mutagènes	Aucune donnée humaine n'a été identifiée. Aucun sel du cuivre n'a été classé mutagène par l'Union Européenne.	

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>• VME = VLEP8h = 0,2 mg/m<sup>3</sup> (fumées)</li> <li>• VME = VLEP8h = 1 mg/m<sup>3</sup> (poussières)</li> <li>• VLE = VLEPCT = 2 mg/m<sup>3</sup> (poussières)</li> </ul>	
NQE		Eau douce – PNEC chronique/AA-QSwater_eco = 0,0016 mg/L Eau marine- PNEC chronique = 0,0008 mg/L Sédiments – PNEC/ QSed = 0,8 mg/kg (poids sec) Sol-PNEC = 2,7 mg/kg (poids sec)	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	1,5E-01 mg/kg/j (INERIS, 2019 : EFSA, 2018) 1,4E-01 mg/kg/j (RIVM, 2001) 4,3E-01 mg/kg/j (Santé Canada, 2019)
		Inhalée	1,0E-03 mg/m <sup>3</sup> (INERIS, 2019: RIVM,2001)
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		2 mg/L
	UE (1997)		2 mg/L
Sources			
1 -INERIS, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques (cuivre et ses composés), 2019			
2 -INRS, Fiche toxicologique n°294 (cuivre et composés), 2013			

« Facteur de sécurité » définis dans l'étude de l'INERIS	
Vis-à-vis du critère de qualité environnemental	109 289 617 486
Vis-à-vis du critère de qualité « environnement local témoin »	786 885 246

**o) Monographie du cyanure**

<b>Monographie du Cyanure</b>	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	57-12-5
Numéro CE	357-51-3
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
Non classé	
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Il existe une production naturelle de cyanure d'hydrogène par décomposition à partir des organismes qui contiennent des glycosides cyanogéniques comme dans les plantes, les algues, les champignons, les bactéries, les arthropodes.
Sources anthropiques	Les échappements des automobiles constituent la principale source anthropique de cyanures. Les autres émissions sont générées par l'industrie chimique et la combustion ou les incendies.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Dépendant du dérivé par exemple le cyanure d'hydrogène sera un liquide bleu ou un gaz
Solubilité dans l'eau	Dépendant du dérivé
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Dépendant du dérivé
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Dépendant du dérivé
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Dans l'eau, les cyanures sont essentiellement présents sous la forme HCN, composé hautement soluble. HCN et les cyanures libres sont en équilibre en fonction du pH et de la température. A des pH < 8, la forme cyanure libre est retrouvée à plus de 93%. Dans les eaux souterraines, la volatilisation des cyanures n'est pas importante et, en conséquence, ils pourraient persister dans ce milieu.
Dans le sol	Les cyanures sont modérément mobiles dans sols, cette mobilité est d'autant plus faible que le pH est bas et que la teneur en oxydes de fer, particules chargées positivement et argile est élevée.
Dans l'air	Les cyanures dans l'atmosphère se présentent essentiellement sous la forme gazeuse HCN. La plupart du cyanure d'hydrogène relargué dans l'atmosphère reste dans la couche la plus basse (la troposphère).

### Toxicocinétique

Absorption	
Voie pulmonaire	La principale voie d'intoxication à l'acide cyanhydrique gazeux ou le cyanogène est l'inhalation. Ils sont très rapidement absorbés par inhalation (quelques secondes). 58% de l'acide cyanhydrique inhalé est retenu dans les poumons.
Voie orale	L'intoxication aux sels de cyanures solubles par ingestion résulte à la fois d'une absorption intestinale mais également de l'inhalation de l'acide cyanhydrique généré au niveau stomacal. Ils sont rapidement absorbés par voie orale (quelques minutes à quelques heures).
Distribution	Le cyanure est rapidement distribué dans tout le corps.
Elimination	Les données indiquent que le cyanure est principalement excrété dans les urines sous forme de thiocyanates après inhalation et exposition orale.

### Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)

Effets systémiques	
Voie respiratoire	Les principaux effets observés lors d'une exposition aux cyanures par inhalation sont des effets respiratoires locaux, des atteintes du système cardiovasculaire, du système hématologique, du système nerveux et de la glande thyroïde.
Voie orale	Il n'existe pas de données pour cette voie en dehors de celles liées à la consommation de manioc. Les organes cibles principaux sont le système nerveux central et la thyroïde.

Effets cancérogènes		
Effets cancérogènes	Il n'a pas été signalé que le cyanure cause des cancers chez l'Homme ou les animaux.	
Classement	Union Européenne	L'Union Européenne a analysé le cyanogène, l'acide cyanhydrique, le cyanure de calcium mais ne les a pas classés.
	IARC	L'IARC n'a pas évalué le pouvoir cancérigène du cyanogène, de l'acide cyanhydrique, du cyanure de calcium, cyanure de sodium, de potassium, d'ammonium et d'argent.
	US-EPA	L'US-EPA a évalué le cyanogène, l'acide cyanhydrique, le cyanure de calcium, le cyanure de sodium, de potassium et de potassium d'argent mais ne les a pas classés (groupe D : non classable en fonction de la cancérogénicité pour l'Homme).

Effets reprotoxiques et mutagènes	
Effets reprotoxiques	Les rares données disponibles ne sont pas considérées comme significatives. Le cyanogène, l'acide cyanhydrique, le cyanure de calcium ont fait l'objet d'une analyse mais ne sont pas classés toxiques pour la reproduction et le développement par l'Union Européenne.
Effets mutagènes	Le cyanogène, l'acide cyanhydrique, le cyanure de calcium ont fait l'objet d'une analyse mais ne sont pas classés génotoxiques par l'Union Européenne.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>● VME = VLEP8h = 5 mg/m<sup>3</sup> (ions cyanures)</li> <li>● VME = VLEP8h = 2 ppm (4 mg/m<sup>3</sup>) (cyanogène)</li> <li>● VLE = VLEP CT = 10 ppm (20 mg/m<sup>3</sup>) (cyanogène)</li> </ul>	
NQE		Eau douce – PNEC chronique/AA-QSwater_eco = 0,114 µg/L Eau marine- PNEC chronique = 0,0114 µg/L	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	1,5E-02 mg/kg/j (Choix INERIS, 2011 : ANSES, 2010) Valeur pour acide cyanhydrique 6,3E-04 mg/kg/j (US-EPA, 2010) pour sel de cyanure et cyanure d'hydrogène 5,0E-02 mg/kg/j (RIVM, 2001) pour sel de cyanure et cyanure d'hydrogène
		Inhalée	2,5E-02 mg/m <sup>3</sup> (Choix INERIS, 2011 : RIVM,2001) pour cyanures libres
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	6,0E-01 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (Choix INERIS, 2019 : US EPA 2017 + FET) pour cyanures d'hydrogène 1,2 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (OEHHA, 1993) pour cyanures d'hydrogène
Norme de potabilité	OMS (1993)	0,07 mg/L (pour anions cyanures)	
	UE (1997)	0,05 mg/L (pour anion cyanures)	
Sources			
1 -INERIS, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques (cyanures et dérivés), 2011			
2 -US-EPA, Toxicological review of hydrogen cyanide and cyanide salts, septembre 2010			

## **p) Monographie de l'étain**

n

<b>Monographie de l'Étain</b>	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-31-5
Numéro CE	231-141-8
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
Non classé	
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	L'étain est présent naturellement dans la croûte terrestre. Les composés inorganiques de l'étain peuvent être libérés dans les poussières par les tempêtes de vent. D'autres sources naturelles existent telles que les incendies de forêt ou les émissions volcaniques.
Sources anthropiques	Des rejets d'étain peuvent provenir de la production, l'utilisation, l'élimination et la récupération de l'étain et des composés de l'étain. Les gaz, les poussières et les fumées peuvent être libérés par des procédés de fusion et d'affinage, d'utilisations industrielles de l'étain, de l'incinération des déchets et la combustion de combustibles fossiles.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal mou, blanc et argenté
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Non volatil
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Les composés de l'étain ne sont généralement que peu solubles dans l'eau et sont susceptibles de se partager avec les sols et les sédiments.
Dans le sol	L'étain se lie aux composants du sol et aux sédiments dans l'eau et est généralement considéré comme étant relativement immobile dans l'environnement. Il ne peut pas être détruit dans l'environnement mais peut changer de forme ou se fixer ou se séparer des particules du sol, des sédiments et de l'eau.
Dans l'air	L'étain n'est pas volatil mais le vent peut transporter des particules en suspension dans l'air sur de longues distances avant le dépôt selon la source émettrice, la forme physique et les propriétés.

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	Manque de données pour l'absorption par inhalation. Cependant, des données limitées suggèrent que l'absorption est possible mais non quantifiée.
Voie orale	L'absorption par le tractus gastro-intestinal est faible mais peut être influencée par la solubilité, la dose ou la présence d'autres substances. Des études suggèrent que les composés inorganiques de l'étain ne sont pas facilement absorbés par voie orale. Des observations suggèrent que l'absorption gastro-intestinale de l'étain diminue avec une dose croissante.
Distribution	Il se distribue principalement dans les os, mais aussi dans les poumons, le foie et les reins. L'étain n'a pas été détecté dans le tissu cérébral.
Élimination	L'étain ingéré est excrété principalement dans les fèces.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Il existe peu de données sur la toxicité de l'étain pour cette voie. Les composés inorganiques produisent une forme bénigne de pneumoconiose (stannose) qui implique le système respiratoire inférieur.
Voie orale	Plus de données sont disponibles pour la voie orale mais essentiellement sur des animaux et sur des effets aigus. Par exemple, des effets gastro-intestinaux (nausées, vomissements et diarrhées) ont été signalés chez des sujets ingérant des aliments contaminés.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	Aucune information disponible	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Aucune information disponible
	US-EPA	Aucune information disponible

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Aucune preuve que l'étain inorganique affecte la reproduction ou le développement chez l'Homme.
Effets mutagènes	Aucune information disponible

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>• VME = VLEP8h = 0,1 mg/m<sup>3</sup> (France - 1986) pour l'étain et ses composés organiques</li> <li>• VLE = VLEPCT = 0,2 mg/m<sup>3</sup> (France-1986) pour l'étain et ses composés organiques</li> </ul>	
NQE		PNEC chronique / AA-QSwater_eco = 0,0015 mg/L	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	0,3 mg/kg/j (ATSDR, 2005) pour les composés inorganiques 0,2 mg/kg/j (RIVM, 2009) pour les composés inorganiques
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité (Étain inorganique)	OMS (1993)		200 mg/L
	UE (1998)		200 mg/L
Sources			
1 -ATSDR, Toxicological profile for tin and tin compounds, 2005			
2 -OMS (CICAD), Etain et composés inorganiques, 2005			

## q) Monographie de l'euporium

Monographie de l'Europium	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-53-1
Numéro CE	231-161-7
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : - Liquides pyrophoriques – S'enflamme spontanément au contact de l'air (H250)
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	L'europium est l'un des éléments de terres rares les moins abondants ou niveau de la croûte terrestre. On ne le trouve jamais dans la nature en tant qu'élément libre.
Sources anthropiques	Il est utilisé dans les barres de commande des réacteurs nucléaires. Les luminophores d'europium sont utilisés dans les tubes de télévision pour donner une couleur rouge vif et comme activateurs pour les luminophores à base d'yttrium
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Aspect argenté
Solubilité dans l'eau	Insoluble
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	L'europium est oxydé par l'eau.
Dans le sol	Aucune information disponible
Dans l'air	L'europium réagit assez vite avec l'oxygène de l'air, où il peut s'enflammer spontanément. Le principal danger représenté par l'europium est son caractère inflammable. Ses dérivés représentent un risque possible pour l'environnement en cas d'accumulation.

**Toxicocinétique**

Absorption		
	Voie pulmonaire	Aucune information disponible
	Voie orale	Aucune information disponible
	Distribution	Aucune information disponible
	Elimination	Aucune information disponible
Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)		
Effets systémiques		
	Voie respiratoire	Aucune information disponible
	Voie orale	Aucune information disponible
Effets cancérogènes		
	Effets cancérogènes	Aucune information disponible
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Aucune information disponible
	US-EPA	Aucune information disponible
Effets reprotoxiques et mutagènes		
	Effets reprotoxiques	Aucune information disponible
	Effets mutagènes	Aucune information disponible

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Aucune information disponible	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 – Institut utinam (cnrs) - Europium			
2 – L'Elementarium, Fiche élément (Europium)			

**r) Monographie du fer**

Monographie du Fer	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7439-89-6
Numéro CE	231-753-5
Numéro Index	026-003-00-7 pour le fer (II) sulfate
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toxicité aiguë – Nocif en cas d'ingestion (H302)</li> <li>- Corrosion / irritation cutanée – Provoque une irritation cutanée (H315)</li> <li>- Lésions oculaires graves / irritation oculaire - Provoque une sévère irritation des yeux (H319)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le fer est présent en abondance dans l'écorce terrestre (environ 5%). Le fer sous sa forme élémentaire est assez rare dans la nature.
Sources anthropiques	Les principales sources anthropiques viennent de l'industrie de chimie lourde, de l'industrie du bâtiment et des transports, de l'industrie du textile, des peintures, des cosmétiques et de l'industrie agroalimentaire.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal de couleur blanc argenté, ductile et malléable
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Le fer et ses composés sont très peu solubles dans l'eau et sont souvent associés à des particules insolubles. Suite au lessivage des sols par les eaux de pluie, la concentration en fer est plus élevée et plus variable dans les eaux douces que dans l'eau de mer. Sa solubilité en eau douce est contrôlée par les oxydes de fer des sédiments et le pH de l'eau.
Dans le sol	Le fer se trouve dans les sols essentiellement sous forme d'oxydes et d'hydroxydes. Le fer est moyennement mobile dans les sols. Cette mobilité peut être augmentée par un pH acide, des conditions hydromorphes anaérobies ou de fortes teneurs en matière organique.
Dans l'air	Très peu volatil, les concentrations de fer dans l'air sont minimales.

**Toxicocinétique**

Absorption		
Voie pulmonaire	L'absorption de fer dépend de la spéciation (ou espèce chimique), de la solubilité du composé dans le milieu biologique considéré, ainsi que la granulométrie du composé. En milieu industriel, le fer sous forme de poussières métalliques est absorbé par voie pulmonaire.	
Voie orale	Il est absorbé par voie digestive, au niveau de la muqueuse duodénale, en proportion variable.	
Distribution	Le fer est stocké au niveau de l'hémoglobine et de la myoglobine pour 65%, le reste étant réparti dans le système réticulo-endothélial.	
Élimination	Le fer est éliminé à 70% par voie digestive, mais aussi par la peau, les phanères et les menstruations. L'élimination urinaire est négligeable (< 10%).	
Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)		
Effets systémiques		
Voie respiratoire	L'inhalation des poussières peut provoquer une atteinte pulmonaire : pneumoconiose bénigne (sidérose). La sidérose, le cancer broncho-pulmonaire primitif et la broncho-pneumopathie chronique obstructive entraînant un déficit respiratoire chronique peuvent être considérés comme des maladies professionnelles à la suite d'une exposition prolongée au fer et à ses composés.	
Voie orale	Aucune information disponible	
Effets cancérogènes		
Effets cancérogènes	L'effet cancérogène reste encore flou en raison des co-expositions avec d'autres substances cancérogènes connues.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Le IARC a évalué les fumées de soudage contenant des oxydes de fer cancérogènes pour l'Homme (groupe 1).
	US-EPA	Aucune information disponible
Effets reprotoxiques et mutagènes		
Effets reprotoxiques	Aucune information disponible	
Effets mutagènes	La génotoxicité du fer métallique n'est liée qu'aux effets particuliers spécifiques des particules de fer métalliques phagocytées, il n'est donc pas justifié de classer et d'étiqueter le fer métallique pour sa génotoxicité.	

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>VME = VLEP8h = 5 mg/m<sup>3</sup> (trioxyde de fer, fumées)</li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Pas de lignes directrices
	UE (1997)		0,2 mg/L
Sources			
1 -IRSN, Fiche radionucléide, (Fer 59 et son environnement), 2002			
2 -INRS, Fer et composés (Biotox) (cuivre et composés), juin 2016			

**s) Monographie du gallium**

Monographie du Gallium	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-55-3
Numéro CE	231-163-8
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Substances ou mélanges corrosifs pour les métaux – Peut-être corrosif pour les métaux (H290)</li> <li>- Toxicité aigüe - Nocif en cas d'ingestion (H302)</li> <li>- Danger pour le milieu aquatique – Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme (H412)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le gallium est présent dans la croûte terrestre (0,0005%). On le trouve le plus souvent en association avec le zinc, le germanium et l'aluminium et se trouve principalement dans le minéral germanite.
Sources anthropiques	L'utilisation industrielle du gallium est considérée comme la source la plus importante d'exposition humaine. Le gallium est utilisé dans différents domaines : optoélectronique, les télécommunications, l'aérospatiale, en médecine (alliages de gallium pour les prothèses dentaires).
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Solide de couleur gris bleuâtre
Solubilité dans l'eau	Solubilité faible
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Aucune information disponible
Dans le sol	Aucune information disponible
Dans l'air	Le gallium en phase particulaire sera éliminé de l'atmosphère par des dépôts humides et secs.

### Toxicocinétique

#### Absorption

Voie pulmonaire	L'exposition professionnelle aux composés de gallium peut se produire par inhalation de poussière.
Voie orale	Le gallium n'est pas facilement absorbé par voie orale.
Distribution	Un fois absorbé, le gallium se concentre dans les os. Le gallium se concentre également dans le foie, les reins et la rate.
Elimination	Il est rapidement libéré et excrété dans l'urine.

### Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)

#### Effets systémiques

Voie respiratoire	Aucune information disponible
Voie orale	La toxicité par ingestion est considérée comme faible.

#### Effets cancérogènes

Effets cancérogènes	Son composé d'arsenic, l'arséniure de gallium, bien qu'il n'y ait pas encore suffisamment de données, est décomposé dans le corps et l'arsenic agit comme de l'arsenic inorganique sur l'Homme.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	L'IARC a classé l'arséniure de gallium dans la classe 1 (cancérogène pour l'Homme).
	US-EPA	L'US-EPA ne reconnaît pas le gallium comme présentant des risques de cancer.

#### Effets reprotoxiques et mutagènes

Effets reprotoxiques	Trop peu de données sont existantes pour prendre une décision sur le caractère reprotoxique du gallium.
Effets mutagènes	Les informations disponibles sur la génotoxicité du gallium sont limitées. Il fait l'objet de recherches supplémentaires pour déterminer son potentiel génotoxique.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Aucune information disponible	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 -ISC Gad, Gallium (Encyclopedia of Toxicology), 2014			
2 -Yu et Liao,Gallium : Environmental Pollution and Health Effects, 2011			

**t) Monographie du germanium**

Monographie du Germanium	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-56-4
Numéro CE	231-164-3
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toxicité pour la reproduction – Susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus (H361)</li> <li>- Toxicité spécifique pour certains organes cibles (exposition répétée) – Risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée (H373)</li> <li>- Danger pour le milieu aquatique – Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme (H412)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le germanium est présent sous forme d'oligo-élément dans la croûte terrestre. Cependant, il forme rarement son propre minéral et, dans la nature se trouve sous forme d'impureté dans les minéraux.
Sources anthropiques	Le germanium est utilisé dans les détecteurs de rayons gamma, les dispositifs optiques et comme agent d'alliages métalliques.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Poudre, gris foncé
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	La répartition du germanium dans les masses d'eau suit celle des nutriments c'est-à-dire une concentration plus faible à la surface augmentant avec profondeur.
Dans le sol	Aucune information disponible
Dans l'air	Aucune information disponible

**Toxicocinétique**

Absorption	
Voie pulmonaire	L'absorption du germanium peut se faire par inhalation dans certains environnements industriels.
Voie orale	L'absorption du germanium se fait principalement par l'alimentation pour la voie orale.
Distribution	Le germanium est largement distribué dans le corps humain.
Elimination	Les composés inorganiques de germanium sont facilement excrétés par les reins.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

Effets systémiques	
Voie respiratoire	L'exposition professionnelle au germanium inorganique a été évaluée. Les observations issues de l'étude épidémiologique n'ont montré aucun effet néfaste suite à une exposition chronique.
Voie orale	Certains rapports japonais montrent un dysfonctionnement ou une insuffisance rénale aigue dont deux décès après une prise de préparation de germanium sur le long terme. Bien que la fonction rénale se soit améliorée chez les survivants, la guérison n'a pas été complète.

Effets cancérogènes		
Effets cancérogènes		Le germanium n'est pas cancérogène et semblerait même inhiber le développement du cancer.
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Aucune information disponible
	US-EPA	Aucune information disponible

Effets reprotoxiques et mutagènes	
Effets reprotoxiques	Des doses élevées de germanium peuvent entraîner une augmentation de la résorption embryonnaire, mais des malformations possibles n'ont été signalées qu'après l'administration d'oxyde de diméthylgermanium à des animaux. Il n'est pas donc pas considéré comme un élément à risque pour l'Homme.
Effets mutagènes	Les composés du germanium n'ont pas d'activité mutagène et peuvent, dans certaines conditions, inhiber l'activité mutagène d'autres substances.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>VME = VLEP8h = 0,6 mg/m<sup>3</sup> (tétrahydure de germanium)</li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 -Patel et al, Germanium: A review of its US demand, uses, resources, chemistry, and separation technologies, 2021			
2 -ECHA, Registration dossier (germanium)			
3 -Gerbet et al, Mutagenicity, carcinogenicity, and teratogenicity of germanium compounds, 1997			

## **u) Monographie de l'indium**

## Monographie de l'Indium

### Numéro d'identification

Numéro CAS	7440-74-6
Numéro CE	231-180-0
Numéro Index	029-024-00-X

### Etiquetage

	Danger : - Toxicité spécifique pour certains organes cibles (exposition répétée) – Risque avéré d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée (H372)
---	--

### Sources d'exposition

Sources naturelles	L'indium est un élément rare et est principalement trouvé dans des minerais sulfureux de zinc, d'étain, de manganèse, de tungstène etc.
Sources anthropiques	L'application principale est le revêtement de surface en couche mince d'oxyde d'étain et d'indium dans l'industrie des écrans à cristaux liquides. Il est également très utilisé dans les alliages, les composants électriques et les semi-conducteurs.

### Propriétés physico-chimiques

Aspect	Métal brillant, de couleur blanc-argenté
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau mais soluble dans les acides minéraux
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible

### Comportement dans l'environnement

Dans l'eau	L'indium métal est insoluble dans l'eau. Il s'adsorbe aux solides en suspension et aux sédiments présents dans l'eau. Conformément à leur nature ionique, les sels d'indium existent sous forme d'ions et sont donc solubles. Les oxydes et hydroxydes d'indium sont basiques et ne sont donc solubles et ne sont pas susceptibles d'être hydrolysés.
Dans le sol	L'indium est faiblement mobile dans les sols et est absorbé par les plantes et les végétaux. Un transfert d'indium du sol vers les nappes est donc peu probable.
Dans l'air	Les composés à base d'indium peuvent exister sous forme particulaire dans des conditions de température et pression ordinaires. La volatilisation des sels d'indium à la surface du sol comme à la surface de l'eau est peu importante du fait de la nature ionique des sels d'indium.

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	L'indium et ses composés sont modérément absorbés par la voie pulmonaire (jusqu'à 18%).
Voie orale	L'indium et les composés d'indium sont faiblement absorbés par voie orale (0,5 - <2%).
Distribution	L'indium ionique est concentré dans les reins alors que l'indium colloïdal est capté par le système réticulo-endothélial.
Elimination	L'indium ionique est excrété principalement dans l'urine tandis que l'élimination fécale est la voie prédominante pour l'indium colloïdal.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Des maladies pulmonaires chez des travailleurs exposés à de l'oxyde d'indium ont été décrites (pneumonie interstitielle, fibrose pulmonaire).
Voie orale	Aucune information disponible

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	Les données disponibles sont celles sur les animaux qui indiquent un effet cancérogène de l'indium.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	L'IARC a classé le phosphore d'indium dans le groupe 2A (l'agent est probablement cancérogène pour l'Homme) et l'oxyde d'indium-étain dans le groupe 2B (l'agent est peut-être cancérogène pour l'Homme).
	US-EPA	Aucune information disponible

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Les seules données présentes sont des études sur des animaux. L'indium peut provoquer une augmentation de la mortalité fœtale, de la diminution du poids des fœtus mais pas de malformations.
Effets mutagènes	Les seules données sont sur des animaux et les effets mutagènes de l'indium y apparaissent minimes.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Aucune information disponible	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 -ECHA, Registration dossier (indium)			
2 -ENSP (école nationale de santé publique), Risques sanitaires associés à l'indium et ses composés, 2006			

## v) Monographie de l'iode

Monographie de l'iode	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7553-56-2
Numéro CE	231-442-4
Numéro Index	053-001-00-3
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toxicité aigüe – Nocif par contact cutané (H312)</li> <li>- Toxicité aigüe - Nocif en cas d'inhalation (H332)</li> <li>- Danger pour le milieu aquatique – Très toxique pour les organismes aquatiques (H400)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	L'iode se trouve en petites quantités dans l'eau de mer et dans certaines roches et sédiments. L'iode radioactif se produit également naturellement et peut être utilisé dans les tests médicaux.
Sources anthropiques	Il a de nombreuses utilisations notamment comme désinfectant pour le nettoyage des surfaces mais aussi pour les savons pour la peau et dans les médicaments. L'iode est aussi utilisé dans les industries chimiques pour fabriquer des encres et des colorants ou des produits chimiques.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Solide, bleu-noir grisâtre
Solubilité dans l'eau	La plupart des formes de l'iode se dissout facilement dans l'eau ou l'alcool.
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	2,49
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Le pH, le potentiel redox et les diverses matières organiques de l'eau influencent les formes chimiques de l'iode. L'iode dans les océans pénètre dans l'air à partir des embruns marins ou sous forme de gaz iodés. Dans l'eau de rivière, l'iode se présente principalement sous forme d'iodure et de formes organiques. Son comportement par rapport aux sédiments dépend essentiellement de la matière organique.
Dans le sol	L'iode peut rester longtemps dans les sols car il s'associe avec la matière organique, les oxy-hydroxydes de fer et d'aluminium et dans une moindre mesure avec les argiles. Il peut être également être absorbé par les plantes poussant dans le sol. Présent sous forme anionique dans les sols, sa mobilité et sa disponibilité pour les végétaux à tendance à augmenter avec le pH.
Dans l'air	Une fois dans l'air, l'iode peut se combiner avec de l'eau ou avec des particules dans l'air et peut pénétrer le sol et les eaux de surface, ou atterrir sur la végétation. L'iode radioactif se forme également naturellement à partir de réactions chimiques dans l'atmosphère.

**Toxicocinétique**

Absorption	
Voie pulmonaire	L'iode pénètre par les voies respiratoires.
Voie orale	L'iode pénètre par voie digestive. L'iode apporté par l'alimentation est rapidement absorbé (90% en 1h) au niveau de l'intestin et de l'intestin grêle.
Distribution	L'iode inhalé est transféré rapidement en totalité dans le sang. Il est principalement distribué dans la thyroïde, les glandes salivaires et l'estomac.
Elimination	Il est éliminé principalement dans les urines sous forme d'iodures.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

Effets systémiques		
Voie respiratoire	Aucune étude n'a été repertoriée concernant des effets sur la santé humaine après inhalation de vapeurs d'iode stable.	
Voie orale	Les effets chroniques sont essentiellement dus à l'iodisme dans le cadre de traitements médicaux prolongés. L'iodisme est caractérisé par divers symptômes : l'hypersalivation, une rhinorrhée, une irritation du larynx, de la cavité buccale et des bronches, une parotidite, des céphalées ... Ces effets peuvent résulter de troubles de la glande thyroïde induits par l'iode.	
Effets cancérogènes		
Effets cancérogènes	Pas de données pour l'iode stable, cependant le cancer de la glande thyroïde est un problème de santé majeur associé aux expositions à l'iode radioactif notamment pour les enfants.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	L'IARC classe les radio iodines dont l'iode 131 dans le groupe 1 (agent cancérogène pour l'Homme)
	US-EPA	Aucune information disponible
Effets reprotoxiques et mutagènes		
Effets reprotoxiques	Aucune information n'a été répertoriée concernant des effets de l'exposition par inhalation à l'iode radioactif sur la reproduction	
Effets mutagènes	Aucune des études faites ne prouve clairement les effets génotoxiques de l'iode chez l'Homme.	

**Valeurs sanitaires et environnementales**

VLE/VME	Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>● VME = VLEPCT = 0,1 ppm</li> <li>● VLE = VLEPCT = 1 mg/m<sup>3</sup></li> </ul>
---------	---

NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	0,01 mg/kg/j (ATSDR, 2004) 0,01 mg/kg/j (OMS CICAD, 2009) pour l'iode et composés inorganiques
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
<b>Sources</b>			
1 -ATSDR, Toxicological profile for iodine, 2004			
2 -INRS, Fiche toxicologique n°207 (iode), 2006			
3 -IRSN, Fiche radionucléide (Iode 129 et environnement) n°207, 2002			

## w) Monographie du magnésium

Monographie du Magnésium	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7439-95-4
Numéro CE	231-104-6
Numéro Index	012-002-00-9 (magnesium, powder or turnings)
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Solides inflammables – Matière solide inflammable (H228)</li> <li>- Substances et mélanges auto-échauffants – Matière auto-échauffante en grandes quantités ; peut s'enflammer (H252)</li> <li>- Substances et mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables – Dégage au contact de l'eau des gaz inflammables (H261)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Aucune information disponible
Sources anthropiques	Aucune information disponible
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal blanc argenté
Solubilité dans l'eau	Soluble dans l'eau
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	-0.57 (calcul – USEPA 2011)
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	13.22 (calcul – USEPA 2011)
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	La spéciation et la chimie du magnésium dans l'environnement sont considérées comme assez simples car les ions Mg sont très solubles, ne s'oxydent pas ou ne se réduisent pas facilement et ne forment pas de complexes solides avec la plupart des ligands inorganiques ou des matières organiques.
Dans le sol	(Cf. comportement dans l'eau)
Dans l'air	(Cf. comportement dans l'eau)

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	Le taux d'absorption par voie inhalée serait d'environ 8,1%
Voie orale	Le taux d'absorption intestinale du magnésium à partir de sources alimentaires et solubles est de 30 à 40% en moyenne. Cependant, les taux d'absorption à partir de sources solubles sont très variables allant de 11 à 80 %. Dans l'ensemble, un taux d'absorption d'environ 50 % à partir de sels de magnésium solubles est proposé comme estimation.
Distribution	Le corps humain contient environ 25 g de magnésium. 30 à 40 % des réserves en magnésium se trouvent dans les muscles et les tissus mous, 1% dans le liquide extracellulaire et le reste dans le squelette.
Elimination	Le magnésium absorbé est principalement excrété par l'urine. Le rein joue un rôle important dans la régulation homéostatique de l'équilibre magnésien

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Aucune information disponible
Voie orale	Par voie orale, des effets indésirables peuvent être observés avec des sels de magnésium (diarrhée légère). Cependant cet effet est observé seulement à court terme après une exposition à de fortes doses.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	Aucune augmentation de taux de formation de tumeurs n'a pas été observée dans les études sur le chlorure de magnésium chez la souris. Le magnésium n'est pas considéré comme cancérogène.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Le magnésium n'est pas classé comme cancérogène.
	US-EPA	Aucune information disponible

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Sur la base de l'évaluation d'une multitude de données médicales et nutritionnelles humaines [avis du CSAH]), il est conclu que le magnésium ne présente aucun danger pour la reproduction et/ou la toxicité pour le développement.
Effets mutagènes	Aucune des études de génotoxicité in vitro jugée fiable n'a montré d'effet donc le magnésium ne peut pas être classé en tant que génotoxique.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>• VME = VLEP8h = 10 mg/m<sup>3</sup> (carbonate de magnésium)</li> <li>• VME = VLEP8h = 10 mg/m<sup>3</sup> (oxyde de magnésium - fumées)</li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 – ECHA, Registration dossier (magnesium)			
2 – Ajib FA, Childress JM. Magnesium Toxicity, 2022			

## x) Monographie du manganèse

Monographie du Manganèse	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7439-96-5
Numéro CE	231-105-1
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Danger pour l'environnement – Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme (H412)</li> <li>- Danger pour l'environnement – Peut être nocif à long terme pour les organismes aquatiques (H413)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le manganèse est naturellement présent dans la croûte terrestre (0,1%).
Sources anthropiques	Les sources anthropiques sont liée à la production ferro-alliages, les fonderies de fer et d'acier, la combustion de combustibles fossiles, l'entraînement de particules de sol, les décharges ...
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Solide
Solubilité dans l'eau	Se décompose dans l'eau
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Pas ou peu volatil
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Les différents dérivés du manganèse, y compris les dérivés organiques, sont le plus souvent transportés sur les matières en suspension dans l'eau et les sédiments.
Dans le sol	Le manganèse et ses dérivés sont très peu mobiles dans le sol, ils sont fortement retenus. Les dérivés organiques du manganèse sont peu mobiles, que ce soit par volatilisation vers la phase gazeuse ou par entraînement en phase aqueuse. L'adsorption est le mécanisme dominant.
Dans l'air	Le manganèse élémentaire et ses différents dérivés ne sont pas ou peu volatils. Leur présence dans l'air est essentiellement particulaire. Par déposition sèche ou humide, cette phase peut rejoindre la surface terrestre. Le manganèse présent dans l'atmosphère sous forme particulaire est principalement (à 80%) associé à des particules ayant un diamètre équivalent < 5µm ce qui favorise le transport aérien de ces particules.

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	Pas de donnée quantitative chez l'Homme pour l'absorption par voie respiratoire (fonction de la taille des particules, solubilité et spéciation).
Voie orale	Environ 3 à 5% du manganèse ingéré est absorbé.
Distribution	Les concentrations les plus élevées sont retrouvées dans la moelle osseuse, le cerveau, les reins, le pancréas et le foie.
Elimination	Le manganèse est principalement éliminé par les fèces (jusqu'à 99%).

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	L'organe cible principal est le système nerveux central. Ce sont les atteintes du système nerveux central qui prédominent (troubles psychiatriques, atteintes neurologiques). Il peut également entraîner une réponse inflammatoire au niveau des poumons (toux, bronchites, pneumonies).
Voie orale	Très peu de données disponibles sur les effets après ingestion. Mais les organes cibles principaux sont le foie, le pancréas et les reins et l'organe secondaire est le système nerveux central.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	Les rares données épidémiologiques disponibles ne permettent pas de conclure à un potentiel cancérogène du manganèse sur l'Homme.	
Classement	Union Européenne	Quatre composés ont été examinés mais pas de classification pour l'Union Européenne
	IARC	Le manèbe (composé du manganèse) est classé dans le groupe 3 (agent ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'Homme)
	US-EPA	Le manganèse est dans la classe D (substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'Homme).

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Une altération de la fertilité (diminution du nombre d'enfants par couples mariés) a été mis en évidence chez des travailleurs. Quatre composés ont été examinés mais ne font pas l'objet de classification par l'Union Européenne.
Effets mutagènes	Quatre composés ont été examinés mais pas de classification de l'Union Européenne.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>• VME = VLEP8h = 1 mg/m<sup>3</sup> en fumées</li> <li>• VME = VLEP8h = 1 mg/m<sup>3</sup> pour le tétraoxyde de trimanganèse</li> <li>• VME = VLEP8h = 0,05 mg/m<sup>3</sup> pour le manganèse et ses composés fraction inhalable exprimé en manganèse (2019)</li> <li>• VME = VLEP8h = 1 mg/m<sup>3</sup> pour le manganèse et ses composés fraction inhalable exprimé en manganèse (2019)</li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	5,50E-02 mg/kg/j (ANSES,2018: INSPQ, 2017) 4,7E-02 mg/kg/j (INERIS, 2011: US EPA, 1996) 6,0E-02 mg/kg/j (OMS, 2006) 2,5E-02 mg/kg/j (Santé Canada, 2019)
		Inhalée	3,0E-04 mg/m <sup>3</sup> (ANSES 2012 : ATSDR, 2012) 4,0E-05 mg/m <sup>3</sup> (INERIS 2011 : ATSDR 2010) → en cours de révision 5,05E-05 mg/m <sup>3</sup> (US-EPA, 1993) 9,0E-05 mg/m <sup>3</sup> (OEHHA,2008)
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		0,5 mg/L
	UE (1998)		0,05 mg/L
Sources			
1 -INERIS, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques (manganèse et ses dérivés), 2012			
2 -ATSDR, Toxicological profil for manganese, 2012			

## y) Monographie du mercure

## Monographie du Mercure

### Numéro d'identification

Numéro CAS	7439-97-6
Numéro CE	231-106-7
Numéro Index	080-001-00-0

### Etiquetage

	<p>Danger :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reprotoxique 1B - Peut nuire au fœtus (H360D)</li> <li>- Toxicité aigüe - Mortel par inhalation (H330)</li> <li>- Toxicité spécifique pour certains organes cibles - Risque avéré d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée (H372)</li> <li>- Danger pour l'environnement - Très toxique pour les organismes aquatiques (H400)</li> <li>- Danger pour l'environnement – Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme (H410)</li> </ul>
---	--

### Sources d'exposition

Sources naturelles	Le dégazage de l'écorce terrestre et les activités volcaniques.
Sources anthropiques	L'exploitation des minerais (mines de plomb et de zinc), la combustion de produits fossiles (charbon, fioul), les rejets industriels et l'incinération de déchets.

### Propriétés physico-chimiques

Aspect	Liquide blanc argenté, brillant
Solubilité dans l'eau	Métal élémentaire : A 20°C : 0,02-0,0567 Inorganique : A 20°C : 69 000 Organique : A 20°C : 6 000
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Volatilité importante

### Comportement dans l'environnement

Dans l'eau	Le mercure élémentaire est quasiment insoluble dans l'eau. Les composés organiques sont solubles et la solubilité des composés du mercure inorganique est très variable. Le mercure s'accumule facilement dans les organismes.
Dans le sol	Le mercure est faiblement mobile dans le sol car il est rapidement immobilisé (par les oxydes de fer, d'aluminium, manganèse et la matière organique) et il a tendance à rester dans les horizons de surface.
Dans l'air	Le mercure élémentaire et les composés organiques du mercure sont volatils. Les composés inorganiques le sont très peu.

**Toxicocinétique**

Absorption	
Voie pulmonaire	Le mercure métallique est essentiellement absorbé par voie pulmonaire contrairement au mercure inorganique très peu absorbé. Le taux d'absorption pulmonaire est compris entre 75 et 85% pour le mercure élémentaire. Pour les composés inorganiques, l'absorption via les poumons est faible.
Voie orale	Les deux types de mercure (métallique et inorganique) ont un faible taux d'absorption par voie orale (absorption mercure métallique <0,01%). Le mercure organique est plus facilement absorbé par voie orale (peut atteindre 10 à 15%).
Distribution	Sous toutes ces formes, le mercure est distribué dans tout l'organisme mais se retrouvera préférentiellement au niveau des reins, du foie et surtout du cerveau. Le mercure élémentaire passe facilement la barrière placentaire.
Elimination	Les formes de mercure sont principalement éliminées par les urines et les fèces, et l'air expiré.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

Effets systémiques	
Voie respiratoire	Les deux principaux organes cibles du mercure élémentaire et du mercure inorganique sont le système nerveux central et le rein. L'hydrargyrisme (intoxication chronique au mercure) se manifeste par des troubles neurologiques (troubles de la psychomotricité, troubles cognitifs...) ainsi que des effets sur le rein (protéinurie, lésions au niveau des tubules...). Le mercure organique entraîne des troubles respiratoires, gastro-intestinaux, musculaires, hépatiques et neurologiques.
Voie orale	L'exposition par voie orale au mercure élémentaire induit des troubles cardiovasculaires, gastro-intestinaux mais surtout neurologiques et rénaux. Le rein est l'organe cible du mercure inorganique (protéinurie, néphropathie). Des effets neurotoxiques et cardiovasculaires sont également observés après absorption de mercure inorganique. Par voie orale, le cerveau est le principal organe cible du mercure organique.

Effets cancérogènes		
Effets cancérogènes	Les résultats contradictoires, concernant la cancérogénèse du mercure et de ses composés ne permettent pas de statuer sur son caractère cancérogène.	
Classement	Union Européenne	Absence de classification de l'Union Européenne
	IARC	L'IARC a classé le mercure et les composés inorganiques dans le groupe 3 (ne peut être classé quant à sa cancérogénicité pour l'Homme). Le méthyl mercure est classé dans le groupe 2B (agent ou mélange pourrait être cancérogène pour l'Homme).
	US-EPA	Le mercure élémentaire « ne peut être classé comme cancérogène pour l'Homme ». Le chlorure mercurique est classé dans le groupe C (cancérogène pour l'Homme) tout comme le méthyl mercure.

Effets reprotoxiques et mutagènes	
Effets reprotoxiques	Provoque des avortements spontanés et des malformations (tératogénicité). Le mercure élémentaire est classé reprotoxique de

	catégorie 2 et le chlorure mercurique est classé reprotoxique de catégorie 3.
Effets mutagènes	Chez l'animal, un potentiel génotoxique du chlorure mercurique a été mis en évidence, mais pas suffisant pour conclure à son caractère génotoxique chez l'Homme (classification en catégorie 3 par l'Union Européenne).

### Valeurs sanitaires et environnementales

VLE/VME	Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>VME = VLEP8h = 0,02 mg/m<sup>3</sup> (France – VLEP réglementaire contraignante) pour le mercure et composés bivalents du mercure, y compris l'oxyde de mercure et le chlorure mercurique</li> <li>VME = VLEP8h = 0,05 mg/m<sup>3</sup> pour le mercure (vapeur)</li> <li>VME = VLEP8h = 0,01 mg/m<sup>3</sup> pour le mercure (composés alkylés) - 1987</li> <li>VME = VLEP8h = 0,1 mg/m<sup>3</sup> pour le mercure (composés arylés et inorganiques) - 1987</li> </ul>		
NQE	NQE-CMA – Eaux de surface intérieures : 0,07 µg/L NQE-CMA – Autres eaux de surface : 0,07 µg/L NQE – Biote : 20 µg/ kg de poids humide PNEC/QSsed = 9,3 mg/kg (poids sec)		
VTR	VTR à seuil	Ingérée	5,7E-04 mg/kg/j (ANSES, 2012 : EFSA, 2012) pour mercure inorganique 6,6E-04 mg/kg/j (INERIS, 2014) 3,0E-04 mg/kg/j (US-EPA, 1995) → VTR pour le chlorure mercurique 2,0 <sup>E</sup> -03 mg/kg/j (OMS, 2004) 2,0 <sup>E</sup> -03 mg/kg/j (RIVM, 2001) 3,0E-04 mg/kg/j (Santé Canada, 2010) 1,6 <sup>E</sup> -04 mg/kg/j (OEHHA, 2008)
		Inhalée	3,0E-05 mg/m <sup>3</sup> (INERIS, 2009 : OEHHA, 2008) 3,0E-04 mg/m <sup>3</sup> (US-EPA, 1994) pour mercure élémentaire 2,0E-04 mg/m <sup>3</sup> (ATSDR, 1999) pour mercure métallique et vapeurs 1,0E-03 mg/m <sup>3</sup> (OMS, 2000) → Moyenne annuelle 2,0E-04 mg/m <sup>3</sup> (RIVM, 2001) pour mercure métallique
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)	0,001 mg/L	
	UE (1998)	0,001 mg/L	

### Sources

- 1 -INERIS, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques (mercure et ses dérivés), 2010
- 2 -INRS, Fiche toxicologique n°55 (mercure et composés minéraux), 2014

<b>« Facteur de sécurité » définis dans le cadre de l'étude de l'INERIS</b>	
Vis-à-vis du critère de qualité environnemental	317 (valeur pour un déstockage de 93%)
Vis-à-vis du critère de qualité « environnement local témoin »	63 (valeur pour un déstockage de 93%)

## **z) Monographie du molybdène**

<b>Monographie du Molybdène</b>	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7439-98-7
Numéro CE	231-107-2
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
Non classé	
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le molybdène est présent abondamment dans la nature. La croûte terrestre contient en moyenne 0,0001% de molybdène.
Sources anthropiques	Industries pour des applications métallurgiques ou opérations minières.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Poudre gris foncé ou noire avec un éclat métallique ou sous forme de masse blanche argentée.
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Les niveaux de pH et les conditions d'oxydo-réduction du sédiment régissent la spéciation du molybdène et le potentiel d'adsorption dans les aquifères naturels. Le molybdène peut être lessivé dans le milieu aquatique à proximité des zones d'utilisation industrielle par rejet ou dépôt humide atmosphérique par la pluie.
Dans le sol	L'adsorption et la mobilité du molybdène dans les sols sont inversement corrélées au pH.
Dans l'air	Dépôts atmosphériques sur le sol et dans l'eau.

### Toxicocinétique

Absorption		
Voie pulmonaire	Aucune estimation de la quantité absorbée chez l'Homme n'a été identifiée.	
Voie orale	Dépend de nombreux facteurs tels que le régime alimentaire, l'état nutritionnel ou le jeûne. L'absorption serait entre 80 et 100% pour une personne à jeun mais si un repas est ingéré, l'absorption pourrait baisser de 30 à 60%. L'absorption serait plus élevée si la personne boit plutôt qu'elle mange.	
Distribution	Il se distribue très rapidement dans divers organes notamment le foie et les reins. Le molybdène traverse la barrière placentaire et est présent dans le lait maternel.	
Elimination	Le molybdène absorbé est excrété dans les urines et les fèces. Les urines sont la voie principale d'excrétion.	
Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)		
Effets systémiques		
Voie respiratoire	Effets respiratoires (modifications dans la fonction respiratoire, dyspnée, toux).	
Voie orale	Effets hépatiques associés avec une diminution du poids corporel, des lésions rénales et une anémie chez des animaux mais aucune étude ne montre un effet certain chez les humains.	
Effets cancérogènes		
Effets cancérogènes	Aucune augmentation du risque de cancer du poumon n'a été signalée chez les travailleurs exposés au molybdène.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	L'IARC a classé le trioxyde de molybdène dans le groupe 2B (potentiellement cancérogène pour l'Homme).
	US-EPA	L'US-EPA n'a pas évalué le molybdène.
Effets reprotoxiques et mutagènes		
Effets reprotoxiques	Une diminution du nombre et de la morphologie de spermatozoïdes et une augmentation du niveau de testostérone ont été observées dans certaines études.	
Effets mutagènes	Aucune étude disponible concernant les effets génotoxiques des composés de Molybdène chez l'Homme.	

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>• VME = VLEP8h = 5 mg/m<sup>3</sup> (France - 1984)</li> <li>• VLE = VLEPCT = 10 mg/m<sup>3</sup> (France - 1984)</li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	0,06 mg/kg/j (ATSDR, 2020) 0,005 mg/kg/j (US EPA, 1992) 10 µg/kg/j (RIVM, 2001) 28 µg/kg/j (Santé Canada, 2010) pour les 20 ans et plus
		Inhalée	0,012 mg/m <sup>3</sup> (ANSES: RIVM,2001) 2E-03 mg/m <sup>3</sup> (ATSDR,2020)
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		0,07 mg/L
	UE (1998)		Non mentionnée
Sources			
1 -ATSDR, Toxicological Profile for Molybdenum, 2020			
2 -INRS, Biotox (molybdène et composés), 2021			

## aa) Monographie du nickel

<b>Monographie du Nickel</b>	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-02-0
Numéro CE	231-111-4
Numéro Index	028-002-01-4
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Carcinogène 2- Susceptible de provoquer le cancer (H351)</li> <li>- Toxicité spécifique pour certains organes cibles (exposition répétée) - Risque avéré d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée (H372)</li> <li>- Sensibilisants cutanées catégorie 1 - Peut provoquer une allergie cutanée (H317)</li> <li>- Danger pour le milieu aquatique - Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme (H412)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le nickel et ses composés sont naturellement présents dans la croûte terrestre. Les rejets du nickel dans l'atmosphère proviennent de rejets naturels tels que la poussière transportée par les vents et les éruptions volcaniques.
Sources anthropiques	Combustion de charbon et de fioul, l'incinération de déchets ou l'extraction et la production de nickel.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal blanc argenté (solide)
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau et les solvants organiques, se dissout lentement dans les acides forts.
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Le nickel reste très faiblement absorbé par la plupart des organismes vivants mais est associé en grande partie à la matière particulaire. Le nickel peut être transporté dans les cours d'eau par l'altération naturelle du sol ainsi que par des rejets de l'activité anthropique.
Dans le sol	Le nickel est un constituant naturel du sol, les niveaux variant en fonction du type de sol et des facteurs anthropiques. Le nickel s'accumule dans les sédiments et sa présence dans les eaux de surface est faible
Dans l'air	Le nickel émis dans l'atmosphère est principalement présent sous forme d'aérosols de différentes tailles. Ces particules peuvent atteindre des demi-vies de l'ordre d'une semaine à un mois et elles peuvent être transportées loin de leur source.

### Toxicocinétique

Absorption		
Voie pulmonaire	L'absorption dans le tractus respiratoire est dépendante de la solubilité des composés du nickel. Seul 20 à 35% du nickel déposé est absorbé dans le sang.	
Voie orale	L'absorption gastro-intestinale est très variable (1 à 40%) et dépend de la composition chimique et de la solubilité dans l'eau.	
Distribution	Elle varie selon la voie d'exposition. Dans le sang, le nickel se lie à des protéines et se distribue dans tous les tissus mais il est plus retrouvé dans les poumons, les intestins, les glandes surrénales et la peau. Il peut traverser le placenta et peut s'accumuler dans le lait maternel.	
Elimination	Il est excrété principalement par voie urinaire.	
Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)		
Effets systémiques		
Voie respiratoire	Le système respiratoire est la cible principale de la toxicité par inhalation. Les effets respiratoires sont des bronchites chroniques, de l'emphysème ou des perturbations des fonctions respiratoires. Il est connu comme sensibilisant notamment pour les voies respiratoires. Les organes qui seront touchés de façon secondaire sont la thyroïde, les surrénales et les reins.	
Voie orale	L'organe principalement touché sera le rein et les organes secondaires sont le foie, le cœur et les poumons.	
Effets cancérogènes		
Effets cancérogènes	Les différentes études épidémiologiques de cancérogénicité du nickel ont été basées sur des études sur des travailleurs de raffineries et ont mis en évidence une augmentation du risque de cancer du poumon et du nez.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	L'IARC a classé le nickel dans le groupe 1 (cancérogène pour l'Homme)
	US-EPA	L'US-EPA a classé le sous-sulfure de nickel et les poussières de raffinerie de nickel dans la classe A (substances cancérogènes pour l'Homme) et le tétracarbonyl de nickel dans la classe B2 (substances probablement cancérogènes pour l'Homme).
Effets reprotoxiques et mutagènes		
Effets reprotoxiques	Quelques études rapportent une association entre troubles du développement fœtal et exposition au nickel chez la mère mais les données limitées ne permettent pas de conclure.	
Effets mutagènes	Résultats disparates dans les études de génotoxicité (effets mais co-exposition avec des métaux génotoxiques donc l'attribution de ces résultats est difficile).	

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>VME = VLEP8h = 1 mg/m<sup>3</sup> pour le nickel (métal), le nickel (grillage des mattes), oxydes de nickel (NiO, Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), carbonate de nickel, dihydroxyde de nickel, disulfure de trinickel et sulfure de nickel. France (VLEP-circulaire).</li> <li>VME = VLEP8h = 0,1 mg/m<sup>3</sup> pour le sulfate de nickel</li> <li>VME = VLEP8h = 0,12 mg/m<sup>3</sup> pour le tétracarbonyle de nickel (France – VLEP circulaire).</li> </ul>	
NQE		NQE-MA – Eaux de surface intérieures (eau douce) : 4 µg/L NQE-MA – Autres eaux de surface (eau marine) : 8,6 µg/L NQE-CMA (MAC) – Eaux de surface intérieures (eau douce) : 34 µg/L NQE-CMA (MAC) – Autres eaux de surface (eau marine) : 34 µg/L	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	2,80E-03mg/kg/j (ANSES,2015 : EFSA,2015) 2,80E-03 mg/kg/j (INERIS,2018 : EFSA,2015) 2,0E-02 mg/kg/j (US-EPA, 1996) pour les sels solubles 1,2E-02 mg/kg/j (OMS, 2004) 5,0E-02 mg/kg/j (RIVM, 2001) 1,1E-02 mg/kg/j (OEHHA, 2012)
		Inhalée	2,3E-04 mg/m <sup>3</sup> (ANSES, 2011: TCEQ, 2011) 9.10-5 mg/m <sup>3</sup> (INERIS, 2018, ATSDR, 2005) 5,0E-05 mg/m <sup>3</sup> (RIVM, 2001) 1,8E-05 mg/m <sup>3</sup> (Santé Canada, 1996) 1,4E-05 mg/m <sup>3</sup> (OEHHA, 2012)
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	1,7E-01 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (ANSES, 2011 : TCEQ, 2011) 2,6E-01 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (INERIS, 2018, OEHHA, 2011) 3,8E-01 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (OMS, 2000) 7,1E-01 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (Santé Canada, 2010) 2,6 <sup>E</sup> -01 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (OEHHA, 2011)
Norme de potabilité	OMS (1993)	0,02 mg/L	
	UE (1998)	0,02 mg/L	
Sources			
1 -INERIS, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques (nickel et ses dérivés), 2006			
2 -INRS, Fiche toxicologique n°68 (nickel et composés), 2021			
3 -ATSDR, Toxicological profile for nickel, 2005			

<b>« Facteur de sécurité » définis dans l'étude de l'INERIS</b>	
Vis-à-vis du critère de qualité environnemental	2 000 000 000
Vis-à-vis du critère de qualité « environnement local témoin »	370 000 000

## **bb) Monographie du niobium**

Monographie du Niobium	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-03-1
Numéro CE	231-113-5
Numéro Index	029-024-00-X
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : - Solides inflammables – Matière solide inflammable (H228)
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	A l'état naturel, le niobium est étroitement lié au tantale, et très souvent, ils coexistent en quantité importante dans le même minerai.
Sources anthropiques	Il est utilisé comme adjuvant à divers aciers, notamment pour la fabrication de matériaux destinés à des appareillages chimiques et électroniques, ainsi qu'en technologie nucléaire.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Solide de couleur argent-gris
Solubilité dans l'eau	Très peu soluble dans l'eau
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Il n'existe pas de données relatives au comportement du niobium dans les eaux et les sédiments mais il serait assez proche de celui du zirconium, à la différence qu'il doit plus facilement se lier aux particules, aux colloïdes et aux substances organiques complexes.
Dans le sol	Le niobium est peu réactif et donc probablement peu mobile dans l'environnement. Cela se traduit par une fixation très importante et très forte sur le sol. La grande majorité des dépôts issus des retombées resterait dans la couche superficielle des sols.
Dans l'air	Aucune information disponible

**Toxicocinétique**

Absorption		
	Voie pulmonaire	Aucune information disponible
	Voie orale	Aucune information disponible
	Distribution	Aucune information disponible
	Elimination	Aucune information disponible
Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)		
Effets systémiques		
	Voie respiratoire	Aucune information disponible
	Voie orale	Aucune information disponible
Effets cancérogènes		
	Effets cancérogènes	Aucune information disponible
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Aucune information disponible
	US-EPA	Aucune information disponible
Effets reprotoxiques et mutagènes		
	Effets reprotoxiques	Aucune information disponible
	Effets mutagènes	Aucune information disponible

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Aucune information disponible	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 - IRSN, Fiche radionucléide (niobium 94 et son environnement), 2002			

## cc) Monographie de l'or

<b>Monographie de l'Or</b>	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-57-5
Numéro CE	231-165-9
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
Non classé	
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	La teneur moyenne d'or dans l'écorce terrestre est de 0,005 ppm. Il existe de nombreux minerais d'or.
Sources anthropiques	Il est utilisé pour de nombreuses applications : en industrie électronique, pour la fabrication de bijoux ou encore en médecine.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal jaune
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	L'or est inaltérable dans l'eau.
Dans le sol	Aucune information disponible
Dans l'air	L'or est inaltérable dans l'air.

### Toxicocinétique

Absorption		
Voie pulmonaire	La granulométrie de la poudre d'or a montré que moins de 10% de la substance passait à travers un tamis de 100 µm, il est donc peu probable que la poudre d'or soit significativement inhalable. Il n'existe pas de données quantitatives sur l'absorption par voie pulmonaire.	
Voie orale	Aucune information disponible	
Distribution	Après absorption par les tissus ou par voie gastro-intestinale, les sels d'or sont transportés vers pratiquement tous les tissus du corps. Les concentrations les plus élevées de sels d'or sont atteintes dans les organes qui ont une abondance de cellules réticulo-endothéliales comme le foie, les os ou la rate.	
Élimination	La plupart des sels d'or non stockés dans les tissus sont excrétés dans l'urine.	
Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)		
Effets systémiques		
Voie respiratoire	Aucune information disponible	
Voie orale	Aucune information disponible	
Effets cancérogènes		
Effets cancérogènes	Aucune information disponible	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Aucune information disponible
	US-EPA	Aucune information disponible
Effets reprotoxiques et mutagènes		
Effets reprotoxiques	Aucune information disponible	
Effets mutagènes	Aucune information disponible	

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		USA : Protective Action Criteria for Chemicals (2018) PAC-1 : 0,46 mg/m <sup>3</sup> PAC-2 : 5,1 mg/m <sup>3</sup> PAC-3 : 30 mg/m <sup>3</sup>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1998)		Aucune information disponible
Sources			
1 -ECHA, registration dossier (gold)			
2 -Merchant et al, Gold, the Noble metal and the paradoxes of its toxicology, 1998			
3 -Elementarium, Fiche élément (or)			

## dd) Monographie du phosphore

Monographie du Phosphore	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7723-14-0 (phosphore et phosphore rouge) 12185-10-3 (phosphore blanc)
Numéro CE	231-768-7
Numéro Index	015-001-00-1 (pour phosphore blanc)
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liquides pyrophoriques – S'enflamme spontanément au contact de l'air (H250)</li> <li>- Toxicité aiguë – Mortel en cas d'ingestion (H300)</li> <li>- Corrosion/ Irritation cutanée– Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux (H314)</li> <li>- Toxicité aiguë – Mortel par inhalation (H330)</li> <li>- Danger pour le milieu aquatique – Très toxique pour les organismes aquatiques (H400)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le phosphore blanc n'existe pas naturellement mais il est fabriqué à partir de roches contenant du phosphate.
Sources anthropiques	Le phosphore blanc est utilisé militairement dans divers types de munitions et pour produire de la fumée destinée à dissimuler les mouvements de troupes et empêcher l'identification des cibles. Il est aussi utilisé dans l'industrie pour produire de l'acide phosphorique et d'autres substances chimiques utilisées comme engrais, les additifs et composés de nettoyage.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Le phosphore existe sous plusieurs formes allotropiques donc sous différents aspects. Le phosphore blanc est un solide incolore, blanc ou jaune.
Solubilité dans l'eau	Peu soluble dans l'eau (3 mg/L)
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	3,08 (ATSDR)
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	3,05 (ATSDR)
Volatilité	Instable dans l'air (se volatilise spontanément).
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Dans l'eau, le phosphore blanc réagit avec l'oxygène en quelques heures ou quelques jours. Dans de l'eau peu oxygénée, il peut se dégrader et former un composé hautement toxique, la phosphine, qui s'évapore éventuellement dans l'air et est transformée en substances chimiques moins nocives. Les processus de lessivage et de pluie transportent à la fois les produits de réaction du phosphore en phase vapeur et les particules de phosphore n'ayant pas réagi avec l'eau et la terre.
Dans le sol	Dans le sol, le phosphore blanc peut s'adsorber à des particules et se transformer en quelques jours en des composés moins nocifs.
Dans l'air	Dans l'air, le phosphore blanc réagit rapidement avec l'oxygène pour produire en quelques minutes des substances chimiques relativement inoffensives.

**Toxicocinétique**

La toxicocinétique du phosphore est peu étudiée chez l'Homme et compliquée par la présence de phosphore naturel. Chez l'animal, seule l'exposition par voie orale a été abordée.

**Absorption**

Voie pulmonaire	Aucune information disponible
Voie orale	Chez l'animal, le phosphore blanc est absorbé avant ou après transformation au niveau de l'intestin. Chez l'Homme, il existe des preuves qualitatives que le phosphore blanc soit absorbé par voie orale.
Distribution	Le phosphore naturel est largement distribué dans le corps humain sain. Environ 80% du phosphore est lié au calcium dans les os ou les dents.
Elimination	Il est excrété rapidement dans l'urine et les fèces principalement sous forme de phosphates.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**
**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Les études ont principalement étudié les effets sur des travailleurs exposés. Des signes généraux sont observés : anorexie, asthénie, douleurs gastro-intestinales, pâleur, toux, anémie, odeur alliée de l'haleine et des troubles du métabolisme osseux. Une atteinte hépatique supplémentaire ou rénale peut être observée en cas d'inhalation. En général, le phosphore rouge est considéré comme moins toxique que le blanc (les données sont inexistantes pour cette comparaison).
Voie orale	Les signes systémiques de toxicité suite à l'ingestion vont du simple trouble gastro-intestinal à l'insuffisance hépatique pour des expositions aiguës. Les effets à plus petites quantités et sur de longues périodes ne sont pas connus.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	Il n'existe pas d'études disponibles chez les humains ou les animaux suggérant que le phosphore blanc cause le cancer.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	L'IARC n'a pas classé le phosphore mais a classé dans le groupe 1 (cancérogène pour l'Homme) le phosphore 32.
	US-EPA	L'US-EPA a déterminé qu'on ne pouvait pas classer le phosphore blanc.

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Le phosphore peut passer la barrière placentaire mais aucun cas d'atteinte fœtale n'a été rapporté.
Effets mutagènes	Les seules données disponibles sont des études in vitro qui montraient que le phosphore blanc n'était pas génotoxique.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>• VME = VLEP8h = 0,1 mg/m<sup>3</sup> (phosphore blanc)</li> <li>• VLE = VLEPCT = 0,3 mg/m<sup>3</sup> (phosphore blanc)</li> <li>• VME = VLEP8h = 1 mg/m<sup>3</sup> (pentachlorure de phosphore, pentaoxyde de di-phosphore et pentasulfure de di-phosphore)</li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	2,0E-05 mg/kg/j (US EPA, 1990)
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 -ATSDR, Toxicological profile for white phosphorus, 1997			
2 -ATSDR, Phosphore blanc - ToxFAQs, 1997			
3 -INRS, Fiche toxicologique n°100 (phosphore), 2018			

## ee) Monographie du plomb

Monographie du Plomb	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7439-92-1
Numéro CE	231-100-4
Numéro Index	082-013-00-1
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toxicité pour la reproduction (1A) - Peut nuire à la santé du fœtus (H360FD)</li> <li>- Catégorie supplémentaire de danger pour les effets sur ou via l'allaitement - Peut-être nocif pour les bébés nourris au lait maternel (H362)</li> <li>- Danger pour l'environnement - Très toxique pour les organismes aquatiques (H400)</li> <li>- Danger pour l'environnement - Très toxique pour les organismes, entraîne des effets néfastes à long terme. (H410)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le plomb est présent naturellement dans la croûte terrestre et dans les compartiments de la biosphère.
Sources anthropiques	Les rejets atmosphériques sont principalement anthropiques (industries de première et deuxième fusion du plomb et rejets de véhicules à moteur). Des rejets aquatiques proviennent de la sidérurgie. La présence dans les sols résulte aussi de retombées atmosphériques et de déchets de batteries électriques ou d'affinage de plomb.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Solide gris-bleuâtre, très mou et malléable
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau mais soluble dans l'acide nitrique dilué et l'acide sulfurique concentré et bouillant
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Non volatil
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Le plomb a tendance à être éliminé de la colonne d'eau en migrant vers les sédiments par adsorption de la matière organique et des minéraux d'argile.
Dans le sol	La mobilité du plomb est très faible et il s'accumule dans les horizons de surface qui sont riches en matière organique, ayant une très grande affinité pour le plomb. La mobilité du plomb dans le sol sera affectée par le pH, la texture du sol et la teneur en matière organique. Dans certains cas, le plomb peut migrer vers les couches profondes du sol mais cela reste rare.
Dans l'air	Les composés inorganiques du plomb ne sont pas volatils.

**Toxicocinétique**

Absorption	
Voie pulmonaire	L'absorption est de 20 à 30%.
Voie orale	L'absorption par la voie orale est de 5 à 10% chez l'adulte et de 20 à 50% chez les enfants en fonction de leur âge.
Distribution	La distribution du plomb inorganique est rapide à partir du plasma sanguin vers les érythrocytes puis vers les tissus mous, les os et à travers la barrière placentaire. Les teneurs dans le lait maternel sont supérieures à celles mesurées dans le plasma de la mère.
Elimination	L'excrétion se fait soit via les fèces pour le plomb non absorbé, soit via les urines et de façon minoritaire via la bile.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**
**Effets systémiques**

Les effets sont généralement décrits en fonction de la plombémie plus qu'en fonction de la voie d'exposition, il est donc difficile de différencier les effets provenant de la voie orale de ceux provenant de la voie respiratoire.

Le plomb est un toxique cumulatif. Les principaux organes cibles vont être le système nerveux, le sang, les reins, l'appareil digestif et les os. Les organes secondaires sont la thyroïde, le système cardiovasculaire et le système immunitaire.

Les principaux effets sont observés au niveau du système nerveux central et périphérique (encéphalopathies, troubles neurologiques, paralysies au niveau des membres supérieurs ou paresthésies). Les effets au niveau du système nerveux dépendent de la plombémie de l'individu exposé. Plus la plombémie est élevée plus les effets seront graves.

Cette toxicité neurologique est particulièrement préoccupante chez l'enfant. Le plomb a des effets hématologiques (anémie microcytaire hypochrome) ainsi que des atteintes rénales (néphropathie tubulaire, sclérose glomérulaire...). De plus, des effets sur la thyroïde, sur le système cardio-vasculaire (augmentation de la pression artérielle), sur le système immunitaire ou sur la croissance des os chez les enfants sont également retrouvés.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes		Les poumons, l'estomac et les reins mais l'organe cible principal est le poumon.
Classement	Union Européenne	L'Union Européenne a examiné certains composés du plomb mais aucun n'a été classé.
	IARC	Le plomb et ses dérivés inorganiques sont classés respectivement dans le groupe 2B (possiblement cancérogène pour l'Homme) et 2A (probablement cancérogène pour l'Homme).
	US-EPA	Le plomb et ses dérivés inorganiques sont classés dans le groupe B2 (potentiellement cancérogènes pour l'Homme).

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Le plomb affecte la fertilité masculine en induisant des anomalies des paramètres spermatiques. L'exposition maternelle au plomb est un facteur de risque d'avortement spontané et d'accouchement prématuré mais pas de malformations. L'exposition pré et post natale au plomb affecte le développement du système nerveux du fœtus et du jeune enfant. Reprotoxique dans le groupe 1A.
Effets mutagènes	Le plomb ne semble pas avoir une action directe sur l'ADN pour des plombémies normalement rencontrées pour des personnes non professionnellement exposées.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>VME = VLEP8h = 0,1 mg/m<sup>3</sup> (France - 2004) pour le plomb métallique et ses composés</li> </ul>	
NQE		NQE-MA – Eaux de surface intérieures (eau douce) : 1,2 µg/L NQE-MA – Autres eaux de surface (eau marine) : 1,3 µg/L NQE -CMA (MAC)- Eaux de surface intérieures (eau douce) : 14 µg/L NQE-CMA (MAC) -Autres eaux surface (eau marine) : 14 µg/L	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	6,3E-04 mg/kg/j (INERIS, 2016 : ANSES, 2013) 3,6E-03 mg/kg/j (RIVM, 2001) 5,0E-04 mg/kg/j (Santé Canada, 2021)
		Inhalée	9,0E-04 mg/m <sup>3</sup> (INERIS, 2016 : ANSES, 2013) 5,0E-04 mg/m <sup>3</sup> (OMS, 2000) → moyenne annuelle
	VTR sans seuil	Ingérée	8,5E-03 (mg/kg/j) <sup>-1</sup> (INERIS, 2013 : OEHHA, 2011)
		Inhalée	1,2E-02 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (INERIS, 2016 : OEHHA, 2011)
Norme de potabilité	OMS (1993)	0,01 mg/L	
	UE (1998)	0,01 mg/L	
Sources			
1 -INERIS, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques (plomb et ses dérivés inorganiques), 2016			
2 -INRS, Fiche toxicologique n°294 (plomb et composés minéraux), 2020			

« Facteur de sécurité » définis dans l'étude de l'INERIS	
Vis-à-vis du critère de qualité environnemental	3 412 969 283
Vis-à-vis du critère de qualité « environnement local témoin »	4 436 860 068

## ff) Monographie du potassium

Monographie du Potassium	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-09-7
Numéro CE	231-119-8
Numéro Index	019-001-00-2
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Substances et mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables – Dégage au contact de l'eau des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément (H260)</li> <li>- Corrosion / irritation cutanée – Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves (H314)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	L'abondance de potassium dans la croûte terrestre est de 2,59%. Il n'est jamais trouvé libre dans la nature.
Sources anthropiques	La majeure partie du potassium métal est convertie par combustion directe en superoxyde de potassium. Il est utilisé dans la synthèse de composés de potassium inorganiques, comme réactif de laboratoire et en ensemencement de gaz de combustion dans des générateurs magnétohydrodynamiques.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal blanc brillant et mou
Solubilité dans l'eau	Réagit violemment avec l'eau
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Produit des gaz inflammables au contact de l'eau. Il peut s'enflammer au contact de l'eau ou de l'air humide.
Dans le sol	Aucune information disponible
Dans l'air	Le potassium (métal) réagit rapidement avec l'oxygène atmosphérique pour former du peroxyde de potassium.

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	Aucune information disponible
Voie orale	Lorsqu'il est pris par voie orale à partir d'une source alimentaire, le potassium est principalement absorbé par diffusion passive dans l'intestin grêle. Environ 90 % du potassium est absorbé.
Distribution	Le potassium est présent dans presque tous les tissus du corps. Environ 98 % du potassium est maintenu de manière intracellulaire dans les tissus musculaires, le foie et les globules rouges.
Elimination	Le potassium est excrété principalement dans l'urine, excrété en petites quantités dans les selles et de manière négligeable dans la transpiration.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Une exposition prolongée aux fumées peut causer des plaies de l'intérieur du nez et de la cloison nasale. Les fumées peuvent irriter les poumons et une bronchite peut se développer.
Voie orale	Un surdosage en potassium peut entraîner une hyperkaliémie chez des personnes présentant une altération de l'excrétion urinaire. L'hyperkaliémie peut être asymptomatique mais peut aussi causer des effets cardiovasculaires ou musculosquelettiques.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	Aucune information disponible	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Le potassium n'est pas classé mais le bromate de potassium est classé dans le groupe 2B (agent peut être cancérogène pour l'Homme) et le potassium bis(2-hydroxyethyl) dithiocarbamate est classé dans le groupe 3 (agent inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'Homme).
	US-EPA	Aucune information disponible

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Aucune information disponible
Effets mutagènes	Aucune information disponible

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>• VME = VLEP8h = 1 mg/m<sup>3</sup> (cyanure de potassium)</li> <li>• VLE = VLEPCT = 5 mg/m<sup>3</sup> (cyanure de potassium)</li> <li>• VLE = VLEPCT = 2 mg/m<sup>3</sup> (hydroxyde de potassium)</li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 -PUBCHEM (NIH), Potassium élémentaire, 2006			
2 -Drugbank, Potassium			
3 -Universalis, Propriétés physico-chimiques (potassium)			

## gg) Monographie du scandium

Monographie du Scandium	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-20-2
Numéro CE	231-129-2
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : - Solides inflammables – Matière solide inflammable (H228)
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le scandium est largement distribué et se produit en quantités infimes dans plus de 800 espèces minérales. Il peut être récupéré de la thortveitite ou extrait comme sous-produit des résidus de traitement de l'uranium.
Sources anthropiques	Il est utilisé pour de nombreuses applications, notamment dans des alliages avec l'aluminium pour des avions de chasse, des cadres de vélos ou encore en tant qu'iodure de scandium dans des lampes à vapeur de mercure.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal argenté qui se ternit à l'air
Solubilité dans l'eau	Se décompose dans d'eau
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Aucune information disponible
Dans le sol	Aucune information disponible
Dans l'air	Aucune information disponible

**Toxicocinétique**

Absorption		
	Voie pulmonaire	Aucune information disponible
	Voie orale	Aucune information disponible
	Distribution	Aucune information disponible
	Elimination	Aucune information disponible
Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)		
Effets systémiques		
	Voie respiratoire	Aucune information disponible
	Voie orale	Aucune information disponible
Effets cancérogènes		
	Effets cancérogènes	Aucune information disponible
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Aucune information disponible
	US-EPA	Aucune information disponible
Effets reprotoxiques et mutagènes		
	Effets reprotoxiques	Aucune information disponible
	Effets mutagènes	Aucune information disponible

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Aucune information disponible	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 -RSC (Royal Society of Chemistry), Periottic table (scandium)			

## hh) Monographie du sélénium

## Monographie du Sélénium

### Numéro d'identification

Numéro CAS	7782-49-2
Numéro CE	231-957-4
Numéro Index	034-001-00-2

### Etiquetage

	<p>Danger :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toxicité aigüe – Toxique en cas d'ingestion (H301)</li> <li>- Toxicité aigüe – Toxique par inhalation (H331)</li> <li>- Toxicité spécifique pour certains organes cibles (exposition répétée) – Risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition (H373)</li> <li>- Danger pour le milieu aquatique – Peut être nocif à long terme pour les organismes</li> </ul>
---	--

### Sources d'exposition

Sources naturelles	Les sources naturelles sont les gaz volcaniques et la métabolisation de certains composés inorganiques dans certaines plantes.
Sources anthropiques	Le sélénium est émis lors de la combustion de charbon et de pétrole, l'incinération de pneus, du papier et des ordures ménagères, les chauffages urbains et industries, les traitements des terres agricoles avec des fertilisants etc.

### Propriétés physico-chimiques

Aspect	Poudre, forme amorphe rouge ou noire, forme cristalline rouge ou grise.
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide nitrique
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Non volatil

### Comportement dans l'environnement

Dans l'eau	Le sélénium forme généralement des oxyanions et se comporte comme un anion. Dans les sédiments, le sélénium est généralement sous forme réduite et fortement liée : il reste relativement immobile tant que les sédiments ne sont pas oxydés chimiquement ou biologiquement. Dans les eaux souterraines profondes, la migration du sélénium est retardée par l'activité microbienne qui génère la formation des composés insolubles dans l'eau (précipitation).
Dans le sol	Le comportement du sélénium est influencé par les conditions redox, le pH, la présence d'oxydes, d'argile, de matières organiques et d'anions concurrents.
Dans l'air	Dans l'air, le sélénium prédomine sous forme particulaire, sauf pour les composés volatils, présents sous forme gazeuse.

**Toxicocinétique**

Absorption	
Voie pulmonaire	L'absorption par cette voie n'est pas quantifiée. C'est la voie principale d'exposition en milieu professionnel.
Voie orale	L'exposition au sélénium est essentiellement orale. L'absorption des différents composés est estimée entre 62% et 94% (séléniates).
Distribution	La distribution est similaire pour les dérivés organiques et inorganiques du sélénium. Le sélénium se distribue dans le foie et les reins, passe dans le lait maternel (quand la mère est exposée par voie orale) et le placenta.
Elimination	L'excrétion du sélénium est à la fois urinaire et fécale.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

Effets systémiques	
Voie respiratoire	Le système respiratoire est la principale cible par cette voie. Le cas d'intoxication professionnelle associe des symptômes non spécifiques (asthénie, irritabilité, perte de poids, tremblements...). Des atteintes gastro-intestinales, des effets cardio-vasculaires, une irritation de la peau ou des yeux sont aussi envisageables.
Voie orale	Les phanères et le système nerveux central sont les deux organes cibles principaux. Des cas de sélénose ont été décrits après une exposition par l'alimentation. Elle se caractérise par une odeur caractéristique d'ail dans l'air exhalé et dans les urines, des ongles épais et cassants, une chute de cheveux et des ongles, une diminution des taux d'hémoglobine, des dents à l'aspect tachetées, des lésions cutanées et des anomalies du système nerveux.

Effets cancérogènes		
Effets cancérogènes	La plupart des études menées chez l'Homme par voie orale n'a pas mis en évidence de relation entre la consommation de sélénium et l'incidence de cancer.	
Classement	Union Européenne	Le sélénite de nickel (II) est classé en catégorie 1. Le sélénium et d'autres de ses composés ont été étudiés mais n'ont pas été classés.
	IARC	L'IARC a classé le sélénium dans le groupe 3 (ne peut pas être classé pour sa cancérogénicité).
	US-EPA	L'US-EPA a classé le sélénium B2 pour le sulfure de sélénium (probablement cancérogène pour l'Homme) et D pour le sélénium et ses composés (ne sont pas classifiables).

Effets reprotoxiques et mutagènes	
Effets reprotoxiques	Aucun des composés évalués par l'UE n'a été classé pour des effets reprotoxiques
Effets mutagènes	Aucun des composés évalués par l'UE n'a été classé pour des effets génotoxiques

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>• VME = VLEP8h = 0,2 mg/m<sup>3</sup> (France - 1987) pour l'hexafluorure de sélénium</li> <li>• VME = VLEP8h = 0,05 ppm (France – 1987) pour l'hexafluorure de sélénium</li> <li>• VME = VLEP8h = 0,07 mg/m<sup>3</sup> (0,02 ppm) (France -VLEP réglementaire indicative 2004) pour le séléniure d'hydrogène</li> <li>• VLE = VLCT = 0,17 mg/m<sup>3</sup> (0,05 ppm) (France -VLEP réglementaire indicative 2004) pour le séléniure d'hydrogène</li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	5,0E-03 mg/kg/j (INERIS, 2011: US-EPA, 1991) 5,0E-03 mg/kg/j (ATSDR, 2003) 4,0E-03 mg/kg/j (OMS, 1993) 5,5E-03 mg/kg/j (Santé Canada, 2010) → (0,0055 de 0-6 mois, 0,006 de 6 mois à 5 ans, 0,0063 de 5 à 12 ans, 0,0062 de 12 à 20 ans, 0,0057 pour plus de 20 ans).
		Inhalée	Recommandation de l'INERIS de ne pas choisir la valeur de l'OEHHA car il s'agit d'une valeur transposée de voie à voie.
	VRT sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)	0,01 mg/L	
	UE (1998)	0,01 mg/L	
Sources			
1 -INERIS, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques (sélénium et ses composés), 2011			
2 -INRS, Fiche toxicologique n°150 (sélénium et composés), 2011			

## ii) Monographie du silicium

<b>Monographie du Silicium</b>	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-21-3
Numéro CE	231-130-8
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
Non classé	
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Il n'est pas naturellement présent sous sa forme élémentaire réduite car il subit une oxydation spontanée à l'air. Il ne se trouve pas à l'état libre dans la nature mais sous forme d'oxyde et de silicates.
Sources anthropiques	Aucune information disponible
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal gris et brillant
Solubilité dans l'eau	Solubilité dans l'eau très faible
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Pratiquement non volatil
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Le silicium oxydé sous forme de Si (IV) dans l'eau douce ou l'eau de mer peut se présenter à la fois en suspension et sous forme dissoute.
Dans le sol	L'adsorption de la silice dissoute sur le sol et les sédiments n'est pas élevée et elle est relativement mobile dans le sol. L'adsorption a lieu principalement sur les matériaux inorganiques. Une liaison très forte du silicium aux matériaux du sol peut avoir lieu si des espèces de silice dissoutes se forment avec d'autres éléments comme Al ou Mg et forment plusieurs types de minéraux argileux avec ces éléments.
Dans l'air	Le silicium est pratiquement non volatil dans l'environnement. La silice amorphe sous sa forme particulaire solide est une substance totalement non volatile et immobile. La silice dissoute est également non volatile et se répartit principalement dans les compartiments aquatiques et du sol.

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	Aucune information disponible
Voie orale	Aucune information disponible
Distribution	Aucune information disponible
Elimination	Aucune information disponible

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Pas de données sur l'Homme excepté des études sur des travailleurs exposés qui évaluaient la mortalité parmi les employés. Selon ces études, les expositions dans ce secteur industriel exercent une influence faible/négligeable sur la mortalité générale.
Voie orale	Aucune information disponible

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	Le silicium n'a pas été testé dans des études chroniques. Les données épidémiologiques humaines issues de la fabrication de ferrosilicium/silicium ne montrent aucune augmentation de l'incidence du cancer.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Aucune information disponible
	US-EPA	Aucune information disponible

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Les données animales disponibles sur la toxicité pour le développement ne suggèrent pas de toxicité pour le développement ou de tératogénicité.
Effets mutagènes	Le silicium n'a pas été testé pour sa mutagénicité. Des études in vivo et in vitro sur la mutagénicité des silices amorphes n'ont pas montré de réponses positives pertinentes.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>• VME = VLEP8h = 10 mg/m<sup>3</sup> (silicium et carbure de silicium)</li> <li>• VME = VLEP8h = 7 mg/m<sup>3</sup> ou 7 ppm (tétrahydure de silicium)</li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 -ECHA, Registration dossier (silicon)			

## jj) Monographie du sodium

<b>Monographie du Sodium</b>	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-23-5
Numéro CE	231-132-9
Numéro Index	011-001-00-0
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Substances et mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables – Dégage au contact de l'eau des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément (H260)</li> <li>- Corrosion / Irritation cutanée – Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves (H314)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Aucune information disponible
Sources anthropiques	Aucune information disponible
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal léger, blanc argenté
Solubilité dans l'eau	Réagit avec l'eau (danger d'explosion)
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Le sodium réagit très fortement avec l'eau (la demi-vie du sodium dans l'eau est inférieure à une heure). Le sodium peut être considéré comme une substance instable dans l'eau.
Dans le sol	Aucune information disponible
Dans l'air	Aucune information disponible

### Toxicocinétique

Absorption		
Voie pulmonaire	Le sodium ne devient pas disponible dans l'organisme du fait de sa dégradation quasi-instantanée au contact de la peau humide ou des muqueuses.	
Voie orale	(Cf. voie pulmonaire)	
Distribution	Aucune information disponible	
Elimination	Aucune information disponible	
Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)		
Effets systémiques		
Voie respiratoire	Aucune information disponible	
Voie orale	Aucune information disponible	
Effets cancérogènes		
Effets cancérogènes	Aucune information disponible	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Aucune information disponible
	US-EPA	Aucune information disponible
Effets reprotoxiques et mutagènes		
Effets reprotoxiques	Aucune information disponible	
Effets mutagènes	Il est techniquement impossible de mener une étude en raison des propriétés de la substance (réaction avec l'eau). Cependant, il existe des données sur les produits de dégradation du sodium comme l'hydroxyde de sodium.	

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air <ul style="list-style-type: none"> <li>● VME = VLEP8h = 0,05 mg/m<sup>3</sup> (fluroacétate de sodium)</li> <li>● VME = VLEP8h = 2 mg/m<sup>3</sup> (fluorure de sodium)</li> <li>● VME = VLEP8h = 2 mg/m<sup>3</sup> (hydroxyde de sodium)</li> <li>● VME = VLEP8h = 5 mg/m<sup>3</sup> (métabisulfite de sodium)</li> <li>● VME = VLEP8h = 1 mg/m<sup>3</sup> (tétraborate de sodium anhydre)</li> <li>● VME = VLEP8h = 5 mg/m<sup>3</sup> (tétraborate de sodium, décahydraté)</li> <li>● VME = VLEP8h = 1 mg/m<sup>3</sup> (tétraborate de sodium, pentahydraté)</li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 -ECHA, Registration dossier (sodium)			

## kk) Monographie du soufre

<b>Monographie du Soufre</b>	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7704-34-9
Numéro CE	231-722-6
Numéro Index	016-094-00-1
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : - Corrosion / irritation cutanée – Provoque une irritation cutanée (H315)
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le soufre est un élément inorganique qui, sous ses différentes formes (élémentaire, oxydé et réduit) représente environ 1,9% du poids total de la terre.
Sources anthropiques	Il est utilisé pour la fabrication de l'acide sulfurique. Le soufre dans le pétrole et le gaz de sulfure d'hydrogène constitue la source la plus importante de soufre élémentaire.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Substance solide de couleur jaune
Solubilité dans l'eau	Pratiquement insoluble dans l'eau (< 5 µg/L à 22 °C)
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Aucune information disponible
Dans le sol	La proportion de soufre organique et inorganique dans un échantillon de sol varie selon le type de sol et la profondeur de l'échantillonnage.
Dans l'air	Aucune information disponible

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	Il n'existe pas de données quantitatives pour la voie inhalée.
Voie orale	Le soufre est probablement d'abord transformé en sulfure d'hydrogène, par les bactéries du côlon, puis absorbé. Il n'existe pas de données quantitatives pour la voie orale.
Distribution	Chez le rat, le sulfure est transformé en sulfates par l'organisme et distribué principalement dans le cartilage, la trachée, la muqueuse intestinale, la peau et les organes génitaux.
Elimination	Aucune information disponible

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Aucune donnée n'est disponible chez l'Homme.
Voie orale	Les effets systémiques étaient absents après une exposition orale sub-chronique (28 jours et 90 jours) chez des animaux. Mais aucune donnée n'est disponible chez l'Homme.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	Les risques liés à l'exposition au soufre sont considérés comme très faibles en raison de la connaissance générale du produit chimique, de sa présence naturelle omniprésente et de sa faible toxicité aiguë. Il est donc jugé inutile de mener des études de cancérogénicité avec le soufre élémentaire.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Aucune information disponible
	US-EPA	Aucune information disponible

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Le soufre n'est pas classé comme reprotoxique.
Effets mutagènes	Le soufre n'est pas classé comme génotoxique selon les données disponibles.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>• VME = VLEP8h = 1000 ppm = 6000 mg/m<sup>3</sup> (hexafluorure de soufre)</li> <li>• VME = VLEP8h = 0,5 ppm = 1,3 mg/m<sup>3</sup> (dioxyde de soufre)</li> <li>• VLE = VLEP CT = 1 ppm = 2,7 mg/m<sup>3</sup> (dioxyde de soufre)</li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1998)		Aucune information disponible
Sources			
1 -ECHA, Registration dossier (sulfur)			
2 -Norman et al, Sulfur (agronomy monograph), 1982			
2 -Beat Meyer, Sulfur, Energy and Environment, 1977			

## II) Monographie du strontium

<b>Monographie du Strontium</b>	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-24-6
Numéro CE	231-133-4
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Substances et mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables – Dégage au contact de l'eau des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément (H260)</li> <li>- Corrosion / irritation cutanée – Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves (H314)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le strontium stable existe à l'état naturel dans les roches mères. On le trouve aussi en faible concentration dans les minerais de calcium et de baryum et, à l'état de traces, dans l'eau de mer.
Sources anthropiques	Des composés de strontium peuvent être utilisés dans la fabrication de produits en céramique et en verre, la pyrotechnie, la peinture, des médicaments et d'autres produits. Il peut également exister sous forme d'isotopes radioactifs. Le strontium 90, isotope le plus dangereux, est en quasi-totalité d'origine artificielle. Il provient des retombées de tirs atmosphériques dans l'environnement, des émissions accidentelles d'installations du cycle du combustible
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal dur de couleur blanche (strontium pur)
Solubilité dans l'eau	Se décompose dans l'eau et soluble dans l'alcool
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	En eau douce, sa forme dominante est Sr <sup>2+</sup> , très majoritairement présent dans la phase dissoute. Il possède une affinité faible pour les matières en suspension et les sédiments et donc une mobilité importante.
Dans le sol	La forme échangeable Sr <sup>2+</sup> prédomine. La mobilité de strontium est moyenne à assez forte. Le strontium est plus mobile et plus biodisponible dans les sols acides désaturés que dans les sols calcaires, alcalins.
Dans l'air	Les composés de strontium stables et radioactifs sont présents sous forme de poussière dans l'air. La majeure partie du strontium dans l'air se présente sous forme de strontium stable.

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	Plusieurs cas d'exposition de travailleurs ont prouvé que le strontium était absorbé par voie inhalée mais aucune description quantitative n'a été faite.
Voie orale	L'absorption du strontium ingérée a été estimée chez des humains sains ou des patients ayant ingérés du chlorure de strontium. Les résultats de ces études indiquent qu'environ 20 % (entre 11 et 28%) du strontium est absorbé par le tractus gastro-intestinal.
Distribution	La distribution du strontium absorbé dans le corps humain est similaire à celle du calcium avec une grande partie du strontium qui s'accumulera principalement dans les os. Le strontium peut être transféré au fœtus pendant la grossesse. Le strontium pénètre dans le lait maternel chez l'Homme et peut être transféré aux nouveaux nés pendant l'allaitement.
Élimination	Le strontium est éliminé du corps par l'urine, les matières fécales et la sueur. Lorsque le strontium est absorbé par voie orale, la partie qui ne traverse pas la paroi intestinale pour entrer dans la circulation sanguine est éliminée par les fèces.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	La toxicité par inhalation du strontium stable pur n'a pas été évaluée. Les conséquences du strontium radioactif dépendront de la solubilité du strontium. Les particules insolubles auront des effets locaux, sur les poumons allant de fibroses à des cancers. Le strontium soluble aura des effets similaires à la voie orale.
Voie orale	Il n'existe aucune preuve directe que le strontium stable soit toxique pour l'Homme dans des conditions normales. Des problèmes de croissance osseuse peuvent survenir chez les enfants qui mangent ou boivent des niveaux anormalement élevés de strontium car il interfère avec la minéralisation osseuse dans le squelette en développement. L'exposition au strontium radioactif peut entraîner des conséquences sur la santé variant selon la dose. Les effets néfastes se produisent à des niveaux d'exposition qui dépassent considérablement les niveaux de fond. Les effets les plus graves observés suite à une exposition orale sont des lésions nécrotiques et des cancers de l'os et des tissus adjacents.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	Aucune étude n'a examiné si le strontium stable est cancérogène pour les humains ou les animaux. Un composé du strontium, le chromate de strontium, est un cancérogène humain génotoxique par inhalation mais le danger est causé par le chrome hexavalent et non le strontium. Le strontium radioactif comme les autres radionucléides, est un cancérogène radiotoxique.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Le IARC classe le strontium radioactif dans le groupe 1 (cancérogènes pour l'Homme).
	US-EPA	L'US-EPA classe le strontium radioactif dans le groupe A (cancérogène humain connu).

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Les effets reprotoxiques du strontium stable sur l'Homme ou les animaux ne sont pas connus. Il n'existe pas de preuves concluantes sur les effets reprotoxiques du strontium radioactif sur l'Homme.
Effets mutagènes	Le chromate de strontium est un cancérigène humain génotoxique par inhalation mais le danger est causé par le chrome hexavalent et non par le strontium. Le strontium radioactif s'est aussi avéré génotoxique pour des cellules humaines dans des tests in vitro.

### Valeurs sanitaires et environnementales

VLE/VME		Aucune information disponible	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	6,0E-01 mg/kg/j (US-EPA, 1992)
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible

### Sources

1 -ATSDR, Toxicological profile of strontium, 2004

2 -IRSN, Fiche radionucléide (strontium 90 et environnement), 2005

**mm) Monographie du tantale**

Monographie du Tantale	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-25-7
Numéro CE	231-135-5
Numéro Index	
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Solides inflammables – Matière solide inflammable (H228)</li> <li>- Substances et mélanges auto-échauffants – Matière auto-échauffante en grandes quantités ; peut s'enflammer (H252)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le tantale est présent dans les minerais sous forme de pentoxydes mélangés avec des oxydes métalliques et non métalliques.
Sources anthropiques	Les sources anthropiques viennent notamment de l'exploitation de ces minerais (extraction). Il est utilisé dans les condensateurs en électronique, ainsi que dans les superalliages et les équipements exposés à de hautes températures ou à la corrosion.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal de couleur gris-bleu
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Le tantale est hautement insoluble dans l'eau et non disponible pour les espèces aquatiques.
Dans le sol	Aucune information disponible
Dans l'air	Aucune information disponible

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	Il a été rapporté que l'apport de tantale produisait de très faibles niveaux d'absorption par le système respiratoire.
Voie orale	Il a été rapporté que l'apport de tantale produisait de très faibles niveaux d'absorption par voie orale.
Distribution	Le tantale peut se distribuer dans tout l'organisme mais la majorité se situe dans les os.
Elimination	La majorité du tantale serait rapidement excrétée par le système gastro-intestinal ou les mécanismes de clairance pulmonaire.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Les seules études faites sur l'Homme pour la voie respiratoire correspondent à une exposition aigue.
Voie orale	Aucune information disponible

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	Le tantale ne nécessite pas de classification pour la cancérogénicité sur la base du fait que malgré son utilisation comme implant médical pendant un certain nombre d'années, aucun effet cancérogène n'a été observé.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Aucune information disponible
	US-EPA	Aucune information disponible

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	En fonction des études sur les animaux, le tantale n'a pas été classé pour la toxicité pour la reproduction ou le développement.
Effets mutagènes	Sur la base de résultats d'études, le tantale est considéré comme non mutagène.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>VME = VLEP8h = 5 mg/m<sup>3</sup></li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 -ECHA, Registration dossier (tantale)			
2 -BRGM (mineralinfo), Le tantale, 2012			

## **nn) Monographie du tellure**

<b>Monographie du Tellure</b>	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	13494-80-9
Numéro CE	236-813-4
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensibilisation respiratoire/cutanée- Peut provoquer une allergie cutanée (H317)</li> <li>- Toxicité aiguë – Nocif par inhalation (H332)</li> <li>- Toxicité pour la reproduction – Peut nuire à la fertilité (H360D)</li> <li>- Danger pour le milieu aquatique – Peut-être nocif à long terme pour les organismes aquatiques (H413)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Il peut se retrouver sous forme naturelle mais le plus souvent on le retrouve sous forme de tellurure d'or et combiné avec d'autres métaux.
Sources anthropiques	Il est utilisé pour de nombreuses applications : la fabrication d'aciers spéciaux, la fabrication du caoutchouc et des plastiques, dans l'électronique, comme alliage avec le plomb et le cuivre etc.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Poudre grise
Solubilité dans l'eau	Très peu soluble : 1,763 mg/L à 21°C
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Le tellure existe principalement sous forme de Te (IV) et Te (VI) dans les eaux naturelles et les échantillons géologiques et sa géochimie est considérée comme comparable à celle du sélénium.
Dans le sol	Dans la zone oxydative d'altération à la surface de la terre, le tellure est facilement oxydé en tellurites avec un pH de 3 à 8.
Dans l'air	Aucune information disponible

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	Le tellure peut être absorbé par voie pulmonaire.
Voie orale	Le tellure peut être absorbé par voie orale.
Distribution	Aucune information disponible
Elimination	Le tellure est excrété en partie par les reins, l'appareil gastro-intestinal et les poumons.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Lors d'une exposition industrielle, aucun cas sérieux d'intoxication au tellure n'a été rapporté. Les effets rapportés sont des effets aigus (irritation des yeux et des voies respiratoires, effets sur le foie et le système nerveux central).
Voie orale	Aucune information disponible

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	Aucune information disponible	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Aucune information disponible
	US-EPA	Aucune information disponible

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Une toxicité pour le développement a été observée dans des études sur des rats et des lapins.
Effets mutagènes	Dans une étude in vitro, le tellure n'a eu aucune activité mutagène dans les conditions d'essai utilisées.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Aucune information disponible	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1998)		Aucune information disponible

#### Sources

- 1 -ECHA, Registration dossier (tellurium)
- 2 -Edouard Bastarache, tellurium et composés, 2004
- 3 -ICSC, tellurium, 2000

## oo) Monographie du thorium

Monographie du Thorium	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-29-1
Numéro CE	231-139-7
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Matières solides et liquides comburants – Peut aggraver un incendie ; comburant (H272)</li> <li>- Toxicité aiguë – Nocif en cas d'ingestion (H302)</li> <li>- Corrosion / Irritation cutanée – Provoque une irritation cutanée (H315)</li> <li>- Lésions oculaires graves / irritation oculaire (H319)</li> <li>- Toxicité spécifique pour certains organes cibles (exposition unique) – Peut irriter les voies respiratoires (H335)</li> <li>- Toxicité spécifique pour certains organes cibles (exposition répétée) – Risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée (H373)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le thorium est un élément radioactif présent naturellement dans l'environnement (air, sol et eau) par le biais des éruptions volcaniques ou de poussières venant du sol.
Sources anthropiques	Le thorium non naturel provient principalement des opérations d'extraction, de broyage et de traitement de l'uranium et du thorium, du traitement de l'étain, du traitement de la roche phosphatée et de la production d'engrais phosphatés.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal gris, tendre et assez dense
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau (certains composés du thorium sont solubles)
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Dans les eaux douces, le thorium prédomine sous forme particulaire. Sa mobilité est donc entièrement dépendante du transfert physique des particules minérales sur lesquels il s'adsorbe ou co-précipite.
Dans le sol	Dans les sols, le thorium est fortement lié aux argiles, aux oxyhydroxydes de fer et à la matière organique. Ainsi, et du fait de sa très faible solubilité, la mobilité de cet élément est conditionnée à l'existence de colloïdes organo-minéraux complexants. Le thorium dans le sol ne se bioconcentrera pas dans les plantes.
Dans l'air	Le taux de dépôt dépendra des conditions météorologiques, de la taille et de la densité des particules et de la forme chimique des particules de thorium.

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	Elle représente la principale voie d'exposition. Bien que l'apport de thorium soit minime (<1%).
Voie orale	Le thorium a un faible taux d'absorption par le tractus gastro intestinal (de 0,1 à 1%).
Distribution	Il se distribue principalement aux ganglions lymphatiques et à la surface osseuse, et peut être retenu dans les poumons suite à une exposition par inhalation.
Elimination	La plupart du thorium inhalé est excrété dans les fèces après la clairance ciliaire des poumons vers le tube digestif. La plupart du thorium ingéré n'est pas absorbé.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Des maladies respiratoires ont été associées à l'exposition professionnelle au thorium. Des effets hépatiques ont été observés chez des travailleurs dans une étude.
Voie orale	Aucune donnée n'est disponible sur les effets du thorium sur l'Homme après ingestion par voie orale.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	Le cancer des poumons et des tissus producteurs de sang a été associé à une exposition professionnelle au thorium et à d'autres radionucléides.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Le IARC a classé dans le groupe 1 (cancérogènes pour l'Homme) les radionucléides internalisés qui émettent des particules alpha et le <sup>232</sup> Th.
	US-EPA	Aucune information disponible

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Aucune donnée sur l'Homme n'est disponible.
Effets mutagènes	Des informations limitées ont été trouvées concernant la génotoxicité du thorium. Sur la base des données humaines limitées (études sur des travailleurs), le thorium semble être un agent génotoxique.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Aucune information disponible	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 -ATSDR, Toxicological profile for thorium, 2019			
2 -IRSN, Fiche radionucléide (thorium 232 et son environnement), 2002			

## pp) Monographie du titane

Monographie du Titane	
Numéro d'identification	
Numéro CAS	7440-32-6
Numéro CE	231-142-3
Numéro Index	-
Etiquetage	
	Danger : - Solides inflammables – Matière solide inflammable (H228)
Sources d'exposition	
Sources naturelles	Le titane est présent dans la croûte terrestre (neuvième élément le plus abondant de la croûte terrestre). Cependant, il n'existe pas à l'état métallique dans la nature en raison de sa grande affinité pour l'oxygène et d'autres éléments.
Sources anthropiques	Il est principalement présent dans l'industrie aéronautique, dans la production de haute résistance et les alliages résistants à la corrosion. Il peut aussi être utilisé dans l'industrie de la chimie comme matériau de revêtement. Les principales sources de contamination de l'environnement général sont la combustion de combustibles fossiles et l'incération des déchets contenant du titane.
Propriétés physico-chimiques	
Aspect	Métal gris argenté
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau (1 µg/L)
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	0,23
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
Comportement dans l'environnement	
Dans l'eau	Aucune information disponible
Dans le sol	Aucune information disponible
Dans l'air	Aucune information disponible

**Toxicocinétique**

Absorption		
Voie pulmonaire	Les informations quantitatives sur l'absorption par inhalation sont manquantes.	
Voie orale	L'absorption par le tractus gastro-intestinal a lieu, mais l'ampleur de cette absorption n'est pas connue. Néanmoins, en se basant sur la concentration de titane trouvée dans les urines, l'absorption serait d'environ 3%.	
Distribution	Les concentrations les plus élevées de titane ont généralement été trouvées dans les poumons, suivis des reins et du foie. Le titane traverse le placenta.	
Elimination	La plupart du titane ingéré est éliminé sans être absorbé. Chez l'Homme, le titane est probablement excrété dans les urines.	
Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)		
Effets systémiques		
Voie respiratoire	Dans le milieu du travail, l'exposition se fait par inhalation et le titane est retenu dans les poumons. Mais aucun effet n'a pour l'instant été caractérisé. Les faibles fibroses observées sont susceptibles d'être dues à une exposition concomitante à d'autres composants.	
Voie orale	Aucune information disponible	
Effets cancérogènes		
Effets cancérogènes	Peu d'études ont été menées sur la cancérogénicité du titane et ses composés. Sur la base des études de cancérogénicité et toxicité à long terme, disponibles chez les rongeurs, il est conclu que le titane ne présente pas de risque de cancérogénicité par voie orale.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Aucune information disponible
	US-EPA	Aucune information disponible
Effets reprotoxiques et mutagènes		
Effets reprotoxiques	L'administration de titane soluble a perturbé la reproduction chez une étude de 3 générations sur des rats. Cependant, les effets tératogènes du titane n'ont pas été signalés.	
Effets mutagènes	Les informations disponibles sur la mutagénicité sont peu présentes en comparaison à un de ses composés : le dioxyde de titane qui ne provoque pas de génotoxicité <i>in vitro</i> ou <i>in vivo</i> .	

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>VME = VLEP8h = 10 mg/m<sup>3</sup> (dioxyde de titane)</li> </ul>	
NQE		Eau douce – PNEC chronique/AA-QSwater_eco = 0,002 mg/L	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 -IPCS-INCHEM, Critères de santé environnementale 24 (titane), 1982			
1 -ECHA, Registration dossier (titanium)			

## qq) Monographie du tungstène

Monographie du Tungstène	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-33-7
Numéro CE	231-143-9
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Solides inflammables – Matière solide inflammable(H228)</li> <li>- Substances et mélanges auto-échauffants – Matière auto-échauffante en grandes quantités ; peut s'enflammer (H252)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Le tungstène est naturellement présent dans l'environnement : dans les minéraux mais pas sous la forme de métal pur.
Sources anthropiques	De très nombreuses applications industrielles (matériau pour outils de coupe, miniers...), militaires (projectiles) et médicales (stents, implants).
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal couleur gris-acier à blanc cassé
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Dans l'eau, le tungstène métallique existera sous forme solide insoluble tandis que les composés du tungstène existent sous forme d'ions ou de solides insolubles.
Dans le sol	Une portion de tungstène dans le sol ne se dissout pas dans l'eau, mais reste lié et n'est pas susceptible de s'enfoncer plus profondément dans le sol et pénétrer dans les eaux souterraines. Le coefficient de sorption du tungstène suggère qu'il devrait avoir une mobilité modérée à faible dans le sol.
Dans l'air	Le tungstène est libéré dans l'air sous forme de fines particules.

**Toxicocinétique**
**Absorption**

Voie pulmonaire	L'absorption par voie pulmonaire n'a pas encore été quantifiée mais semble suffisamment important pour entraîner une augmentation des concentrations de tungstène dans le sang, les urines, les cheveux ou les ongles d'ouvriers exposés.
Voie orale	L'absorption digestive serait d'environ 66% (composés du tungstène non précisés). Les formes solubles semblent être mieux absorbées.
Distribution	La distribution n'est pas très étudiée chez l'Homme même si la présence de tungstène dans différents compartiments (sang, urine, cheveux ou ongles) atteste de sa répartition dans l'organisme. Cependant, chez l'animal il se distribue dans tout l'organisme préférentiellement dans les os et les reins et passe la barrière placentaire.
Elimination	La principale voie d'élimination du tungstène est la voie urinaire.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**
**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Les informations disponibles chez l'Homme se limitent à des expositions professionnelles aux poussières de tungstène en association avec d'autres métaux. Il est admis que les effets systémiques observés chez les salariés (maladie des métaux durs caractérisée par une rhinite spasmodique, asthme, toux...) résultent majoritairement de la toxicité des autres métaux. Pour les autres effets, il est souvent difficile de conclure car il est très souvent associé à d'autres métaux toxiques.
Voie orale	Dans un essai clinique, aucune activité pharmacologique du tungstate de sodium n'a été retenue en raison de l'absence d'effet observé.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	Une augmentation de la mortalité par cancer pulmonaire est observée chez des salariés exposés mais associé au cobalt contenant du carbure de tungstène.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Le cobalt métal contenant du carbure de tungstène est classé dans le groupe 2A (probablement cancérogènes pour l'Homme)
	US-EPA	Aucune information disponible

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Aucune étude épidémiologique n'a été identifiée pour les effets sur la fertilité ou le développement chez l'Homme, seules des données chez l'animal sont disponibles. Les études sur les animaux ne rapportent pas d'effets sur la reproduction ou sur le développement.
Effets mutagènes	Les résultats des différents tests de génotoxicité réalisés avec les composés du tungstène sont ambigus (des résultats positifs et d'autres négatifs), il est donc difficile de conclure sur la génotoxicité du tungstène.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Aucune information disponible	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	8,0E-04 mg/kg/j (Choix de l'INERIS : 2018, US EPA, 2015) pour les composés solubles du tungstène
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1998)		Aucune information disponible
Sources			
1 -INERIS, Rapport d'étude DRC-18-170856-11668A (profil toxicologique du tungstène et composés) ,2018			
2 -ATSDR, toxicological profile for tungsten,2005			

## rr) Monographie de l'uranium

Monographie de l'Uranium	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-61-1
Numéro CE	231-170-6
Numéro Index	092-001-00-8
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toxicité aigüe – Mortel en cas d'ingestion (H300)</li> <li>- Toxicité aigüe – Mortel par inhalation (H330)</li> <li>- Toxicité spécifique pour certains organes cibles (exposition répétée) – Risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée (H373)</li> <li>- Danger pour le milieu aquatique – Peut être nocif à long terme pour les organismes aquatiques (H413)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	L'uranium est trouvé dans les roches et minerais de toute la terre. L'uranium peut être libéré dans l'environnement par l'érosion éolienne et hydrique et les éruptions volcaniques.
Sources anthropiques	Les industries impliquées dans l'extraction, le broyage et le traitement de l'uranium peuvent être source d'émissions d'uranium dans l'environnement.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal lourd, blanc argenté, malléable, ductile.
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau et soluble dans les acides concentrés
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Le potentiel d'oxydoréduction de l'eau est important pour contrôler la mobilité de l'uranium. Les principaux processus abiotiques qui transforment l'uranium dans l'eau sont la formation de complexes et réactions d'oxydo-réduction. L'uranium présent dans les eaux de surface peut être transporté sur de grandes distances.
Dans le sol	La mobilité de l'uranium dans le sol et son transport vertical vers les eaux souterraines dépendent des propriétés du sol tels que le pH, le potentiel d'oxydo-réduction, les propriétés de sorption... La sorption de l'uranium dans la plupart des sols est telle qu'il peut ne pas s'infiltrer facilement de la surface du sol vers les eaux souterraines, en particulier dans les sols contenant de l'argile et de l'oxyde de fer. L'uranium a une mobilité moyenne dans les sols.
Dans l'air	Dans l'air, l'uranium existe sous forme de poussière. Les particules d'uranium présentes dans la poussière peuvent tomber dans l'eau, les plantes et les sols. La pluie augmente la quantité de dépôts au sol de l'uranium dans l'air.

**Toxicocinétique**
**Absorption**

Voie pulmonaire	L'absorption d'uranium est faible par inhalation. L'estimation de l'absorption de poussières contenant de l'uranium varie de 0,76 à 5%.
Voie orale	Seulement environ 0,1 à 6% de l'uranium qu'une personne ingère entrera dans la circulation sanguine à travers le tube digestif. Cette absorption varie en fonction de la solubilité de l'uranium.
Distribution	L'uranium absorbé se distribue dans tout le corps : les niveaux les plus élevés se trouvent dans les os (60% de l'uranium absorbé), le foie et les reins.
Elimination	La majorité de l'uranium ingéré et inhalé n'est pas absorbé et est éliminé dans les fèces (95%). L'uranium absorbé est éliminé dans les urines.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**
**Effets systémiques**

Voie respiratoire	La principale cible de l'uranium est le rein. Des lésions rénales ont été observées chez l'Homme et les animaux après avoir inhalé ou ingéré des composés d'uranium. Les composés d'uranium insolubles peuvent également endommager les voies respiratoires.
Voie orale	Des études épidémiologiques ont fourni des informations sur les niveaux d'uranium dans l'eau potable, il y avait souvent une large gamme de niveaux d'exposition ; ainsi, les études sur l'exposition humaine par voie orale ne fournissent pas de données dose-réponse fiables.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	Même si certaines études épidémiologiques ont constaté une association avec le cancer de différents tissus (notamment les poumons), le risque cancérigène attribuable aux effets chimiques reste faible et peu conclusif. Les études expérimentales ne permettent pas non plus de conclure.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	L'IARC n'a pas classé l'uranium mais a classé dans le groupe 3 (ne peut pas être classé quant à sa cancérogénicité pour l'Homme) les corps étrangers implantés en uranium appauvri.
	US-EPA	Aucune information disponible

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Les données existantes ne suggèrent pas d'effets néfastes sur la reproduction. Il n'y a pas d'études d'effets sur le développement chez l'Homme après une exposition à l'uranium.
Effets mutagènes	Il existe des données limitées concernant la génotoxicité in vivo chez l'Homme. Une cohorte a montré que les effets génotoxiques étaient relativement faibles après une exposition à de l'uranium. D'autres études ont fourni des preuves positives de clastogénicité. Des études complémentaires sont nécessaires pour conclure.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Aucune information disponible	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	2,0E-04 mg/kg/j (Choix INERIS 2017 : ATSDR 2013) pour les sels solubles pour une exposition sub-chronique 3,0E-03 mg/kg/j (US-EPA, 1989) pour les sels solubles 6,0E-04 mg/kg/j (Santé Canada, 2010) pour les sels solubles 2,0E-05 mg/kg/j (OEHHA, 2001) pour les sels solubles
		Inhalée	4,0E-05 mg/m <sup>3</sup> (Choix INERIS, 2017 : ATSDR 2013) pour les sels solubles 8,0E-04 mg/m <sup>3</sup> (Choix INERIS, 2017 : ATSDR 2013) pour les sels insolubles
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)	1,4 mg/L	
	UE (1998)	Non mentionnée	
Sources			
1 -ATSDR, Toxicological profile for uranium, 2013			
2 -IRSN, Fiche radionucléide (uranium naturel et environnement), 2010			

## ss) Monographie du vanadium

<b>Monographie du Vanadium</b>	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-62-2
Numéro CE	231-171-1
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
Non classé	
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Les sources d'exposition sont surtout naturelles : les minerais, la houille ou le pétrole.
Sources anthropiques	Déchets ou produits usinés (pétrochimie, métallurgie de l'aluminium, bitumes, goudrons, suies et cendres des centrales thermique, déchets comme les catalyseurs usagés ).
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Solide gris clair brillant
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Non volatil
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	<p>Le comportement du vanadium dans l'environnement est fonction de son degré d'oxydation. Il peut exister sous divers degrés d'oxydation : -1, 0, +2, +3, +4 et +5. Toutes les espèces ioniques du vanadium ont une forte tendance à se complexer et à s'adsorber sur les minéraux, les oxydes et les matières organiques.</p> <p>Le relargage naturel dans l'eau, ainsi que dans les sols, se produit principalement en raison de désagrégation des roches et de l'érosion des sols. Une absorption relativement élevée du vanadium sur les sédiments et les particules en suspension dans l'eau est envisageable (seul 0,001% du vanadium présent dans les océans persiste sous sa forme soluble).</p>
Dans le sol	La majorité du vanadium est adsorbée à la matière organique. Sa mobilité dans les sols est sous la dépendance du pH.
Dans l'air	Métal non volatil, le transport atmosphérique se fait sous forme particulaire.

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	L'absorption des dérivés du vanadium dépend de leur solubilité, de leur degré d'oxydation et de leur voie de pénétration. La voie pulmonaire est la principale voie de pénétration pour les travailleurs. Il s'agit bien souvent d'une exposition au pentoxyde de vanadium. Les composés solubles (dont le pentoxyde de vanadium) sont bien absorbés. Leur absorption est estimée à 25%.
Voie orale	L'absorption intestinale reste faible. Les sels de vanadium sont peu absorbés (< 1%)
Distribution	Le rein est le principal organe de stockage. Le vanadium est également retrouvé dans le foie et les poumons.
Elimination	Le vanadium ingéré est majoritairement éliminé dans les fèces sans être absorbé. Le peu de vanadium absorbé par voie orale est essentiellement excrété par voie urinaire.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Les organes cibles principaux sont les poumons et les yeux. Les effets respiratoires sont décrits chez des travailleurs exposés. Ce sont des effets locaux de type irritation des voies respiratoires (toux sèche, irritation du nez et de la gorge, bronchite...) et de la muqueuse oculaire et dans certains cas coloration noirâtre de la langue.
Voie orale	L'organe cible principal est le système cardiovasculaire et les organes cibles secondaires sont les reins et le système immunitaire. Quelques études sur volontaires sains ont été faites, les effets observés sont des effets gastro-intestinaux (crampes intestinales, douleurs abdominales, diarrhées).

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	La seule étude disponible chez l'Homme montre qu'aucune altération de l'ADN n'a été détectée dans le cadre d'une exposition professionnelle.	
Classement	Union Européenne	L'Union Européenne n'a pas classé le pentoxyde de vanadium.
	IARC	Le pentaoyde de vanadium est classé 2B (pourrait être cancérigène pour l'Homme)
	US-EPA	L'US-EPA n'a pas étudié le pentoxyde de vanadium.

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Il n'est pas classé et aucune donnée n'est disponible chez l'Homme.
Effets mutagènes	Le pentoxyde de vanadium est classé en catégorie 3 (substance préoccupante pour l'Homme en raison d'effets mutagènes) par l'UE pour son potentiel génotoxique

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>VME = VLEP8h = 0,05 mg/m<sup>3</sup> (vanadium poussières et fumées en V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) France-2007</li> </ul>	
NQE		Eau douce – PNEC chronique /AA-QSwater_eco = 0,0041 mg/l Eau marine – PNEC chronique/AA-QSwater_eco = 0,0041 mg/L Sédiments-PNEC/QSed = 23,6 mg/kg (poids sec) Sol-PNEC chronique = 0,032 mg/kg (poids sec)	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	9,0E-03 mg/kg/j (US-EPA, 1988) 2,0E-03 mg/kg/j (RIVM,2008)
		Inhalée	1,0E-03 mg/m <sup>3</sup> (INERIS, 2011: RIVM 2009) 1,0E-04 mg/m <sup>3</sup> (ATSDR, 2012)
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1998)		Aucune information disponible
Sources			
1 -INERIS, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques (vanadium et ses composés), 2012			

## tt) Monographie de l'yttrium

<b>Monographie du Yttrium</b>	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-65-5
Numéro CE	231-174-8
Numéro Index	-
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : - Solides inflammables – Matière solide inflammable (H228)
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	L'yttrium est présent dans les minéraux de terres rares (monazite et bastnaésite).
Sources anthropiques	L'yttrium est utilisé en métallurgie et pour la fabrication de certains alliages. Il a aussi des applications dans la fabrication des verres optiques et des céramiques. Son isotope radioactif (yttrium-90) a des utilisations médicales.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal argenté-métallique
Solubilité dans l'eau	1,3 mg/L à 20°C
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Aucune information disponible
Dans le sol	Aucune information disponible
Dans l'air	Il s'enflamme spontanément dans l'air.

### Toxicocinétique

#### Absorption

Voie pulmonaire	L'absorption d'yttrium métallique serait très limitée par voie pulmonaire : 1%.
Voie orale	L'absorption d'yttrium métallique serait très limitée par voie orale : 1%.
Distribution	Aucune information disponible
Elimination	Aucune information disponible

### Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)

#### Effets systémiques

Voie respiratoire	Aucune information disponible
Voie orale	Aucune information disponible

#### Effets cancérogènes

Effets cancérogènes	Aucune information disponible	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Aucune information disponible
	US-EPA	Aucune information disponible

#### Effets reprotoxiques et mutagènes

Effets reprotoxiques	Aucune étude de toxicité pour la reproduction avec l'yttrium n'est disponible. Mais des données sont existantes pour une substance apparentée : l'oxyde d'yttrium. Les résultats de l'étude sur l'oxyde d'yttrium rapporte que celui-ci ne pas être classé comme reprotoxique.
Effets mutagènes	Aucune étude de génotoxicité n'est disponible avec l'yttrium. Aucun effet mutagène n'est observé lors des études faites sur l'oxyde d'yttrium.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>VME = VLEP8h = 1 mg/m<sup>3</sup></li> </ul>	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 – Echa, Registration dossier (yttrium)			
2 – Universalis, yttrium			

## uu) Monographie du zinc

Monographie du Zinc	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-66-6
Numéro CE	231-175-3
Numéro Index	030-001-00-9
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Danger pour l'environnement – Très toxique pour les organismes aquatiques (H400)</li> <li>- Danger pour l'environnement – Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme (H410)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Il est présent naturellement dans les roches. Il entre naturellement dans l'atmosphère à partir : du transport par le vent de particules du sol, des éruptions volcaniques, des feux de forêts, d'émission d'aérosols marins.
Sources anthropiques	Les apports anthropiques résultent de trois groupes d'activités : les sources minières et industrielles, les épandages agricoles et d'autres activités comme le trafic routier.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Solide (métal blanc bleuté)
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau soluble dans l'acide acétique et les solutions alcalines
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Le chlorure de zinc et le sulfate de zinc sont très solubles dans l'eau, mais peuvent s'hydrolyser en solution pour former un précipité d'hydroxyde de zinc.
Dans le sol	Le zinc s'accumule à la surface des sols. Le gradient de zinc diminue puis croit avec la profondeur parallèlement avec la teneur en argile et en fer. Le zinc sous forme soluble, comme le sulfate de zinc, est assez mobile dans la plupart des sols (peu de sols présentent du zinc sous forme soluble). Le déplacement du zinc vers l'eau souterraine est très lent.
Dans l'air	Les interactions atmosphériques sont plus importantes pour les particules de petit diamètre. Les émissions atmosphériques de zinc devraient se dissiper rapidement en raison de dépôt sur le sol et les eaux de surface.

### Toxicocinétique

Absorption		
Voie pulmonaire	L'absorption pulmonaire n'a pas été quantifiée chez l'Homme mais dépend de la taille et de la solubilité des particules.	
Voie orale	L'absorption gastrointestinale varie de 8 à 81% en fonction de divers paramètres comme les caractéristiques chimiques du composé (solubilité), le taux de zinc corporel, la nourriture ou le poids corporel de la personne.	
Distribution	Initialement, le zinc est concentré dans le foie puis se distribue à tout l'organisme en particulier dans la prostate, le pancréas, les os, les muscles, la peau et la rétine. Le zinc traverse lentement la barrière placentaire et est présent dans le lait maternel.	
Élimination	La voie d'élimination du zinc inhalé est peu connue. Une faible partie est éliminée par voie urinaire. Le zinc ingéré est excrété principalement dans les fèces.	
Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)		
Effets systémiques		
Voie respiratoire	Peu de choses sont connues sur la toxicité à long terme du zinc par inhalation. L'organe cible est le poumon.	
Voie orale	Les organes cibles principaux sont le tractus gastro-intestinal (crampes d'estomac, nausées et vomissements), le sang (anémie) et le système immunitaire (altération de la réponse immunitaire).	
Effets cancérogènes		
Effets cancérogènes	Des études en milieu professionnel n'ont pas montré d'augmentation significative de l'incidence des cancers en relation avec l'exposition au zinc.	
Classement	Union Européenne	Le zinc et ses dérivés sont non classés
	IARC	Le zinc et ses dérivés n'ont pas fait l'objet d'une classification
	US-EPA	Le zinc et ses dérivés classés en classe D (substances non classifiables quant à leur cancérogénicité pour l'Homme).
Effets reprotoxiques et mutagènes		
Effets reprotoxiques	Aucune donnée disponible pour la reprotoxicité du zinc par voie respiratoire. Par voie orale, une seule étude met en évidence des troubles du développement induits par une exposition au zinc mais la portée de cette étude reste limitée (protocole peu détaillé).	
Effets mutagènes	Certains composés du zinc ont été examinés par l'Union Européenne mais n'ont pas été classés.	

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Air : <ul style="list-style-type: none"> <li>● VME = VLEP8h = 1 mg/m<sup>3</sup> (chlorure de zinc, fumées)</li> <li>● VME = VLEP8h = 5 mg.m<sup>-3</sup> (oxyde de zinc, fumées)</li> <li>● VME = VLEP8h = 10 mg/m<sup>3</sup> (oxyde de zinc, poussières)</li> <li>● VME = VLEP8h = 10 mg/m<sup>3</sup> (stéarate de zinc)</li> </ul>	
NQE		Eau douce – PNEC chronique/AA-QSwater_eco = 0,0078 mg/L Eau marine- PNEC chronique = 0,0078 mg/L Sédiments = PNEC/QSed = 37 mg/kg (poids sec) Sol – PNEC = 26 mg/kg (poids sec)	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	3,0E-01 mg/kg/j (INERIS 2004: US-EPA, 1992 et ATSDR, 2005) 5,0E-0A mg/kg/j (RIVM, 2001) 5,7E-01 mg/kg/j (Santé Canada,2010) → (0,49 de 0 à 0,5 ans, 0,48 de 0,6 à 4 ans, 0,48 de 5 à 11 ans, 0,54 de 12 à 19 ans et 0,57 de 20 à plus)
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		3 mg/L
	UE (1998)		Non mentionnée
Sources			
1 -INERIS, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques (zinc et ses dérivés), 2005			
2 -INRS, Fiche toxicologique n°75 (zinc et ses composés minéraux), 2020			
3 -ATSDR, Toxicological Profile for zinc, 2005			

## vv) Monographie du zirconium

Monographie du Zirconium	
<b>Numéro d'identification</b>	
Numéro CAS	7440-67-7
Numéro CE	231-176-9
Numéro Index	040-001-00-3
<b>Etiquetage</b>	
	Danger : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liquides pyrophoriques – S'enflamme spontanément au contact de l'air (H250)</li> <li>- Substances et mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables – Dégage au contact de l'eau des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément (H260)</li> </ul>
<b>Sources d'exposition</b>	
Sources naturelles	Il peut être retrouvé dans les minéraux de terres rares.
Sources anthropiques	Le zirconium est utilisé dans un certain nombre d'alliages métalliques, d'amorces explosives et d'ampoules flash. Ses alliages sont employés dans des applications nucléaires.
<b>Propriétés physico-chimiques</b>	
Aspect	Métal gris-blanc ou une poudre bleu-noir
Solubilité dans l'eau	Insoluble dans l'eau (< 0,05 mg/L), légèrement soluble dans les acides
Coefficient de partage (octanol/eau) = log Kow	Non applicable
Coefficient de partage (carbone organique/eau) = Koc	Non applicable
Volatilité	Aucune information disponible
<b>Comportement dans l'environnement</b>	
Dans l'eau	Dans l'eau, le zirconium a tendance à former différentes formes complexes. De plus, selon le pH, la concentration en zirconium et la nature des minéraux environnants, il peut polymériser pour former des ponts hydroxo.
Dans le sol	Le zirconium présente une forte affinité pour la phase solide de la particule de sol.
Dans l'air	Aucune information disponible

**Toxicocinétique**

**Absorption**

Voie pulmonaire	L'absorption de composés de zirconium insolubles après inhalation est faible.
Voie orale	L'absorption gastro-intestinale du zirconium est négligeable.
Distribution	Le zirconium est largement distribué notamment dans le foie et la graisse corporelle. Il semble capable de traverser la barrière hémato-encéphalique et le placenta, et donc d'atteindre le fœtus.
Elimination	La faible quantité de zirconium absorbée semble excrétée principalement par les fèces et dans une moindre mesure, par voie urinaire (< 1%). Les particules non absorbées sont excrétées via l'urine.

**Relation dose-réponse (Exposition chroniques sur l'Homme)**

**Effets systémiques**

Voie respiratoire	Une inhalation prolongée ou répétée de particules de zirconium pourrait causer des effets sur les poumons. Cependant, les études sur l'exposition industrielle aux composés de zirconium n'ont trouvé aucune preuve d'altération de la fonction pulmonaire bien que des cas individuels de maladie pulmonaire induite par le zirconium ont été signalés.
Voie orale	Il n'y a pas de données concernant l'ingestion chronique de zirconium ou de ses composés.

**Effets cancérogènes**

Effets cancérogènes	Il n'existe aucune preuve concernant la cancérogénicité du zirconium chez l'Homme.	
Classement	Union Européenne	Aucune information disponible
	IARC	Aucune information disponible
	US-EPA	Aucune information disponible

**Effets reprotoxiques et mutagènes**

Effets reprotoxiques	Il n'existe aucune preuve concluante que le zirconium soit reprotoxique chez l'Homme. Il n'est pas classé comme reprotoxique.
Effets mutagènes	Aucune étude pertinente n'est disponible pour évaluer la mutagénicité du zirconium. Les seules études faites in vitro présentent des résultats négatifs.

Valeurs sanitaires et environnementales			
VLE/VME		Aucune information disponible	
NQE		Aucune information disponible	
VTR	VTR à seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
	VTR sans seuil	Ingérée	Aucune information disponible
		Inhalée	Aucune information disponible
Norme de potabilité	OMS (1993)		Aucune information disponible
	UE (1997)		Aucune information disponible
Sources			
1 -ECHA, Registration dossier (zirconium)			
2 -UK PID (INCHEM), zirconium, 1998			