

Etude de Zone de l'Estuaire de l'Adour



Annexe 14 Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)

Sommaire

1.	Recherche des valeurs toxicologiques de référence.....	4
1.1.	VTR et Valeurs guides retenues pour l'étude des effets par inhalation.....	5
1.1.1.	Poussières	5
1.1.1.1.	Pollution atmosphérique particulaire urbaine.....	5
1.1.1.2.	Particules émises par les moteurs diesels.....	6
1.1.2.	Oxydes de soufre et d'azote	7
1.1.3.	Monoxyde de carbone.....	7
1.1.4.	Métaux lourds.....	7
1.1.4.1.	Chrome	7
1.1.4.2.	Mercure.....	7
1.1.4.3.	Plomb.....	7
1.1.4.4.	Autres métaux lourds ne disposant pas de VTR par inhalation.....	8
1.1.5.	Composés Organiques Volatils.....	8
1.1.6.	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).....	9
1.1.7.	Synthèse des VTR et Valeurs guides retenues par inhalation.....	11
1.1.7.1.	Polluants atmosphériques "classiques"	11
1.1.7.2.	Métaux lourds	12
1.1.7.3.	COV et HAP.....	18
1.1.7.4.	Autres	21
1.1.8.	VTR et Valeurs guides retenues pour l'étude des effets par ingestion	22
1.1.8.1.	Composés Organiques Volatils (COV)	22
1.1.8.2.	Métaux lourds	22
1.1.8.2.1.	Mercure	22
1.1.8.2.2.	Chrome.....	22
1.1.8.2.3.	Cas particulier du plomb.....	23
1.1.8.2.4.	Métaux lourds ne disposant pas de VTR par ingestion	23
1.1.8.3.	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).....	23
1.1.8.4.	Synthèse des VTR et Valeurs guides retenues par ingestion.....	24
1.1.8.4.1.	Métaux lourds	24
1.1.8.4.2.	Autres	29
2.	Traceurs des risques sanitaires retenus	30
2.1.	Méthode de choix des polluants traceurs des risques sanitaires	30
2.2.	Sélection des traceurs de risque	32

1. Recherche des valeurs toxicologiques de référence

Les professionnels de la santé publique utilisent des valeurs toxicologiques de référence (VTR) afin de caractériser certains risques sanitaires encourus par les populations. Ces VTR sont des indices qui établissent la relation entre une dose externe d'exposition à une substance toxique et la survenue d'un effet nocif. Avant de choisir et d'utiliser une VTR, il est nécessaire de s'assurer de sa pertinence pour le contexte étudié.

Le choix de la VTR est, à l'heure actuelle, guidé par (par ordre de priorité) :

- ▶ les VTR construites¹ et sélectionnées² par l'ANSES.
- ▶ les "Fiches toxicologiques et environnementales" publiées par l'INERIS sur son portail substances chimiques dont la création ou la mise à jour est postérieure au "Point sur les VTR" de mars 2009 et dans lesquelles l'INERIS a fait un choix de VTR.
- ▶ la circulaire du 30 mai 2006 (en cours de révision) relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact.
- ▶ le rapport d'étude du 17/03/2009 de l'INERIS intitulé "Point sur les valeurs toxicologiques de référence (VTR) sous réserve qu'il n'y ait pas eu de nouvelle VTR depuis 2009 (cf. fiches toxicologiques et environnementales, point suivant) - VTR disponibles pour les substances ayant fait l'objet d'une fiche de données toxicologiques environnementales de l'INERIS - Choix et construction de VTR par l'INERIS".

Les VTR sont spécifiques d'un effet, d'une voie et d'une durée d'exposition.

***NB : une nouvelle mise à jour des VTR sera réalisée lors de la phase 5 de l'étude de zone : Evaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS).** Par ailleurs, il est à noter que la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/14 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués n'a pas pu être prise en compte dans les délais prévus par la phase 1 de l'étude de de zone.

On distingue deux sortes de VTR, les VTR des effets à seuil et les VTR des effets sans seuil :

- ▶ un **effet à seuil** est un effet qui survient au-delà d'une certaine dose administrée de produit. En deçà de cette dose, le risque est considéré comme nul. Ce sont principalement les effets non cancérogènes et cancérogènes non génotoxiques qui sont classés dans cette famille. Au-delà du seuil, l'intensité de l'effet croît avec l'augmentation de la dose administrée.
- ▶ un **effet sans seuil** se définit comme un effet qui apparaît potentiellement quelle que soit la dose reçue. La probabilité de survenue croît avec la dose, mais l'intensité de l'effet n'en dépend pas. L'hypothèse classiquement retenue est qu'une seule molécule de la substance toxique peut provoquer des changements dans une cellule et être à l'origine de l'effet observé. A l'origine, la notion d'absence de seuil était associée aux effets cancérogènes génotoxiques uniquement.

¹ <http://www.anses.fr/fr/documents/ANSES-Ft-ConstructionVTR.pdf>

² ANSES-Ft-SelectionVTR

En utilisant les documents cités et la base de données de l'INVS (Institut National de Veille Sanitaire, sous la tutelle du Ministère de la Santé) " FURETOX ", une recherche des VTR a été réalisée pour les substances rejetées.

1.1. VTR et Valeurs guides retenues pour l'étude des effets par inhalation

1.1.1. Poussières

1.1.1.1. Pollution atmosphérique particulaire urbaine

En l'absence d'analyse granulométrique, les PM10³ et les PM2,5⁴ seront assimilées aux poussières totales pour l'ensemble de ces points, ce qui est majorant.

A l'heure actuelle, il n'existe pas de VTR pour les PM2,5 et les PM10 urbaines.

En l'absence de VTR, les valeurs guides et valeurs réglementaires offrent des points de repères quant aux concentrations dans l'air ambiant. Ce ne sont cependant en aucun cas des VTR.⁵

► Valeurs guides de l'OMS (2005)

L'Organisation mondiale de la santé produit régulièrement des valeurs guides (air quality guidelines, parfois également traduit par " lignes directrices "). Ces valeurs guides sont fondées sur l'évaluation par des experts des données scientifiques disponibles au moment de leur élaboration. Elles visent à " informer les responsables de l'élaboration des politiques et à fournir des cibles appropriées à toute une série d'actions à mener pour la prévention de la pollution atmosphérique dans les différentes parties du monde ".⁶

Pour ce qui concerne la pollution atmosphérique particulaire, l'OMS a retenu deux types de valeurs guides : l'une porte sur les niveaux moyens annuels dans l'air ambiant, et l'autre porte sur les niveaux moyens journaliers. Ces valeurs guides sont déclinées pour les PM10 et les PM2,5.

Pour ce qui concerne les **niveaux moyens annuels**, la valeur guide fixée par l'OMS est de **10 µg/m³ pour les PM2,5, et 20 µg/m³ pour les PM10**. L'OMS indique que " bien que les effets indésirables sur la santé ne puissent pas être entièrement écartés au-dessous de ces concentrations, [elles] représentent les concentrations [...] dont on a non seulement montré qu'elles étaient atteignables dans les grandes régions urbaines des pays très développés, mais qui, si elles sont atteintes, devraient également permettre de réduire considérablement les risques sanitaires ". **Par conséquent, ces valeurs guides ne peuvent être assimilées à des valeurs toxicologiques de référence (VTR).**

³ Les PM10 représentent la catégorie de particules dont le diamètre est inférieur à 10 micromètres (fraction inhalable)

⁴ Les PM2,5, ou très fines particules, ont un diamètre inférieur à 2,5 micromètres progressent plus profondément dans l'appareil respiratoire.

⁵ www.sante.gouv.fr, Décembre 2007 - Observatoire des pratiques de l'évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact

⁶ Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre.

Mise à jour mondiale 2005. Synthèse de l'évaluation des risques. Organisation mondiale de la santé 2006 ; 21 pages.
http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_fre.pdf

► Valeurs réglementaires en droit français

Les valeurs réglementaires qui s'appliquent en France sont celles de l'article R221-1 du Code de l'environnement.

Cet article fixe un **objectif de qualité à 30 µg/m³ en moyenne annuelle pour les PM10 et de 10 µg/m³ pour les PM2,5.**

Selon la terminologie précisée par l'article L221-1 du code l'environnement, cet objectif de qualité correspond à " un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement, à atteindre dans une période donnée".

Des **valeurs limites**, correspondant au " niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement " sont également fixées pour les **PM10 et les PM2,5**. Ces valeurs limites sont de :

► PM10 :

- ▷ **40 µg/m³ en moyenne annuelle**
- ▷ **50 µg/m³ pour le percentile 90,4 des teneurs journalières** (c'est-à-dire le niveau ne devant pas être dépassé plus de 35 jours par an).

► PM2,5 : 25 µg/m³ en moyenne annuelle

Elles sont applicables au 1er janvier 2005.

► Textes européens

Le parlement européen a arrêté en deuxième lecture le 11 décembre 2007 une position en vue de l'adoption de la directive 2008/.../CE du Parlement européen et du Conseil concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe.⁷

Pour ce qui concerne les **PM2,5**, pour lesquelles il n'existait aucune valeur réglementaire européenne jusque-là, ce texte indique une **valeur cible** (" niveau fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée ") de **25 µg/m³ en moyenne annuelle**, à respecter au 1er janvier 2010. Il indique également des **valeurs limites** (" niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint ") de **25 µg/m³ en moyenne annuelle**, à respecter au **1^{er} janvier 2015**, et de **20 µg/m³ en moyenne annuelle**, à respecter au 1^{er} janvier 2020.

1.1.1.2. Particules émises par les moteurs diesels

Le Centre international de recherche sur le cancer a classé les gaz d'échappement des moteurs diesels (contenant entre autres des particules) dans la catégorie 2A (probablement cancérigène chez l'Homme)⁸.

⁷ <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=TA&reference=P6-TA-2007-0596&language=FR&ring=A6-2007-0398#BKMD-21>

⁸ Volume 46 Diesel and Gasoline Engine Exhausts and Some Nitroarenes; Centre international de recherché sur le cancer 1989; 458 pages.

<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol46/volume46.pdf>

Des VTR sont en outre disponibles pour les particules émises par les moteurs diesels (Circulaire DGS 2005-273, Annexe III) :

- ▶ Voie respiratoire avec seuil : VTR (mg/m^3) 5.10^{-3} (source : EPA 2003) et $5,6.10^{-3}$ (source : OMS 1996)
- ▶ Voie respiratoire sans seuil : VTR $3,4.10^{-5}$ (source : OMS 1996)

1.1.2. Oxydes de soufre et d'azote

Pour deux des substances considérées (SO_2 , NO_x), aucune VTR adaptée à une exposition chronique par inhalation n'a été trouvée dans les sources de données consultées. A défaut, l'étude se limitera à une analyse qualitative des résultats de la dispersion atmosphérique par rapport aux valeurs guides de l'OMS (recommandées par l'INERIS) à savoir :

- ▶ $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne journalière) pour le SO_2 ;
- ▶ $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne annuelle) pour le NO_x

1.1.3. Monoxyde de carbone

Aucune VTR, ni valeur guide, ni effet chronique dans la littérature n'ayant été recensée pour le monoxyde de carbone (CO), les concentrations dans l'air calculées par dispersion feront l'objet d'une rapide analyse qualitative à partir de la Valeur Limite pour une exposition moyenne de 8 heures définie par le Code de l'Environnement. Cette valeur est identique à la VLEP de l'INRS ($10\ 000 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

1.1.4. Métaux lourds

1.1.4.1. Chrome

A défaut de mesure du chrome III, le chrome total sera assimilé au chrome III dans la suite de l'étude.

Il est à noter que les flux en chrome VI (quoique minoritaire est beaucoup plus toxique) ont été caractérisés.

1.1.4.2. Mercure

Le mercure (Hg) est considéré comme toxique par inhalation dans sa forme élémentaire et métallique (Hg II).

1.1.4.3. Plomb

L'ANSES dans son avis de 2013⁹ fixe une valeur de référence de $15 \mu\text{g}/\text{l}$ de sang et a extrapolé une concentration correspondante de $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'inhalation.

La seule VTR disponible pour les effets cancérigènes du plomb par Inhalation est l'ERUi de l'OEHHA ($1,2.10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$). Or, il s'avère que le plomb est un cancérigène à seuil. Ainsi, l'INERIS conseille de ne pas retenir la VTR de l'OEHHA (Note sur le plomb, 2002).

⁹ ANSES, Expositions au plomb : effets sur la santé associés à des plombémies inférieures à $100 \mu\text{g}/\text{L}$, janvier 2013, p.60/137

1.1.4.4. Autres métaux lourds ne disposant pas de VTR par inhalation

En l'absence de VTR dans les sources consultées, ou de valeur guide ou valeurs limites, certains métaux lourds ne seront pas considérés dans l'étude :

Substance	N° CAS
ALUMINIUM AL	7429-90-5
ETAIN SN	7440-31-5
THALLIUM TI	7440-28-0
TELLURE TE	13494-80-9
ZINC	7440-66-6

Tableau 1 : Autres métaux lourds ne disposant pas de VTR par inhalation

1.1.5. Composés Organiques Volatils

Les Composés Organiques Volatils (COV) sont une famille de substances qu'il faut traiter individuellement pour évaluer les risques pour la santé. Aussi, l'ensemble des VTR des composés mis en évidence (naphtalène, méthane, etc.) a été recherché et prises en compte dans la suite de l'étude.

Toutefois, quantifier les risques sanitaires de ces composés est en général impossible en l'absence de données de référence. Classiquement, lorsque la composition des COV n'est pas connue, l'hypothèse est d'assimiler l'ensemble des COV à du benzène ce qui est majorant. C'est donc l'approche qui a été adoptée pour les rejets des installations de combustion où les rejets de COV n'ont pas été caractérisés.

Cependant, la quantité de benzène émise n'est pas représentative de l'intégralité des COV émis. De plus, les VTR du benzène ne sont pas représentatives des VTR des autres COV quand elles existent.

1.1.6. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) sont une famille de composés à plusieurs noyaux benzéniques produits sous forme de mélanges complexes. Les plus légers ne seraient pas cancérogènes mais l'un d'entre eux (le naphthalène) peut avoir des effets à seuil par inhalation.

L'INERIS recommande¹⁰ de retenir l'Excès de Risque Unitaire (ERUi) du Benzo(a)pyrène (BaP) et l'ERUi de $1,1 \cdot 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ proposé par l'OEHHA, et d'appliquer des Facteurs d'Equivalent Toxique (FET).

La VTR de l'OMS de $8,7 \cdot 10^{-2} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ n'est pas retenue dans la mesure où elle a été établie pour des effets liés à une exposition à un mélange de cokeries contenant des HAPs et non pour les effets spécifiques liés au BaP.

Aussi, pour les effets sans seuil, les valeurs rapportées pour exprimer la toxicité des HAP sont calculés en équivalent toxique :

$$C_x = \sum C_i \cdot FET_i$$

Avec :

C_x	:	Concentration du mélange
C_i	:	Concentration du congénère i (issues des mesures Bureau Veritas)
FET_i	:	Facteur international d'Equivalent Toxique du congénère i

¹⁰ Rapport d'étude INERIS-DRC-03-47026-ETSC-BDo-N°03DR177, "Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs), Évaluation de la relation dose-réponse pour des effets cancérogènes : Approche substance par substance (facteurs d'équivalence toxique - FET) et approche par mélanges", INERIS, 2003

Tableau 2 : Facteurs d'Equivalents Toxique (FET) pour les HAP

Substances	Nisbet et LaGoy, 1992	Proposition INERIS
Acénaphène	0,001	0,001
Acénaphthylène	0,001	0,001
Anthracène	0,01	0,01
Benz[a]anthracène	0,1	0,1
Benzo[a]pyrène	1	1
Benzo[b]fluoranthène	0,1	0,1
Benzo[g,h,i]perylène	0,01	0,01
Benzo[k]fluoranthène	0,1	0,1
Chrysène	0,01	0,01
Coronène	0,001	0,001
Cyclopenta[c,d]pyrène	0,1	0,1
Dibenz[a,c]anthracène	0,1	0,1
Dibenz[a,h]anthracène	5	1
Fluoranthène	0,001	0,001
Fluorène	0,001	0,001
Indeno[1,2,3-cd]pyrène	0,1	0,1
Naphtalène	0,001	0,001
Phénanthrène	0,001	0,001
Pyrène	0,001	0,001

Il a été choisi de se conformer à la proposition de l'INERIS.

Comme la somme des HAP est calculable à l'aide des Facteurs d'Equivalent Toxique, celle-ci est retenue comme traceur de risque des effets sans seuil des HAP par inhalation et par ingestion. Conformément aux recommandations de l'INERIS, ces effets seront rapprochés de ceux du Benzo(a)pyrène.

Le tableau ci-après présente pour chaque composé, les VTR par inhalation (exposition chronique > 1 an et exposition aiguë) ou VG (Valeurs Guides recommandées par l'OMS, Air Quality Guidelines for Europe) associées retenues pour l'étude avec leur type, leur origine et leur date d'élaboration.

Remarque : les VTR ou VG retenues sont celles mentionnées dans la colonne « VTR (ou VG) » du tableau ci-dessous. Lorsque plusieurs valeurs sont présentés dans cette colonne, la colonne « Source » indique laquelle de ces valeurs est finalement retenue.

1.1.7. Synthèse des VTR et Valeurs guides retenues par inhalation

1.1.7.1. Polluants atmosphériques "classiques"

Tableau 3 : VTR et Valeurs guides retenues par inhalation (Polluants atmosphériques "classiques")

Substance	N° CAS	Effets à seuil				Effets sans seuil			
		Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR (ou VG)	Source	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	ERU	Source
POLLUANTS ATMOSPHERIQUES "CLASSIQUES"									
POUSSIERES PM10	-	Inhalation (chronique)	Système respiratoire	VG = 20 µg/m ³	OMS (2005)				
POUSSIERES PM2,5	-	Inhalation (chronique)	Système respiratoire	VG = 10 µg/m ³	OMS (2005)				
DIOXYDE DE SOUFRE SO ₂	7446-09-5	Inhalation (chronique)	Système respiratoire	VG = 20 µg/m ³	OMS (2005)				
DIOXYDE D'AZOTE NO _x	10102-44-0	Inhalation (chronique)	Système respiratoire	VG = 40 µg/m ³	OMS (2005)				
MONOXYDE DE CARBONE CO	630-08-0	Inhalation (aiguë) Pas de toxicité chronique en l'état actuel des connaissances	Système respiratoire	Valeur limite = 10000 µg/m ³ sur une moyenne de 8h	Article R221-1 du Code de l'Environnement (livre II, titre II)				

1.1.7.2. Métaux lourds

Tableau 4 : VTR et Valeurs guides retenues par inhalation (métaux lourds)

Inhalation Substance	N° CAS	Effets à seuil				Effets sans seuil			
		Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR (ou VG)	Source	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	ERU	Source
METAUX LOURDS									
ARSENIC AS	7440-38-2	Inhalation (chronique)	Système respiratoire	REL = 0,015 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	OEHHA, 2008, VTR non retenue selon ordre de priorité de la circulaire DGS de 2006	Inhalation	Tumeurs pulmonaires	ERU _i = $4,3 \cdot 10^{-3}$ $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	US-EPA, 1998, choix conforme à la circulaire DGS de 2006 choix INERIS cité dans la Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, 2010
				TCA = $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RIVM, 1999-2000, choix conforme à la circulaire DGS de 2006 VTR retenue ¹¹				
				REL = $3 \cdot 10^{-5}$ mg/m^3	(OEHHA, 2005) Choix INERIS			ERU _i = $3,3 \cdot 10^{-3}$ $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	(OEHHA, 2005)

¹¹ Il existe une valeur cible pour l'arsenic à compter de 2013 : $6 \text{ ng}/\text{m}^3$ (en moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM10)

<u>Inhalation</u>		Effets à seuil				Effets sans seuil			
Substance	N° CAS	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR (ou VG)	Source	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	ERU	Source
CADMIUM Cd	7440-43-9	Inhalation (chronique)	Système rénal	MRL = $5.10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$	OMS, 2000, choix INERIS cité dans la Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, septembre 2011 et conforme à la circulaire DGS de 2006 VTR non retenue	Inhalation	Tumeurs pulmonaires	$ERU_i = 4,2.10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	OEHHA, 2002, choix INERIS cité dans la Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, septembre 2011 VTR retenue
				VTR = $0,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$	VTR chronique inhalation, ANSES, 2012 VTR retenue				
				VTR = $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	VTR cancérogène inhalation, ANSES, 2012 VTR retenue (plus pénalisante que la VTR ci-dessus)¹²			$ERU_i = 1,8.10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	US-EPA, 1992, choix conforme à la circulaire DGS de 2006 VTR non retenue
COBALT Co	7440-48-4	Inhalation (chronique)	Système respiratoire	MRL & TCA = $1.10^{-4} \text{mg}/\text{m}^3$	ATSDR, 2004 ; OMS, 2006				

¹² Il existe une valeur cible pour le cadmium à compter de 2013 : 5 ng/m³ (en moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM10)

<u>Inhalation</u>		Effets à seuil				Effets sans seuil			
Substance	N° CAS	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR (ou VG)	Source	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	ERU	Source
CHROME CR III	7440-47-3	Inhalation (chronique)	Système rénal	TCA = $6 \cdot 10^{-2}$ mg/m ³	RIVM, 2001, choix INERIS cité dans point sur les VTR, mars 2009 et conforme à la circulaire DGS de 2006				
CHROME CR VI	18540-29-9	Inhalation (chronique)	Système respiratoire	Aérosol : RfC = $8 \cdot 10^{-6}$ mg/m ³	US EPA, 1998 choix INERIS cité dans point sur les VTR, mars 2009 et conforme à la circulaire DGS de 2006 VTR retenue (plus pénalisante que celle-ci-dessous)	Inhalation	Tumeurs pulmonaires	ERU _i = $4 \cdot 10^{-2}$ (µg/m ³) ⁻¹	OMS, 2000, choix INERIS cité dans point sur les VTR, mars 2009 VTR retenue
				Particulaire : RfC = $1 \cdot 10^{-4}$ mg/m ³	US EPA, 1998, choix INERIS cité dans point sur les VTR, mars 2009 et conforme à la circulaire DGS de 2006				
				MRL = $5 \cdot 10^{-6}$ mg/m ³	ATSDR, 2012				
				0,2 µg Cr(VI)/m ³	OEHHA, 2008				
CUIVRE CU	7440-50-8	Inhalation (chronique)	Système respiratoire et immunitaire	TCA = $1 \cdot 10^{-3}$ mg/m ³	RIVM, 2001				

<u>Inhalation</u>		Effets à seuil				Effets sans seuil			
Substance	N° CAS	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR (ou VG)	Source	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	ERU	Source
MERCURE Hg (ELEMENTAIRE)	7439-97-6	Inhalation (chronique)	Système nerveux	REL = 3.10^{-5} mg/m ³	OEHHA, 2008, choix INERIS cité dans la Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, septembre 2010 VTR retenue				
				RfC = 3.10^{-4} mg/m ³	US-EPA, 1995, choix conforme à la circulaire DGS de 2006 VTR non retenue				

<u>Inhalation</u>		Effets à seuil				Effets sans seuil			
Substance	N° CAS	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR (ou VG)	Source	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	ERU	Source
MANGANESE MN	7439-96-5	Inhalation (chronique)	Système nerveux central	MRL = 0,3 µg/m ³	ATSDR 2012				
				Rfc = 0,05 µg/m ³	US-EPA, 1993, choix conforme à la circulaire DGS de 2006 VTR retenue car conforme à la circulaire DGS				
				REL = 0,09 µg/m ³	OEHHA, 2008,				
NICKEL Ni	7440-02-0	Inhalation (chronique)	Système respiratoire	MRL = 0,09 µg/m ³	ATSDR, 2005	Inhalation	Tumeurs pulmonaires	ERUi = 3,8.10 ⁻⁴ (µg/m ³) ⁻¹	OMS, 2000, pour toutes les spéciations de nickel d'après INERIS, point sur les VTR, mars 2009 VTR retenue car englobant toutes les spéciations
								ERUi = 2,4.10 ⁻⁴ (µg/m ³) ⁻¹	US-EPA, 1994, pour les poussières de nickel uniquement d'après INERIS, point sur les VTR, mars 2009 VTR non retenue
								2,6.10 ⁻⁴ (µg/m ³) ⁻¹	OEHHA (2009) VTR non retenue

Inhalation	Substance	N° CAS	Effets à seuil			Effets sans seuil				
			Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR (ou VG)	Source	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	ERU	Source
	PLOMB Pb	7439-92-1	Inhalation (chronique)	Système nerveux, rein, cellule sanguine, reproduction / développement	VTR = 0,9 µg/m ³	ANSES (2013)	Inhalation	Tumeurs rénales	En l'absence d'informations sur la spéciation du plomb, dans une approche sécuritaire conforme à l'IARC qui s'est prononcé sur le caractère cancérogène : 1,2.10 ⁻⁵ (µg/m ³) ⁻¹	OEHHA, 2005 (rat) L'INERIS conseille de ne pas retenir de VTR parmi celles de la littérature
	ANTIMOINE Sb	7440-36-0	Inhalation (chronique)	Système respiratoire	RfC = 0,2 µg/m ³	US EPA, 1995				
	SELENIUM Se	7782-49-2	Inhalation (chronique)	Système respiratoire	RELi = 2.10 ⁻² mg/m ³	OEHHA, 2001				
	ZINC Zn	7440-66-6	Inhalation	Système sanguin	Non déterminée	INERIS, Point sur les VTR, 2009				
	VANADIUM V	7440-62-2	Inhalation (chronique)	Système respiratoire	MRL = 1.10 ⁻⁴ mg/m ³	ATSDR, 2012				

1.1.7.3. COV et HAP

Tableau 5 : VTR et Valeurs guides retenues par inhalation (COV et HAP)

Inhalation Substance	N° CAS	Effets à seuil				Effets sans seuil			
		Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR (ou VG)	Source	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	ERU	Source
COV et HAP									
NAPHTALENE (HAP)	91-20-3	Inhalation	Système respiratoire, système sanguin, yeux	RfC = 3.10^{-3} mg/m ³	US-EPA, 1998	Inhalation	Neuroblastomes de l'épithélium olfactif	$5,6.10^{-3}$ (mg.m ³) ⁻¹ soit $5,6.10^{-6}$ (µg.m ³) ⁻¹	ANSES (2013) VTR retenue
			Lésions de l'épithélium respiratoire et olfactif	37 µg/m ³	ANSES (2013) VTR retenue				
COV TOTAUX ASSIMILES AU BENZENE	71-43-2	Voir ci-dessous (benzène)							
ACETONE	67-64-1	Inhalation	Système nerveux	MRL = 30,9 mg/m ³ (13 ppm)	ATSDR, 1994				
BENZENE	71-43-2	Inhalation	Système sanguin	RfC = 3.10^{-2} mg/m ³	US-EPA, 2003 Valeur retenue selon circulaire DGS	Inhalation	Leucémie	ERU _i = entre 2,2 et $7,8.10^{-6}$ (µg/m ³) ⁻¹	US-EPA 1998
			Système immunitaire	MRL = 0,003 ppm soit 10 µg/m ³	ATDSR (2007)				
			Système sanguin	REL = 3 (µg/m ³)	OEHHA (2014)				

Inhalation	Substance	N° CAS	Effets à seuil				Effets sans seuil			
			Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR (ou VG)	Source	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	ERU	Source
								ERU = $2,6 \cdot 10^{-5}$ ($\mu\text{g} \cdot \text{m}^3$) ⁻¹	ANSES (2014) VTR retenue	
	ETHYLBENZENE	100-41-4	Inhalation	Systèmes rénal, digestif, et endocrinien ; développement	RfC = 1 mg/m ³	US-EPA, 1991 Valeur non retenue	Inhalation	Cancers pulmonaires, du foie, et rénal	ERUi = $2,5 \cdot 10^{-6}$ ($\mu\text{g} \cdot \text{m}^3$) ⁻¹	OEHHA, 2007
			Système rénal	MRL = 0,06 ppm soit 261 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^3$	ATSDR (2010) Valeur retenue car plus récente et plus conservative					
	HEXANE	110-54-3	Inhalation	Système nerveux	RfC = 0,7 mg/m ³	US-EPA, 2005				
					VTR = 3 mg.m ³	ANSES (2014) Valeur retenue				
	BUTANONE(2-) (OU MEK)	78-93-3	Inhalation	Développement	RfC= 5 mg/m ³	US-EPA, 2003				
	STYRENE	100-42-5	Inhalation	Système nerveux	RfC = 1 mg/m ³ (0,2 ppm)	US-EPA, 1993, choix conforme à la circulaire DGS de 2006 VTR non retenue				
					MRL = 0,86 mg/m ³ (0,2 ppm)	ATSDR, 2010, choix de l'INERIS cité dans la fiche de données toxicologique et environnementale, 2011 VTR retenue				
	TOLUENE	108-88-3	Inhalation	Système nerveux	RfC = 5 mg/m ³ (1,3 ppm)	US-EPA, 2005 VTR retenue selon circulaire DGS de 2006				

Inhalation		Effets à seuil				Effets sans seuil			
Substance	N° CAS	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR (ou VG)	Source	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	ERU	Source
				MRL = 301 µg/m ³ (0,08 ppm)	ATSDR, 2000				
XYLENES (O-, M- ET P-)	1330-20-7 95-47-6 108-38-3 106-42-3	Inhalation	Effet supposé sur la reproduction	RfC = 0,1 mg/m ³ (m-xylène)	US-EPA, 2003 VTR retenue selon circulaire DGS de 2006				
			Système nerveux	MRL = 0,22 mg/m ³ (0,05 ppm)	ATSDR, 2007, VTR non retenue				
METHANOL	67-56-1	Inhalation	Cerveau	RfC = 20 mg/m ³	US-EPA, 2013				
PHENOLS (OU INDICE PHENOLS)	108-95-2	Inhalation	Système hépatique et nerveux	REL = 200 µg/m ³	OEHHA, 2003				

1.1.7.4. Autres

Inhalation Substance	N° CAS	Effets à seuil				Effets sans seuil			
		Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR (ou VG)	Source	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	ERU	Source
AUTRES									
SULFURE D'HYDROGENE H ₂ S	7783-06-4	Inhalation	Système respiratoire	RfC = 2.10 ⁻³ mg/m ³	US-EPA, 2003				
CHLORURE D'HYDROGENE HCL	7647-01-0	Inhalation	Système respiratoire	RfC = 2.10 ⁻² mg/m ³	US-EPA, 1995				
Fluorure d'Hydrogène HF	7664-39-3	Inhalation (chronique)	Système respiratoire	REL = 14 µg/m ³	OEHHA (2003)				
AMMONIAC NH ₃	7664-41-7	Inhalation (chronique)	Système respiratoire	MRL = 0,07 mg/m ³	ATSDR, 2004, choix de l'INERIS cité dans la fiche de données toxicologique et environnementale, 2012 VTR retenue				
		Inhalation (chronique)	Système respiratoire	RfC = 0,1 mg/m ³	US EPA, 1991, cité dans la fiche de données toxicologique et environnementale, 2012 VTR non retenue				

1.1.8. VTR et Valeurs guides retenues pour l'étude des effets par ingestion

En préambule, on notera que le choix des VTR pour certains polluants présente également des particularités.

1.1.8.1. Composés Organiques Volatils (COV)

En cohérence avec le rapport publié par l'INERIS en 2003 et mis à jour en 2004 intitulé "Evaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une Grande Installation de Combustion", issu des travaux du GT GIC-MEDD¹³, **les COV ne seront pas étudiés dans le cas de la voie par ingestion** : émis à l'atmosphère sous forme gazeuse, leur potentiel de contamination de la chaîne alimentaire via des retombées au sol est extrêmement réduit.

En effet, pour que les voies de transfert indirectes interviennent de manière significative dans l'exposition des populations, il est nécessaire que les polluants persistent suffisamment longtemps dans les sols, les végétaux, l'eau et les organismes. Les COV sont biodégradables et éliminés par métabolisme. Ce ne sont pas des composés bioaccumulables pouvant se retrouver dans l'alimentation, contrairement aux métaux lourds pour lesquels il est classique d'étudier l'impact des effets sur les animaux d'élevage ou les légumes qui font partie de la chaîne alimentaire humaine.

1.1.8.2. Métaux lourds

1.1.8.2.1. Mercure

Pour le mercure (Hg), aucune VTR n'existe pour la voie orale, or des VTR existent pour les formes organiques et inorganiques. Le mercure organique est formé par processus microbien, dans un milieu acide comme les organismes aquatiques (poissons, mollusques). Le mercure inorganique se forme dans les sédiments ou dans les organismes aquatiques. Au vu de l'environnement proche pris en compte, de tels phénomènes biochimiques semblent exclus : **seule la VTR par inhalation est retenue.**

1.1.8.2.2. Chrome

Le chrome existe sous plusieurs degré d'oxydation, principalement chrome III et un peu chrome VI.

Le chrome VI est largement transformé en chrome III dans les sols, les sédiments (favorisé en conditions anaérobiques et à un pH faible).

Dans les sédiments et le sol, le chrome III s'adsorbe plus que le chrome VI. Ainsi, seule la VTR du chrome III sera considérée par ingestion.

¹³ "Evaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une Grande Installation de Combustion" - Rapport d'un groupe de travail GIC-MEDD réf. INERIS-DRC-03-P45956 publié en 2003 et mis à jour en 2004

1.1.8.2.3. Cas particulier du plomb

La seule VTR disponible est celle proposée par l’OMS en 2004, mais elle est provisoire. Les 3 autres bases ont été consultées. Le RIVM propose une VTR de $3,6 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j, cette VTR est également provisoire. L’INERIS retient la VTR de l’OMS, les deux VTR étant très proches et provisoires.

1.1.8.2.4. Métaux lourds ne disposant pas de VTR par ingestion

En l’absence de VTR dans les sources consultées, certains métaux lourds ne seront pas considérés dans l’étude :

Substance	N° CAS
MAGNESIUM MG	7439-95-4
ETAIN SN	7440-31-5
THALLIUM TI	7440-28-0
TELLURE TE	13494-80-9

1.1.8.3. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) sont une famille de composés à plusieurs noyaux benzéniques produits sous forme de mélanges complexes. Ils sont susceptibles d’être cancérigènes par ingestion.

L’INERIS recommande¹⁴ de retenir l’Excès de Risque Unitaire (ERUi) du Benzo(a)pyrène (BaP) et l’ERU_o de $2 \cdot 10^{-1}$ (mg/kg/j)-1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)-1 proposé par le RIVM, et d’appliquer des Facteurs d’Equivalent Toxique (FET). Les FET pris en compte sont détaillés au §0. La VTR de l’US-EPA n’est pas retenue dans la mesure où elle est issue de la moyenne géométrique de 4 ERU_o obtenus à partir de 3 études différentes avec l’utilisation de 4 modèles différents.

Le tableau ci-après présente pour chaque composé, les VTR par ingestion (exposition chronique > 1 an) ou VG (Valeurs Guides recommandées par l’OMS) associées retenues pour l’étude avec leur type, leur origine et leur date d’élaboration.

¹⁴ Rapport d’étude INERIS-DRC-03-47026-ETSC-BDo-N°03DR177, "Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs), Évaluation de la relation dose-réponse pour des effets cancérigènes : Approche substance par substance (facteurs d’équivalence toxique - FET) et approche par mélanges", INERIS, 2003

1.1.8.4. Synthèse des VTR et Valeurs guides retenues par ingestion

1.1.8.4.1. Métaux lourds

Tableau 6 : VTR et valeurs guides retenues par ingestion (métaux lourds)

Ingestion	N° CAS	Effets à seuil				Effets sans seuil			
		Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR (à défaut VG)	Source	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR	Source
Arsenic As	7440-38-2	Ingestion (chronique)	Système cutané	RfD = MRL = 3.10^{-4} mg/kg/j	US-EPA, 1993 ; ATSDR, 2005, choix conforme à la circulaire DGS de 2006 <i>VTR non retenue</i>	Ingestion (chronique)	Cancer de la peau	$ERU_0 = 1,5$ (mg/kg/j) ⁻¹	US-EPA, 1998 et OEHHA, 2009, choix conforme à la circulaire DGS de 2006 et choix INERIS cité dans la Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, 2010
				7.10^{-5} mg/kg/j	INERIS, 2007, cité dans point sur les VTR, mars 2009 <i>VTR non retenue car comme précisé par l'INERIS, l'apport en arsenic via la nourriture n'a pas été pris en compte par les auteurs.</i>				
				TDI = $4,5.10^{-4}$ mg/kg/j	FoBIG, 2009, choix INERIS cité dans la Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, 2010 D'après l'INERIS, cette VTR est " la plus solide et la plus robuste de toutes les VTR disponibles ". VTR retenue				
Aluminium Al	7429-90-5	Ingestion (chronique)	Os, foie, Os, foie, testicules, reins, cerveau	MRL = 1,0 mg/kg/j	ATSDR (2008) VTR retenue				
				DJT = 1 mg/kg/j	OMS (1989) VTR retenue				

Ingestion	Substance	N° CAS	Effets à seuil			Effets sans seuil				
			Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR (à défaut VG)	Source	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR	Source
	Cadmium Cd	7440-43-9	Ingestion (chronique)	Système rénal	<p>RfD = 1.10^{-3} mg/kg/j</p> <p>US-EPA, 1994, choix conforme à la circulaire DGS de 2006</p> <p>VTR non retenue</p>					
					<p>TDI = REL = 5.10^{-4} mg/kg/j</p> <p>RIVM, 2001 et OEHHA, 2003, choix INERIS cité dans point sur les VTR, 2009</p> <p>VTR non retenue</p>					
					<p>TDI = $3,6.10^{-4}$ mg/kg/j</p> <p>EFSA, 2009, choix INERIS cité dans la Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, septembre 2011</p> <p>L'INERIS la retient du fait qu'il s'agit de " la valeur la plus récente qui tient compte de l'ensemble des données disponibles ".</p> <p>VTR retenue car récente et tenant compte des études précédentes d'après l'INERIS</p>					
	Cobalt Co	7440-48-4	Ingestion (chronique)	Système sanguin	<p>TDI = $1,4.10^{-3}$ mg/kg/j</p> <p>RIVM, 2001</p>					
	Chrome Cr III	7440-47-3	Ingestion (chronique)	Système digestif	<p>RfD = MRL = 1,5 mg/kg/j</p> <p>US EPA, 1998 ; ATSDR, 2000</p>					
	Chrome Cr VI	18540-29-9	Ingestion (chronique)	Système digestif	<p>RfD = 3.10^{-3} mg/kg/j</p> <p>Non considéré</p> <p>US EPA, 1998</p> <p>Non considéré</p>	Ingestion (chronique)	Cancer de l'estomac	<p>ERUo = $0,42$ (mg/kg/j)⁻¹</p> <p>Non considéré</p>	OEHHA, 2002	
	Cuivre Cu	7440-50-8	Ingestion (chronique)	Système digestif	<p>TDI = 0,14 mg/kg/j</p> <p>RIVM, 2001</p>					

Ingestion	Substance	N° CAS	Effets à seuil				Effets sans seuil				
			Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR (à défaut VG)	Source	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR	Source	
	Mercure Hg (élémentaire)	7439-97-6									
	Mercure Hg (organique)	22967-92-6	Ingestion (chronique)	Système nerveux, rénal et développement	RfD= TDI = 1.10^{-4} mg/kg/j <i>Non considéré</i>	US-EPA, 2001 ; RIVM, 2001					
	Mercure Hg (inorganique)	7487-94-7	Ingestion (chronique)	Système nerveux, rénal et développement	MRL = $0,2.10^{-3}$ mg/kg/j <i>Non considéré</i>	OMS, 2004					
	Manganèse Mn	7439-96-5	Ingestion (chronique)	Système nerveux	RfD = 0,14 mg/kg/j DJA = 0,06 mg/kg/j	US-EPA, 1996, choix conforme à la circulaire DGS de 2006 <i>VTR non retenue</i> OMS, 2006, choix INERIS cité dans la Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, septembre 2011 D'après l'INERIS " la justification de l'utilisation des facteurs d'incertitude est mieux argumentée par l'OMS " que l'US-EPA et l'OMS " tient compte de la biodisponibilité du manganèse dans l'eau de boisson " VTR est retenue car mieux argumentée d'après l'INERIS					
	Nickel Ni	7440-02-0	Ingestion (chronique)	Perte de poids	RfD = 2.10^{-2} mg/kg/j	US EPA, 1995, choix conforme à la circulaire DGS de 2006 et au point sur les VTR de l'INERIS, 2009					

Ingestion	Substance	N° CAS	Effets à seuil			Effets sans seuil				
			Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR (à défaut VG)	Source	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR	Source
	Plomb Pb	7439-92-1	Ingestion (chronique)	Système sanguin, nerveux, rénal, reprotoxique	DHTP = 25 µg/kg soit $3,5 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j	OMS, 2004	Ingestion (chronique)	-	L'INERIS recommande de ne pas retenir de VTR parmi celles de la littérature.	Point sur les VTR, INERIS, 2009
			Reins	0,63 µg/kg de poids corporel par jour soit $0,63 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j	ANSES, 2013 VTR retenue					
	Antimoine Sb	7440-36-0	Ingestion (chronique)	Longévité système sanguin	RfD = 0,4 µg/kg/j	US-EPA, 1991, choix conforme à la circulaire DGS de 2006 mais basé sur une étude de 1970 de confiance faible d'après l'INERIS, Point sur les VTR, 2009 VTR non retenue				
					TDI = 6 µg/kg/j	OMS, 2006, choix INERIS cité dans point sur les VTR, mars 2009 VTR retenue car établie d'après l'INERIS sur une étude plus récente, même si celle-ci est moins conservatrice				
	Sélénium Se	7782-49-2	Ingestion (chronique)	Système cutané	RfD = MRL = $5 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j	US-EPA, 1993 ; ATSDR, 2003				
	Zinc Zn	7440-66-6	Ingestion (chronique)	Système sanguin	RfD = MRL = $3 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/j	US-EPA, 1992 ; ATSDR, 1994				

<u>Ingestion</u>		Effets à seuil				Effets sans seuil			
Substance	N° CAS	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR (à défaut VG)	Source	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR	Source
Vanadium V	7440-62-2	Ingestion (chronique)	Perte de poids, développement	RfD = $9 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j	Dérivé NOAEL pentoxyde de vanadium pour le rat, US-EPA, 1996, choix INERIS cité dans la Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, mars 2012				

1.1.8.4.2. Autres

Tableau 7 : VTR et valeurs guides retenues par ingestion (autres)

Ingestion	Substance	N° CAS	Effets à seuil			Effets sans seuil				
			Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR (à défaut VG)	Source	Voie d'exposition	Organe cible / Effet critique	VTR	Source
	NAPHTALENE	91-20-3	Ingestion	Système sanguin, yeux, système gastro-intestinal, système nerveux central	RfD = 2.10^{-2} mg/kg/j	US-EPA, 1998				(Calcul à partir du FET)
	HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES HAP assimilés au BENZO-A-PYRENE BAP pour les effets sans seuil en tenant compte de Facteurs d'Equivalence Toxique (FET) proposés par l'INERIS	50-32-8					Ingestion	Tumeurs de l'estomac, et gastriques	DVS = 5 ng/kg.j Soit un ERU _o = 2.10^{-1} (mg/kg/j) ⁻¹	RIVM, 2001 Choix INERIS, 2003 cité dans Point sur les VTR, INERIS, 2009 : " La valeur de l'US EPA n'a pas été retenue (moyenne géométrique de 4 ERU _o obtenus à partir de 3 études différentes avec l'utilisation de 4 modèles différents). La VTR proposée par l'OEHHA n'a pas été retenue (élaborée à partir d'une étude de 1967 et de qualité moindre). Le RIVM se base sur une étude de cancérogenèse sur 2 ans (Kroese et al.,2001). Cette VTR a également été retenue par l'Afssa dans un avis du 29 juillet 2003 (Doornaert et Pichard, 2003). " VTR retenue

2. Traceurs des risques sanitaires retenus

2.1. Méthode de choix des polluants traceurs des risques sanitaires

On entend par "**traceurs des risques sanitaires**" les **substances retenues** pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires et qui feront l'objet d'une modélisation de dispersion atmosphérique lors de la phase 2 de l'étude de zone. L'objet de cette sélection est d'identifier les substances toxiques émises qui sont les déterminants des expositions et/ou des risques potentiels liés aux activités de la zone d'étude.

Le **choix** repose sur un ensemble de critères (dangerosité, quantité, caractéristiques physico-chimiques...) appliqués de façon identique à toutes les substances inventoriées.

Un seul critère pris indépendamment des autres n'est pas suffisant pour justifier du choix ou de l'exclusion d'une substance. **Quantités émises et toxicité des substances sont les premiers critères de sélection des traceurs**. Cependant, des critères autres que quantité et toxicité peuvent influencer le choix des substances. Ainsi une problématique locale liée à l'inquiétude de la population sur une substance ou, de façon générale, le fait pour une substance d'être systématiquement associée au type d'activité étudié sont des raisons supplémentaires d'inclure la(les) substance(s) concernée(s).

Ainsi, pour chacune des installations industrielles dans l'étude, ont été recherchées :

- ▶ les **quantités émises** (issues des inventaires quantitatifs des rejets synthétisés dans les fiches site). La compilation des quantités rejetées est fournie ci-après ;
- ▶ les **données de toxicité chronique** (recherche des valeurs toxicologiques de référence dans les bases de données reconnues internationalement). Les données de toxicité chronique sont identiques quelle que soit l'installation prise en compte ; elles sont rapportées au paragraphe 1.

On procède ensuite au choix des traceurs des risques sanitaires selon la démarche suivante :

- ▶ Afin de pouvoir "comparer" ces substances entre elles en tenant compte à la fois des quantités émises et de la toxicité, sont calculés :
 - ▷ les **ratios "flux_{rejetés}/VTR_{inhalation}" et "flux_{rejetés}/VTR_{ingestion}"** pour les effets à seuil : le polluant ayant le facteur d'émission le plus élevé pour la VTR la plus faible obtenait donc le score le plus élevé.
 - ▷ les **produis flux_{rejetés} x ERU_{inhalation}" et "flux_{rejetés} x ERU_{ingestion}** pour les effets sans seuil : le polluant ayant le facteur d'émission et l'ERU les plus élevés obtenait donc le score le plus haut.Ces résultats, qui n'ont pas de représentation physique, servent uniquement au **choix des traceurs des risques sanitaires à modéliser** ; ils n'ont aucune utilité dans l'ERS conduite par la suite.
- ▶ Après classification des polluants, le groupe de travail a décidé de sélectionner comme substances a priori pertinentes pour la modélisation de la dispersion atmosphérique dans le cadre de l'étude de zone :
 - ▷ **les polluants présentant le score le plus élevé,**
 - ▷ **tous les polluants dont le score est compris entre le score maximal et la valeur 100 fois inférieure.**
 - ▷ **les substances persistantes et bio-accumulables dans l'environnement et la chaîne alimentaire (métaux lourds) dont le score est compris entre le score maximal et la valeur 1000 fois inférieure.**

- ▷ **Enfin, pour le cas où des substances cancérigènes seraient exclues à partir de cette méthode de sélection (pour cause d'absence de VTR à seuil ou en raison d'une VTR à seuil moins pénalisante), ces substances sont examinées à part et ajoutées à la liste des traceurs des risques sanitaires si nécessaire.**

Cette sélection a été opérée pour chaque voie d'exposition (inhalation, ingestion), chaque type de danger (cancérigène, non cancérigène) et chaque voie d'exposition.

Lorsqu'un polluant cancérigène était classé prioritaire pour l'une des deux voies d'exposition (inhalation ou ingestion), s'il était également cancérigène par l'autre voie, il a systématiquement été sélectionné pour les deux voies d'exposition.

2.2. Sélection des traceurs de risque

Le tableau suivant synthétise le choix des traceurs de risque à modéliser lors de la phase 2.

Famille de polluants	Substance	Flux (g/s)	Inhalation						Ingestion					
			Effets à seuil		Effets sans seuil		Retenu comme polluant traceur		Effets à seuil		Effets sans seuil		Retenu comme polluant traceur	
			VTR (µg/m ³)	Flux / VTR	ERU (µg/m ³) ⁻¹	Flux x ERU	A seuil	Sans seuil	VTR (mg/kg/j)	Flux / VTR	ERU (mg/kg/j) ⁻¹	Flux x ERU	A seuil	Sans seuil
Polluants "classiques"	PM 10	1,80E+00	20	8,98E-02	-	-	OUI		-	-	-	-		
	Poussières totales	4,97E+00	20	2,49E-01	-	-	OUI		-	-	-	-		
	SO2	1,94E+00	20	9,68E-02	-	-	OUI*		-	-	-	-		
	NOx	6,85E+00	40	1,71E-01	-	-	OUI		-	-	-	-		
	CO	6,02E+00	10 000	6,02E-04	-	-			-	-	-	-		
	CO2 (g/s)	1,10E+02	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
N2O (g/s)	4,82E-03	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	
Métaux lourds	As	1,50E-03	1,00	1,50E-03	4,30E-03	6,46E-06	OUI	OUI	4,50E-04	3,34E+00	1,5	2,25E-03	OUI	OUI
	Al	2,54E-07	-	-	-	-			1,00	2,54E-07	-	-		
	Cd	1,24E-03	0,30	4,13E-03	4,20E-03	5,20E-06	OUI	OUI	3,60E-04	3,44E+00	-	-	OUI	
	Co	5,52E-04	0,10	5,52E-03	-	-	OUI		1,40E-03	3,95E-01	-	-	OUI	
	Cr tot	2,25E-02	60,00	3,76E-04	-	-			1,50E+00	1,50E-02	-	-	OUI*	
	Cr VI	1,43E-03	8,00E-03	1,78E-01	4,00E-02	5,71E-05	OUI	OUI	Non considéré	-	0,42	5,99E-04		OUI
	Cu	2,80E-02	1,00	2,80E-02	-	-	OUI		1,40E-01	2,00E-01	-	-	OUI	
	Hg	8,75E-04	0,03	2,92E-02	-	-	OUI		Non considéré	-	-	-		
	Mn	2,90E-02	0,05	5,79E-01	-	-	OUI		6,00E-02	4,83E-01	-	-	OUI	
	Ni	1,09E-02	0,09	1,21E-01	3,80E-04	4,14E-06	OUI	OUI	2,00E-02	5,44E-01	-	-	OUI	
	Pb	5,85E-02	0,90	6,49E-02	-	-	OUI		6,30E-04	9,28E+01	-	-	OUI	
	Sb	7,02E-04	0,20	3,51E-03	-	-	OUI		6,00E-03	1,17E-01	-	-	OUI	
	Sn	2,69E-03	-	-	-	-			-	-	-	-		
	Se	1,01E-03	20,00	5,03E-05	-	-	OUI*		5,00E-03	2,01E-01	-	-	OUI	
	Tl	1,84E-03	-	-	-	-			-	-	-	-		
	Te	1,38E-03	-	-	-	-			-	-	-	-		
Zn	5,23E-01	-	-	-	-			3,00E-01	1,74E+00	-	-	OUI		
V	6,83E-04	0,10	6,83E-03	-	-	OUI		9,00E-03	7,59E-02	-	-			
HAP et COV	Naphtalène (HAP)	2,11E-02	37,00	5,69E-04	5,60E-06	1,18E-07	OUI*	OUI*	2,00E-02	1,05E+00	2,00E-01	4,21E-06	OUI	
	CH4	9,64E-03	-	-	-	-			-	-	-	-		
	COVnm	4,54E-02	30,00	1,51E-03	2,60E-05	1,18E-06			-	-	-	-		
	COVt	6,63E-01	30,00	2,21E-02	2,60E-05	1,72E-05	OUI*	OUI*	-	-	-	-		
	Acétone	2,82E-03	30 900,00	9,13E-08	-	-			-	-	-	-		
	Benzène	4,45E-03	30,00	1,48E-04	2,60E-05	1,16E-07	OUI*	OUI*	-	-	-	-		
	Ethylbenzène	9,58E-03	261,00	3,67E-05	2,50E-06	2,39E-08	OUI*	OUI*	-	-	-	-		
	Hexane	1,58E+00	3 000,00	5,27E-04	-	-			-	-	-	-		
	Butanone(2-) (ou MEK)	1,27E-03	5 000,00	2,54E-07	-	-			-	-	-	-		
	Styrène	1,99E-02	860,00	2,32E-05	-	-	OUI*		-	-	-	-		
	Toluène	7,25E-03	5 000,00	1,45E-06	-	-	OUI*		-	-	-	-		
	Xylènes (o-, m- et p-)	1,20E-02	100,00	1,20E-04	-	-	OUI*		-	-	-	-		
	Méthanol	1,47E-01	20 000,00	7,35E-06	-	-	OUI*		-	-	-	-		
Indice phénols	2,57E-03	200	1,28E-05	-	-			-	-	-	-			
Autres	H2S	2,89E-01	2,00	1,44E-01	-	-	OUI		-	-	-	-		
	HCl	1,62E-01	20,00	8,10E-03	-	-	OUI		-	-	-	-		
	HF	2,07E-02	14,00	1,48E-03	-	-	OUI*		-	-	-	-		
	Ammoniac (NH3)	4,77E+00	70,00	6,82E-02	-	-	OUI		-	-	-	-		

	Flux / VTR		Flux x ERU
Maximum	5,79E-01	Maximum	5,71E-05
1% max	5,79E-03	1% max	5,71E-07
0,1% max (métaux)	5,79E-04	0,1% max (métaux)	5,71E-08

	Flux / VTR		Flux x ERU
Maximum	9,28E+01	Maximum	2,25E-03
1% max	9,28E-01	1% max	2,25E-05
0,1% max (métaux)	9,28E-02	0,1% max (métaux)	2,25E-06

NB : concernant les HAP, seul le naphthalène est recensé dans les fiches sites. Le benzo-a-pyrène BaP n'apparaît donc pas ci-dessous. Seuls les effets sans seuil du naphthalène ont été assimilés au BaP seuil en tenant compte de Facteurs d'Equivalence Toxique (FET) proposés par l'INERIS (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Les polluants retenus sont les suivants :

► Voie par inhalation :

▷ "Polluants classiques" :

1. PM 10 (g/s)
2. Poussières totales (g/s)
3. SO₂ (g/s)
4. NO_x (g/s)

▷ Métaux lourds

5. Arsenic As
6. Cadmium Cd
7. Cobalt Co
8. Chrome VI (Cr VI)
9. Cuivre Cu

10. Mercure Hg
11. Manganèse Mn
12. Nickel Ni
13. Plomb Pb
14. Antimoine Sb
15. Sélénium Se
16. Vanadium V

▷ HAP et COV

17. Naphtalène (HAP)
18. COV totaux COVt
19. Benzène

20. Ethylbenzène
21. Styrène
22. Toluène
23. Xylènes (o-, m- et p-)
24. Méthanol

▷ Autres

25. H₂S
26. HCl
27. HF
28. Ammoniac (NH₃)

► Voie par ingestion :

▷ Métaux lourds

1. Arsenic As
2. Cadmium Cd
3. Cobalt Co
4. Chrome total (Cr tot)
5. Chrome VI (Cr VI)

6. Cuivre Cu
7. Mercure Hg
8. Manganèse Mn
9. Nickel Ni
10. Plomb Pb
11. Antimoine Sb

12. Sélénium Se
13. Zinc Zn
14. Vanadium V

▷ HAP et COV

15. Naphtalène (HAP)

► Toutes voies confondues :

▷ "Polluants classiques" :

1. PM 10 (g/s)
2. Poussières totales (g/s)
3. SO₂ (g/s)
4. NO_x (g/s)

▷ Métaux lourds

5. Arsenic As
6. Cadmium Cd
7. Cobalt Co
8. Chrome total (Cr tot)
9. Chrome VI (Cr VI)
10. Cuivre Cu
11. Mercure Hg

12. Manganèse Mn
13. Nickel Ni
14. Plomb Pb
15. Antimoine Sb
16. Sélénium Se
17. Zinc Zn
18. Vanadium V

▷ HAP et COV

19. Naphtalène (HAP)
20. COV totaux COVt
21. Benzène
22. Ethylbenzène

23. Styrène
24. Toluène
25. Xylènes (o-, m- et p-)
26. Méthanol

▷ Autres

27. H₂S
28. HCl
29. HF
30. Ammoniac (NH₃)
31. HCl
32. HF
33. Ammoniac (NH₃)

