

Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision
NT	101559	00	0002	C

Unité	Emetteur	CMT	Situation
0000	X00	000	0000

2 décembre 2015

NOTE TECHNIQUE

DDAE TDN

Evaluation des Risques Sanitaires du projet TDN

Rév.	Rédaction	Vérification	Approbation
C	T. GEILLE Le 18/11/2015	B. CHIROUZE Le 18/11/2015	A. CIAVALDINI Le 18/11/2015

HISTORIQUE DES REVISIONS

Rév.	Signataire et repérages des paragraphes modifiés	
A	Rédacteur : T. GEILLE Vérificateur : B. CHIROUZE Approbateur : A. CIAVLADINI	
B	Rédacteur : T. GEILLE Vérificateur : B. CHIROUZE Approbateur : A. CIAVALDINI	Intégration des commentaires MOA et DSQE Reprise des calculs de dispersion suite à la modification du terme source chimique (EV 101559 20 0002)
C	Rédacteur : T. GEILLE Vérificateur : B. CHIROUZE Approbateur : A. CIAVALDINI	Intégration des modifications suite au comité de relecture final

SOMMAIRE

1	OBJET DE L'ETUDE	8
2	BILAN DES EMISSIONS	10
2.1	BILAN DES REJETS ATMOSPHERIQUES – CAS DU FONCTIONNEMENT « CONTINU » DE L'INSTALLATION.....	10
2.1.1	Cheminée procédé	10
2.1.2	Engins de transports	14
2.1.3	Autres émissions diffuses.....	16
2.1.4	Synthèse	17
2.2	BILAN DES REJETS ATMOSPHERIQUES – ETUDE D'UNE CONFIGURATION DE REJETS PENALISANTE SUR UNE COURTE DUREE.....	18
2.3	BILAN DES REJETS AQUEUX.....	21
2.3.1	Effluents sanitaires	21
2.3.2	Eluats de la station d'osmose (concentrats et éluats de régénération)	21
3	EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION	22
3.1	IDENTIFICATION DES POPULATIONS EXPOSEES	22
3.2	VOIES D'EXPOSITION.....	24
3.3	IDENTIFICATION DES SCENARIOS D'EXPOSITION.....	25
3.4	PARAMETRES D'EXPOSITION RETENUS.....	26
3.4.1	Paramètres relatifs à une exposition chronique par inhalation	26
3.4.2	Paramètres relatifs à une exposition chronique par ingestion	26
3.4.3	Paramètres relatifs à une exposition aiguë par inhalation	27
4	CHOIX DES VALEURS DE REFERENCE ET SELECTION DES TRACEURS	28
4.1	VALEURS DE REFERENCE POUR LE RISQUE SANITAIRE	28

4.1.1	Définition des Valeurs toxicologiques de Référence (VTR)	28
4.1.2	Présentation de la démarche de sélection des VTR.....	29
4.1.3	VTR retenues dans le cadre de cette étude	29
4.2	VALEURS DE REFERENCE POUR LA QUALITE DE L’AIR	30
4.3	SELECTION DES COMPOSES TRACEURS DE RISQUE	30
5	EVALUATION DES CONCENTRATIONS D’EXPOSITION	33
5.1	MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE	33
5.1.1	Principe	33
5.1.2	Données météorologiques	33
5.1.3	Résultats	35
5.2	MODELISATION DES CONCENTRATIONS DANS LES SOLS.....	37
5.3	MODELISATION DES CONCENTRATIONS DANS LES DENREES AUTOPRODUITES.....	38
6	CARACTERISATION DES RISQUES SANITAIRES.....	39
6.1	METHODOLOGIE.....	39
6.1.1	Calcul des niveaux d’expositions.....	39
6.1.2	Caractérisation du risque	40
6.2	RESULTATS DES CALCULS DE RISQUE POUR UNE EXPOSITION CHRONIQUE DES POPULATIONS	41
6.2.1	Résultats des calculs de risque pour la voie d’exposition par inhalation	41
6.2.2	Résultats des calculs de risque pour la voie d’exposition par ingestion	45
6.3	RESULTATS DES CALCULS DE RISQUE POUR UNE EXPOSITION AIGUË DES POPULATIONS.....	47
6.4	SYNTHESE DES NIVEAUX DE RISQUE PAR SCENARIO D’EXPOSITION ET CONCLUSION SUR LES NIVEAUX DE RISQUES SANITAIRES	48
6.4.1	Exposition chronique.....	48

6.4.2	Exposition aiguë.....	48
6.5	EVALUATION DE L'IMPACT SUR LA QUALITE DE L'AIR AU DROIT DES GROUPES DE POPULATION RETENUS	49
7	EVALUATION DES INCERTITUDES	50
7.1	INCERTITUDES ASSOCIEES A LA CARACTERISATION DES EMISSIONS	50
7.2	INCERTITUDES LIEES A L'ESTIMATION DES CONCENTRATIONS D'EXPOSITION	50
7.3	INCERTITUDES ASSOCIEES A LA QUANTIFICATION DES RISQUES	51
7.4	BILAN DES INCERTITUDES	52

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Détermination des flux de métaux à la cheminée de l'installation TDN	11
Tableau 2 : Détermination des autres flux à la cheminée de l'installation TDN	12
Tableau 3 : Détermination des flux de COV à la cheminée de l'installation TDN	13
Tableau 4 : Caractéristiques de la cheminée de l'installation TDN	14
Tableau 6 : Estimation de nombre de camions circulant sur l'installation TDN	14
Tableau 7 : Détermination des flux d'émission pour les engins de transport.....	15
Tableau 7 : Détermination des flux des autres émissions diffuses	16
Tableau 8 : Flux d'émission atmosphérique – Cas du fonctionnement « continu » de l'installation	18
Tableau 9 : Flux d'émission atmosphérique – Cas de la configuration de rejet « pénalisante »	20
Tableau 10 : Localisation des groupes de population	23
Tableau 11 : Synthèse des scénarios d'exposition considérés	25
Tableau 12 : Paramètres d'exposition pour l'inhalation.....	26
Tableau 13 : Paramètres d'exposition génériques pour l'ingestion.....	26
Tableau 14 : Rations alimentaires	27
Tableau 15 : Valeurs guides de la qualité de l'air.....	30
Tableau 16 : Concentration d'exposition moyenne pour le milieu atmosphérique – scénario d'exposition chronique	35
Tableau 17 : Concentration d'exposition maximale pour le milieu atmosphérique – scénario d'exposition aiguë	36
Tableau 18 : Concentration moyenne modélisée dans les sols.....	37
Tableau 19 : Quotients de danger pour la voie d'exposition par inhalation – scénario résidentiel	41
Tableau 20 : Quotients de danger pour la voie d'exposition par inhalation – scénario professionnel	42
Tableau 21 : Excès de risque individuel pour la voie d'exposition par inhalation – scénario résidentiel	43
Tableau 22 : Excès de risque individuel pour la voie d'exposition par inhalation – scénario professionnel	44
Tableau 23 : Quotients de danger pour la voie d'exposition par ingestion – Livière Haute	45
Tableau 24 : Excès de risque individuel pour la voie d'exposition par ingestion – Livière Haute	46
Tableau 25 : Calculs de risque pour le scénario d'exposition aiguë	47
Tableau 26 : Synthèse des niveaux de risque au niveau du récepteur le plus exposé	48
Tableau 27 : Evaluation de la qualité de l'air au niveau du récepteur le plus exposé	49
Tableau 28 : VTR retenues dans le cadre d'une exposition chronique par inhalation – effets à seuil	54
Tableau 29 : VTR retenues dans le cadre d'une exposition chronique par ingestion – effets à seuil	56
Tableau 30 : VTR retenues dans le cadre d'une exposition chronique par inhalation – effets sans seuil.....	57
Tableau 31 : VTR retenues dans le cadre d'une exposition chronique par ingestion – effets sans seuil.....	58
Tableau 32 : VTR retenues dans le cadre d'une exposition aiguë par inhalation	59
Tableau 33 : Sélection des traceurs de risques sanitaires.....	60
Tableau 34 : Caractérisation des rejets atmosphériques	61

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation des groupes de population retenus.....	24
Figure 2 : Rose des vents du site de Malvésí – 2012-2014	34
Figure 3 : Isocontours des concentrations horaires moyennes annuelles en arsenic	62
Figure 4 : Isocontours des concentrations horaires moyennes annuelles en NO _x	63
Figure 5 : Isocontours des dépôts moyens annuels en arsenic	64

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 Valeurs toxicologiques de référence
- Annexe 2 Sélection des traceurs de risque sanitaires
- Annexe 3 Caractérisation des rejets atmosphériques
- Annexe 4 Isocontours des concentrations et des dépôts moyens annuels
- Annexe 5 Equations de modélisation des concentrations dans les différents compartiments de l'environnement

1 OBJET DE L'ETUDE

L'établissement AREVA NC Malvésí a pour activité la transformation des concentrés uranifères en tétrafluorure d'uranium (UF₄), première étape de la conversion de l'uranium, opération préalable aux opérations d'enrichissement isotopique.

Le procédé de conversion de l'uranium naturel génère des effluents liquides chargés en nitrates. Ces effluents liquides subissent une étape de décantation naturelle, dans des bassins. Les effluents épurés des matières en suspension sont transférés vers des bassins d'évaporation (lagunes) où ils sont concentrés sous l'effet du vent et du soleil.

Afin de traiter ces effluents liquides concentrés en sels, renfermant des traces de radionucléides, AREVA NC a lancé le projet de mise en place d'une installation industrielle de traitement, dénommée TDN (Traitement Des Nitrates).

La présente étude constitue l'Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) des rejets chimiques liés au projet TDN. Celle-ci est réalisée dans le cadre de l'étude d'impact du dossier de demande d'autorisation d'exploiter de l'installation TDN

Cette ERS est réalisée selon la méthodologie française et s'appuie notamment sur :

- le « Guide pour l'analyse du Volet Sanitaire des études d'impact » de l'Institut National de Veille Sanitaire (INVS) publié en février 2000,
- le guide « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » de l'INERIS, publié en août 2013,
- la note d'information de la Direction Générale de la Santé N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 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.

Les principales étapes de réalisation de cette étude sont les suivantes :

- l'identification des dangers, se traduisant par la réalisation d'un bilan des émissions atmosphériques et aqueuses associées au fonctionnement des installations,
- l'identification des enjeux, c'est-à-dire des cibles potentiellement exposées aux émissions des installations étudiées, et des modes d'exposition de ces cibles aux rejets de l'installation,
- l'évaluation de la dose-réponse, se traduisant par la recherche et la sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) des composés rejetés et la sélection des traceurs des risques sanitaires,
- l'évaluation de l'exposition, se traduisant par l'estimation des niveaux d'exposition des différentes cibles retenues comme populations de référence (récepteurs),
- la caractérisation des risques, se traduisant par un calcul d'indicateurs de risque exprimant quantitativement les niveaux de risques potentiels encourus par les populations exposées aux émissions des installations,
- l'évaluation des incertitudes associées à chaque étape de réalisation de l'étude.

Il est à noter que cette étude est basée sur des données et hypothèses fournies et validées par AREVA NC Malvésí.

Après ce premier chapitre introductif, le présent rapport est organisé comme suit :

- le Chapitre 2 présente le bilan des émissions de l'installation,
- le Chapitre 3 récence les enjeux (populations) à proximité des installations et présente les voies d'exposition aux différents rejets des installations,
- le Chapitre 4 porte sur le choix des Valeurs Toxicologiques de Référence et la sélection des traceurs de risque sanitaire,
- le Chapitre 5 est consacré à la détermination des concentrations d'exposition,
- le Chapitre 6 présente la quantification des risques sanitaires et la conclusion sur les niveaux de risques évalués,
- le Chapitre 7 est consacré à l'évaluation des incertitudes associées à la présente étude.

2 BILAN DES EMISSIONS

Les paragraphes ci-dessous, présentent les rejets chimiques atmosphériques et aqueux émis lors du fonctionnement de l'installation TDN.

Il convient de noter que les hypothèses relatives à la caractérisation qualitative et quantitative des rejets chimiques sont présentées en détail au chapitre 2 « Description du projet ».

Il est à noter que le bilan des émissions présente des flux d'émissions annuels, reflète du fonctionnement « continu » des installations, à l'origine d'une exposition chronique des cibles potentielles. Toutefois, afin de prendre en compte les fluctuations pouvant être observées sur une plus petite échelle de temps, le cas d'un fonctionnement de l'installation selon une configuration plus pénalisante que celle étudiée à la base (mais ne remettant pas en cause les flux annuels estimés), sur une échelle de temps beaucoup plus courte (heure), est également étudié. Cette configuration est quant à elle à l'origine d'une exposition aiguë des cibles potentielles.

2.1 BILAN DES REJETS ATMOSPHERIQUES – CAS DU FONCTIONNEMENT « CONTINU » DE L'INSTALLATION

Les sources d'émission de composés gazeux et particulaires à l'atmosphère sont les suivantes :

- la cheminée procédé de l'installation TDN, unique exutoire canalisé,
- les camions utilisés pour les différents transports de matières premières et substances nécessaires au fonctionnement de l'installation (charbon, argile, alumine, oxygène, azote, ammoniac ainsi que les déchets envoyés vers l'ANDRA), à l'origine de rejets diffus de gaz d'échappement,
- les phases de déchargement des camions et de transfert vers les silos de réactifs (rejets diffus particulaires),
- la cuve de solution ammoniacale (émission diffuse par respiration).

2.1.1 Cheminée procédé

La cheminée procédé de l'installation TDN est à l'origine de rejets en :

- poussières, assimilées selon une première approche à des poussières de diamètre médian inférieur ou égal à 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$),
- dioxyde de soufre (SO_2),
- oxydes d'azote (NO_x),
- métaux dont l'uranium, potentiellement présents dans les effluents traités et dans les matières premières utilisées dans le procédé (charbon, argile),
- composés organiques volatils (COV) issus de la combustion des charbons,
- ammoniac (NH_3),
- acide chlorhydrique (HCl),
- acide fluorhydrique (HF),
- protoxyde d'azote (N_2O).

Pour l'ensemble de ces substances, à l'exception des métaux, le flux annuel est calculé sur la base des valeurs journalières moyennes attendues.

Les concentrations en métaux ont été estimées à partir des concentrations en métaux contenus dans les effluents, le charbon et l'argile. Ces concentrations ont été ajustées en considérant l'efficacité des systèmes de filtration envisagés. Selon une première approche majorante, des « facteurs de sécurité » ont également été appliquées.

Le flux en uranium a quant à lui été déterminé à partir du terme source radiologique et plus particulièrement de l'activité rejetée en ²³⁸U. Un facteur de sécurité a également été retenu pour l'estimation de cette concentration.

Rejets en métaux :

Le tableau suivant présente les Valeurs Limites d'Emission (VLE) issues de l'arrêté du 2 février 1998 ainsi que les flux annuels retenus, considérant les facteurs de sécurité.

	VLE semi horaires (mg/Nm³)* <i>arrêté du 02 février 1998</i>	Flux annuel retenu (kg/an)	Flux annuel détaillé (kg/an)
Cadmium	0,1	0,18	0,05
Mercure			0,03
Thallium			0,11
Arsenic	1	0,75	0,46
Sélénium			0,18
Tellure			0,10
Plomb	1	0,75	0,75
Antimoine	5	11	0,11
Chrome			0,37
Cobalt			0,11
Cuivre			1,89
Etain			0,16
Manganèse			2,14
Nickel			4,87
Vanadium			0,89
Zinc			0,46
Uranium	0,005	0,25	0,25

* Les concentrations sont exprimées sur gaz secs et rapportées à 11% d'O₂

Tableau 1 : Détermination des flux de métaux à la cheminée de l'installation TDN

Autres rejets à la cheminée :

Le tableau suivant présente les valeurs moyennes attendues pour les autres substances et les flux annuels associés.

	VLE semi horaires (mg/Nm³)* <i>arrêté du 02 février 1998</i>	Valeur moyenne attendue (mg/Nm³)*	Flux retenu (kg/an)
Poussières (PM _{2,5})	40	30	2 916
SO ₂	300	200	19 440
NO _x	500	400	38 880
CO	100	90	8 748
COV (exprimé en COT)	110	20	1 944
COV spéciaux**	2	< 2	170
NH ₃	50	40	3 888
HCl	50	40	3 888
HF	5	1,5	146
N ₂ O	Nc	300	29 160

* Les concentrations sont exprimées sur gaz secs et rapportées à 11% d'O₂

** sont concernés le benzène, le formaldéhyde et le Phtalate de bis(2-éthylhexyle) (appelé par la suite DEHP)

Tableau 2 : Détermination des autres flux à la cheminée de l'installation TDN

Rejets en COV :

Considérant que l'émission de COV sera générée par la combustion du charbon, la caractérisation des composés a été estimée sur la base des facteurs d'émissions de l'AP-42 de l'US-EPA concernant la combustion de ce type de charbon¹ ainsi que des résultats d'essais réalisés sur un pilote. La méthodologie détaillée est présentée au chapitre 2.

La spéciation retenue prend en compte le benzène, le toluène et les xylènes qui ont été détectés lors des essais ainsi que de façon enveloppe l'acétaldéhyde et le formaldéhyde qui sont mentionnés dans l'AP-42. Sont également retenus pour l'évaluation des impacts l'éthylbenzène, le styrène, le chlorométhane et le chloroéthane ainsi que le Bis (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) qui ont été détectés lors des essais et qui sont mentionnés dans l'AP-42 mais avec un facteur d'incertitude élevé. Les autres substances qui sont susceptibles d'être présentes mais qui sont rarement caractérisées sont des hydrocarbures et des hydrocarbures substitués (notamment des aldéhydes et des cétones) de masse molaire variable qui représentent la majorité des COV.

Ces substances sont retenues suivant le ratio correspondant à leurs concentrations mesurées par rapport à la concentration globale des COV, comme présenté dans le tableau ci-dessous.

	Valeurs retenues en pourcentage massique des COV totaux	Valeur moyenne attendue (mg/Nm ³)*	Flux retenu (kg/an)
Acétaldéhyde	1,50 %	0,4	36
Formaldéhyde	0,50 %	0,1	12
Benzène	3,50 %	0,9	85
DEHP	3,00 %	0,8	73
Toluène	1,50 %	0,4	36
Xylènes	0,50 %	0,1	12
Ethylbenzène	0,50 %	0,1	12
Styrène	0,50 %	0,1	12
Chlorométhane	1,00 %	0,3	24
Chloroéthane	1,00 %	0,3	24

* Les concentrations sont exprimées sur gaz secs et rapportées à 11% d'O₂

Tableau 3 : Détermination des flux de COV à la cheminée de l'installation TDN

¹ Compilation of Air Pollutants Emissions Factors AP-42, Fifth Edition, Volume 1, Chapter 1 : External Combustion Sources, 1.1 Bituminous and Subbituminous Coal Combustion.

Caractéristiques de la cheminée :

Les caractéristiques de cette cheminée sont présentées dans le tableau suivant :

	Cheminée TDN
Hauteur (m)	30
Diamètre (m)	0,9
Orientation du rejet	Verticale
Débit nominal (Nm ³ /h de gaz secs à 11 % d'O ₂)	12 000
Température (°C)	208

Tableau 4 : Caractéristiques de la cheminée de l'installation TDN

2.1.2 Engins de transports

Les émissions en gaz d'échappement sont dépendantes du nombre de camions circulant sur le site de l'installation TDN.

Le tableau suivant présente l'estimation du nombre de camions qui circuleront dans le cadre du fonctionnement de l'installation TDN.

Matière première acheminée	Nombre de camion	Durée consommation sur site
Charbon	1 camion / jour	1h / camion
Argile	1 camion / jour	1h / camion
Alumine	0,1 camion / semaine	1h / camion
O ₂	0,5 camion / jour	1h / camion
N ₂	0,5 camion / semaine	1h / camion
NH ₄ -OH	0,1 camion / semaine	1h / camion
Déchets envoyés vers ANDRA	2 camions / jour	1h / camion

Tableau 5 : Estimation de nombre de camions circulant sur l'installation TDN

Un nombre enveloppe de cinq camions par jour a été retenu.

A partir de la consommation en carburant estimée pour ces véhicules et des facteurs d'émissions de l'European Environment Agency² disponibles, les flux d'émission en monoxyde d'azote (CO), COVNM (Composés Organiques Volatils Non Méthanique), oxydes d'azote (NO_x), poussières (assimilé à des PM_{2,5}), protoxyde d'azote (N₂O), ammoniac (NH₃), plomb, benzo[k]fluoranthène, benzo[b]fluoranthène, benzo[a]pyrène et indéno[1,2,3-cd]pyrène ont été déterminés.

Il est à noter que, selon une approche majorante, les COVNM ont été assimilés à du benzène.

Le tableau suivant présente les flux annuels estimés pour ces émissions diffuses.

	Flux retenu (kg/an)
CO	38
COVNM	10
NO _x	169
Poussière	5
N ₂ O	0,3
NH ₃	6,6.10 ⁻²
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	4,0.10 ⁻⁵
Benzo[k]fluoranthène	1,7.10 ⁻⁴
Benzo[b]fluoranthène	1,6.10 ⁻⁴
Benzo[a]pyrène	2,6.10 ⁻⁵
Plomb	2,6.10 ⁻⁴

Tableau 6 : Détermination des flux d'émission pour les engins de transport

² EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013, Part B, "1.A.3.b Exhaust emissions from road transport".

Les facteurs d'émissions du Tier 1 ont été utilisés. Il est précisé que les facteurs d'émissions du Tier 1 conduisent à surestimer les émissions pour les pays dont la flotte de véhicule respecte des normes d'émissions récentes (Euro 2, à savoir des véhicules mis en service après juillet 1996). De plus, trois jeux de facteurs d'émissions sont proposés : minimum, moyen et maximum. Les valeurs maximales correspondent aux véhicules ne possédant pas de dispositif de contrôle des émissions tandis que les valeurs minimales correspondent à la moyenne européenne en 2005 (avant l'introduction de la norme Euro 4). Bien que les valeurs minimales semblent déjà majorantes, il a été choisi d'utiliser les valeurs moyennes.

2.1.3 Autres émissions diffuses

La phase de déchargement de charbon ainsi que les phases de dépotage des différents silos présents sur l'installation TDN (charbon, argile, alumine) sont à l'origine d'émissions diffuses en poussières.

Pour la quantification de ces émissions, il a été considéré une opération de dépotage / déchargement par jour. Les poussières ont été assimilées à des poussières de diamètre médian inférieur ou égal à 10 µm (PM₁₀).

Il est considéré que le dépotage de la cuve de solution ammoniacale n'est pas à l'origine de rejets atmosphériques car ce dernier est réalisé par transfert d'atmosphère. En revanche, cette cuve pourrait être à l'origine d'émissions diffuses en ammoniac par phénomène de respiration.

Le tableau suivant présente les flux annuels estimés pour ces émissions diffuses.

	Flux Poussière (kg/an)	Flux NH₃ (kg/an)
Transfert/Déchargement charbon	130	-
Dépotage argile	3	-
Dépotage alumine	0,02	-
Respiration cuve solution ammoniacale	-	105

Tableau 7 : Détermination des flux des autres émissions diffuses

2.1.4 Synthèse

La synthèse des rejets atmosphériques, canalisés et diffus, est présentée dans le tableau suivant.

	Cheminée procédé	Camions	Déchargement charbon	Transfert charbon	Dépotage argile	Dépotage alumine	Cuve de solution ammoniacale
Caractéristiques							
Surface d'émission (m ²)	nc	1392,2	9,95	71,86	9,88	10,38	26,67
Hauteur de rejet (m)	30	0,5	0,5	25	25	25	5
Flux d'émission atmosphérique							
Type	CANALISE	DIFFUS					
Unités	g/s	g/m ² /s					
PM _{2,5}	9,25.10 ⁻²	1,09.10 ⁻⁷					
PM ₁₀			4,47.10 ⁻⁴	3,87.10 ⁻⁷	1,12.10 ⁻⁵	8,03.10 ⁻⁸	
SO ₂	0,62						
NO _x	1,23	3,85.10 ⁻⁶					
CO	0,28	8,76.10 ⁻⁷					
NH ₃	0,12	1,50.10 ⁻⁹					1,35.10 ⁻⁴
HCl	0,12						
HF	5,39.10 ⁻³						
Cadmium	1,50.10 ⁻⁶						
Mercure	8,42.10 ⁻⁷						
Thallium	3,37.10 ⁻⁶						
Arsenic	1,47.10 ⁻⁵						
Sélénium	5,78.10 ⁻⁶						
Tellure	3,33.10 ⁻⁶						
Plomb	2,38.10 ⁻⁵	6,01.10 ⁻¹²					
Antimoine	3,57.10 ⁻⁶						
Chrome (Chrome VI)	1,16.10 ⁻⁵						
Cobalt	3,37.10 ⁻⁶						
Cuivre	5,99.10 ⁻⁵						
Etain	5,15.10 ⁻⁶						
Manganèse	6,79.10 ⁻⁵						
Nickel	1,54.10 ⁻⁴						
Vanadium	2,82.10 ⁻⁵						
Zinc	1,47.10 ⁻⁵						
Uranium	7,93.10 ⁻⁶						
N ₂ O	0,93	5,89.10 ⁻⁹					
Acétaldéhyde	1,16.10 ⁻³						
Formaldéhyde	3,85.10 ⁻⁴						
Benzène	2,70.10 ⁻³	2,22.10 ⁻⁷					
DEHP	2,31.10 ⁻³						
Toluène	1,16.10 ⁻³						
Xylènes	3,85.10 ⁻⁴						
Ethylbenzène	3,85.10 ⁻⁴						
Styrène	3,85.10 ⁻⁴						
Chlorométhane	7,71.10 ⁻⁴						

	Cheminée procédé	Camions	Déchargement charbon	Transfert charbon	Dépotage argile	Dépotage alumine	Cuve de solution ammoniacale
Caractéristiques							
Chloroéthane	$7,71.10^{-4}$						
Indéno(1,2,3-cd)pyrène		$9,13.10^{-13}$					
Benzo[k]fluoranthene		$3,97.10^{-12}$					
Benzo[b]fluoranthene		$3,56.10^{-12}$					
Benzo[a]pyrène		$5,89.10^{-13}$					

Tableau 8 : Flux d'émission atmosphérique – Cas du fonctionnement « continu » de l'installation

2.2 BILAN DES REJETS ATMOSPHERIQUES – ETUDE D'UNE CONFIGURATION DE REJETS PENALISANTE SUR UNE COURTE DUREE

Comme mentionné précédemment, afin de tenir compte des fluctuations des émissions, une configuration de rejet « pénalisante » sur une courte durée a été étudiée.

Celle-ci considère sur une durée d'une heure la simultanéité des émissions suivantes :

- émissions maximales à la cheminée procédé de TDN en considérant les valeurs limites d'émissions (basée sur l'arrêté du 02 février 1998) et le débit maximal de la cheminée à savoir 13 000 Nm³/h,
- un dépotage simultané de charbon, d'argile et d'alumine,
- la présence de cinq camions sur le site,
- le test du groupe électrogène, uniquement à l'origine d'émissions ponctuelles en NO_x, SO₂ et PM_{2,5}. Ces émissions ont été estimées sur la base de la consommation en fioul des groupes électrogènes et des facteurs d'émissions de l'AP-42³).

Les flux d'émissions retenus dans le cadre de cette configuration d'émission sur une courte durée sont présentés dans le tableau suivant.

³ US-EPA, Compilation of Air Pollutants Emissions Factors AP-42, Fifth Edition, Volume 1, Chapter 3 : Stationary Internal Combustion Sources - 3.3 "Gasoline and Diesel Industrial Engines".

	Cheminée procédé	Camions	Déchargement charbon	Transfert charbon	Dépotage argile	Dépotage alumine	Cuve de solution ammoniacale	Groupe électrogène
Caractéristiques								
Surface d'émission (m ²)	nc	1392,2	9,95	71,86	9,88	10,38	26,67	17,23
Hauteur de rejet (m)	30	0,5	0,5	25	25	25	5	3
Flux d'émission atmosphérique								
Type	CANALISE	DIFFUS						
Unités	g/h	g/m ² /h						
PM _{2,5}	520	1,02.10 ⁻²						28,26
PM ₁₀			37,8	3,48.10 ⁻²	2,02	0,58		
SO ₂	3900,0							26,46
NO _x	6500,0	0,36						403,2
CO	1300,0	8,19.10 ⁻²						
NH ₃	650,0	1,41.10 ⁻⁴					0,49	
HCl	650,0							
HF	65,0							
Cadmium	0,34							
Mercure	0,19							
Thallium	0,77							
Arsenic	8,02							
Sélénium	3,16							
Tellure	1,82							
Plomb	13,00	5,62.10 ⁻⁷						
Antimoine	0,66							
Chrome (Chrome VI)	2,16							
Cobalt	0,63							
Cuivre	11,17							
Etain	0,96							
Manganèse	12,66							
Nickel	28,76							
Vanadium	5,26							

	Cheminée procédé	Camions	Déchargement charbon	Transfert charbon	Dépotage argile	Dépotage alumine	Cuve de solution ammoniacale	Groupe électrogène
Zinc	2,74							
Uranium	0,07							
N ₂ O	3900,0	5,51.10 ⁻⁴						
Acétaldéhyde	26,80							
Benzène	62,56	2,08.10 ⁻²						
Formaldéhyde	8,93							
Toluène	26,81							
Xylènes	8,94							
Ethylbenzène	8,94							
Styrène	8,94							
Chlorométhane	17,88							
Chloroéthane	17,88							
DEHP	53,63							
Indéno(1,2,3-cd)pyrène		8,54.10 ⁻⁸						
Benzo[k]fluoranthene		3,72.10 ⁻⁷						
Benzo[b]fluoranthene		3,33.10 ⁻⁷						
Benzo[a]pyrène		5,51.10 ⁻⁸						

Tableau 9 : Flux d'émission atmosphérique – Cas de la configuration de rejet « pénalisante »

2.3 BILAN DES REJETS AQUEUX

Il convient de noter que l'installation TDN n'est pas à l'origine de rejets de procédé en milieu aquatique. Les seuls effluents générés sont les effluents sanitaires et les eaux de purge de l'osmoseur. Ces rejets sont décrits ci-après.

2.3.1 Effluents sanitaires

L'eau potable provenant du réseau public est utilisée pour les besoins domestiques du personnel (douches, sanitaires, lavabos...).

La nature de ces eaux ne présente pas de caractère préoccupant d'un point de vue sanitaire. Elle ne justifie donc pas leur intégration dans la présente évaluation quantitative des risques sanitaires.

2.3.2 Concentrats d'eau osmosée et éluats d'adoucissement)

Le procédé mis en œuvre est un procédé de traitement thermique qui ne génère pas d'effluent liquide, mais uniquement un effluent gazeux et un résidu solide.

Il faut néanmoins mentionner la production d'environ 1,5 m³/h d'éluats d'adoucissement et de concentrats d'osmose (1/3 pour les éluats d'adoucissement et 2/3 pour les concentrats d'osmose) qui renferment essentiellement les sels minéraux présents dans l'eau brute (chlorures, sulfates, carbonates de calcium, magnésium, sodium) ainsi que le sel utilisé pour la régénération des installations d'adoucissement. Il faut rajouter à ces effluents liquides la production de moins de 1 m³/jour d'eaux de purges de chaudière et de condensats de vapeur.

L'eau industrielle provient du captage des eaux superficielles de la source de l'Œillal, située au nord du site. Elle n'est pas donc pas transformée par les usages de TDN. Seule la concentration en minéraux naturellement présents dans l'eau évolue, du fait de son utilisation.

Il est prévu qu'une partie de ces effluents (de l'ordre de 40 %) soit réutilisée dans le procédé de cimentation. Ainsi, l'excédent (environ 8 000 m³/an) est renvoyé vers le site de Malvési dans le réseau d'effluents similaires pour être rejeté à l'environnement via le point de Rejet Unique (RU), dans le canal de Tauran.

Ce volume d'effluents représente une augmentation d'environ 4 % du volume moyen d'effluents rejetés par le site de Malvési et représentent moins de 0,2 % du débit moyen du canal de Tauran.

La nature et le volume de ces eaux ne justifient pas leur intégration dans la présente évaluation quantitative des risques sanitaires.

3 EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION

3.1 IDENTIFICATION DES POPULATIONS EXPOSEES

Ce paragraphe présente la sélection des groupes de populations (ou récepteurs) au voisinage susceptibles d'être exposés directement ou indirectement aux émissions de l'installation TDN.

La présente ERS considère l'exposition des personnes pouvant résider ou travailler à proximité du site de Malvési.

Le choix des groupes de population retenus pour l'évaluation des impacts a été établi à partir :

- de l'identification des populations résidentielles, des entreprises externes et des ERP situés à proximité du site ;
- de l'évaluation qualitative du potentiel d'exposition des populations à partir de la rose des vents (cf. § 5.1.2 « Données météorologiques »),
- des choix effectués lors des précédentes ERS réalisées pour le site de Malvési, dans le cadre de la demande d'autorisation d'exploiter du projet COMURHEX II⁴ et de la demande d'autorisation de création de l'INB ECRIN⁵.

En fonction de l'usage observé au droit du lieu d'exposition, deux types de récepteurs ont été retenus :

- des récepteurs de type « résidentiel » pour les zones d'habitation,
- des récepteurs de type « professionnel » pour les entreprises voisines, à savoir :
 - ACPG Aude (entretien d'espace vert),
 - SLMC (fabricant de colorant)⁶,
 - ARTERRIS (coopérative agricole), TEA BLANC TRS (transport routier), intégrant la société CAMIDI et DIVIMER (Diffusion des Vins Méditerranéen), qui de par leur proximité ont été regroupés en un même point.

Les récepteurs retenus sont présentés dans le tableau ci-après.

⁴ Evaluation des risques sanitaires (ERS) liés au fonctionnement de l'usine de Malvési (11) dans sa future configuration (COMURHEX II) – Réf. DRC-07-75154-16499E – INERIS – 16/072008

⁵ Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) – Installation ECRIN Site de Malvési à Narbonne (11) – Réf. RMC_4000861A, 14/12/2012

⁶ Il est à noter que cette entreprise a cessé son activité et que son site d'implantation fait actuellement l'objet de travaux de remédiation

Nom du groupe de population	Type	Distance à la cheminée (m)	Direction
Romilhac le Haut	Résidentiel	605	S
Romilhac le Bas		886	S
Livière Haute		1262	E
Les Geysnières		717	O
Domaine de Montlaurès		484	NE
ACPG Aude	Professionnel	1586	SO
SLMC		317	S
ARTERRIS		998	S

Tableau 10 : Localisation des groupes de population

La localisation de ces groupes de population est présentée sur la figure suivante. Le point rouge correspond à l'emplacement de la cheminée procédé de l'installation TDN.

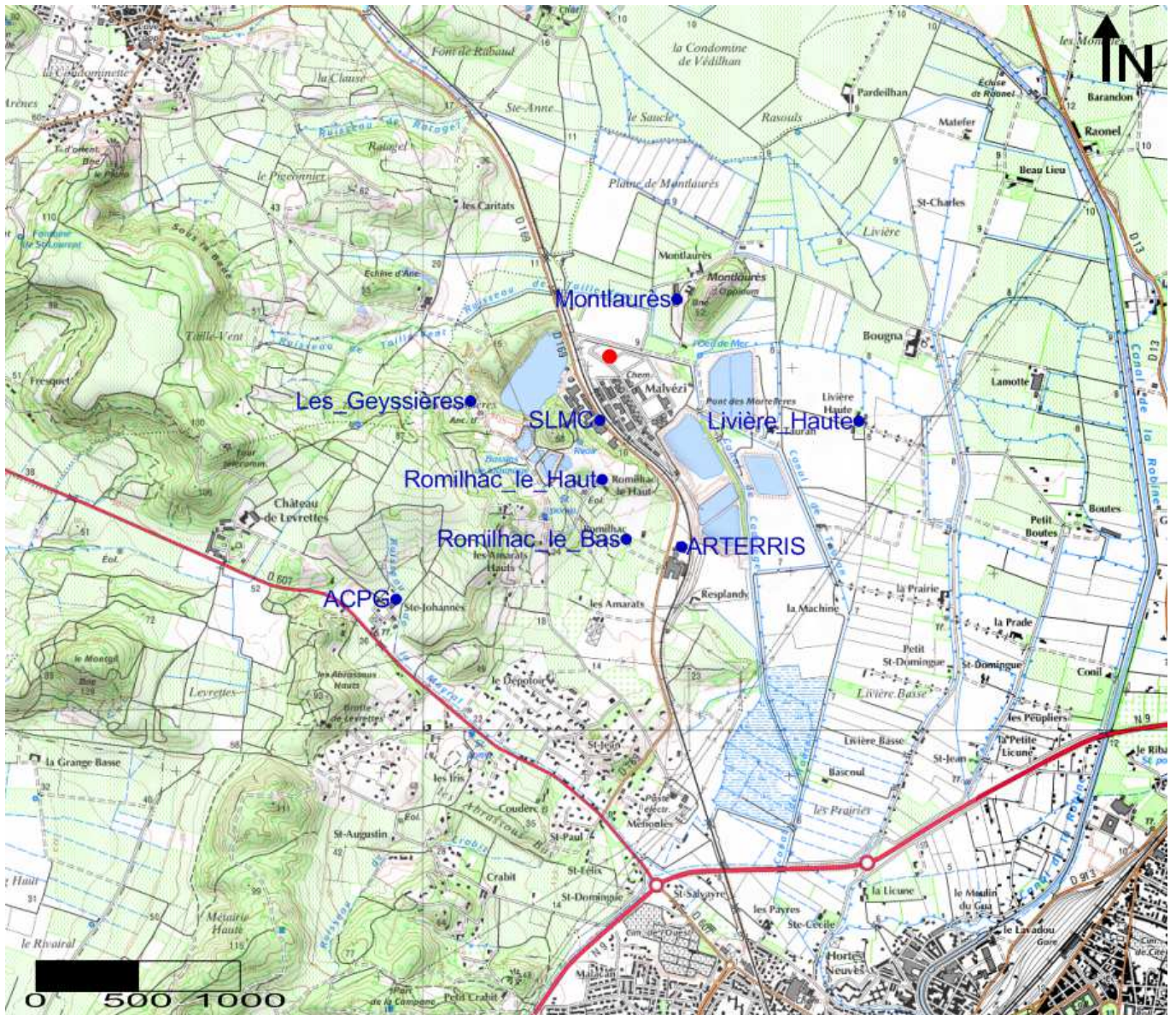


Figure 1 : Localisation des groupes de population retenus

3.2 VOIES D'EXPOSITION

Au vu du bilan des émissions, le milieu de transfert identifié est l'air. Les différentes voies de transfert et d'exposition associées sont :

- l'inhalation suite au transport et à la dispersion dans l'air ;
- l'ingestion par inadvertance de sols, l'ingestion de végétaux et de produits d'origine animale suite au dépôt au sol des composés susceptibles de se transférer dans la chaîne alimentaire émis dans l'atmosphère.

3.3 IDENTIFICATION DES SCENARIOS D'EXPOSITION

En ce qui concerne l'exposition par inhalation, trois scénarios sont étudiés :

- un scénario d'exposition chronique « résidentiel » : il est considéré (approche majorante) que les riverains (habitants des groupes de population retenus) restent 24h/24 et 365 jours par an sur une période de 30 ans au sein de leur habitation ;
- un scénario d'exposition chronique « professionnel » : il est considéré que les employés des entreprises voisines sont présents sur leur lieu de travail 8 h par jour, 220 jours par an (soit une exposition de 5 jours sur 7, pendant 44 semaines incluant jours fériés et RTT) sur une période de 30 ans ;
- un scénario d'exposition aiguë, adapté à la configuration de rejet « pénalisante » étudiée sur une courte durée (une heure) détaillée au paragraphe 2.2 et considérant les conditions météorologiques les plus défavorables sur la période étudiée.

Concernant l'exposition par ingestion, seul un scénario de type « résidentiel » a été étudié. Dans ce scénario, il est considéré que les riverains peuvent être exposés par ingestion accidentelle de sols et par ingestion de produits d'origine animale et de végétaux produits dans leur jardin potager. Le scénario professionnel n'a pas été étudié pour la voie d'exposition par ingestion, (absence de consommation d'aliment produits sur lieu de travail et absence d'activité à l'origine d'une exposition par ingestion accidentelle de sol de surface).

Au vu de ces éléments, les scénarios d'exposition suivants ont été évalués quantitativement dans le cadre de la présente ERS :

- Scénario 1 : Exposition chronique des résidents des habitations les plus proches de l'installation TDN ;
- Scénario 2 : Exposition chronique des salariés d'entreprises extérieures à proximité de l'installation TDN ;
- Scénario 3 : Exposition aiguë des résidents et des salariés d'entreprises extérieures les plus proches de l'installation TDN.

Voies d'exposition considérées	Scénario		
	1	2	3
Inhalation	✓	✓	✓
Ingestion de sols	✓		
Ingestion de végétaux	✓		
Ingestion de produits d'origine animale	✓		

Tableau 11 : Synthèse des scénarios d'exposition considérés

3.4 PARAMETRES D'EXPOSITION RETENUS

Les paramètres d'exposition retenus dans le cadre de cette étude sont présentés dans les tableaux suivants.

3.4.1 Paramètres relatifs à une exposition chronique par inhalation

Paramètre	Unité	Récepteur de type résidentiel	Récepteur de type professionnel
Exposition journalière (FE)	h/j	24	8
Exposition annuelle (EF)	j/an	365	220
Période d'exposition	an	30	30
Durée de vie	an	70	70

Tableau 12 : Paramètres d'exposition pour l'inhalation

3.4.2 Paramètres relatifs à une exposition chronique par ingestion

Les tableaux suivants présentent les différents paramètres spécifiques à l'exposition par ingestion.

- **Paramètres génériques**

Paramètre	Unité	Enfant 2-7 ans	Enfant 7-12 ans	Adulte	Référence
Masse corporelle	kg	17,2	30,6	62,6	CIBLEX, Banque de données de paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué, Juin 2003
Durée d'exposition	an	5	5	20	Enfant / adulte (résident) : Durée totale d'exposition de 30 ans. Valeur conservative considérant que le 90ème percentile du temps passé dans la même résidence au cours de la vie (enfant et âge adulte) est de 30 ans (Tableau 36, ECETOC technical report N°79)
Fréquence d'exposition au sol	j/an	156	156	104	3 jours par semaine pour les enfants (mercredi et week-end) 2 jours par semaine pour les adultes (week-end)
Fréquence d'exposition aux aliments autoproduits	j/an	365	365	365	Hypothèse conservative
Quantité de sol ingéré accidentellement	mg/j	24,3	24,3	50	Pour les enfants P50, Etude Stanek 2001 (étude présentée lors des 2èmes rencontres nationales de la recherche sur les sites et sols pollués organisées par l'ADEME) Pour les adultes, valeur standard

Tableau 13 : Paramètres d'exposition génériques pour l'ingestion

- **Taux d'ingestion et taux d'autoconsommation**

Les données de ration alimentaire et de taux de consommation exploitées et présentées ci-dessous sont issues de CIBLEX : profil alimentaire de type « agriculteurs en zone rurale » (ceci désigne, dans CIBLEX, les agriculteurs habitant dans des communes de moins de 2 000 habitants).

Ces rations ont été prises en cohérence avec les ERS réalisées dans le cadre de la demande d'autorisation d'exploiter du projet COMURHEX II⁷ et de la demande d'autorisation de création de l'INB ECRIN⁸.

Population générale	Taux d'ingestion (g/j)			Taux d'autoconsommation (%)
	Enfant 2-7 ans	Enfant 7-12 ans	Adulte	
Végétaux feuilles	21,85	23,82	59,01	86,6
Végétaux racines incluant les pommes de terre	63,83	83,44	86,16	70,0 ⁽⁹⁾
Végétaux fruits et Fruits	111,94	133,41	249,52	93,8
Volailles	21,84	39,53	48,3	80,4
Œufs	15,81	22,69	26,26	67,0
Mouton	14,22	22,9	30,01	26,8
Porc	33,79	44,27	60,84	99,1

Tableau 14 : Rations alimentaires

3.4.3 Paramètres relatifs à une exposition aiguë par inhalation

Dans le cadre de l'étude d'un scénario d'exposition aiguë, une durée d'exposition d'une heure a été considérée.

⁷ Evaluation des risques sanitaires (ERS) liés au fonctionnement de l'usine de Malvési (11) dans sa future configuration (COMURHEX II) – Réf. DRC-07-75154-16499E - INERIS – 16/072008

⁸ Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) – Installation ECRIN Site de Malvési à Narbonne (11) – Réf. RMC_4000861A, 14/12/2012

⁹ Taux d'autoconsommation calculé sur les taux propres aux végétaux racines et aux pommes de terres au prorata des rations alimentaires de chacun de ces deux types d'aliments

4 CHOIX DES VALEURS DE REFERENCE ET SELECTION DES TRACEURS

Les paragraphes suivants présentent les valeurs de référence retenues respectivement pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires et pour l'évaluation quantitative de l'impact sur la qualité de l'air des rejets des installations.

Le dernier paragraphe de ce chapitre présente les composés traceurs retenus dans le cadre de ces évaluations.

4.1 VALEURS DE REFERENCE POUR LE RISQUE SANITAIRE

Les substances chimiques évaluées peuvent avoir deux types d'effets toxicologiques :

- les effets dits « à seuil », pour lesquels il existe une concentration en dessous de laquelle l'exposition ne produit pas d'effet et pour lesquels au-delà d'une certaine dose, des dommages apparaissent, dont la gravité augmente avec la dose absorbée,
- les effets dits « sans seuil », pour lesquels il existe une probabilité, même infime, qu'une seule molécule pénétrant dans l'organisme provoque des effets néfastes pour cet organisme. Ces dernières substances sont, pour l'essentiel, des substances génotoxiques pouvant avoir des effets cancérogènes ou dans certains cas reprotoxiques.

Il est à noter que les substances peuvent avoir à la fois des effets « à seuil » et des effets « sans seuil ».

4.1.1 Définition des Valeurs toxicologiques de Référence (VTR)

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sont des repères toxicologiques permettant de quantifier les risques pour la santé humaine. Elles expriment la relation dose-réponse, c'est-à-dire la relation quantitative entre un niveau d'exposition (la dose) à une substance dangereuse et l'incidence observée d'un effet indésirable donné (la réponse).

Ces valeurs sont spécifiques d'une substance, d'une durée d'exposition et d'une voie d'exposition. Leur construction diffère en fonction de l'hypothèse formulée ou des données acquises sur les mécanismes d'action toxique de la substance.

En cohérence avec les types d'effets définis précédemment, les VTR sont définies selon :

- les VTR « à seuil de dose »,
- les VTR « sans seuil de dose ».

Les VTR à seuil de dose représentent la dose ou la concentration en-deçà de laquelle la survenue d'un effet n'est pas attendue. Elle s'exprime dans la même unité que l'exposition (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la voie d'exposition par inhalation et en $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$ pour la voie d'exposition par ingestion).

Ces VTR sont encore appelées :

- Concentrations Admissibles dans l'Air (CAA) dans le cadre d'une exposition par inhalation ;
- Dose Journalière Admissibles (DJA) dans le cadre d'une exposition par ingestion.

Les VTR sans seuil de dose désignent la probabilité supplémentaire de survenue d'un effet pour une unité d'exposition. Ces VTR sont aussi appelées excès de risque unitaire (ERU) et s'expriment dans l'unité inverse de l'exposition, en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ pour la voie d'exposition par inhalation, et en $(\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$ pour la voie d'exposition par ingestion.

Il convient de noter que les VTR sont établies pour l'ensemble de la population, qui comprend notamment des récepteurs sensibles tels que les enfants ou les personnes âgées.

4.1.2 Présentation de la démarche de sélection des VTR

Conformément aux recommandations de la Direction Générale de la Santé (DGS)¹⁰, les VTR sont recherchées parmi les bases de données toxicologiques des organismes de référence suivants :

- l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)¹¹. L'ANSES construit des VTR sur la base d'études toxicologiques ou sélectionne des VTR émanant de bases de données reconnues internationalement,
- l'Observatoire de la Qualité des Pratiques de l'Evaluation des Risques Sanitaires dans les Etudes d'Impact (OPERSEI) qui recommande l'utilisation de VTR pour certaines substances. Ces recommandations sont validées par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France¹²,
- les bases de données des Etats-Unis (USEPA¹³ - IRIS¹⁴ et ATSDR¹⁵),
- l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS),
- du Canada (Health Canada),
- des Pays-Bas (RIVM¹⁶),
- de l'EPA de Californie (OEHHA¹⁷),
- l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA¹⁸).

4.1.3 VTR retenues dans le cadre de cette étude

Les tableaux présentant les VTR retenues dans le cadre de cette étude pour les différents composés, les différentes voies d'exposition (inhalation et ingestion), les différentes durées d'exposition (chronique et aigu) ainsi que les différents types d'effets (à seuil et sans seuil), sont présentés en Annexe 1.

Pour rappel, conformément aux recommandations de la DGS, lorsque plusieurs VTR sont disponibles, l'ordre de sélection est le suivant :

- les VTR construites par l'ANSES sont sélectionnées en premier lieu,
- si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors la VTR correspondante est retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente,

¹⁰ Note d'information N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimique et de choix des valeurs toxicologique 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.

¹¹ Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES),

¹² Les valeurs sélectionnées par l'OPERSEI sont disponibles sur le site Internet : <http://www.sante.gouv.fr/questions-reponses,1675.html>

¹³ United-States Environmental Protection Agency

¹⁴ Integrated Risk Information System, US-EPA

¹⁵ Agency for Toxic Substances and Disease Registry

¹⁶ Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (National Institute of Public Health and the Environment)

¹⁷ Office of Environmental Health Hazard Assessment

¹⁸ European Food Safety Authority

- dans le cas contraire, la VTR la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS est retenue (sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée),
- enfin, si aucune VTR n'est retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (ANSES, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA sera retenue.

4.2 VALEURS DE REFERENCE POUR LA QUALITE DE L'AIR

Le code de l'environnement et des bases reconnues comme celles de l'OMS ou de l'US EPA fixent des valeurs cibles relatives à la qualité de l'air.

A défaut de disposer de valeur de référence pour évaluer l'impact sanitaire pour certains composés, les valeurs de référence pour la qualité de l'air permettent d'évaluer l'impact de ces substances sur le milieu atmosphérique.

Le tableau suivant présente les valeurs retenues parmi les valeurs disponibles pour les composés ne disposant pas de VTR. Les composés concernés sont les produits de combustion et les poussières.

Substances	Objectif de qualité de l'air (moyenne annuelle en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Référence
Oxydes d'azote (NO_x) assimilés au dioxyde d'azote (NO_2)	40	Article R. 221-1 du Code de l'Environnement, objectif de qualité et valeur limite
Dioxyde de soufre (SO_2)	50	Article R. 221-1 du Code de l'Environnement, objectif de qualité
Particules $\text{PM}_{2,5}$	10	
Particules PM_{10}	30	

Tableau 15 : Valeurs guides de la qualité de l'air

4.3 SELECTION DES COMPOSES TRACEURS DE RISQUE

La démarche de choix des traceurs de risque est basée sur une hiérarchisation des polluants au regard des quantités émises et de leur toxicité, en utilisant notamment les VTR déterminées selon la méthodologie décrite précédemment.

Cette hiérarchisation est réalisée à l'aide d'un calcul de score, démarche proposée par le guide INERIS « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » (2013). Les résultats des calculs de scores ne sont en aucun cas des indicateurs sanitaires et ne sont utilisés d'aucune manière dans la suite de l'ERS.

Le score est déterminé de façon différente qu'il s'agisse de substances à effet à seuil ou sans seuil.

Méthodologie du calcul de score :

1. Afin de pouvoir hiérarchiser les substances en tenant compte à la fois des quantités émises et de leur toxicité, sont calculés les scores suivants :
 - pour les expositions à seuil : $\text{Score} = \text{flux} / \text{VTR}$,
 - pour les expositions sans seuil : $\text{Score} = \text{flux} \times \text{VTR}$ (puisque les VTR pour les effets sans seuil sont exprimées sous la forme d'excès de risque).
2. Les scores calculés sont convertis sur une base unitaire, en divisant chaque score par le score le plus élevé. Les traceurs retenus à ce stade sont alors définis par les critères suivants :
 - le composé présentant le ratio le plus élevé (ratio normalisé de 1),
 - les composés présentant des ratios normalisés supérieur ou égal à 5 %. Les composés non retenus représentent donc un risque potentiel inférieur à 5 % du niveau de risque calculé pour le composé dont le ratio est le plus élevé. Leur contribution est donc négligeable.
3. En outre, les substances CMR (Cancérogène, Mutagène, Repro-toxique) ainsi que les substances spécifiques de l'activité du site doivent être examinées et sont éventuellement retenues en complément de l'exercice de score réalisé. Ont été considérés comme CMR, les substances classées au moins une fois :
 - 1A, 1B ou 2 selon le règlement CLP de la Communauté Européenne¹⁹,
 - 1, 2A ou 2B selon le classement du CIRC²⁰,
 - A, B1, B2 ou C selon le classement de l'US-EPA.

Le calcul de score réalisé dans le cadre de cette étude est présenté en Annexe 2.

Les traceurs de risques sanitaires retenus à partir de la méthode décrite précédemment sont les suivants :

- NH₃,
- HCl,
- HF,
- Cadmium,
- Arsenic,
- Chrome (assimilé de manière majorante à du Chrome VI),
- Nickel,
- Acétaldéhyde,
- Benzène,
- DEHP.

¹⁹ Règlement CE n° 1272/2008 du 16 décembre 2008 modifié relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives n° 67/548/CEE et n° 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

²⁰ Centre International de Recherche sur le Cancer.

L'Uranium a également été retenu en tant que traceur de l'activité du site.

L'Hydrocarbure Aromatique Polycyclique (HAP) présentant le score le plus élevé, à savoir le Benzo[k]fluoranthene (b[k]f), a également été retenu afin de disposer d'un traceur de risque sanitaire pour chaque famille de composé. Enfin, l'ensemble des substances CMR, possédant au moins une VTR pour des effets sans seuil a également été retenu. Il s'agit :

- du Plomb,
- du Formaldéhyde,
- de l'Ethylbenzène.

Il convient de souligner que parmi les traceurs retenus, l'HCl, le NH₃, l'acétaldéhyde, le benzène ainsi que le formaldéhyde ne sont pas bioaccumulables²¹. Pour ces composés, la voie d'exposition par ingestion de végétaux et de produits animaliers autoproduits ne sera pas étudiée.

²¹ Les log(Kow) de ces composés ont été recherchés auprès de l'HHRAP (US-EPA, 2005). Leurs valeurs étant inférieures à 3, ces composés sont considérés comme non bioaccumulables.

5 EVALUATION DES CONCENTRATIONS D'EXPOSITION

Les paragraphes suivants présentent la détermination des concentrations d'exposition des différents récepteurs dans les différents milieux environnementaux.

5.1 MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE

Une modélisation de la dispersion atmosphérique a été réalisée en utilisant le modèle pseudo gaussien à sources multiples ADMS 4.2 afin d'évaluer les concentrations moyennes annuelles pour les scénarios d'exposition chronique et les concentrations maximales pour le scénario d'exposition aiguë.

5.1.1 Principe

Le modèle ADMS (Atmospheric Dispersion Modeling System) a été développé par Cambridge Environmental Research Consultants Ltd (CERC), en collaboration avec l'office de météorologie du France et l'Université du Surrey.

C'est un modèle de type pseudo gaussien, particulièrement adapté au calcul des concentrations atmosphériques pour les composés émis par des installations industrielles, qui dispose d'une reconnaissance internationale.

ADMS prend en compte simultanément les phénomènes de dispersion et de sédimentation, en fonction de la granulométrie (pour les poussières). Après une phase de dilution et de dispersion atmosphérique, le modèle calcule les concentrations moyennes des composés émis. Les résultats sont fonction de la nature du composé, des conditions de rejet, des conditions météorologiques et de la topographie.

Le domaine de calcul est divisé en un nombre fini de points (10 000), appelés mailles. Le modèle calcule les concentrations horaires pour chaque maille définie et fournit pour la période d'enregistrement météorologique considérée (2012-2014 dans le cas de cette étude) des valeurs moyennes et des valeurs maximales (selon le scénario étudié).

Le logiciel Surfer, permettant des représentations bi et tridimensionnelles a ensuite été utilisé pour tracer les isocontours des concentrations par interpolation.

Les principaux avantages du modèle ADMS sont :

- la prise en compte des bâtiments,
- la grande variété de sources (cheminée, volume, jet, surface...) pouvant être modélisées, plusieurs types de sources pouvant être pris en compte simultanément, dans un même calcul,
- le module de traitement des données météorologiques élaboré, basé sur les formules récentes de traitement des effets des conditions météorologiques et de la stabilité atmosphérique,
- le calcul des dépôts secs et humides selon la nature du polluant.

Les caractéristiques des émissions atmosphériques sont présentées en Annexe 3.

5.1.2 Données météorologiques

Les conditions météorologiques du site ont une forte influence sur la dispersion atmosphérique. La dispersion est conditionnée par des facteurs tels que la vitesse du vent, sa direction et l'intensité des turbulences. Pour un flux d'émission donné, les concentrations dans l'air prédites au niveau de la surface du sol peuvent varier considérablement selon les conditions météorologiques, parfois de plusieurs ordres de grandeur. La concentration maximale dans l'air au-dessus de la surface du sol peut apparaître à un endroit donné sous certaines conditions météorologiques et à un autre sous d'autres conditions.

Les phénomènes de stabilité atmosphérique sont complexes et leur modélisation requiert un nombre minimum de paramètres.

Les données concernant la vitesse et la direction du vent à 10 m, la pluviométrie, la température, l'épaisseur de la couche limite ainsi que l'inverse de la longueur de Monin-Obukhov proviennent de la station Météo France de Narbonne, au lieu-dit Jonquières. Le fichier météorologique a été préparé pour les besoins des calculs à partir des données météorologiques tri-horaires. Les données collectées depuis janvier 2012 jusqu'à décembre 2014 ont été exploitées.

La rose des vents de Narbonne Jonquières pour la période 2012-2014 est présentée ci-après :

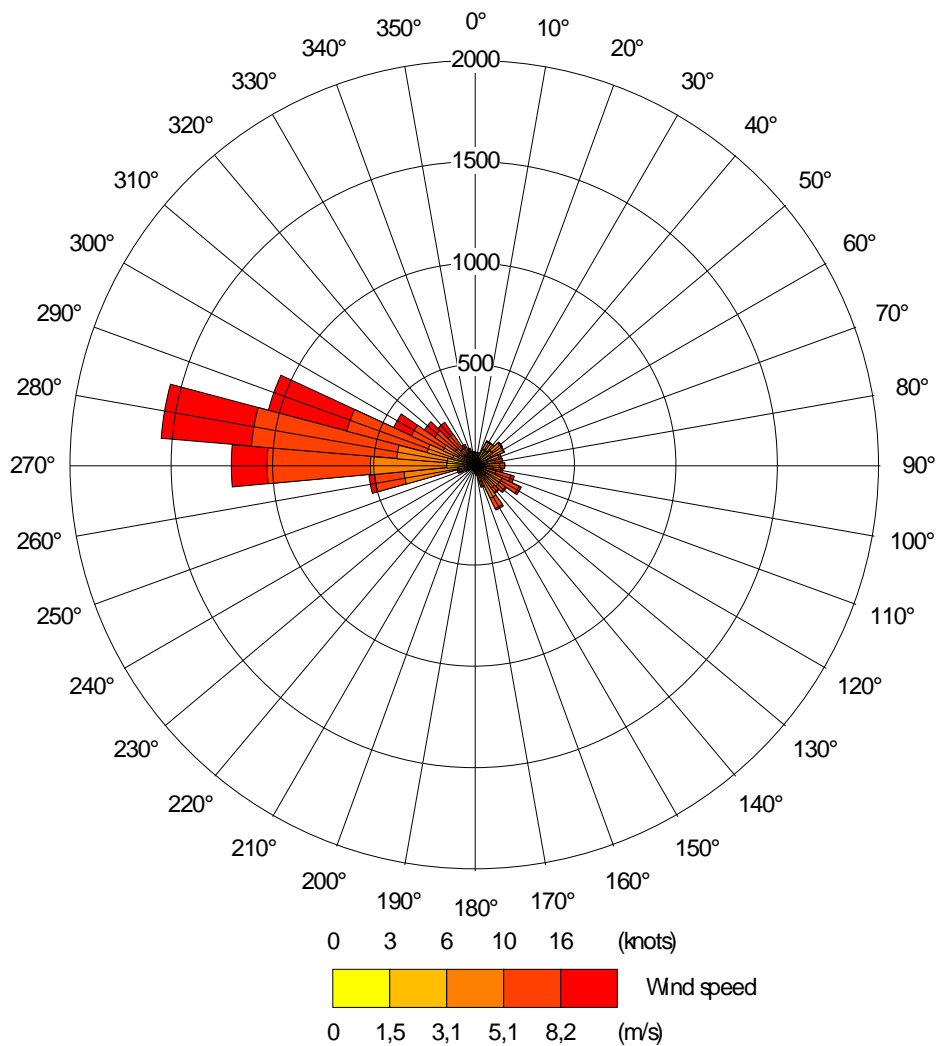


Figure 2 : Rose des vents du site de Malvésí – 2012-2014

5.1.3 Résultats

Le détail des résultats de dispersion atmosphériques, pour l'ensemble des récepteurs (résidentiels et professionnels) et des scénarios d'exposition sont présentés dans les tableaux suivants.

5.1.3.1 Scénario d'exposition chronique

	Concentration d'exposition moyenne pour le milieu atmosphérique µg/m ³							
	SLMC	Romilhac le Haut	Romilhac le Bas	Montlaurès	Les Geysnières	Livière Haute	ACPG	ARTERRIS
NO _x	2,07.10 ⁻¹	7,83.10 ⁻²	4,81.10 ⁻²	6,53.10 ⁻²	1,63.10 ⁻¹	5,26.10 ⁻¹	5,83.10 ⁻²	5,95.10 ⁻²
SO ₂	9,37.10 ⁻²	3,64.10 ⁻²	2,27.10 ⁻²	2,96.10 ⁻²	7,94.10 ⁻²	2,61.10 ⁻¹	2,86.10 ⁻²	2,85.10 ⁻²
PM _{2,5}	1,59.10 ⁻²	6,21.10 ⁻³	3,94.10 ⁻³	4,66.10 ⁻³	1,28.10 ⁻²	4,12.10 ⁻²	4,91.10 ⁻³	4,79.10 ⁻³
PM ₁₀	7,64.10 ⁻³	2,13.10 ⁻³	1,01.10 ⁻³	2,92.10 ⁻³	1,83.10 ⁻³	1,53.10 ⁻³	3,90.10 ⁻⁴	9,05.10 ⁻⁴
HCl	2,27.10 ⁻²	9,14.10 ⁻³	5,94.10 ⁻³	6,34.10 ⁻³	1,81.10 ⁻²	6,04.10 ⁻²	7,48.10 ⁻³	7,11.10 ⁻³
NH ₃	4,01.10 ⁻²	1,51.10 ⁻²	9,18.10 ⁻³	1,07.10 ⁻²	2,27.10 ⁻²	6,51.10 ⁻²	8,85.10 ⁻³	1,01.10 ⁻²
HF/Fluorures	7,03.10 ⁻⁴	2,73.10 ⁻⁴	1,70.10 ⁻⁴	2,22.10 ⁻⁴	5,95.10 ⁻⁴	1,96.10 ⁻³	2,15.10 ⁻⁴	2,14.10 ⁻⁴
Cadmium	1,78.10 ⁻⁷	6,73.10 ⁻⁸	4,14.10 ⁻⁸	5,66.10 ⁻⁸	1,50.10 ⁻⁷	4,30.10 ⁻⁷	5,00.10 ⁻⁸	5,07.10 ⁻⁸
Arsenic	1,74.10 ⁻⁶	6,60.10 ⁻⁷	4,06.10 ⁻⁷	5,54.10 ⁻⁷	1,47.10 ⁻⁶	4,21.10 ⁻⁶	4,90.10 ⁻⁷	4,96.10 ⁻⁷
Plomb	2,84.10 ⁻⁶	1,07.10 ⁻⁶	6,59.10 ⁻⁷	9,02.10 ⁻⁷	2,39.10 ⁻⁶	6,82.10 ⁻⁶	7,94.10 ⁻⁷	8,05.10 ⁻⁷
Chrome VI	1,37.10 ⁻⁶	5,21.10 ⁻⁷	3,20.10 ⁻⁷	4,37.10 ⁻⁷	1,16.10 ⁻⁶	3,32.10 ⁻⁶	3,87.10 ⁻⁷	3,92.10 ⁻⁷
Nickel	1,82.10 ⁻⁵	6,91.10 ⁻⁶	4,25.10 ⁻⁶	5,81.10 ⁻⁶	1,54.10 ⁻⁵	4,41.10 ⁻⁵	5,14.10 ⁻⁶	5,20.10 ⁻⁶
Uranium	9,87.10 ⁻⁷	3,77.10 ⁻⁷	2,39.10 ⁻⁷	3,10.10 ⁻⁷	8,34.10 ⁻⁷	2,33.10 ⁻⁶	2,89.10 ⁻⁷	2,88.10 ⁻⁷
Acétaldéhyde	2,14.10 ⁻⁴	8,62.10 ⁻⁵	5,61.10 ⁻⁵	5,98.10 ⁻⁵	1,71.10 ⁻⁴	5,70.10 ⁻⁴	7,05.10 ⁻⁵	6,70.10 ⁻⁵
Benzène	2,07.10 ⁻³	7,08.10 ⁻⁴	3,99.10 ⁻⁴	6,47.10 ⁻⁴	8,04.10 ⁻⁴	1,71.10 ⁻³	2,76.10 ⁻⁴	4,01.10 ⁻⁴
Formaldéhyde	7,12.10 ⁻⁵	2,86.10 ⁻⁵	1,86.10 ⁻⁵	1,98.10 ⁻⁵	5,66.10 ⁻⁵	1,89.10 ⁻⁴	2,34.10 ⁻⁵	2,22.10 ⁻⁵
DEHP	4,27.10 ⁻⁴	1,72.10 ⁻⁴	1,12.10 ⁻⁴	1,19.10 ⁻⁴	3,40.10 ⁻⁴	1,13.10 ⁻³	1,40.10 ⁻⁴	1,33.10 ⁻⁴
Ethylbenzène	7,12.10 ⁻⁵	2,86.10 ⁻⁵	1,86.10 ⁻⁵	1,98.10 ⁻⁵	5,66.10 ⁻⁵	1,89.10 ⁻⁴	2,34.10 ⁻⁵	2,22.10 ⁻⁵
B[k]f	2,81.10 ⁻⁸	9,07.10 ⁻⁹	4,80.10 ⁻⁹	9,08.10 ⁻⁹	7,27.10 ⁻⁹	6,81.10 ⁻⁹	2,00.10 ⁻⁹	4,39.10 ⁻⁹

Tableau 16 : Concentration d'exposition moyenne pour le milieu atmosphérique – scénario d'exposition chronique

A titre d'illustration, les isocontours des concentrations moyennes annuelles en arsenic et en NO_x ainsi que les isocontours des dépôts moyens annuels en arsenic sont présentés dans l'Annexe 4.

5.1.3.2 Scénario d'exposition aiguë

Dans le cadre de l'étude d'un scénario d'exposition aiguë, les conditions météorologiques les plus défavorables sur la période étudiée sont utilisées.

Les concentrations maximales, correspondant à ces conditions météorologiques, sont présentées dans le tableau suivant pour l'ensemble des groupes de population et pour les substances possédant une VTR dans le cadre d'une exposition aiguë par inhalation.

	Concentration d'exposition maximale pour le milieu atmosphérique $\mu\text{g}/\text{m}^3$							
	SLMC	Romilhac le Haut	Romilhac le Bas	Montlaurès	Les Geyssières	Livière Haute	ACPG	ARTERRIS
NH ₃	3,55	1,93	1,46	1,62	0,97	1,64	0,63	1,28
HCl	3,20	1,78	1,36	1,57	0,92	1,55	0,60	1,21
HF	2,67.10⁻¹	1,24.10 ⁻¹	9,07.10 ⁻²	1,49.10 ⁻¹	8,27.10 ⁻²	7,40.10 ⁻²	4,44.10 ⁻²	7,72.10 ⁻²
Cadmium	1,12.10⁻³	5,30.10 ⁻⁴	3,22.10 ⁻⁴	7,04.10 ⁻⁴	3,71.10 ⁻⁴	2,65.10 ⁻⁴	1,55.10 ⁻⁴	2,78.10 ⁻⁴
Mercuré	2,51.10⁻³	1,19.10 ⁻³	7,24.10 ⁻⁴	1,58.10 ⁻³	8,33.10 ⁻⁴	5,95.10 ⁻⁴	3,48.10 ⁻⁴	6,24.10 ⁻⁴
Arsenic	2,63.10⁻²	1,25.10 ⁻²	7,58.10 ⁻³	1,66.10 ⁻²	8,72.10 ⁻³	6,22.10 ⁻³	3,64.10 ⁻³	6,53.10 ⁻³
Cuivre	3,65.10⁻²	1,73.10 ⁻²	1,05.10 ⁻²	2,30.10 ⁻²	1,21.10 ⁻²	8,66.10 ⁻³	5,06.10 ⁻³	9,08.10 ⁻³
Nickel	9,41.10⁻²	4,46.10 ⁻²	2,72.10 ⁻²	5,93.10 ⁻²	3,13.10 ⁻²	2,23.10 ⁻²	1,30.10 ⁻²	2,34.10 ⁻²
Vanadium	1,72.10⁻²	8,17.10 ⁻³	4,97.10 ⁻³	1,09.10 ⁻²	5,72.10 ⁻³	4,08.10 ⁻³	2,39.10 ⁻³	4,28.10 ⁻³
Acétaldéhyde	1,31.10⁻¹	7,30.10 ⁻²	5,58.10 ⁻²	6,46.10 ⁻²	3,79.10 ⁻²	6,39.10 ⁻²	2,47.10 ⁻²	4,98.10 ⁻²
Benzène	6,48	2,11	1,10	3,89	1,70	0,60	0,38	0,91
Formaldéhyde	4,38.10⁻²	2,43.10 ⁻²	1,86.10 ⁻²	2,15.10 ⁻²	1,26.10 ⁻²	2,13.10 ⁻²	8,22.10 ⁻³	1,66.10 ⁻²
Toluène	1,31.10⁻¹	7,31.10 ⁻²	5,58.10 ⁻²	6,46.10 ⁻²	3,80.10 ⁻²	6,39.10 ⁻²	2,47.10 ⁻²	4,98.10 ⁻²
Xylènes	4,38.10⁻²	2,44.10 ⁻²	1,86.10 ⁻²	2,15.10 ⁻²	1,27.10 ⁻²	2,13.10 ⁻²	8,23.10 ⁻³	1,66.10 ⁻²
Ethylbenzène	4,38.10⁻²	2,44.10 ⁻²	1,86.10 ⁻²	2,15.10 ⁻²	1,27.10 ⁻²	2,13.10 ⁻²	8,23.10 ⁻³	1,66.10 ⁻²
Styrène	4,38.10⁻²	2,44.10 ⁻²	1,86.10 ⁻²	2,15.10 ⁻²	1,27.10 ⁻²	2,13.10 ⁻²	8,23.10 ⁻³	1,66.10 ⁻²
Chlorométhane	8,76.10⁻²	4,87.10 ⁻²	3,72.10 ⁻²	4,31.10 ⁻²	2,53.10 ⁻²	4,26.10 ⁻²	1,64.10 ⁻²	3,32.10 ⁻²
Chloroéthane	8,76.10⁻²	4,87.10 ⁻²	3,72.10 ⁻²	4,31.10 ⁻²	2,53.10 ⁻²	4,26.10 ⁻²	1,64.10 ⁻²	3,32.10 ⁻²

Tableau 17 : Concentration d'exposition maximale pour le milieu atmosphérique – scénario d'exposition aiguë

5.2 MODELISATION DES CONCENTRATIONS DANS LES SOLS

Les concentrations dans les sols superficiels ont été déterminées par modélisation à partir du dépôt atmosphérique. Les équations utilisées dans ce cadre sont tirées de la méthode HHRAP (US EPA, 2005) et sont détaillées en Annexe 5.

Les concentrations ainsi estimées dans les sols sont présentées dans le tableau suivant.

	Concentration moyenne modélisée dans les sols				
	mg/kg				
	Romilhac le Haut	Romilhac le Bas	Montlaurès	Les Geysnières	Livière Haute
NH ₃	8,44.10 ⁻⁴	6,97.10 ⁻⁴	2,98.10 ⁻⁴	1,40.10 ⁻³	2,36.10 ⁻³
HF/Fluorures	4,92.10 ⁻²	3,29.10 ⁻²	4,62.10 ⁻²	1,21.10 ⁻¹	4,24.10 ⁻¹
Cadmium	1,89.10 ⁻⁵	1,25.10 ⁻⁵	3,64.10 ⁻⁵	5,53.10 ⁻⁵	2,88.10 ⁻⁴
Arsenic	7,17.10 ⁻⁵	4,76.10 ⁻⁵	1,38.10 ⁻⁴	2,10.10 ⁻⁴	1,09.10 ⁻³
Plomb	3,59.10 ⁻³	2,38.10 ⁻³	6,93.10 ⁻³	1,05.10 ⁻²	5,48.10 ⁻²
Chrome VI	3,72.10 ⁻⁵	2,47.10 ⁻⁵	7,17.10 ⁻⁵	1,09.10 ⁻⁴	5,67.10 ⁻⁴
Nickel	1,68.10 ⁻³	1,11.10 ⁻³	3,24.10 ⁻³	4,92.10 ⁻³	2,57.10 ⁻²
Uranium	3,17.10 ⁻⁴	2,11.10 ⁻⁴	5,58.10 ⁻⁴	8,98.10 ⁻⁴	4,36.10 ⁻³
Acétaldéhyde	2,29.10 ⁻⁶	2,01.10 ⁻⁶	6,72.10 ⁻⁷	4,16.10 ⁻⁶	7,31.10 ⁻⁶
Benzène	9,06.10 ⁻⁵	6,71.10 ⁻⁵	5,09.10 ⁻⁵	1,29.10 ⁻⁴	1,95.10 ⁻⁴
Formaldéhyde	1,91.10 ⁻⁶	1,67.10 ⁻⁶	5,59.10 ⁻⁷	3,46.10 ⁻⁶	6,08.10 ⁻⁶
DEHP	1,07.10 ⁻¹	9,37.10 ⁻²	3,14.10 ⁻²	1,94.10 ⁻¹	3,41.10 ⁻¹
Ethylbenzène	2,68.10 ⁻⁵	2,34.10 ⁻⁵	7,85.10 ⁻⁶	4,86.10 ⁻⁵	8,54.10 ⁻⁵
B[k]f	1,05.10 ⁻⁴	6,02.10 ⁻⁵	9,35.10 ⁻⁵	9,81.10 ⁻⁵	9,09.10 ⁻⁵

Tableau 18 : Concentration moyenne modélisée dans les sols

5.3 MODELISATION DES CONCENTRATIONS DANS LES DENREES AUTOPRODUITES

Cette étape de modélisation ne concerne que les composés bioaccumulables. Les équations utilisées pour déterminer les concentrations dans les différents compartiments environnementaux sont présentées en Annexe 5.

Pour l'exposition par ingestion de végétaux autoproducts ou produits localement et par ingestion de produits animaliers, les différentes voies de transferts prises en compte dans le cadre de la présente étude sont les suivantes :

1. prélèvement depuis le sol²² par les racines puis translocation vers les parties supérieures de la plante, le sol pouvant être contaminé par le dépôt atmosphérique ;
2. dépôt atmosphérique direct sur la surface des feuilles et translocation vers les différentes parties de la plante ;
3. ingestion de sol et/ou de graines et/ou de fourrage par les animaux et transfert dans la chair ;
4. transfert des polluants dans les œufs.

²² Profondeur de sol considérée pour la zone de mélange : 20 cm.

6 CARACTERISATION DES RISQUES SANITAIRES

Les paragraphes suivants présentent l'évaluation quantitative des risques sanitaires associés aux rejets des installations.

6.1 METHODOLOGIE

6.1.1 Calcul des niveaux d'expositions

Les niveaux d'exposition sont exprimés, pour chaque substance et scénario d'exposition, comme des doses journalières d'exposition (DJE) pour l'ingestion ou des concentrations moyennes (ou maximales²³) inhalées (CI) pour l'inhalation. Ce sont des doses externes ne prenant pas en compte l'absorption par l'organisme.

Pour l'ingestion, l'exposition est généralement exprimée par la dose journalière d'exposition (DJE) calculée en fonction des quantités de matrices (sol, produits alimentaires) ingérées et impactées par le site, des concentrations de polluants dans les matrices et du poids de l'individu considéré.

La DJE est calculée, pour une période d'exposition donnée, selon l'équation :

$$DJE = \frac{\sum_i T_{ing} \times C_i \times P_{conso}}{M_c}$$

Avec :

- DJE : Dose Journalière d'Exposition liée à l'ingestion de la substance (en mg/kg/jour),
- C_i : Concentration de la substance ingérée dans la matrice i (eau, sol, aliments,...), exprimée en mg/kg ou mg/l,
- T_{ing} : Quantité de matrice i ingérée par jour, exprimée en kg/j ou l/j (moyenne annuelle),
- P_{conso} : Fraction de la quantité de matrice i (sol, eau, aliments...) consommée et exposée à la contamination étudiée (assimilable à la part de consommation de produits locaux),
- M_c : Masse corporelle de la personne (kg).

Pour l'inhalation, l'exposition est généralement exprimée en concentration moyenne inhalée, calculée à l'aide de la formule suivante :

$$CI = \frac{\sum_i C_i \times t_i}{T}$$

Avec :

- CI : concentration moyenne (ou maximale) inhalée (en mg/m³),
- C_i : Concentration de polluant dans l'air inhalé pendant une fraction de temps i (en mg/m³),
- t_i : Durée d'exposition à la concentration C_i sur la période d'exposition,
- T : Durée de la période d'exposition (même unité que t_i).

²³ Pour l'étude de l'exposition aiguë par ingestion, c'est la concentration maximale inhalée qui est étudiée (CI_{max} en mg/m³).

6.1.2 Caractérisation du risque

L'évaluation quantitative des risques sanitaires aboutit au calcul d'indicateurs de risque exprimant quantitativement les risques potentiels encourus par les populations du fait de la contamination des milieux d'exposition :

- Quotients de Danger (QD) pour les effets à seuil,
- Excès de Risque Individuel (ERI) pour les effets sans seuil.

Pour une exposition chronique par ingestion : $QD = \frac{DJE}{VTR}$ et $ERI = DJE \times ERU \times \frac{T}{T_m}$

Pour une exposition chronique par inhalation : $QD = \frac{CI}{VTR}$ et $ERI = CI \times ERU \times \frac{T}{T_m}$

Pour une exposition aiguë par inhalation : $QD = \frac{CI_{max}}{VTR_{aiguë}}$

Avec :

- VTR : Valeur Toxicologique de Référence, à seuil, pour la voie et la durée d'exposition correspondant au scénario considéré,
- ERU : Excès de Risque Unitaire, pour la voie d'exposition correspondant au scénario considéré,
- T : Durée de la période d'exposition (en années),
- T_m : Durée de temps sur laquelle l'exposition est rapportée (en années).

Pour les substances cancérigènes, l'exposition est rapportée à la durée de vie, conventionnellement 70 ans.

Les indicateurs de risque (QD et ERI) sont calculés pour chaque substance, chaque voie d'exposition et chaque sous-population identifiée. Dans le cadre d'un premier niveau d'approche et de façon majorante, ils sont ensuite sommés pour toutes les voies d'exposition et toutes les substances étudiées, sans distinguer les différents organes cibles. Si nécessaire, une approche plus fine, consistant à sommer les indicateurs de risque en fonction des organes cibles ou des types d'effets, peut être suivie.

De plus, pour les effets sans seuil, un ERI « vie entière » est calculé, afin de considérer une exposition d'une durée de 30 ans à proximité de l'installation, en sommant les ERI pour les enfants et pour l'adulte.

La valeur de référence est de 1 pour les QD et de 10^{-5} pour les ERI. Une valeur supérieure montre la nécessité d'une analyse plus approfondie afin de quantifier un risque éventuel.

6.2 RESULTATS DES CALCULS DE RISQUE POUR UNE EXPOSITION CHRONIQUE DES POPULATIONS

6.2.1 Résultats des calculs de risque pour la voie d'exposition par inhalation

6.2.1.1 Effets à seuil

Les quotients de danger (QD) sont calculés selon la méthode décrite précédemment à partir des concentrations atmosphériques modélisées.

Les QD ainsi calculés sont présentés ci-après pour les substances disposant de VTR pour les effets à seuil.

- Scénario 1 « résidentiel » :

	Quotient de danger				
	Romilhac le Haut	Romilhac le Bas	Montlaurès	Les Geysnières	Livière Haute
NH ₃	2,17.10 ⁻⁴	1,32.10 ⁻⁴	1,53.10 ⁻⁴	3,27.10 ⁻⁴	9,35.10 ⁻⁴
HF/Fluorures	1,95.10 ⁻⁵	1,21.10 ⁻⁵	1,58.10 ⁻⁵	4,25.10 ⁻⁵	1,40.10 ⁻⁴
Cadmium	2,24.10 ⁻⁷	1,38.10 ⁻⁷	1,89.10 ⁻⁷	5,01.10 ⁻⁷	1,43.10 ⁻⁶
Arsenic	4,40.10 ⁻⁵	2,70.10 ⁻⁵	3,70.10 ⁻⁵	9,82.10 ⁻⁵	2,81.10 ⁻⁴
Chrome VI	1,04.10 ⁻⁴	6,40.10 ⁻⁵	8,75.10 ⁻⁵	2,32.10 ⁻⁴	6,64.10 ⁻⁴
Nickel	7,68.10 ⁻⁵	4,72.10 ⁻⁵	6,45.10 ⁻⁵	1,71.10 ⁻⁴	4,90.10 ⁻⁴
Uranium	9,42.10 ⁻⁶	5,99.10 ⁻⁶	7,74.10 ⁻⁶	2,09.10 ⁻⁵	5,82.10 ⁻⁵
HCl	4,57.10 ⁻⁴	2,97.10 ⁻⁴	3,17.10 ⁻⁴	9,05.10 ⁻⁴	3,02.10 ⁻³
Acétaldéhyde	9,58.10 ⁻⁶	6,23.10 ⁻⁶	6,64.10 ⁻⁶	1,90.10 ⁻⁵	6,33.10 ⁻⁵
Benzène	7,39.10 ⁻⁵	4,17.10 ⁻⁵	6,75.10 ⁻⁵	8,39.10 ⁻⁵	1,78.10 ⁻⁴
Formaldéhyde	2,86.10 ⁻⁶	1,86.10 ⁻⁶	1,98.10 ⁻⁶	5,66.10 ⁻⁶	1,89.10 ⁻⁵
Ethylbenzène	1,10.10 ⁻⁷	7,16.10 ⁻⁸	7,63.10 ⁻⁸	2,18.10 ⁻⁷	7,27.10 ⁻⁷
Total	0,001	0,0006	0,0008	0,002	0,006
Valeur de référence	1				

Tableau 19 : Quotients de danger pour la voie d'exposition par inhalation – scénario résidentiel

- Scénario 2 « professionnel » :

	Quotient de danger		
	SLMC	ACPG	ARTERRIS
NH ₃	1,16.10 ⁻⁴	2,55.10 ⁻⁵	2,91.10 ⁻⁵
HF/Fluorures	1,01.10 ⁻⁵	3,08.10 ⁻⁶	3,07.10 ⁻⁶
Cadmium	1,19.10 ⁻⁷	3,35.10 ⁻⁸	3,39.10 ⁻⁸
Arsenic	2,33.10 ⁻⁵	6,57.10 ⁻⁶	6,65.10 ⁻⁶
Chrome VI	5,52.10 ⁻⁵	1,55.10 ⁻⁵	1,57.10 ⁻⁵
Nickel	4,07.10 ⁻⁵	1,15.10 ⁻⁵	1,16.10 ⁻⁵
Uranium	4,96.10 ⁻⁶	1,45.10 ⁻⁶	1,44.10 ⁻⁶
HCl	2,28.10 ⁻⁴	7,51.10 ⁻⁵	7,14.10 ⁻⁵
Acétaldéhyde	4,79.10 ⁻⁶	1,57.10 ⁻⁶	1,50.10 ⁻⁶
Benzène	4,34.10 ⁻⁵	5,79.10 ⁻⁶	8,42.10 ⁻⁶
Formaldéhyde	1,43.10 ⁻⁶	4,70.10 ⁻⁷	4,47.10 ⁻⁷
Ethylbenzène	5,50.10 ⁻⁸	1,81.10 ⁻⁸	1,72.10 ⁻⁸
Total	0,0004	0,00009	0,0001
Valeur de référence	1		

Tableau 20 : Quotients de danger pour la voie d'exposition par inhalation – scénario professionnel

- Synthèse pour les effets à seuil

Il apparaît que les quotients de danger calculés pour une exposition chronique par inhalation des groupes de population les plus exposés dans le cadre des scénarios d'exposition étudiés sont inférieurs à la valeur de référence de 1.

Le groupe de population présentant le QD le plus élevé est le groupe Livière Haute (QD de 0,006) dans le cadre d'une exposition de type « résidentielle ».

6.2.1.2 Effets sans seuil

Les excès de risques individuels (ERI) sont calculés selon la méthode décrite précédemment à partir des concentrations atmosphériques modélisées.

Les ERI ainsi calculé sont présentés ci-après pour les substances disposant de VTR pour les effets sans seuil.

- Scénario 1 « résidentiel » :

	Excès de Risque Individuel				
	Romilhac le Haut	Romilhac le Bas	Montlaurès	Les Geysnières	Livière Haute
Cadmium	$5,19.10^{-11}$	$3,19.10^{-11}$	$4,36.10^{-11}$	$1,16.10^{-10}$	$3,31.10^{-10}$
Arsenic	$4,24.10^{-10}$	$2,61.10^{-10}$	$3,56.10^{-10}$	$9,47.10^{-10}$	$2,71.10^{-9}$
Plomb	$5,52.10^{-12}$	$3,39.10^{-12}$	$4,64.10^{-12}$	$1,23.10^{-11}$	$3,51.10^{-11}$
Chrome VI	$8,93.10^{-9}$	$5,49.10^{-9}$	$7,50.10^{-9}$	$1,99.10^{-8}$	$5,69.10^{-8}$
Nickel	$1,13.10^{-9}$	$6,92.10^{-10}$	$9,46.10^{-10}$	$2,51.10^{-9}$	$7,18.10^{-9}$
Acétaldéhyde	$8,13.10^{-11}$	$5,28.10^{-11}$	$5,64.10^{-11}$	$1,61.10^{-10}$	$5,37.10^{-10}$
Benzène	$7,89.10^{-9}$	$4,45.10^{-9}$	$7,21.10^{-9}$	$8,96.10^{-9}$	$1,90.10^{-8}$
Formaldéhyde	$1,59.10^{-10}$	$1,04.10^{-10}$	$1,11.10^{-10}$	$3,16.10^{-10}$	$1,05.10^{-9}$
DEHP	$1,77.10^{-10}$	$1,15.10^{-10}$	$1,22.10^{-10}$	$3,49.10^{-10}$	$1,17.10^{-9}$
Ethylbenzène	$3,07.10^{-11}$	$1,99.10^{-11}$	$2,13.10^{-11}$	$6,07.10^{-11}$	$2,03.10^{-10}$
B[k]f	$4,28.10^{-13}$	$2,26.10^{-13}$	$4,28.10^{-13}$	$3,43.10^{-13}$	$3,21.10^{-13}$
Total	$1,89.10^{-8}$	$1,12.10^{-8}$	$1,64.10^{-8}$	$3,33.10^{-8}$	$8,91.10^{-8}$
Valeur de référence	10^{-5}				

Tableau 21 : Excès de risque individuel pour la voie d'exposition par inhalation – scénario résidentiel

- Scénario 2 « professionnel » :

	Excès de Risque Individuel		
	SLMC	ACPG	ARTERRIS
Cadmium	$2,75.10^{-11}$	$7,75.10^{-12}$	$7,85.10^{-12}$
Arsenic	$2,25.10^{-10}$	$6,33.10^{-11}$	$6,41.10^{-11}$
Plomb	$2,93.10^{-12}$	$8,21.10^{-13}$	$8,32.10^{-13}$
Chrome VI	$4,73.10^{-9}$	$1,33.10^{-9}$	$1,35.10^{-9}$
Nickel	$5,97.10^{-10}$	$1,68.10^{-10}$	$1,70.10^{-10}$
Acétaldéhyde	$4,06.10^{-11}$	$1,34.10^{-11}$	$1,27.10^{-11}$
Benzène	$4,63.10^{-9}$	$6,18.10^{-10}$	$8,98.10^{-10}$
Formaldéhyde	$7,97.10^{-11}$	$2,62.10^{-11}$	$2,49.10^{-11}$
DEHP	$8,82.10^{-11}$	$2,90.10^{-11}$	$2,76.10^{-11}$
Ethylbenzène	$1,53.10^{-11}$	$5,04.10^{-12}$	$4,79.10^{-12}$
B[k]f	$2,66.10^{-13}$	$1,89.10^{-14}$	$4,16.10^{-14}$
Total	$1,04.10^{-8}$	$2,26.10^{-9}$	$2,56.10^{-9}$
Valeur de référence	10^{-5}		

Tableau 22 : Excès de risque individuel pour la voie d'exposition par inhalation – scenario professionnel

- Synthèse pour les effets à seuil

Il apparaît que les excès de risque individuel calculés pour une exposition chronique par inhalation des groupes de population les plus exposés dans le cadre des scénarios d'exposition étudiés sont inférieurs à la valeur de référence de 10^{-5} .

Le groupe de population présentant l'ERI le plus élevé est le groupe Livière Haute (ERI de $8,91.10^{-8}$) dans le cadre d'une exposition de type « résidentielle ».

6.2.2 Résultats des calculs de risque pour la voie d'exposition par ingestion

Il convient à ce stade de rappeler que la voie d'exposition par ingestion ne concerne que les récepteurs dont l'usage est de type « résidentiel », ces derniers pouvant être exposés via les sols et les denrées animales et végétales autoproduites. Les calculs de risque pour cette voie d'exposition ne concernent ainsi que le scénario d'exposition 1 de type « résidentiel ».

Les résultats présentés ci-après sont les niveaux de risques calculés au droit du récepteur le plus exposé aux émissions du projet, à savoir « Livière Haute ». Ces niveaux de risques sont ainsi enveloppes de ceux calculés pour l'ensemble des autres récepteurs étant donné que ces derniers sont moins exposés aux émissions atmosphériques du projet TDN.

6.2.2.1 Effets à seuil

Les quotients de danger (QD) sont calculés selon la méthode décrite précédemment. Les QD ainsi calculés sont présentés ci-après pour les substances disposant de VTR pour les effets à seuil.

Livière Haute	Quotient de Danger		
	Enfant 2-7 ans	Enfant 7-12 ans	Adulte
HF/Fluorures	8,64.10 ⁻⁴	6,46.10 ⁻⁴	4,81.10 ⁻⁴
Cadmium	1,20.10 ⁻³	8,65.10 ⁻⁴	6,68.10 ⁻⁴
Arsenic	1,33.10 ⁻³	1,00.10 ⁻³	7,45.10 ⁻⁴
Plomb	2,02.10 ⁻³	1,69.10 ⁻³	1,11.10 ⁻³
Chrome VI	5,21.10 ⁻⁴	4,12.10 ⁻⁴	2,91.10 ⁻⁴
Nickel	4,91.10 ⁻⁴	3,51.10 ⁻⁴	2,63.10 ⁻⁴
Uranium	2,76.10 ⁻³	2,13.10 ⁻³	1,45.10 ⁻³
DEHP	2,47.10 ⁻³	1,62.10 ⁻³	1,65.10 ⁻³
Ethylbenzène	2,68.10 ⁻⁶	1,87.10 ⁻⁶	1,59.10 ⁻⁶
Benzène	2,35.10 ⁻⁷	1,32.10 ⁻⁷	8,86.10 ⁻⁸
Formaldéhyde	2,45.10 ⁻¹¹	1,38.10 ⁻¹¹	9,23.10 ⁻¹²
Total	0,011	0,009	0,007
Valeur de référence	1		

Tableau 23 : Quotients de danger pour la voie d'exposition par ingestion – Livière Haute

Il apparaît que les quotients de danger calculés pour une exposition chronique par ingestion des groupes de population les plus exposés dans le cadre des scénarios d'exposition étudiés sont inférieurs à la valeur de référence de 1.

Le groupe de population présentant le QD le plus élevé est le groupe Livière Haute pour la classe d'âge « Enfant 2-7 ans » (QD de 0,011) dans le cadre d'une exposition de type « résidentielle ».

6.2.2.2 Effets sans seuil

Les excès de risques individuels (ERI) sont calculés selon la méthode décrite précédemment. Les ERI ainsi calculé sont présentés ci-après pour les substances disposant de VTR pour les effets sans seuil.

Livière Haute	Excès de Risque Individuel			
	Enfant 2-7 ans	Enfant 7-12 ans	Adulte	Vie entière
Cadmium	$1,29.10^{-7}$	$9,27.10^{-8}$	$2,86.10^{-7}$	$5,08.10^{-7}$
Arsenic	$4,28.10^{-8}$	$3,22.10^{-8}$	$9,58.10^{-8}$	$1,71.10^{-7}$
Acétaldéhyde	$3,15.10^{-15}$	$1,77.10^{-15}$	$4,76.10^{-15}$	$9,68.10^{-15}$
Benzène	$4,62.10^{-13}$	$2,59.10^{-13}$	$6,96.10^{-13}$	$1,42.10^{-12}$
DEHP	$1,24.10^{-7}$	$8,10.10^{-8}$	$3,29.10^{-7}$	$5,34.10^{-7}$
Ethylbenzène	$2,10.10^{-10}$	$1,47.10^{-10}$	$5,00.10^{-10}$	$8,57.10^{-10}$
B[k]f	$7,05.10^{-10}$	$6,27.10^{-10}$	$1,17.10^{-9}$	$2,34.10^{-9}$
Total	$2,97.10^{-7}$	$2,07.10^{-7}$	$7,12.10^{-7}$	$1,22.10^{-6}$
Valeur de référence	10^{-5}			

Tableau 24 : Excès de risque individuel pour la voie d'exposition par ingestion – Livière Haute

Il apparaît que les excès de risque individuel calculés pour une exposition chronique par ingestion des groupes de population les plus exposés dans le cadre des scénarios d'exposition étudiés sont inférieurs à la valeur de référence de 10^{-5} .

Le groupe de population présentant l'ERI le plus élevé est le groupe Livière Haute pour la classe d'âge « adulte » (ERI de $7,12.10^{-7}$) dans le cadre d'une exposition de type « résidentielle ».

6.3 RESULTATS DES CALCULS DE RISQUE POUR UNE EXPOSITION AIGUË DES POPULATIONS

Les quotients de danger calculés dans le cadre du scénario d'exposition aiguë défini au paragraphe 2.2 au niveau des récepteurs résidentiels et professionnels les plus exposés aux rejets atmosphériques de l'installation TDN (respectivement Montlaurès et SLMC) sont présentés dans le tableau ci-après.

	VTR aiguës ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SLMC		Montlaurès	
		Concentrations maximales modélisées ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	QD	Concentrations maximales modélisées ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	QD
NH ₃	1180	3,55	0,003	1,62	0,001
HCl	2100	3,20	0,002	1,57	7,48.10 ⁻⁴
HF	16,37	0,27	0,016	0,15	0,009
Cadmium	0,03	1,12.10 ⁻³	0,037	7,04.10 ⁻⁴	0,023
Mercure	0,6	6,28.10 ⁻⁴	0,001	3,95.10 ⁻⁴	0,001
Arsenic	0,2	2,63.10 ⁻²	0,131	1,66.10 ⁻²	0,083
Cuivre	100	3,65.10 ⁻²	3,65.10 ⁻⁴	2,30.10 ⁻²	2,30.10 ⁻⁴
Nickel	0,2	9,41.10 ⁻²	0,471	5,93.10 ⁻²	0,297
Vanadium	0,8	1,72.10 ⁻²	0,022	1,09.10 ⁻²	0,014
Acétaldéhyde	470	0,13	2,80.10 ⁻⁴	6,46.10 ⁻²	1,37.10 ⁻⁴
Benzène	28,75	6,48	0,225	3,89	0,135
Formaldéhyde	49,12	4,38.10 ⁻²	8,92.10 ⁻⁴	2,15.10 ⁻²	4,38.10 ⁻⁴
Toluène	5000	0,13	2,63.10 ⁻⁵	6,46.10 ⁻²	1,29.10 ⁻⁵
Xylènes	8680	4,38.10 ⁻²	5,05.10 ⁻⁶	2,15.10 ⁻²	2,48.10 ⁻⁶
Ethylbenzène	21710	4,38.10 ⁻²	2,02.10 ⁻⁶	2,15.10 ⁻²	9,92.10 ⁻⁷
Styrène	21300	4,38.10 ⁻²	2,06.10 ⁻⁶	2,15.10 ⁻²	1,01.10 ⁻⁶
Chlorométhane	1030	8,77.10 ⁻²	8,51.10 ⁻⁵	4,31.10 ⁻²	4,18.10 ⁻⁵
Chloroéthane	39580	8,77.10 ⁻²	2,21.10 ⁻⁶	4,31.10 ⁻²	1,09.10 ⁻⁶
		Total	0,91	-	0,56
		Valeur de référence	1	-	1

Tableau 25 : Calculs de risque pour le scénario d'exposition aiguë

Les niveaux de risques calculés dans le cadre du scénario d'exposition aiguë au niveau des récepteurs les plus exposés aux rejets de l'installation TDN sont inférieurs à la valeur de référence de 1.

Il convient de rappeler que de façon majorante, les quotients de danger sont sommés pour toutes les substances étudiées, sans distinguer les types d'effets ni les différents organes cibles.

6.4 SYNTHÈSE DES NIVEAUX DE RISQUE PAR SCENARIO D'EXPOSITION ET CONCLUSION SUR LES NIVEAUX DE RISQUES SANITAIRES

6.4.1 Exposition chronique

Le tableau suivant présente une synthèse des niveaux de risque totaux pour une exposition chronique des populations (considérant l'ensemble des voies d'exposition) calculés au niveau du récepteur le plus exposé, à savoir Livière Haute :

	Quotient de Danger			Excès de Risque Individuel			
	Enfant 2-7 ans	Enfant 7-12 ans	Adulte	Enfant 2-7 ans	Enfant 7-12 ans	Adulte	Vie entière
Inhalation	0,006	0,006	0,006	$8,91.10^{-8}$	$8,91.10^{-8}$	$8,91.10^{-8}$	$8,91.10^{-8}$
Ingestion	0,01	0,009	0,007	$2,97.10^{-7}$	$2,07.10^{-7}$	$7,12.10^{-7}$	$1,22.10^{-6}$
Total	0,016	0,015	0,013	$3,86.10^{-7}$	$2,96.10^{-7}$	$8,01.10^{-7}$	$1,31.10^{-6}$
Valeur de référence	1			10^{-5}			

Tableau 26 : Synthèse des niveaux de risque au niveau du récepteur le plus exposé

En considérant l'ensemble des voies d'exposition et des types d'effet, les niveaux de risques calculés pour l'ensemble des classes d'âges sont inférieurs aux valeurs de référence. Les risques sanitaires associés aux effets à seuil comme sans seuil peuvent donc être considérés comme non préoccupants.

La voie d'exposition par ingestion est prédominante, elle représente :

- pour les effets à seuil, plus de 62 % du risque total pour la population la plus exposée (enfant 2-7 ans),
- pour les effets sans seuil, plus de 88 % pour la population la plus exposée (adulte).

A noter que la mise en perspective des effets des rejets atmosphériques du projet TDN avec les rejets du site AREVA NC Malvési (COMURHEX II et INB ECRIN) est présentée au chapitre 5 « Effets cumulés avec d'autres projets connus » de la présente étude d'impact.

6.4.2 Exposition aiguë

Le quotient de danger total calculé dans le cadre du scénario d'exposition aiguë au niveau du récepteur le plus exposé, à savoir SLMC, est inférieur à la valeur de référence de 1 (QD = 0,91).

Les risques sanitaires associés à ce scénario d'exposition peuvent donc être considérés comme non préoccupants.

A noter que la mise en perspective des effets des rejets atmosphériques du projet TDN avec les rejets du site AREVA NC Malvési (COMURHEX II et INB ECRIN) est présentée au chapitre 5 « Effets cumulés avec d'autres projets connus » de la présente étude d'impact.

6.5 EVALUATION DE L'IMPACT SUR LA QUALITE DE L'AIR AU DROIT DES GROUPES DE POPULATION RETENUS

Le tableau suivant permet la comparaison des concentrations modélisées au niveau des récepteurs les plus exposés avec les objectifs de qualité de l'air définis par le code de l'environnement et présentés au Paragraphe 4.2.

	Concentration moyenne modélisée au niveau du groupe le plus exposé ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur de référence vis-à-vis de la qualité de l'air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Récepteur le plus exposé
Oxydes d'azote	0,53	40	Livière Haute
Dioxyde de soufre	0,26	50	
PM _{2,5}	0,04	10	
PM ₁₀	0,008	30	SLMC

Tableau 27 : Evaluation de la qualité de l'air au niveau du récepteur le plus exposé

Ce tableau indique que les concentrations modélisées au droit des récepteurs les plus exposés aux émissions de l'installation TDN sont très largement inférieures aux objectifs de qualité de l'air retenus.

A noter que la mise en perspective des effets des rejets atmosphériques du projet TDN avec les rejets du site AREVA NC Malvésii (COMURHEX II et INB ECRIN) est présentée au chapitre 5 « Effets cumulés avec d'autres projets connus » de la présente étude d'impact.

7 EVALUATION DES INCERTITUDES

Ce chapitre présente une analyse globale des incertitudes associées aux calculs de risque réalisés.

Les principales étapes de l'évaluation des risques susceptibles de présenter des incertitudes significatives sont la caractérisation des émissions, l'estimation des concentrations d'exposition et la quantification des risques.

Les incertitudes associées à chaque étape sont discutées de manière qualitative dans les paragraphes qui suivent.

7.1 INCERTITUDES ASSOCIEES A LA CARACTERISATION DES EMISSIONS

La technologie prévue pour l'installation TDN n'ayant encore jamais été utilisée à échelle industrielle, le bilan des émissions a été établi à partir d'hypothèses. Le choix de ces hypothèses a été orienté dans le but de réaliser une étude conservatrice, notamment vis-à-vis des rejets envisagés.

Lorsque des données bibliographiques ont été utilisées (facteurs d'émissions), les organismes reconnus ont été consultés (US-EPA, European Environment Agency, ...) afin de disposer des données les plus adaptées au moment de la réalisation de la présente étude.

Il convient de noter également que des marges de sécurité ont été retenues dans le cadre de l'estimation des rejets de l'installation.

7.2 INCERTITUDES LIEES A L'ESTIMATION DES CONCENTRATIONS D'EXPOSITION

Les concentrations d'exposition ont été estimées sur la base d'une modélisation de la dispersion atmosphérique.

Tout modèle est une représentation simplifiée de la réalité, comprenant des éléments d'incertitude qu'il est important de prendre en compte, notamment pour l'analyse des résultats. La qualité de ces résultats dépend d'une part, du modèle et de la modélisation (phénomène modélisé, équations utilisées, ...) et d'autre part, de la qualité des données d'entrée saisies dans le modèle.

Le logiciel ADMS 4.2 fait partie des logiciels de calcul de dispersion élaborés, intégrant de nombreuses options, et reconnus par la communauté scientifique. Les études de validation du modèle, ainsi que les tests inter-modèles réalisés avec les modèles mondialement reconnus de l'USEPA (ISCST3 et AERMOD), montrent une bonne performance de ce modèle. Celui-ci est conçu pour calculer la concentration moyenne (ou maximale) d'un composé sur une période donnée avec des conditions météorologiques dont les variations présentent une amplitude relativement faible. Le modèle utilise un fichier météorologique séquentiel, comportant des données météorologiques pour chaque heure. Néanmoins, les fluctuations des concentrations mesurées par rapport aux concentrations moyennes calculées, dues aux variations des conditions météorologiques et des conditions d'émissions, ne peuvent être complètement prises en compte par ADMS.

Les données concernant la vitesse et la direction du vent à 10 m, la pluviométrie, la température, l'épaisseur de la couche limite ainsi que l'inverse de la longueur de Monin-Obukhov proviennent de la station Météo France de Narbonne, au lieu-dit Jonquières. Le fichier météorologique a été préparé pour les besoins des calculs à partir des données météorologiques tri-horaires. Les données collectées depuis janvier 2012 jusqu'à décembre 2014 ont été exploitées. Les données météorologiques spécifiques à la zone d'étude les plus récentes ont donc été utilisées dans le cadre de cette étude.

En ce qui concerne les calculs des concentrations dans les sols, trois types de paramètres peuvent être distingués :

- le dépôt au sol, issu des calculs de modélisation de la dispersion atmosphérique ;
- les paramètres caractéristiques du site notamment la pluviométrie,

- les paramètres de transfert des composés.

L'approche suivie pour le calcul des concentrations dans les sols est considérée comme étant pénalisante car elle considère uniquement des pertes par lixiviation et par ruissellement, sans prendre en compte les autres processus, tels que la remise en suspension des particules et l'extraction par les végétaux.

Les paramètres spécifiques au lieu d'implantation du projet sont préférentiellement utilisés (ex : pluviométrie). A défaut, les valeurs issues de la bibliographie sont utilisées (masse volumique du sol, ...).

Les données disponibles pour les paramètres de transfert peuvent présenter des plages de variation assez importantes. Les paramètres utilisés dans la présente étude sont issues de bases de données de référence : INERIS, HHRAP (US-EPA, 2005), ... En ce qui concerne la modélisation des concentrations dans les produits végétaux et animaux, l'ensemble des paramètres provient de la bibliographie. Parmi les valeurs utilisées, les coefficients de bioaccumulation sélectionnés pour quantifier le transfert des composés du sol vers la plante peuvent potentiellement présenter la gamme de variation la plus importante, selon le type de sol et le type de végétaux considérés. La disponibilité de ce type de données est cependant limitée et les plages de variation des facteurs de bioaccumulation sont inconnues. Pour pallier ce manque de connaissances, une approche pénalisante est suivie, en considérant que l'ensemble des composés ingérés est biodisponible et bioaccessible à 100 %.

7.3 INCERTITUDES ASSOCIEES A LA QUANTIFICATION DES RISQUES

Ces incertitudes concernent les scénarios d'exposition évalués et les VTR utilisées.

Les scénarios d'exposition chronique considérés sont majorants pour les différents types d'exposition identifiés. En effet, les récepteurs ont été retenus au niveau des points où les concentrations maximales ont été modélisées, pour chaque type d'exposition. D'autre part, les temps d'exposition correspondent aux temps maximaux théoriques pour chaque type de scénario, et pour le scénario résidentiel une exposition en permanence (24 h/j et 365 j/an) a été considérée.

Il convient de préciser à ce sujet que l'étude « Estimation du temps passé à l'intérieur du logement de la population française - Novembre 2008 »²⁴ réalisée par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur indique que la moyenne du temps passé à l'intérieur du logement est de 16,2 heures par jour pour l'ensemble de la population française, ce qui confirme le caractère majorant des calculs réalisés.

Les paramètres utilisés pour caractériser les risques liés à une exposition par ingestion sont les concentrations dans les aliments ingérés et les paramètres d'exposition, à savoir le poids corporel, le taux d'ingestion et la fréquence d'exposition. Ces paramètres d'exposition sont relativement bien connus et correspondent à des valeurs spécifiques locales (données CIBLEX de la région Languedoc-Roussillon).

Conformément à la note d'information de la Direction Générale de la Santé (DGS)²⁵, les VTR utilisées ont été recherchées dans les bases de données toxicologiques des huit organismes de référence

²⁴ Cette étude a été réalisée dans le cadre du groupe de travail "Exploitation des données" de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) auquel participent le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment), l'InVS (Institut de Veille Sanitaire), l'Afsset, le LOCEAN/IPSL (Laboratoire d'Océanographie et du Climat/Institut Pierre Simon Laplace), le LHVP (Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris) et l'Inserm (Institut national de la Santé et de la Recherche Médicale). Les auteurs de cette étude sont A. Zeghnoun¹, F. Dor¹, S. Kirchner², A. Gregoire² et J.-P. Lucas² (1/ InVS, Saint-Maurice – 2/ CSTB, Champs-sur-Marne).

²⁵ Note d'information de la Direction Générale de la Santé N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 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.

(ANSES, OMS, IRIS, ATSDR, RIVM, OEHHA, Health Canada et EFSA) et les valeurs utilisées ont été sélectionnées en respectant les prescriptions de cette note d'information.

Les valeurs toxicologiques utilisées pour la caractérisation des risques sont établies pour les personnes sensibles et constituent donc la borne haute des risques calculés sur la base des connaissances disponibles à ce jour.

7.4 BILAN DES INCERTITUDES

Aux incertitudes évaluées dans les paragraphes précédents peuvent s'ajouter les incertitudes liées aux connaissances techniques du moment. Ce type d'incertitude ne peut être quantifié.

L'approche qui a été suivie dans le cadre de cette étude est basée sur des hypothèses pénalisantes et sur des informations spécifiques au site.

ANNEXE 1 : VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE

Les tableaux suivants présentent les Valeurs Toxicologiques de Référence retenues pour les différents composés concernées par cette évaluation, les différentes voies d'exposition (inhalation et ingestion), les différents scénarios d'exposition (chronique et aiguë) ainsi que les différents types d'effets (à seuil et sans seuil).

Les VTR surlignées en vert correspondent aux valeurs retenues conformément à la note d'information de la DGS N° DGS/EA1/DGPR/2014/307.

VTR retenues dans le cadre d'une exposition chronique par inhalation – effets à seuil :

Substance	N° CAS	VTR (mg/m ³)	Facteur d'incertitude	Source	Remarque
Benzène	71-43-2	3,00.10 ⁻²	300	US-EPA, 04/2003	
		9,58.10 ⁻³	10	ATSDR, 08/2007	
		3,19.10 ⁻³	200	OEHHA, 06/2014	
NH3	7664-41-7	0,070	30	ATSDR, 10/2004	
		1,00.10 ⁻¹	30	US-EPA, 01/1991	
		2,00.10 ⁻¹	10	OEHHA, 2000	
HCl	7647-01-0	0,02	300	US-EPA, 01/1995	
		9,00	100	OEHHA, 2000	
HF/Fluorures	7664-39-3	0,001	-	OMS, 1999	valeur guide
		0,014	10	OEHHA, 08/2003	
Uranium	7440-61-1	0,00004	100	ATSDR, 02/2013	sels solubles d'uranium
		0,0008	1000	ATSDR, 02/2013	composés insolubles d'uranium
Cadmium	7440-43-9	0,00001	9	ATSDR, 09/2012	
		0,00002	30	OEHHA, 12/2000	
		0,00045	-	ANSES, 2012	
		0,0003	25	ANSES, 2012	Effets cancérogènes
Arsenic	7440-38-2	0,001	10	RIVM, 2000	
		0,000015	30	OEHHA, 02/2009	
Cuivre	7440-50-8	0,001	600	RIVM, 03/2001	
Chrome VI	18540-29-9	0,000005	100	ATSDR, 09/2012	aérosols
		0,0001	300		particules
		0,000008	90	US-EPA, 09/1998	aérosols et brumes de composés solides
		0,0002	100		composés solubles
		0,000002	300	OEHHA, 12/2001	brumes d'acide chromique
Cobalt	7440-48-4	0,0001	10	ATSDR, 10/2004	
		0,0005	100	RIVM, 03/2001	
Nickel	7440-02-0	0,00009	30	ATSDR, 09/2005	
		0,00005	100	RIVM, 03/2001	
		0,000014	100	OEHHA, 12/2008	composés du nickel sauf oxyde de nickel
Vanadium	7440-62-2	0,0008	90	ATSDR, 09/2012	
Manganèse	7439-96-5	0,0003	100	ATSDR, 09/2012	
		0,00005	1000	US-EPA, 01/1993	
		0,00009	300	OEHHA, 12/2008	
Sélénium	7782-49-2	0,02	3	OEHHA, 12/2001	

Substance	N° CAS	VTR (mg/m ³)	Facteur d'incertitude	Source	Remarque
Mercure	7439-97-6	0,0002	30	ATSDR, 09/1999	
		0,00003	300	OEHHA, 12/2008	
		0,0003	30	US-EPA, 01/1995	
		0,0002	30	RIVM, 03/2001	mercure inorganique
Formaldéhyde	50-00-0	0,01	30	ATSDR, 07/1999	retenu par l'ANSES (2008)
		0,009	10	OEHHA, 12/2008	retenu par l'ANSES (2008)
Acétaldéhyde	75-07-0	9,00.10 ⁻³	1000	US-EPA, 10/1991	
		1,40.10 ⁻¹	300	OEHHA, 12/2008	
Toluène	108-88-3	3	10	ANSES, 06/2011	
		5	10	US-EPA, 09/2005	
		0,08 ppm	100	ATSDR, 09/2000	
		0,4		RIVM, 03/2001	
		0,3		OEHHA, 2008	
Xylènes	1330-20-7	0,1	300	US-EPA, 02/2003	
		0,22	300	ATSDR, 08/2007	
		0,87	1000	RIVM, 03/2001	
		0,7	30	OEHHA, 1999	
Ethylbenzène	100-41-4	1	300	US-EPA, 01/1991	
		0,26	300	ATSDR, 11/2010	
		0,77	-	RIVM, 03/2001	
		2	30	OEHHA, 1999	
Styrène	100-42-5	0,85	30	ATSDR, 11/2010	
		0,9	-	RIVM, 03/2001	
		0,9	3	OEHHA, 1999	
		1	30	US-EPA, 07/1993	
Chlorométhane	74-87-3	0,1	1000	ATSDR, 12/1998	
		0,09	1000	US-EPA, 07/2001	
Chloroéthane	75-00-3	30	30	OEHHA, 1999	
		10	300	US-EPA, 04/1991	

Tableau 28 : VTR retenues dans le cadre d'une exposition chronique par inhalation – effets à seuil

VTR retenues dans le cadre d'une exposition chronique par ingestion – effets à seuil :

Substance	N° CAS	VTR (mg/kg/j)	Facteur d'incertitude	Source	Remarque
Benzène	71-43-2	4,00.10 ⁻³	300	US-EPA, 04/2003	
		5,00.10 ⁻⁴	30	ATSDR, 08/2007	
HF/Fluorures	7664-39-3	0,06	1	US-EPA, 06/1989	fluorures solubles
		0,05	3	ATSDR, 09/2003	fluorures de sodium
		0,04	1	OEHHA, 08/2003	
Uranium	7440-61-1	2,00.10 ⁻⁴	300	ATSDR, 02/2013	sels solubles d'uranium
		0,003	1000	US-EPA, 10/1989	sels solubles d'uranium
		0,06 mg/j	10	OMS, 2011	
Cadmium	7440-43-9	0,0001	3	ATSDR, 09/2012	
		0,0005	10	US-EPA, 01/1994	eau de boisson
		0,001			nourriture
		0,0005	10	OEHHA, 12/2000	
		0,0008		OMS, 2011	25 µg/kg/mois, provisoire
		0,0005	2	RIVM, 03/2001	
		0,0004		EFSA, 2011	
Arsenic	7440-38-2	0,0003	3	ATSDR, 08/2007	
		0,0003	3	US-EPA, 01/1993	
		0,001	2	RIVM, 03/2001	
		0,000004	30	OEHHA, 12/2008	
Cuivre	7440-50-8	0,5		OMS, 1982	provisoire
		0,14	30	RIVM, 03/2001	
Plomb	7439-92-1	0,0036		RIVM, 03/2001	
Chrome III	16065-83-1	1,5	100	US-EPA, 03/1998	
Chrome VI	18540-29-9	0,0009	100	ATSDR, 09/2012	
		0,003	900	US-EPA, 09/1998	composés solubles
		0,02	100	OEHHA, 02/2009	
Cobalt	7440-48-4	0,0014	30	RIVM, 03/2001	
Nickel	7440-02-0	0,02	300	US-EPA, 01/1996	
		0,05	100	RIVM, 03/2001	
		0,012	0	OMS, 2004	
		0,011	100	OEHHA, 12/2008	
Vanadium	7440-62-2	0,01	100	US-EPA, 01/1996	
Antimoine	7440-36-0	0,0004	1000	US-EPA, 01/1991	
		0,01	1000	RIVM, 2009	
		0,006	1000	OMS, 2003	
Manganèse	7439-96-5	0,14	1	US-EPA, 01/1996	
		0,06	3	OMS, 2003	
Sélénium	7782-49-2	0,005	3	ATSDR, 09/2003	
		0,005	3	US-EPA, 01/1991	
Etain	7440-31-5	2		OMS, 2005	14 mg/kg/mois, provisoire
		0,2	100	RIVM, 2008	
		0,3	3	US-EPA, 03/2005	
		0,033		OMS, 1982	1 mg/kg/mois, provisoire
		0,5	2	RIVM, 03/2001	
Mercure	7439-97-6	0,00016	1000	OEHHA, 12/2008	
		0,002	100	OMS, 2004	mercure inorganique
		0,002	100	RIVM, 03/2001	mercure inorganique

Substance	N° CAS	VTR (mg/kg/j)	Facteur d'incertitude	Source	Remarque
		0,0001	10		mercure organique
Formaldéhyde	50-00-0	1,50.10 ⁻¹		OMS, 2000	retenu par l'ANSES (2008)
		2,00.10 ⁻¹	100	US-EPA, 09/1990	
		0,2	100	ATSDR, 07/1999	
Toluène	108-88-3	0,08	3000	US-EPA, 09/2005	
		0,223		RIVM, 03/2001	
		0,223	1000	OMS, 2003	
Xylènes	1330-20-7	0,179	1000	OMS, 2003	
		0,2	1000	US-EPA, 02/2003	
		0,2	1000	ATSDR, 08/2007	
		0,15	1000	RIVM, 03/2001	
Ethylbenzène	100-41-4	0,10	1000	US-EPA, 01/1991	
		0,10	-	RIVM, 03/2001	
Styrène	100-42-5	0,12	-	RIVM, 03/2001	
		0,2	1000	US-EPA, 09/1990	
		0,04	-	OMS, 1984	provisoire
DEHP	117-81-7	0,06	100	ATSDR, 09/2002	
		0,02	1000	US-EPA, 05/1991	
		0,004	-	RIVM, 03/2001	
		0,05	100	ANSES, 11/2012	

Tableau 29 : VTR retenues dans le cadre d'une exposition chronique par ingestion – effets à seuil

VTR retenues dans le cadre d'une exposition chronique par inhalation – effets sans seuil :

Substance	N° CAS	VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Source	Remarque
Benzène	71-43-2	$7,80.10^{-6}$	US-EPA, 09/2000	de $2,2.10^{-6}$ à $7,8.10^{-6}$
		$2,60.10^{-5}$	ANSES, 2013	
		$2,90.10^{-5}$	OEHHA, 2009	
Cadmium	7440-43-9	$1,80.10^{-3}$	US-EPA, 01/1992	
		0,0042	OEHHA, 2009	
Arsenic	7440-38-2	$4,30.10^{-3}$	US-EPA, 02/1993	
		$3,30.10^{-3}$	OEHHA, 02/2009	
		$1,50.10^{-3}$	OMS, 2000	
Plomb	7439-92-1	$1,20.10^{-5}$	OEHHA, 05/2009	
Chrome VI	18540-29-9	$1,20.10^{-2}$	US-EPA, 09/1998	
		$4,00.10^{-2}$	OMS, 2000	
		$1,50.10^{-1}$	OEHHA, 02/2009	
		$4,00.10^{-2}$	RIVM, 03/2001	
Nickel	7440-02-0	$2,40.10^{-4}$	US-EPA, 01/1991	poussières de raffinerie
		$4,80.10^{-4}$	US-EPA, 01/1992	nickel subsulfide
		$2,60.10^{-4}$	OEHHA, 2009	
		$3,80.10^{-4}$	OMS, 2000	
Formaldéhyde	50-00-0	$1,30.10^{-5}$	US-EPA, 05/1991	
		0,000006	OEHHA, 2009	
Acétaldéhyde	75-07-0	$2,20.10^{-6}$	US-EPA, 01/1991	
		$2,70.10^{-6}$	OEHHA, 2009	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	193-39-5	0,00011	OEHHA, 2009	
Benzo[k]fluoranthene	207-08-09	0,00011	OEHHA, 2009	
Benzo[b]fluoranthene	205-99-2	0,00011	OEHHA, 2009	
Benzo[a]pyrène	50-32-8	0,00011	OEHHA, 2009	
Ethylbenzène	100-41-4	0,0000025	OEHHA, 2009	
DEHP	117-81-7	$2,40.10^{-6}$	OEHHA, 2009	

Tableau 30 : VTR retenues dans le cadre d'une exposition chronique par inhalation – effets sans seuil

VTR retenues dans le cadre d'une exposition chronique par ingestion – effets sans seuil :

Substance	N° CAS	VTR (mg/kg/j) ⁻¹	Source	Remarque
Benzène	71-43-2	5,50.10 ⁻²	US-EPA, 01/2000	entre 1,5.10 ⁻² et 5,5.10 ⁻²
		1,00.10 ⁻¹	OEHHA, 2009	
Cadmium	7440-43-9	15	OEHHA, 2009	
Arsenic	7440-38-2	1,5	US-EPA, 10/1998	
Acétaldéhyde	75-07-0	0,01	OEHHA, 2009	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	193-39-5	1,2	OEHHA, 2009	
		5	RIVM, 2001	
Benzo[k]fluoranthene	207-08-9	1,2	OEHHA, 2009	
		5	RIVM, 2001	
Benzo[b]fluoranthene	205-99-2	1,2	OEHHA, 2009	
		5	RIVM, 2001	
Benzo[a]pyrène	50-32-8	7,3	US-EPA, 11/1994	
		2,9	OEHHA, 2009	
Ethylbenzène	100-41-4	0,011	OEHHA, 2009	
DEHP	117-81-7	8,40.10 ⁻³	OEHHA, 2009	
		1,40.10 ⁻²	US-EPA, 02/1993	

Tableau 31 : VTR retenues dans le cadre d'une exposition chronique par ingestion – effets sans seuil

VTR retenues dans le cadre d'une exposition aiguë par inhalation :

Substance	N° CAS	VTR (mg/m ³)	Facteur d'incertitude	Source
NH ₃	7664-41-7	1,18	30	ATSDR, 09/2004
		3,2	3	OEHHA, 1999
HCl	7647-01-0	2,1	1	OEHHA, 1999
HF	7664-39-3	0,01637	30	ATSDR, 09/2003
		0,24	10	OEHHA, 1999
Cadmium	7440-43-9	0,00003	300	ATSDR, 09/2012
Mercure	7439-97-6	0,0006	3000	OEHHA, 2008
Arsenic (inorganique)	7440-38-2	0,0002	1000	OEHHA, 2008
Cuivre	7440-50-8	0,1	10	OEHHA, 1999
Nickel	7440-02-0	0,0002	1000	OEHHA, 2008
Vanadium	7440-62-2	0,0008	90	ATSDR, 09/2012
Acétaldéhyde	75-07-0	0,47	300	OEHHA, 2008
Benzène	71-43-2	0,02875	300	ATSDR, 08/2007
		0,027	600	OEHHA, 2008
Formaldéhyde	50-00-0	0,04912	9	ATSDR, 07/1999
		0,055	10	OEHHA, 2008
Toluène	108-88-3	3,77	10	ATSDR, 09/2000
		5	100	ANSES, 2009
		37	10	OEHHA, 1999
Xylènes	1330-20-7	8,68	30	ATSDR, 08/2007
		22	10	OEHHA, 1999
Ethylbenzène	100-41-4	21,71	30	ATSDR, 11/2010
Styrène	100-42-5	21,3	10	ATSDR, 11/2010
		21	10	OEHHA, 1999
Chlorométhane	74-87-3	1,03	100	ATSDR, 12/1998
Chloroéthane	75-00-3	39,58	100	ATSDR, 12/1998

Tableau 32 : VTR retenues dans le cadre d'une exposition aiguë par inhalation

ANNEXE 2 : SELECTION DES TRACEURS DE RISQUE SANITAIRES

La sélection des traceurs de risque sanitaire est présentée dans le tableau suivant. Les substances retenues suite au calcul de score sont surlignées en vert. Les substances supplémentaires retenues sont surlignées en bleu.

	VTR à seuil		VTR sans seuil		Flux d'émission canalisé (g/s)	Flux d'émission diffus (g/s)	Flux d'émission total (g/s)	Ratio à seuil		Ratio sans seuil		CMR
	inhalation	ingestion	inhalation	ingestion				inhalation	Ingestion	inhalation	ingestion	
	(mg/m ³)	(mg/kg/j)	(µg/m ³) ⁻¹	(mg/kg/j) ⁻¹								
NH ₃	6,97.10 ⁻²				1,23.10 ⁻¹	3,60.10 ⁻³	1,23.10 ⁻¹	29,55%	-	-	-	-
HCl	2,00.10 ⁻²				1,23.10 ⁻¹		1,23.10 ⁻¹	100,00%	-	-	-	-
HF	1,40.10 ⁻²	0,05			4,62.10 ⁻³		4,62.10 ⁻³	5,36%	1,54%	-	-	-
Cadmium	3,00.10 ⁻⁴	0,0001	1,80.10 ⁻³	15	1,50.10 ⁻⁶		1,50.10 ⁻⁶	0,08%	0,25%	0,58%	13,59%	oui
Thallium					3,37.10 ⁻⁶		3,37.10 ⁻⁶	-	-	-	-	-
Mercure	2,00.10 ⁻⁴	0,002			8,42.10 ⁻⁷		8,42.10 ⁻⁷	0,07%	0,01%	-	-	oui
Arsenic	1,50.10 ⁻⁵	0,0003	1,50.10 ⁻³	1,5	1,47.10 ⁻⁵		1,47.10 ⁻⁵	15,87%	0,81%	4,75%	13,32%	oui
Sélénium	2,00.10 ⁻²	0,005			5,78.10 ⁻⁶		5,78.10 ⁻⁶	0,005%	0,02%	-	-	-
Tellure					3,33.10 ⁻⁶		3,33.10 ⁻⁶	-	-	-	-	-
Plomb		0,0036	1,20.10 ⁻⁵		2,38.10 ⁻⁵	8,36.10 ⁻⁹	2,38.10 ⁻⁵	-	0,11%	0,06%	-	oui
Antimoine		0,01			3,57.10 ⁻⁶		3,57.10 ⁻⁶	-	0,01%	-	-	-
Chrome (Chrome VI)	5,00.10 ⁻⁶	0,0009	4,00.10 ⁻²		1,16.10 ⁻⁵		1,16.10 ⁻⁵	37,62%	0,21%	100,00%	-	oui
Cobalt	1,00.10 ⁻⁴	0,0014			3,37.10 ⁻⁶		3,37.10 ⁻⁶	0,55%	0,04%	-	-	oui
Cuivre	1,00.10 ⁻³	0,14			5,99.10 ⁻⁵		5,99.10 ⁻⁵	0,97%	0,01%	-	-	-
Etain		0,2			5,15.10 ⁻⁶		5,15.10 ⁻⁶	-	0,00%	-	-	-
Manganèse	3,00.10 ⁻⁴	0,06			6,79.10 ⁻⁵		6,79.10 ⁻⁵	3,67%	0,02%	-	-	-
Nickel	9,00.10 ⁻⁵	0,012	3,80.10 ⁻⁴		1,54.10 ⁻⁴		1,54.10 ⁻⁴	27,82%	0,21%	12,64%	-	oui
Vanadium	8,00.10 ⁻⁴	0,01			2,82.10 ⁻⁵		2,82.10 ⁻⁵	0,57%	0,05%	-	-	-
Zinc		0,3			1,47.10 ⁻⁵		1,47.10 ⁻⁵	-	0,00%	-	-	-
Uranium	0,00004	0,00			7,93.10 ⁻⁶		7,93.10 ⁻⁶	3,22%	0,66%	-	-	-
Acétylaldéhyde	9,00.10 ⁻³		2,20.10 ⁻⁶	0,01	1,16.10 ⁻³		1,16.10 ⁻³	2,08%	-	0,55%	6,99%	oui
Benzène	9,58.10 ⁻³	5,00.10 ⁻⁴	2,60.10 ⁻⁵	5,50.10 ⁻²	2,70.10 ⁻³	3,09.10 ⁻⁴	3,01.10 ⁻³	5,09%	100,00%	16,85%	100,00%	oui
Formaldéhyde	0,01	1,50.10 ⁻¹	1,30.10 ⁻⁵		3,85.10 ⁻⁴		3,85.10 ⁻⁴	0,63%	0,04%	1,08%	-	oui
Toluène	3	0,08			1,16.10 ⁻³		1,16.10 ⁻³	0,01%	0,24%	-	-	oui
Xylènes	0,22	0,2			3,85.10 ⁻⁴		3,85.10 ⁻⁴	0,03%	0,03%	-	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène			0,00011	1,2		1,27.10 ⁻⁹	1,27.10 ⁻⁹	-	-	<0,001%	0,001%	oui
Benzo[k]fluoranthene			0,00011	1,2		5,53.10 ⁻⁹	5,53.10 ⁻⁹	-	-	<0,001%	0,004%	oui
Benzo[b]fluoranthene			0,00011	1,2		4,95.10 ⁻⁹	4,95.10 ⁻⁹	-	-	<0,001%	0,004%	oui
Benzo[a]pyrène			0,00011	7,3		7,56.10 ⁻¹⁰	7,56.10 ⁻¹⁰	-	-	<0,001%	0,003%	oui
N ₂ O					9,25.10 ⁻¹	8,20.10 ⁻⁶	9,25.10 ⁻¹	-	-	-	-	-
Ethylbenzène	0,26	0,10	0,0000025	0,011	3,85.10 ⁻⁴		3,85.10 ⁻⁴	0,02%	0,06%	0,21%	2,56%	oui
Styrène	0,85	0,2			3,85.10 ⁻⁴		3,85.10 ⁻⁴	0,01%	0,03%	-	-	oui
Chlorométhane	0,09				7,71.10 ⁻⁴		7,71.10 ⁻⁴	0,14%	-	-	-	oui
Chloroéthane	10				7,71.10 ⁻⁴		7,71.10 ⁻⁴	0,00%	-	-	-	oui
DEHP		0,05	2,40.10 ⁻⁶	1,40.10 ⁻²	2,31.10 ⁻³		2,31.10 ⁻³	-	0,77%	1,20%	19,58%	oui

Tableau 33 : Sélection des traceurs de risques sanitaires

ANNEXE 3 : CARACTERISATION DES REJETS ATMOSPHERIQUES

	Flux d'émissions des composés					
	Cheminée procédé	Déchargement charbon	Camions	Silo alumine	Silo argile	Silo charbon
Unités	g/s	g/m ² /s				
NO _x	1,233	-	3,85.10 ⁻⁶	-	-	-
SO ₂	0,616	-	-	-	-	-
PM ₁₀	-	4,47.10 ⁻⁴	-	8,03.10 ⁻⁸	1,12.10 ⁻⁵	3,87.10 ⁻⁷
PM _{2,5}	0,092	-	1,09.10 ⁻⁷	-	-	-
HCl	0,123	-	-	-	-	-
NH ₃	0,123	-	1,50.10 ⁻⁹	-	-	-
HF/Fluorures	4,62.10 ⁻³	-	-	-	-	-
Cadmium	1,50.10 ⁻⁶	-	-	-	-	-
Arsenic	1,47.10 ⁻⁵	-	-	-	-	-
Plomb	2,38.10 ⁻⁴	-	6,01.10 ⁻¹²	-	-	-
Chrome VI	1,16.10 ⁻⁵	-	-	-	-	-
Nickel	1,54.10 ⁻⁴	-	-	-	-	-
Uranium	7,93.10 ⁻⁶	-	-	-	-	-
Acétaldéhyde	1,16.10 ⁻³	-	-	-	-	-
Benzène	2,70.10 ⁻³	-	2,22.10 ⁻⁷	-	-	-
Formaldéhyde	3,85.10 ⁻⁴	-	-	-	-	-
DEHP	2,31.10 ⁻³	-	-	-	-	-
Ethylbenzène	3,85.10 ⁻⁴	-	-	-	-	-
B[k]f	-	-	3,97.10 ⁻¹²	-	-	-

Tableau 34 : Caractérisation des rejets atmosphériques

ANNEXE 4 : ISOCONTOURS DES CONCENTRATIONS ET DES DEPOTS MOYENS ANNUELS

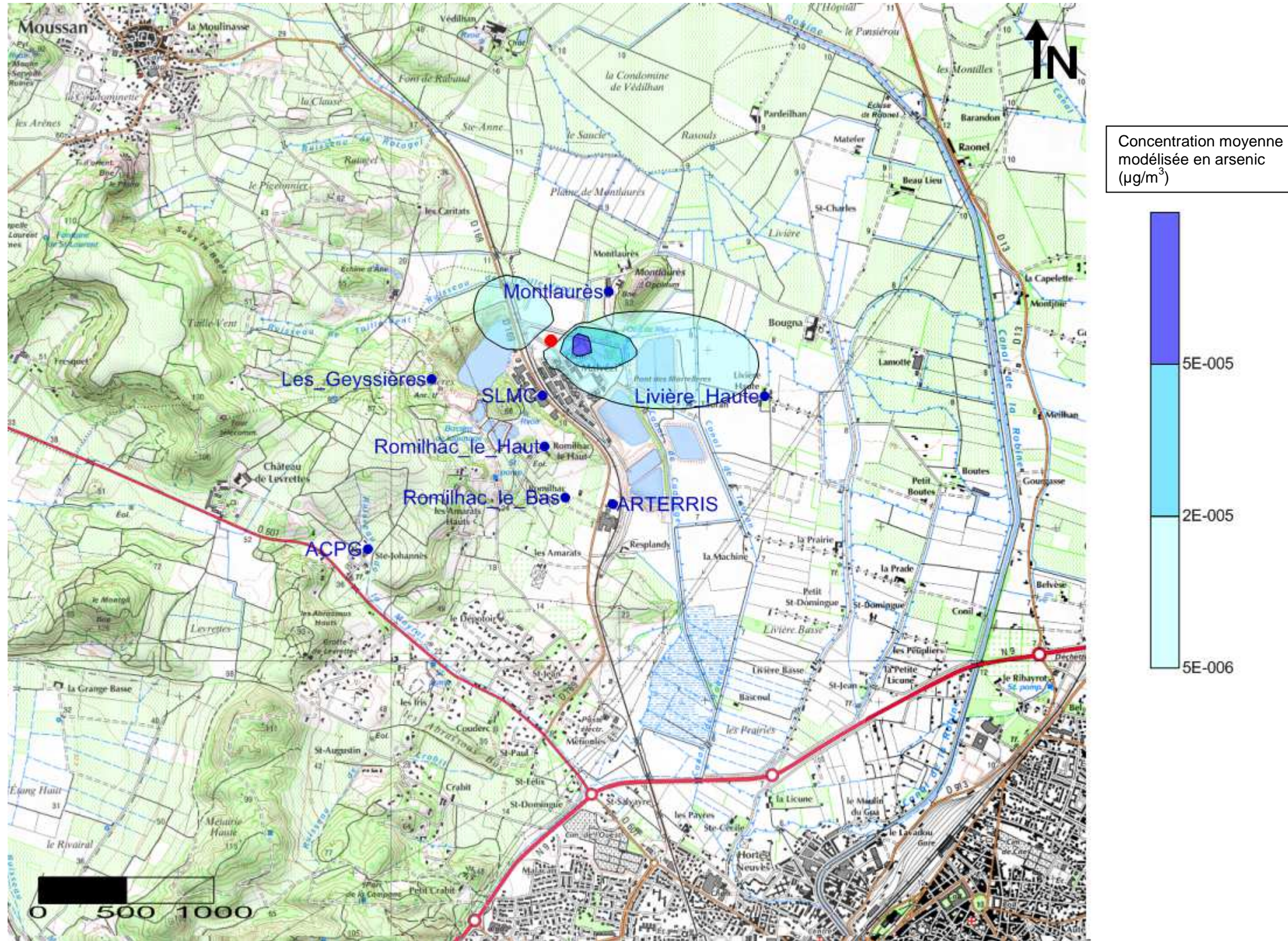


Figure 3 : Isocontours des concentrations horaires moyennes annuelles en arsenic

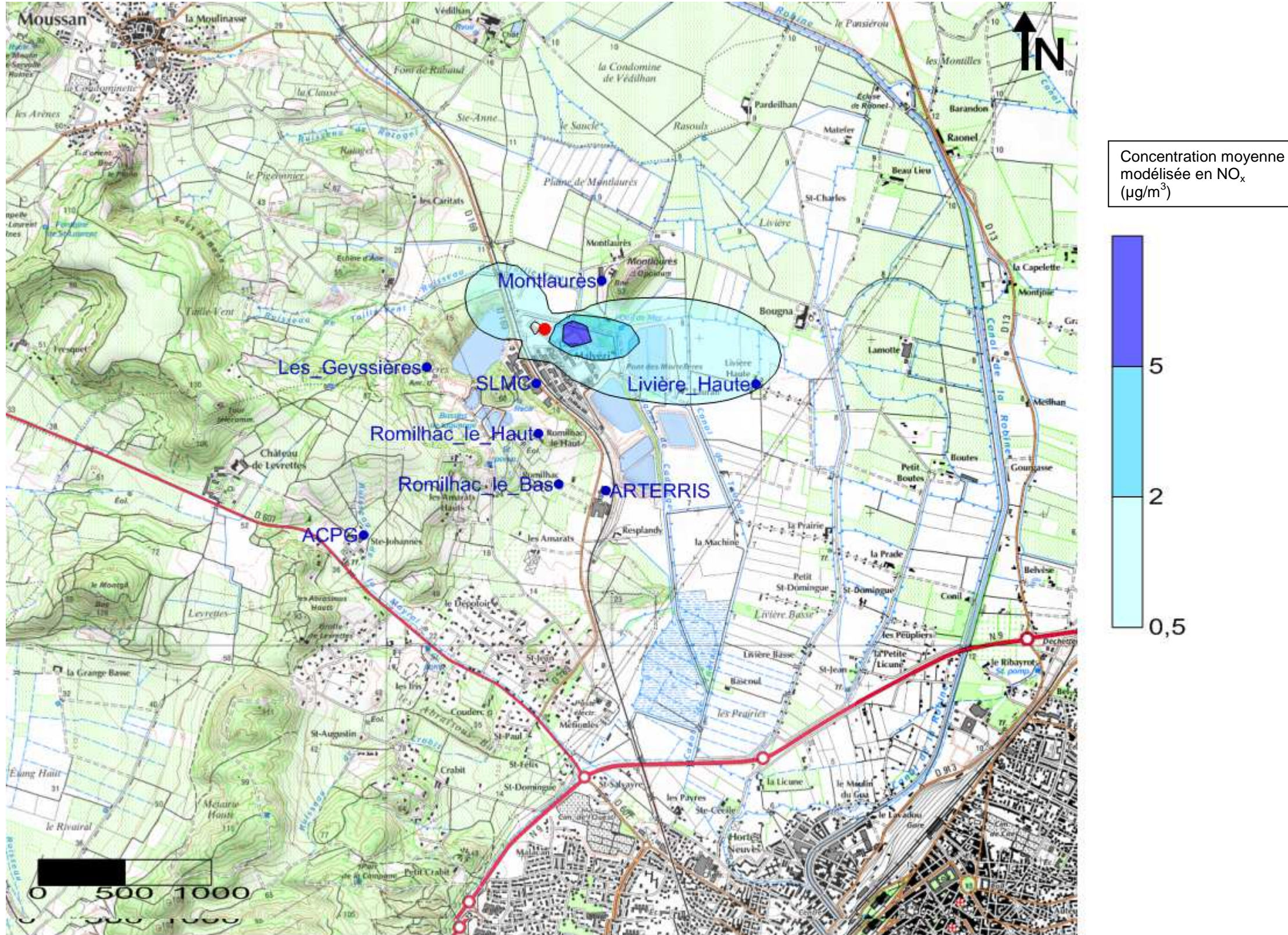


Figure 4 : Isocontours des concentrations horaires moyennes annuelles en NO_x

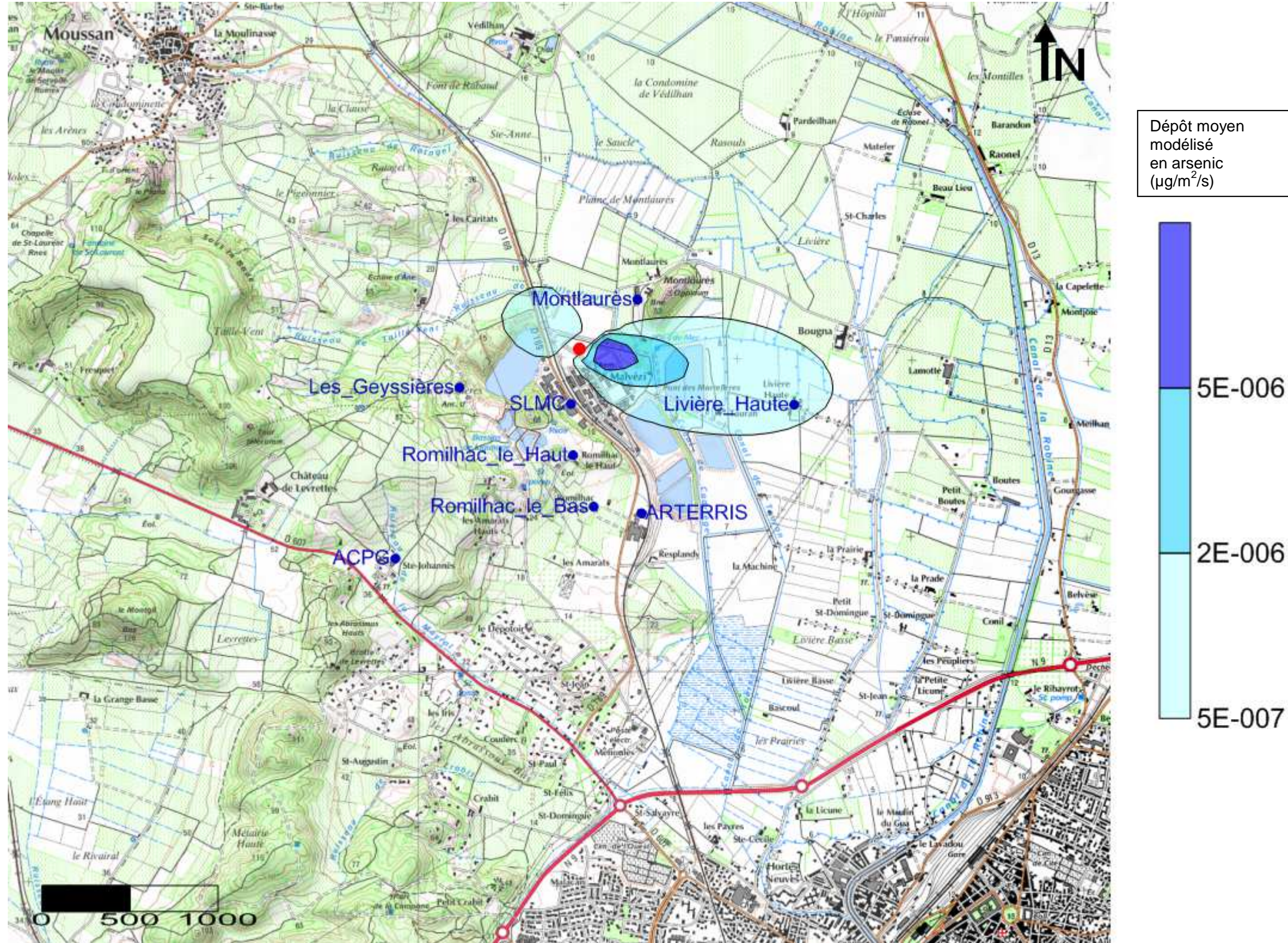


Figure 5 : Isocontours des dépôts moyens annuels en arsenic

ANNEXE 5 : EQUATIONS DE MODELISATION DES CONCENTRATIONS DANS LES DIFFERENTS COMPARTIMENTS DE L'ENVIRONNEMENT

MODELISATION DANS LES SOLS

Equation pour modélisation de concentrations dans les sols			Paramètres retenus	
<p>Considération d'un état stationnaire à partir de l'équation proposée dans la méthode HHRAP (2005). Equation HHRAP : $C_{sol} = \text{Dépôt}_{atm} / (M \times K) \times [1 - \exp(-K \times T)]$</p> <p>$C_{sol}$: mg/kg MS Concentration dans le sols suite au dépôt atmosphérique Dépôt_{atm} : mg/m²/an Dépôt atmosphérique M : kg/m² Masse surfacique de sol dans laquelle le polluant est réparti sur le site exposé</p>				
<p>K : an⁻¹ Constante de dissipation du composé T : an Période de dépôt</p> <p>Hypothèse : La concentration dans le sol liée au dépôt atmosphérique est calculée en fonction du temps. Les risques sont estimés pour une durée suffisamment longue pour pouvoir considérer un état stationnaire pour lequel la concentration liée au dépôt est maximale La solution pour un état stationnaire est la suivante : $C_{sol} = \text{Dépôt}_{atm} / (M \times K)$</p> <p>Avec : $K = K_{leach} + K_{runoff} + K_{deg}$</p> <p>$K_{leach}$: an⁻¹ Constante d'élimination due à la lixiviation K_{runoff} : an⁻¹ Constante d'élimination due au ruissellement K_{deg} : an⁻¹ Constante de dégradation biotique et abiotique du composé (uniquement pour les composés organiques)</p> <p>$K_{leach} = (RAIN_{rate} - RO) / (\theta_{sw} \times Z_s + K_d \times Z_s \times MV_h)$ $K_{runoff} = RO / (\theta_{sw} \times Z_s + K_d \times Z_s \times MV_h)$ $K_{leach} + K_{runoff} = RAIN_{rate} / (\theta_{sw} \times Z_s + K_d \times Z_s \times MV_h)$</p>			<p>$M = MV_s \times Z_s$ Avec : MV_s : Masse volumique apparente du sol (kg sol sec / m³) Z_s : Epaisseur de la couche de sol où s'accumule le polluant (m)</p> <p>MV_s : 1 500 kg MS / m³ MV_s : Valeur calculée à partir de la masse volumique de sol humide : MV_s = F_{solid_soil} x RHO_{solid}</p> <p>F_{solid_soil} : 0,6 m_{solid}³.m_{sol}⁻³ RHO_{solid} : 2 500 kg_{solid}.m_{solid}⁻³ D'après les données présentées dans TEUSES 2.1 Background report (Table III-184)* de l'Union Européenne. La valeur de 1500 kg/m³ est également recommandée dans la méthode HHRAP (2005).</p> <p>Z_s : 0,01 m Valeur retenue pour l'ingestion directe de sol et le calcul du transfert depuis le sol vers l'herbe 0,2 m Valeur retenue pour la modélisation du transfert au travers de la chaîne alimentaire</p>	
<p>RAIN_{rate} : cm/an Taux de précipitation annuel moyen RO : cm/an Profondeur de sol sur laquelle se produit la lixiviation θ_{sw} : ml d'eau / cm³ de sol Fraction volumique d'eau dans le sol</p>			<p>58,5 cm/an Taux de précipitation cumulé moyen pour la période 2012-2014 0,20 ml d'eau / cm³ de sol Valeur HHRAP (2205)</p>	
<p>Z_s : cm Epaisseur de la couche de sol où s'accumule le polluant</p>			<p>0,01 m Valeur retenue pour l'ingestion directe de sol et le calcul du transfert depuis le sol vers l'herbe 0,2 m Valeur retenue pour la modélisation du transfert au travers de la chaîne alimentaire</p>	
<p>MV_h : g/cm³ Masse volumique apparente du sol (humide) K_d : cm³ d'eau / g de sol Coefficient de partage sol-eau</p>			<p>1700 kg MF / m³ Valeur présentée dans TEUSES 2.1 Background report</p> <p>Pour les composés organiques, le K_d peut être estimé à partir du K_{oc} (coefficient de partage "carbone organique - eau") selon : K_{d_{estimé}} = K_{oc} x f_{oc} 0,02 kg de carbone organique / kg de sol f_{oc} : fraction de carbone organique dans le sol</p>	

MODELISATION DANS LES VEGETAUX ET LA VIANDE

Equation pour modélisation de la concentration due au dépôt direct sur la plante			Paramètres généraux retenus	
$C_{dep}(T_{récolte}) = Dp \times I(T_{récolte}) \times Tr(T_{récolte}) \times 1 / [Pr(T_{récolte}) \times kp] \times [1 - \exp(-kp \times T_{récolte})]$ Source : INERIS 2010 - Equations 1.6.17 et 1.6.26			Valeurs utilisées par l'INERIS (2003) dans l'étude DRC-03-45956/ERSA-n°92-RBn-IGT-GICversion4.doc révisée en 2004 0,088 Teneur en matière sèche des légumes de type "feuille" 0,2 Teneur en matière sèche des légumes de type "racine" 0,063 Teneur en matière sèche des légumes de type "fruit" 0,15 Teneur en matière sèche des fruits 0,2 Teneur en matière sèche de l'herbe D'après les données présentées dans "TEUSES 2.1 Background report" de l'Union Européenne : 1700 kg MF / m ³ Masse volumique apparente du sol (humide)	
$C_{dep}(T_{récolte})$ mg/kg sec Concentration de polluant dans les parties consommables de la plante au moment de la récolte Dp mg/m ² /s Dépôt sur la plante (particulaire ou via l'irrigation)			Paramètres retenus	
$I(T_{récolte})$ - Facteur d'interception par les parties consommables de la plante au moment de la récolte			Valeurs utilisées par l'INERIS (2003) dans l'étude DRC-03-45956/ERSA-n°92-RBn-IGT-GICversion4.doc révisée en 2004 (Paramètres issus de la méthode HHRAP) Valeurs identiques qu'il s'agisse d'un dépôt de particules ou du dépôt d'eau d'arrosage, excepté pour les légumes de type "racine". 0,215 Pour les légumes de type "feuille" 0,42 Pour les légumes de type "racine" 0,25 Pour les légumes racines, dans le cas d'un dépôt via l'eau d'arrosage 0,998 Pour les légumes de type "fruit" 0,053 Pour les fruits 0,5 Pour l'herbe	
$Tr(T_{récolte})$ - Facteur de translocation			Source : Document BJC/OR-271 "Guidance for Conducting Risk Assessments and Related Risk Activities for the DOE-ORO Environmental Management Program", 1999, Annexe F, Tableau F1 1 Pour les légumes de type "feuille" 0,1 Pour les légumes de type "racine" 0,1 Pour les légumes de type "fruit" 0,1 Pour les fruits 1 Pour l'herbe	
kp s ⁻¹ Facteur de perte du polluant par action de la pluie et du vent (voire par photodégradation)			18 année ⁻¹ Valeur recommandée par l'US EPA (1998 et 1994b) dans la méthode HHRAP (2005) 5,70776E-07 s ⁻¹	
$Pr(T_{récolte})$ kg sec/m ² Productivité végétale à la récolte, encore appelée rendement cultural			Valeurs utilisées par l'INERIS (2003) dans l'étude DRC-03-45956/ERSA-n°92-RBn-IGT-GICversion4.doc révisée en 2004 (Paramètres issus de la méthode HHRAP) 0,246 kg sec/m ² Pour les légumes de type "feuille" 0,4 kg sec/m ² Pour les légumes de type "racine" 10,52 kg sec/m ² Pour les légumes de type "fruit" 0,252 kg sec/m ² Pour les fruits 0,24 kg sec/m ² Pour l'herbe	
$T_{récolte}$ s Période avant récolte			0,16 an soit : 5184000 s Cas particulier de l'herbe : 0,12 an soit : 3784320 s	
Equation pour modélisation de la concentration due au sol (prélèvement par les racines)			Paramètres retenus	
$Crp(T_{récolte}) = BCF_{s-p} \times Cm_{culture}$ Source : INERIS 2010 - Equation 1.6.2				
$Crp(T_{récolte})$ mg/kg sec Concentration de polluant dans la plante liée au prélèvement direct à partir du sol, au moment de la récolte BCF_{s-p} kg de sol / kg sec de plante Facteur de bioconcentration sol-plante $Cm_{culture}$ mg/kg Concentration moyenne de polluant dans le sol pendant la période de culture				
Equation pour modélisation de la concentration dans les produits d'origine animale			Paramètres retenus	
$C_{viande} = Da \times B_T$ Source : INERIS 2010 - Equations 1.7.1 et 1.7.2				
C_{viande} mg/kg MF Concentration de polluant dans les produits d'origine animale Da mg/j Quantité de polluant à laquelle l'animal est exposé par unité de temps B_T j/kg de tissu ou j/l Facteur de biotransfert (rapport de la dose sur la concentration dans les tissus)			Selon une première approche majorante, les facteurs de bioconcentration sont assimilés à des facteurs de biotransfert.	
$Da = Q_{sol} \times C_{sol} + Q_{grain} \times C_{grain} + Q_{eau} \times C_{eau} + Q_{fourrage} \times C_{fourrage}$				
$C_{sol}, C_{grain}, C_{fourrage}$ mg/kg MS Concentration de polluant dans le sol, le grain et le fourrage $Q_{sol_volaille}$ kg MS/j Masse de sol ingérée par l'animal par unité de temps Q_{sol_mouton} kg MS/j $Q_{sol_vachelaitière}$ kg MS/j Q_{sol_porc} kg MS/j $Q_{grain_volaille}$ kg MS/j Q_{grain_mouton} kg MS/j $Q_{grain_vachelaitière}$ kg MS/j Q_{grain_porc} kg MS/j $Q_{fourrage_mouton}$ kg MS/j $Q_{fourrage_vachelaitière}$ kg MS/j $Q_{fourrage_porc}$ kg MS/j			0,022 0,5 kg MS/j Source : méthode HHRAP, 2005 0,4 kg MS/j 0,37 0,2 0,47 kg MS/j Source : méthode HHRAP, 2005 3 3,3 11,3 17,3 kg MS/j Source : méthode HHRAP, 2005 (fourrage+ensilage) 1,4	