



Modernisation de la station de traitement des eaux usées de Nîmes Ouest et de la plateforme de compostage des boues

MODELISATION ATMOSPHERIQUE



Modernisation de la station de traitement des eaux usées de Nîmes Ouest et de la plateforme de compostage des boues

VEOLIA
Modélisation atmosphérique

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI(E) PAR	CONTROLÉ(E) PAR	APPROUVÉ(E) PAR	DATE
0	Rapport d'étude	M.P.BARBIER	E.REY		Août 2019
1	Rapport d'étude	M.P.BARBIER	E.REY		Février 2020

EAU & ENVIRONNEMENT
2 avenue Lacassagne, 69 425 Lyon Cedex 03 – TEL : 04 37 65 38 00

ARTELIA Eau & Environnement SAS – Siège social : 6 rue de Lorraine – 38130 ECHIROLLES
Capital : 7 883 370 Euros - 503 646 572 RCS Grenoble - SIRET 503 646 572 00019 - APE 7112B
N° Identification TVA : FR 22 503 646 572 - www.arteliagroup.com

SOMMAIRE

OBJET DU DOCUMENT	5
1. CARACTÉRISTIQUE DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT	6
1.1. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT AUTOUR DU SITE	6
1.1.1. Situation	6
1.1.2. Présentation des populations	7
1.1.2.1. Population.....	7
1.1.2.2. Les structures présentes à moins de 1,5km.....	7
1.1.3. Présentation de l'activité.....	7
2. QUANTIFICATION DES EMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES	10
2.1. La station d'épuration	11
2.1.1. Sortie de la désodorisation existante	11
2.1.2. Sortie de la désodorisation – nouvelle installation	12
2.1.3. Off-gaz unité de purification du biogaz	12
2.2. Plateforme de compostage - Biofiltres.....	12
2.2.1. Futur biofiltre.....	13
2.2.2. Biofiltres existants.....	14
3. IDENTIFICATION DES DANGERS ET ÉVALUATION DE LA RELATION DOSE-RÉPONSE	14
3.1. Identification des dangers	15
3.2. Valeurs toxicologiques de référence.....	15
3.3. Sélection des traceurs de risques.....	16
4. EVALUATION DES EXPOSITIONS	17
4.1. Scénarios d'exposition retenus.....	17
4.2. Schéma conceptuel	18
4.3. Modélisation de la dispersion atmosphérique	19
4.3.1. Domaine d'étude.....	19
4.3.2. Logiciel ADMS	20
4.3.2.1. Présentation du logiciel	20
4.3.2.2. Modules retenus	21
4.3.2.3. Rugosité de surface	22

Modélisation atmosphérique

MODERNISATION DE LA STATION DE TRAITEMENT DES EAUX USEES DE NIMES OUEST ET DE LA PLATEFORME DE COMPOSTAGE DES BOUES

4.3.2.4. Bâtiments et obstacles modélisés	23
4.3.2.5. Données météorologiques	23
4.3.3. Résultats de la modélisation.....	24
4.4. Détermination des doses journalières d'exposition	26
5. CARACTÉRISATION DES RISQUES SANITAIRES	26
5.1. Méthodologie de calcul du niveau de risque sanitaire	26
5.1.1. Le quotient de danger	27
5.1.2. L'excès de risque individuel	27
5.1.3. Additivité des risques	27
5.1.3.1. Les effets à seuils.....	27
5.1.3.2. Les effets sans seuil	27
5.2. Résultats	28
5.2.1. Quotient de danger	28
5.2.2. Excès de risque individuel.....	29
6. EVALUATION DES INCERTITUDES	31
6.1. Evaluation du terme source.....	32
6.1.1. Emissions canalisées.....	32
6.1.2. Emissions diffuses	32
6.2. Modélisation	32
6.2.1. Modélisation de la dispersion atmosphérique	32
6.2.2. Choix des données météorologiques	32
6.2.3. Prise en compte du relief et de la rugosité	33
6.3. Choix des valeurs toxicologiques de référence	33
6.4. Paramètres d'exposition retenus.....	33
6.5. Synthèse des incertitudes de l'étude	34
7. CONCLUSION	34
ANNEXES	36
Annexe 1 – Fiches Toxicologiques de Référence	37
Annexe 2 - Cartes de concentrations des polluants modélisés	38
Annexe 3 – Calculs de risque.....	45

OBJET DU DOCUMENT

Nîmes Métropole est composée de 39 communes pour une population de près de 260 000 habitants. Ce vaste territoire engage des réflexions globales et stratégiques sur le développement des énergies renouvelables.

A ce titre, Nîmes Métropole projette la mise en œuvre de la valorisation des ressources issues du traitement des eaux usées de la station de Nîmes Ouest. Les modifications suivantes de la station d'épuration (et de sa plateforme de compostage attenante) sont prévues en 2020-2021 :

- Démolition des ouvrages de la file 1 (lit bactérien, décanteur primaire, digesteur),
- Construction d'un nouveau traitement par décantation primaire en amont de l'aération prolongée,
- Construction d'un nouveau digesteur, avec épuration du biogaz pour production de biométhane (principe de Méthanisation),
- Travaux d'adaptation de la plate-forme de compostage : couverture de la zone de fermentation, mise en place de biofiltres et adaptation du site pour acceptation des boues externes des stations d'épuration périphériques de Nîmes Métropole pour traitement sur la plate-forme de compostage de la station d'épuration de Nîmes Ouest,
- Réalisation d'un ouvrage d'admission des boues déshydratées externes pour digestion de ces boues, le digestat étant traité par la plateforme de compostage.

L'objet de cette étude est d'évaluer les risques sanitaires chroniques sur les populations riveraines liés aux rejets atmosphériques de la station d'épuration (et de sa plateforme de compostage attenante). Conformément aux guides méthodologiques de l'INERIS d'août 2013 « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées » et de l'INVS de Février 2000 « Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact », la présente étude se divise en 6 parties présentées ci-dessous :

- Caractérisation du site et de son environnement,
- Quantification des émissions atmosphériques du site,
- Identification des dangers et évaluation des relations dose – réponse,
- Conceptualisation et estimation des expositions,
- Caractérisation des risques sanitaires,
- Analyse des incertitudes.

Elle s'appuie également sur le guide méthodologique spécifique pour « l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation » de l'ASTEE de juin 2006. Enfin, le rapport de l'ADEME de Juillet 2012 sur les « connaissances acquises et la synthèse bibliographique du programme de recherche de l'ADEME sur les émissions atmosphériques du compostage » a été utilisé.

L'étude a été établie sur la base d'informations techniques transmises par Véolia à ARTELIA avant la date d'émission du rapport, considérées comme complètes et exactes, et des bases de données publiques et institutionnelles accessibles.

1. CARACTERISTIQUE DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

1.1. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT AUTOUR DU SITE

1.1.1. Situation

La STEP se situe à environ 2 km à l'Est de Milhaud et à environ 2,5 km au Sud de Nîmes.



Figure 1 - Localisation de la STEP

Le site est bordé :

- Au Sud par le domaine de la Bastide à environ 500 m (qui comprend un complexe sportif, un camping et des habitations) ;
- A l'Est, par des jardins collectifs à environ 200 m, puis Caissargues dont les habitations les plus proches sont à environ 2,6 km ;
- A l'Ouest par quelques habitations dont le domaine de Mailhan à environ 150 m puis par des cultures et Milhaud dont les habitations les plus proches sont à environ 2 km ;
- Au Nord par Nîmes dont les habitations les plus proches sont à environ 2 km, séparés par des cultures.

1.1.2. Présentation des populations

1.1.2.1. Population

Nîmes Métropole est composée de 39 communes pour une population de près de 260 000 habitants.

La population de la commune de Nîmes est de 151 001, (population légale de 2016), en augmentation de 4,18% par rapport à 2011.

La population de la commune de Milhaud est de 5 666 habitants (population légale de 2016), en diminution 1.67% par rapport à 2011.

La population de la commune de Caissargues est de 3 970 habitants (population légale de 2016), en augmentation de 5,61% par rapport à 2011.

1.1.2.2. Les structures présentes à moins de 1,5km

Le complexe sportif de La Bastide est le seul établissement sensible recensé dans un rayon de moins d'1,5 kilomètre autour du site.

1.1.3. Présentation de l'activité

Un maximum d'ouvrages existants sont conservés afin de valoriser le patrimoine de Nîmes Métropole.

- **Les étapes de traitement de l'eau sont les suivantes :**
 - Arrivée de l'eau brute existante : conservé en l'état,
 - Le prétraitement existant : conservé en l'état,
 - Le poste de pompage intermédiaire existant est réhabilité : compte tenu du profil hydraulique, les pompes sont remplacées pour alimenter le nouveau traitement primaire, d'une capacité maximale totale de 4 000 m³ /h,
 - Le traitement primaire : deux nouveaux décanteurs lamellaires d'une capacité maximale totale de 4 000 m³ /h,
 - Le traitement biologique : conservé en l'état,
 - Le traitement tertiaire : conservé en l'état,
 - Le comptage de sortie : conservé en l'état.

- **Les étapes de traitement des boues sont les suivantes :**
 - Une nouvelle unité de réception et stockage des graisses extérieures,
 - Un nouveau bâtiment dédié à la réception et la dilution de boues extérieures,
 - Un épaissement statique des boues primaires : conservé en l'état de l'épaisseur existant, le pompage des boues épaissies est nouveau,
 - Un épaissement des boues biologiques : conservé en l'état des tables d'égouttage existantes, le pompage des boues épaissies est remplacé,
 - Une nouvelle digestion des boues et des graisses extérieures, un digesteur d'une capacité de 5 500 m³,
 - Une déshydratation des boues digérées sur la plateforme de compostage: conservé en l'état des centrifugeuses existantes,
 - Nouveau bâtiment de fermentation couvert et fermé situé sur la plateforme de compostage.

- **Les étapes de traitement du biogaz sont les suivantes :**
 - Une nouvelle torchère,
 - Un nouveau gazomètre,
 - Un poste de purification du biogaz (soufflantes biogaz, filtres pré-traitement biogaz, compresseurs biogaz, et membranes de séparation).

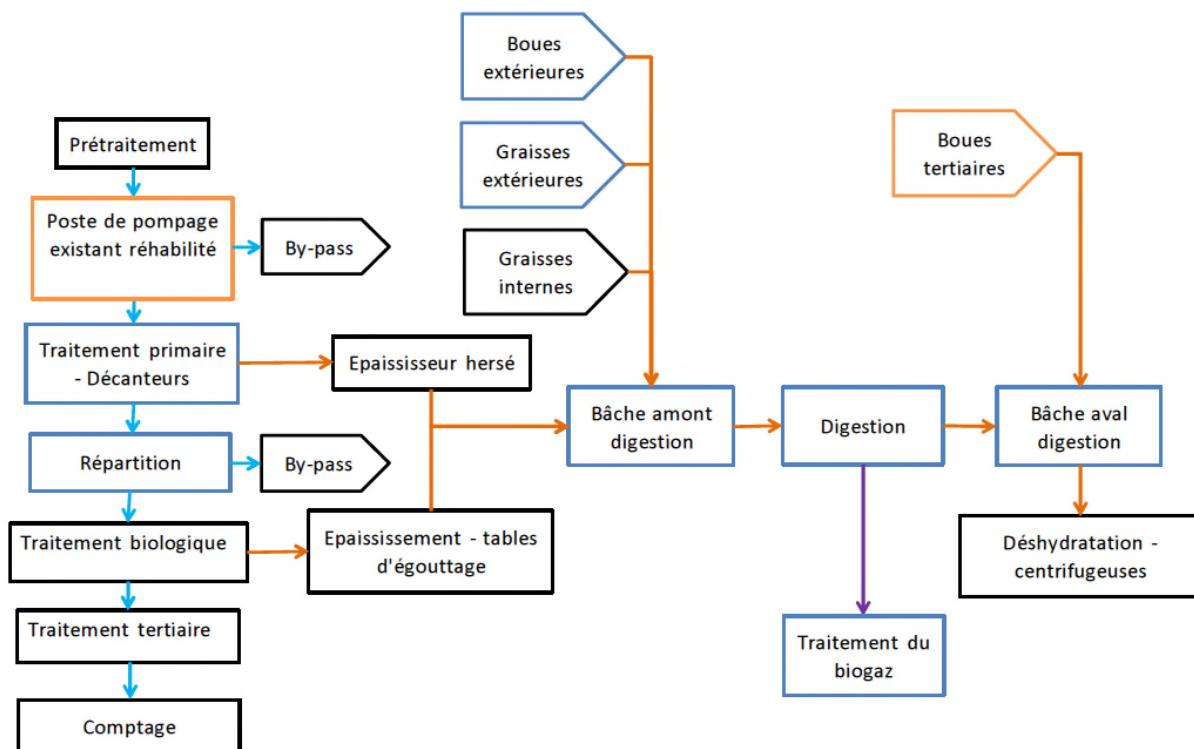
- **Le traitement des odeurs des nouveaux ouvrages et des nouveaux bâtiments de la station d'épuration est assuré par une installation dédiée et spécifique permettant un objectif « zéro nuisance » :**
 - Un filtre de désodorisation biologique,
 - Deux tours de désodorisation par charbon actif.

- **Le traitement des odeurs du nouveau bâtiment de fermentation sur la plateforme de compostage est assuré par une installation dédiée et spécifique permettant un objectif « zéro nuisance » :**
 - Un filtre de désodorisation biologique (biofiltre).

- **La ventilation et désodorisation sont assurées par les installations suivantes :**
 - Mise en dépression par ventilation des zones suivantes :
 - Sous la couverture des plans d'eau des décanteurs,
 - Vasques du digesteur,
 - Ciel gazeux de la bâche d'homogénéisation/amont digestion,
 - Ciel gazeux de la bâche à boues digérées,
 - Nouveau bâtiment technique (hors locaux électriques et local PAC),
 - Local benne,
 - Poste toutes eaux.
 - Bâtiment de fermentation situé sur la plateforme de compostage

 - Désodorisation de l'air vicié par les installations suivantes :
 - Désodorisation biologique suivi d'une désodorisation physico-chimique par charbon actif,
 - Désodorisation biologique situé sur la plateforme de compostage.

- **Le chauffage du digesteur et du nouveau bâtiment technique est assuré par les installations suivantes :**
 - Un réseau d'eau chaude depuis une bouteille de mélange alimentée par :
 - Echangeur Eau/eau sur l'eau traitée,
 - Trois Pompes à Chaleur,
 - Echangeur sur les compresseurs à gaz.



Légende :

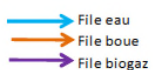
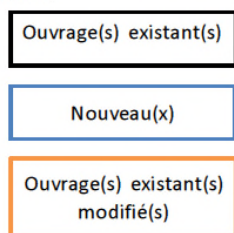


Figure 2 - Schéma des files de traitement

2. QUANTIFICATION DES EMISSIONS ATMOSPHERIQUES

La station d'épuration comprend une source d'émission surfacique située sur la plateforme de compostage et quatre sources d'émission ponctuelles situées sur la station d'épuration (installations existantes et nouvelles) et sur la plateforme de compostage.

Les caractéristiques des rejets sont données dans le tableau ci-dessous et ces derniers sont localisés sur la figure ci-après.

Tableau 1- caractéristiques des sources d'émissions

N°	Sources	Remarque	Type de source	Hauteur d'émission	Surface (m ²)	Débit d'air (m ³ /h)	Vitesse (m/s)
Station d'épuration – installations existantes							
1	Sortie de la désodorisation existante	/	ponctuelle	10 m	/	48 000	11,22
Station d'épuration – nouvelles installations							
2	Sortie de la désodorisation autotrophe / charbon actif	2 rejets verticaux (chacun 50% du débit total). Et à chaque sortie une vitesse ascendante 8m/sec.	ponctuelle	8,2 m	/	11 700	8
3	Off gaz	/	ponctuelle	6,25 m	/	70	5
Plateforme de compostage							
4	Futur biofiltre	/	surfacique	3m	540	60 000	0,04
5 et 6	Biofiltres existants	2 biofiltres (chacun 50% du débit total). Et à chaque sortie une vitesse ascendante de 0,17 m/sec.	ponctuelle	4 m	/	10 000	0,17

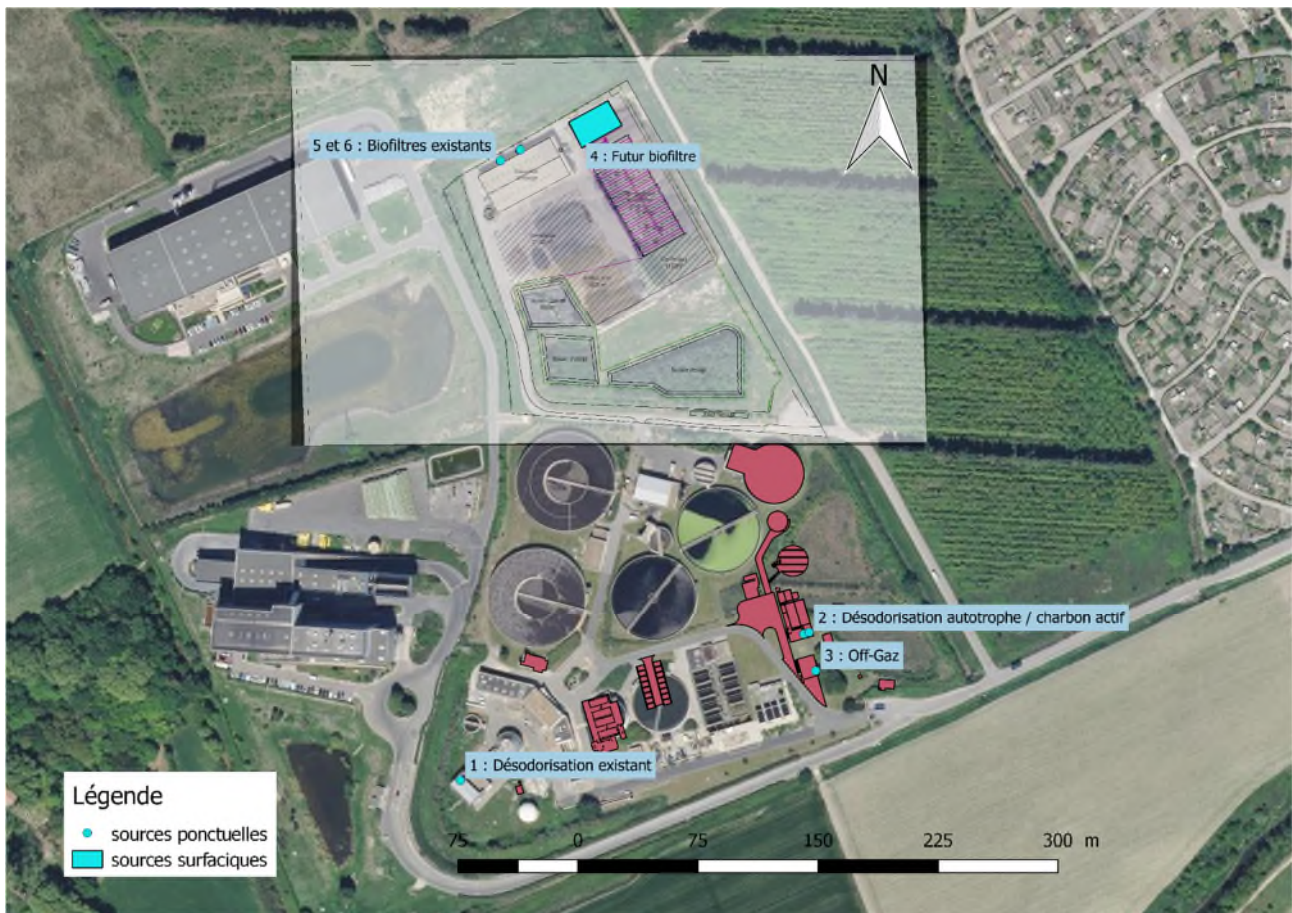


Figure 3 - Localisation des sources d'émission

2.1. LA STATION D'EPURATION

2.1.1. Sortie de la désodorisation existante

La désodorisation est dimensionnée pour traiter 4 800 m³/h d'air vicié.

Les émissions polluantes ont été estimées pour les polluants principaux émis par une STEP et/ou ayant une forte toxicité. Ces émissions polluantes ont été quantifiées sur la base des données fournies par Nîmes Métropole :

Tableau 2 - Emissions polluantes de la désodorisation existante

Paramètre	Unité	Valeur garantie par le titulaire	Emissions en g/s	Emissions en Kg/an
Concentration maximum en H ₂ S	mg/Nm ³	0,15	2,31E-04	7,29
Concentration maximum en NH ₃	mg/Nm ³	0,5	7,70E-04	24,29

2.1.2. Sortie de la désodorisation – nouvelle installation

La désodorisation est commune pour l'ensemble des nouveaux ouvrages et le nouveau bâtiment technique.

La désodorisation est dimensionnée pour traiter 11 700 m³/h d'air vicié. Le traitement de l'air est composé d'une étape de traitement biologique suivi d'une adsorption sur charbon actif. Chaque étape permet l'élimination d'une pollution spécifique

Les émissions polluantes ont été estimées pour les polluants principaux émis par une STEP et/ou ayant une forte toxicité. Ces émissions polluantes ont été quantifiées sur la base des données fournies par Nîmes Métropoles.

Les émissions polluantes sont présentées dans le tableau ci-dessous et sont données pour un rejet vertical au niveau d'une des deux tours à charbon (les émissions sont identiques d'une tour à l'autre) et dont le débit de chacune est de 50% du débit total de 11 700 m³/h :

Tableau 3 - Emissions polluantes au niveau d'une tour à charbon

Paramètre	Unité	Garantie minimale imposée	Valeur garantie par le titulaire	Emissions en g/s	Emissions en Kg/an
Concentration maximum en H ₂ S	mg/Nm ³	0,1	0,1	1,54E-04	4,86
Concentration maximum en NH ₃	mg/Nm ³	0,7	0,7	1,08E-03	34,00

2.1.3. Off-gaz unité de purification du biogaz

Le rejet off-gaz quant à lui est positionné sur l'unité de purification du biogaz. Les émissions polluantes ont été quantifiées sur la base des données fournies par Nîmes Métropoles :

Tableau 4 - Emissions polluantes de l'off-gaz

Paramètre	Unité	Valeur garantie par le titulaire	Emissions en g/s	Emissions en Kg/an
Concentration maximum en H ₂ S	mg/m ³	5	9,69E-05	3,06
Concentration maximum en NH ₃	mg/m ³	50	9,69E-04	30,56

2.2. PLATEFORME DE COMPOSTAGE - BIOFILTRÉS

Le principe du biofiltre est de faire transiter l'air vicié au travers d'un média filtrant pendant une durée minimale permettant l'épuration des molécules olfactives.

Les émissions associées au procédé du compostage dans le biofiltre se matérialisent par des rejets gazeux (composés azotés, composés soufrés, composés organiques volatils) et par des rejets particuliers (type ETM, agents biologiques).

Le guide ASTEE pour « l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation » recommande la prise en compte de 8 polluants :

- Le nickel, le plomb et le cadmium comme traceur des ETM,
- L'hydrogène sulfuré comme traceur des composés soufrés,
- L'ammoniac comme traceur des composés azotés,
- Le naphthalène, l'acétaldéhyde et le benzène comme traceurs des composés organiques volatils.

Tableau 5 - Sélection des substances présentant le plus fort risque par inhalation ou ingestion selon le guide ASTEE

Agent chimique	Forme chimique	Type de déchet	Effets
Cadmium	particulaire + gazeuse	DV (Déchet Vert) et FFOM (Fraction Fermentescible des Ordures Ménagères)	respiratoire
Nickel	particulaire + gazeuse	tous	respiratoire
Plomb	particulaire + gazeuse	ordures ménagères	neurologique, hématologique
Naphtalène	gazeuse	tous	hépatique, yeux
H ₂ S	gazeuse	tous	irritation nasale
NH ₃	gazeuse	tous	respiratoire
Acétaldéhyde	gazeuse	tous	respiratoire
Benzène	gazeuse	tous	hématologique

Dans le cas de la station d'épuration de Nîmes, les boues ne provenant pas de déchets verts ou d'ordures ménagères, il est considéré que les émissions en cadmium et plomb sont négligeables.

De plus, il n'existe aucune donnée relative à la toxicité des poussières urbaines et celles-ci sont très différentes des poussières de compost. C'est pourquoi, les poussières n'ont pas été retenues en tant que traceurs à prendre en compte pour l'étude.

Finalement, le guide ASTEE ne propose pas de traceur qui concernent les micro-organismes à prendre en compte dans l'étude, en l'état actuel des connaissances scientifiques.

2.2.1. Futur biofiltre

Les émissions de H₂S et NH₃ ont été quantifiées sur la base des données fournies par Veolia :

Tableau 6 - Emissions polluantes du futur biofiltre (H₂S et NH₃)

Paramètre	Unité	Valeur garantie par le titulaire	Emissions en g/s	Emissions en Kg/an
Concentration maximum en H ₂ S	mg/Nm ³	0,1	1,67E-03	53
Concentration maximum en NH ₃	mg/Nm ³	20	3,33E-01	10 512

Les émissions des autres polluants ont été quantifiées sur la base du guide ASTEE « l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation » ; ces émissions sont donc des émissions maximales pour un biofiltre de compostage :

Tableau 7 - Emissions maximales des polluants en sortie de biofiltre d'après le guide de l'ASTEE

Paramètre	Unité	Valeur du guide de l'ASTEE	Emissions en g/s	Emissions en Kg/an
Concentration maximum en Ni	mg/m ³	3,40E-04	5,67E-06	0,2
Concentration maximum en Naphtalène	mg/m ³	0,11	1,88E-03	59
Concentration maximum en Acétaldéhyde	mg/m ³	0,4	6,67E-03	210
Concentration maximum en Benzène	mg/m ³	1,51	2,51E-02	792

2.2.2. Biofiltres existants

Les émissions de H₂S et NH₃ ont été quantifiées sur la base des données fournies par Veolia, pour un biofiltre à 5 000 m³/h :

Tableau 8 - Emissions polluantes des biofiltres existant (H₂S et NH₃)

Paramètre	Unité	Valeur garantie par le titulaire	Emissions en g/s	Emissions en Kg/an
Concentration maximum en H ₂ S	mg/Nm ³	0,1	1,39E-04	4
Concentration maximum en NH ₃	mg/Nm ³	20	2,78E-02	876

Les émissions des autres polluants ont été quantifiées sur la base du guide ASTEE « l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation », ces émissions sont donc des émissions maximales pour un biofiltre de compostage :

Tableau 9 - Emissions maximales des polluants en sortie de biofiltre d'après le guide de l'ASTEE

Paramètre	Unité	Valeur du guide de l'ASTEE	Emissions en g/s	Emissions en Kg/an
Concentration maximum en Ni	mg/m ³	3,40E-04	4,72E-07	0,015
Concentration maximum en Naphtalène	mg/m ³	0,11	1,57E-04	5
Concentration maximum en Acétaldéhyde	mg/m ³	0,4	5,56E-04	18
Concentration maximum en Benzène	mg/m ³	1,51	2,09E-03	66

3. IDENTIFICATION DES DANGERS ET EVALUATION DE LA RELATION DOSE-REPONSE

Cette étude s'intéresse aux effets chroniques des polluants chimiques sur les populations. Ces effets correspondent à des troubles en rapport avec une exposition prolongée à une faible dose (non létale). Ils surviennent en général avec un temps de latence qui peut atteindre plusieurs mois, voire même des décennies et sont habituellement irréversibles en l'absence de traitement. Tous les modes d'expositions seront traités en effets chroniques, correspondant à de longues durées d'exposition (supérieures à 7 ans pour l'US-EPA et supérieures à 1 an pour l'ATSDF).

3.1. IDENTIFICATION DES DANGERS

Les dangers associés à chacune des substances ont été étudiés et sont récapitulés dans des fiches synthétiques, polluant par polluant, présentées en Annexe 1 – Fiches toxicologiques de référence.

Les dangers qui ont été pris en compte pour établir le profil toxicologique d'une substance chimique sont les suivants :

- la toxicité chronique
- la cancérogénicité
- la génotoxicité
- l'impact sur la reproduction et le développement.

Les principales sources de données disponibles sont :

- l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)
- les avis du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France
- les fiches de données toxicologiques de l'INERIS
- les données toxicologiques de l'INRS
- le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC)
- l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)
- l'Agence américaine de Protection de l'Environnement (US-EPA)
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)
- National Library of Medicine
- National Institute of Public Health and Environment (RIVM, Pays Bas)
- L'autorité européenne de sécurité des aliments, EFSA (European Food Safety Authority)

3.2. VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE

La valeur toxicologique de référence (VTR) est une appellation générique regroupant tous les types d'indice toxicologique qui permettent d'établir une relation entre une dose et un effet (toxique à seuil d'effet) ou entre une dose et une probabilité d'effet (toxique sans seuil d'effet). Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sont établies par des instances internationales comme l'OMS ou des structures nationales (ANSES, US-EPA, ATSDR, RIVM, Santé Canada...). L'appellation de la VTR varie selon les organismes et la voie d'exposition.

Tableau 10 - Les différentes appellations de VTR selon les organismes interrogés

	Effets à seuil		Effets sans seuil	
	Inhalation	Ingestion	Inhalation	Ingestion
ANSES	VTR	VTR	ERU	ERU
ATSDR	MRL inh.	MRL oral.	-	-
OEHHA	CREL	Oral REL	Unit risk factor	CSF
OMS	GV ou TCA	GV	Inhalation unit risk ou TC0,05	Oral slope factor
RIVM	TCA	TDI	CR inhal.	CR oral
Santé Canada	CA	DJA	CT0,05	DT0,05
US-EPA	RfC	RfD	Inhalation unit risk	Oral slope factor
EFSA	-	ADI	-	-

Selon les mécanismes toxicologiques en jeu et pour des expositions chroniques, deux grands types d'effets sanitaires peuvent être distingués : les effets à seuil de dose et les effets sans seuil de dose, définis comme ci-après :

- Effets à seuils : indique un effet qui survient au-delà d'une dose administrée, pour une durée d'exposition déterminée à une substance isolée. L'intensité des effets croît alors avec l'augmentation de la dose administrée. Ces effets sont exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'inhalation et en $\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{j}$ pour l'ingestion.
- Effets sans seuil : indique un effet qui apparaît quelle que soit la dose reçue. La probabilité de survenue croît avec la dose et la durée d'exposition, mais l'intensité de l'effet n'en dépend pas. Les effets sans seuil peuvent être considérés comme des effets cancérogènes génotoxiques. Ils sont exprimés en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ pour l'inhalation et en $(\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{j})^{-1}$ pour l'ingestion.

Dans cette étude, le choix des VTR a été réalisé en accord avec la circulaire 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. Le rapport d'étude INERIS n° DRC-17-1636332-11568A du 24 janvier 2018 « Bilan des choix de VTR disponibles sur le portail des substances chimiques de l'INERIS » a également servi de base pour aider au choix final de la VTR.

Le tableau suivant synthétise les VTR retenues dans le cadre de cette étude.

Tableau 11 - VTR des polluants pour les effets chroniques

	Inhalation	
	VTR à seuil $\mu\text{g}/\text{m}^3$	VTR sans seuil $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$
H₂S	2	-
NH₃	200	-
Nickel	0,09	$2,6 \times 10^{-4}$
Naphtalène	37	$5,6 \times 10^{-6}$
Acétaldéhyde	160	$2,2 \times 10^{-6}$
Benzène	10	$2,6 \times 10^{-5}$

3.3. SELECTION DES TRACEURS DE RISQUES

On désigne par traceurs de risques les polluants retenus pour l'évaluation des risques sanitaires. Le choix des polluants retenus doit, selon les recommandations de l'InVS, être basé sur les concentrations à l'émission, le comportement de la substance dans l'environnement et dans le corps humain et sur l'existence d'une relation dose-effet.

Dans cette étude, l'ensemble des polluants chimiques présélectionnés dans le guide ASTEE dont les émissions ont pu être quantifiées, et disposant d'une VTR ont été retenus, à savoir :

- Le sulfure d'hydrogène,
- L'ammoniac,
- Le nickel,
- Le naphthalène,
- L'acétaldéhyde,
- Le benzène.

Soit 6 polluants pris en compte pour cette évaluation des risques sanitaires.

4. EVALUATION DES EXPOSITIONS

L'évaluation de l'exposition consiste en l'estimation des concentrations et des doses de substances auxquelles les cibles considérées sont exposées.

L'objectif est de quantifier le risque associé à chacun des traceurs du risque identifié, en utilisant des scénarios d'exposition basés sur des hypothèses raisonnablement majorantes.

L'estimation de l'exposition comporte deux étapes :

- L'estimation des concentrations d'exposition là où la cible est exposée (concentration du composé chimique dans l'air inhalé),
- L'estimation de la concentration inhalée (CI), qui considère la concentration d'exposition, les paramètres physiologiques de l'individu exposé, la durée d'exposition quotidienne et la fréquence annuelle.

4.1. SCENARIOS D'EXPOSITION RETENUS

Lors d'une exposition par inhalation, le poids corporel, ainsi que les quantités d'air inhalées ne sont pas prises en compte dans le calcul des concentrations inhalées (CI). D'autre part, les VTR intègrent un facteur de sécurité qui prend en compte les différences de sensibilité. Aussi, un scénario général (adulte et enfant) sera pris en compte ici pour une exposition par inhalation des populations pour les effets à seuil. Par contre, pour les effets cancérigènes, les durées d'exposition étant variables entre un enfant et un adulte, le calcul des risques fera la distinction entre un adulte et un enfant.

Dans cette étude, l'exposition par ingestion n'est pas prise en compte conformément aux recommandations du guide ASTEE de juin 2006. En effet, des calculs préliminaires réalisés par le groupe de travail pour le choix des traceurs ont fait ressortir que les substances émises par les installations de compostage ne présentent pas de risques par la voie ingestion. Au vu des connaissances actuelles, il n'est pas pertinent de tenir compte de l'ingestion de sols, végétaux ou produits animaliers potentiellement contaminés par le dépôt particulaire comme voie d'exposition.

Une estimation déterministe du risque est donnée. Un scénario résidentiel standard est retenu. Il est considéré que 100% du temps est passé à domicile dans la zone d'influence du site (hypothèse majorante).

4.2. SCHEMA CONCEPTUEL

Un risque est défini par :

- Une source de contamination,
- Un vecteur de transfert de la contamination,
- Une cible.

Si l'un de ces éléments n'existe pas, alors aucun risque n'est caractérisable.

Le schéma ci-dessous synthétise l'ensemble des voies d'exposition prises en compte dans la présente étude.

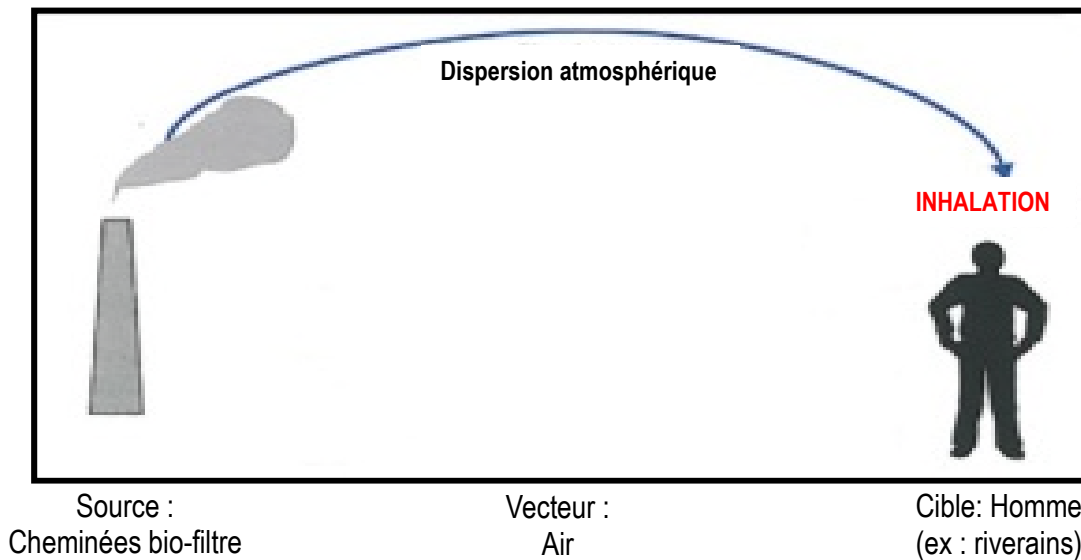


Figure 4 - Schéma conceptuel

Les émissions atmosphériques gazeuses de la STEP et de sa plateforme de compostage attenante se dispersent à proximité du site. Les polluants peuvent être directement inhalés par l'homme.

L'évaluation porte sur les risques pour les populations humaines, exposées de façon chronique aux émissions atmosphériques gazeuses et particulaires de l'installation.

Le transfert des polluants de la source vers la cible (l'homme) est direct. Le vecteur de propagation est l'air.

4.3. MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE

4.3.1. Domaine d'étude

La zone d'étude s'étend sur une aire de 5 km x 5 km soit 25 km² centrée sur l'emplacement du site de la station d'épuration.

La grille de calcul présente les caractéristiques suivantes (les coordonnées en mètres, sont données en RGF 93 CC44) :

Tableau 12 - Grille de calcul

	Coordonnées de départ	Coordonnées de fin	Nombre de points	Taille de la maille
X	1 805 483	1 810 483	101	50 m
Y	3 175 183	3 180 183	101	50 m

Sur cette zone, 7 points spécifiques (structures sensibles, quartiers ou riverains à proximité, zones fréquentées par le public) ont été retenus.

Tableau 13 - Points récepteurs pris en compte dans l'étude

Récepteurs	Coordonnées (RGF 93 CC44)		Distance du centre de la STEP et direction
	X	Y	
Maison Sud-Ouest	1 807 724	3 177 267	450 m SO
Maison Ouest	1 807 426	3 177 648	460 m O
Ferme	1 807 987	3 177 306	380 m S
Complexe sportif	1 808 385	3 177 248	650 m SE
Jardin collectif Sud	1 808 230	3 177 766	350 m E
Jardin collectif Nord	1 808 081	3 178 050	360 m NE
Milhaud	1 806 127	3 177 683	1 770 m O

Ces points particuliers sont localisés sur la carte présentée ci-dessous. Ils ont été retenus en fonction de la rose des vents, de la sensibilité du milieu et de façon à couvrir la quasi-totalité du domaine. Les récepteurs proches de la station d'épuration et par conséquent potentiellement les plus impactés ont été privilégiés par rapport à d'autre.

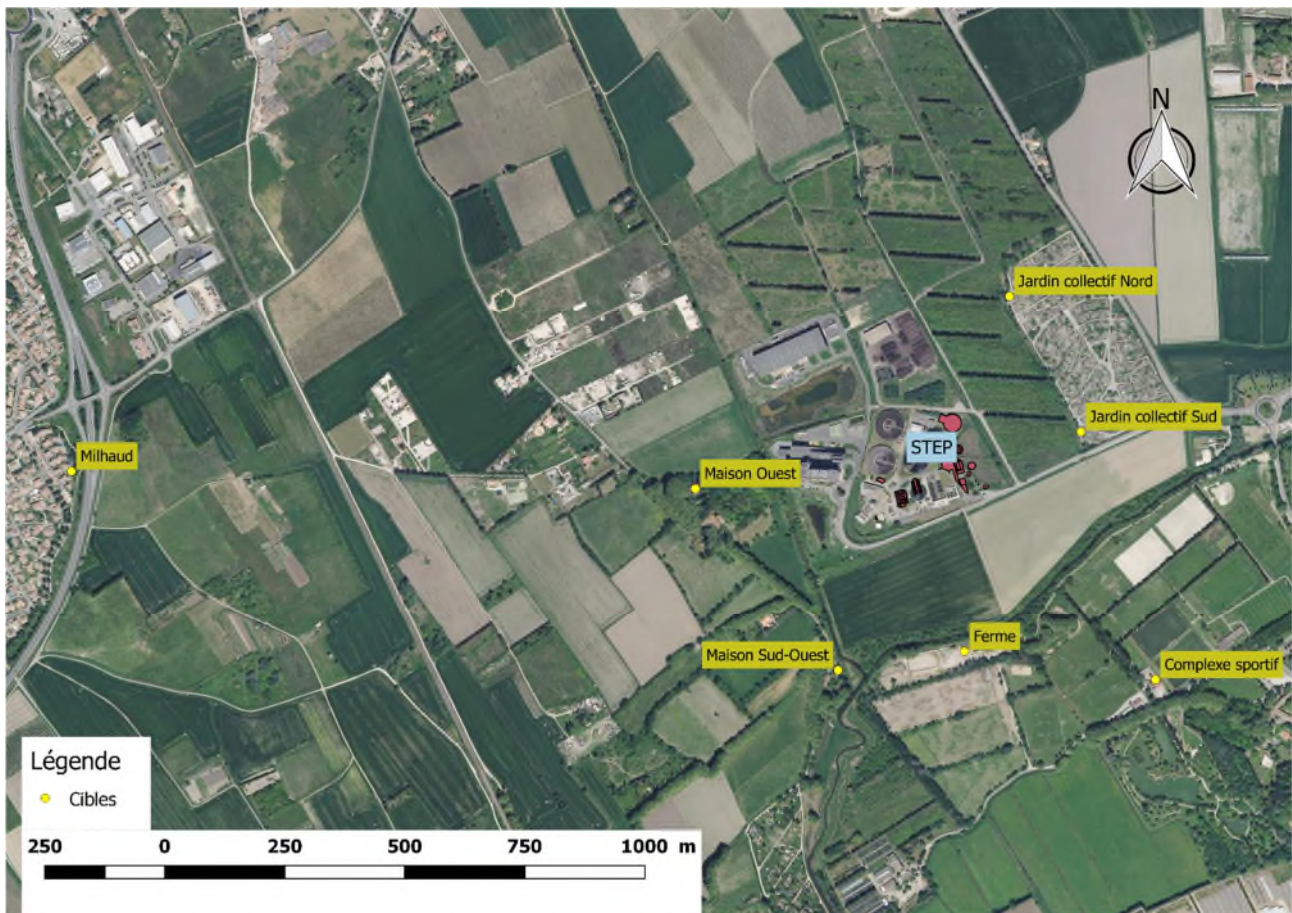


Figure 5 -Localisation des récepteurs retenus

4.3.2. Logiciel ADMS

4.3.2.1. Présentation du logiciel

La modélisation a été réalisée à l'aide du logiciel ADMS 5.2. Développé depuis plus de 20 ans par le CERC, le système ADMS bénéficie des dernières avancées techniques et scientifiques du domaine de la modélisation atmosphérique. Enrichi de nouvelles fonctionnalités, ADMS version 5.2 est l'outil de référence pour l'évaluation de l'impact et du risque industriel. Il a été validé dans le cadre de plusieurs études (outil européen « Model Validation Kit », étude française RECORD) et référencé à l'échelle internationale dans de nombreux guides méthodologiques et publications scientifiques (INERIS, Santé publique France, US-EPA, ASTEE...). Il est employé par plus de 2 000 organismes dans le monde : industriels, bureaux d'études, organismes de surveillance et/ou de recherche. Ce logiciel fait partie de la dernière génération de modèles de dispersion atmosphérique conçu pour répondre aux nouvelles exigences environnementales.

Le logiciel se base sur les dernières connaissances en physique atmosphérique afin de caractériser les conditions météorologiques. Il utilise deux paramètres physiques, que sont la hauteur de la couche limite (h) et la longueur de Monin-Obukhov (LMO), pour décrire la couche limite atmosphérique. Par ailleurs, il utilise une distribution de concentration gaussienne pour calculer la dispersion des rejets.

Le modèle de dispersion ADMS 5.2 calcule les concentrations, à long-terme ou à court terme, relatives aux différents types de rejets (sources ponctuelles, jets, sources linéiques, sources surfaciques et sources volumiques). Les calculs long-terme concernent les calculs de concentrations moyennes annuelles, de percentiles ou de nombre de dépassements de valeurs seuils qui peuvent être comparés aux objectifs de la qualité de l'air.

Un prétraitement des données météorologiques permet au système de calculer les paramètres de description de la couche limite requis par ADMS 5.2.

ADMS 5.2 possède un certain nombre de modules permettant de prendre en compte certains phénomènes naturels (précipitations, effet de côte, etc.) ou certaines caractéristiques de terrain complexe (relief, rugosité de terrain, etc.).

4.3.2.2. Modules retenus

La configuration générale du modèle permet l'activation de modules qui affinent la modélisation. Dans cette étude, deux modules ont été activés :

- **Module de « terrain complexe »** : ce module introduit un champ tridimensionnel d'écoulement et de turbulence pour les calculs de modélisation de dispersion. Il y a deux solutions possibles pour le champ d'écoulement. La solution de champ d'écoulement utilisée dépend des conditions météorologiques. Le paramètre critique est le nombre de Froude, Fr , qui est défini en utilisant la hauteur maximum du terrain selon la formule :

$$Fr = \frac{U(hmax)}{N(hmax) \times (hmax - hmoy)}$$

Avec :

- h_{max} : la hauteur de la plus haute colline,
- h_{moy} : la hauteur moyenne au-dessus du terrain,
- U : la valeur de la vitesse du vent pour un terrain plat
- N : la fréquence de flottabilité.

Le nombre critique de Froude est une valeur unitaire.

- **Module de « bâtiment »** : Ce module de bâtiment permet de prendre en compte l'influence des bâtiments d'un site industriel sur la dispersion des panaches. A titre d'exemple, un exutoire situé en toiture d'un bâtiment industriel de 30 mètres, sera considéré comme une cheminée de 30 mètres de hauteur placée sur un terrain plat par les modèles gaussiens « classique ». Au contraire, ADMS peut prendre en compte l'influence des bâtiments susceptibles de fortement perturber la dispersion (rabattement de panache, zone de re-circulation...).

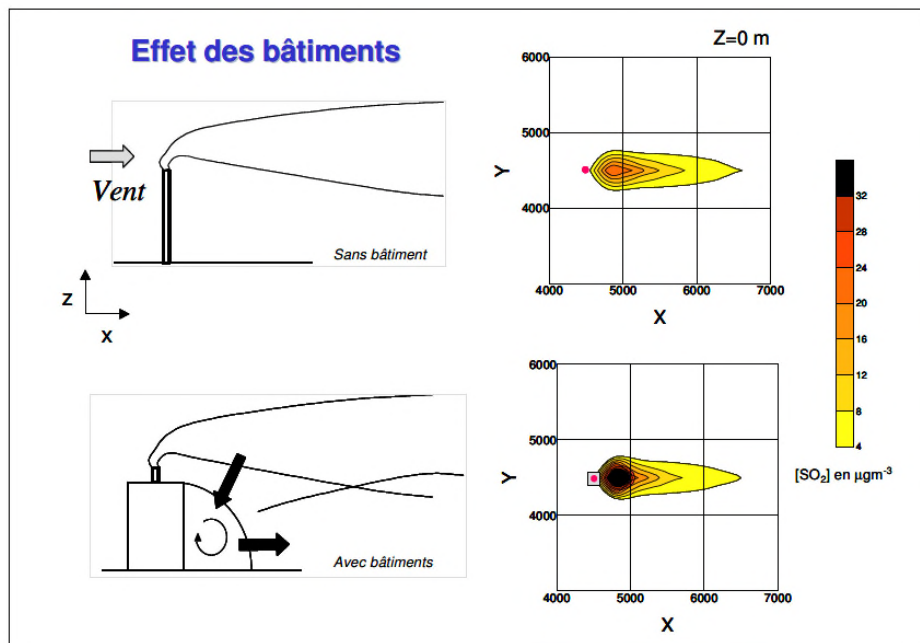


Figure 1- Effet d'un bâtiment industriel sur la dispersion d'un panache

4.3.2.3. Rugosité de surface

La longueur de rugosité, exprimée en mètres, caractérise l'influence globale de la couche de surface sur le profil de vent. Cette rugosité est corrélée à la hauteur des obstacles au sol.

Les données d'affectation des sols ont été créées en affectant une valeur d'hauteur de rugosité de 1 m au niveau des villes et forêt, une valeur de rugosité de 0,5 m au niveau des parc et banlieue dégagé, une valeur de rugosité de 0,3 m au niveau des cultures (par exemple maïs), une valeur de rugosité de 0,2 m au niveau des cultures (par exemple blé), une valeur de rugosité de 0,1 m au niveau des cultures maraichères et une valeur de rugosité de 0,02 m au niveau des prairies. La prise en compte de la rugosité est effectuée sur une aire plus large que la zone d'étude, soit une zone de 7,5 km par 7,5 km. En effet, il s'agit de prendre en compte la déformation des champs de vent en amont de la zone où la dispersion des émissions atmosphériques est étudiée, afin d'intégrer les directions préférentielles des vents en limite de l'aire d'étude. Les caractéristiques de la grille de rugosité utilisée pour la modélisation sont détaillées ci-dessous :

Tableau 14 - Grille de rugosité pour la modélisation

Etendue	Espacement entre chaque point (Résolution)	Nombre de points
7,5 km x 7,5 km	59 m	128 x 128

Dans le cas de la modélisation avec le module « terrain complexe » les champs d'écoulement et de turbulence sont modélisés par le modèle FLOWSTAR. Il modélise la circulation et la dispersion atmosphérique en tenant compte du relief et/ou des changements de rugosité. Il prend également en compte les régions d'écoulement inverse, c'est-à-dire les régions où la vitesse du flux est dirigée dans la direction opposée à la vitesse moyenne du vent.

4.3.2.4. Bâtiments et obstacles modélisés

Les obstacles (bâtiments/structures diverses) présents sur ou à proximité immédiate du site à modéliser peuvent avoir un effet significatif sur la dispersion des polluants et engendrer une augmentation du maximum des concentrations simulées au niveau du sol. L'effet direct sur la dispersion des polluants est l'entraînement de ces derniers dans la zone appelée cavité située immédiatement sous le vent du bâtiment considéré. A cet endroit, les concentrations augmentent de façon notable puis diminuent plus loin, en aval.

Deux bâtiments sont modélisés car les sources d'émissions se trouvent sur ces bâtiments :

- Le bâtiment technique où sont situées les deux sorties de la désodorisation autotrophe / charbon actif d'une hauteur de 8 mètres.
- Le bâtiment où se situe la sortie de la désodorisation existante d'une hauteur de 9 mètres.

4.3.2.5. Données météorologiques

Les conditions météorologiques influencent en partie les différents états de la couche limite (conditions stables, neutres ou instables) favorisant ou limitant les phénomènes de dispersion.

Selon le guide d'évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des installations classées élaboré par l'INERIS en 2003, l'exercice de modélisation de la dispersion atmosphérique des rejets des installations industrielles doit couvrir une période représentative. Dans le cadre de cette étude, la période de données météorologiques utilisées s'étend sur 3 ans (comme recommandé par l'INERIS), à savoir du 01 janvier 2008 au 31 décembre 2010.

Les données météorologiques nécessaires pour la modélisation de la dispersion des rejets atmosphériques sont :

- la direction du vent,
- la force du vent,
- la nébulosité et/ou le rayonnement,
- la température du sol.

Ces données ont été recueillies sous la forme d'un fichier numérique. Elles sont issues de la station Météo France de Garons, situé à environ 7km de la station d'épuration.

Les données relatives au vent (vitesse, direction, fréquence) intégrées dans le modèle sont représentées par la rose des vents ci-dessous. Parmi les données météorologiques, certains des vents recensés (environ 4,6 %) sont des vents calmes (vitesses de vents inférieurs à 0,8 m/s) et dont la direction n'est pas précisée. ADMS ne permet pas de prendre en compte ces conditions de vents calmes dans la modélisation. Aussi, pour ne pas négliger ces vents, peu dispersifs et à l'origine de plus fortes concentrations en polluants atmosphériques, ils ont tout de même été pris en compte en leur affectant une valeur de vitesse de 0,8 m/s et en les répartissant de manière uniforme dans l'ensemble des directions.

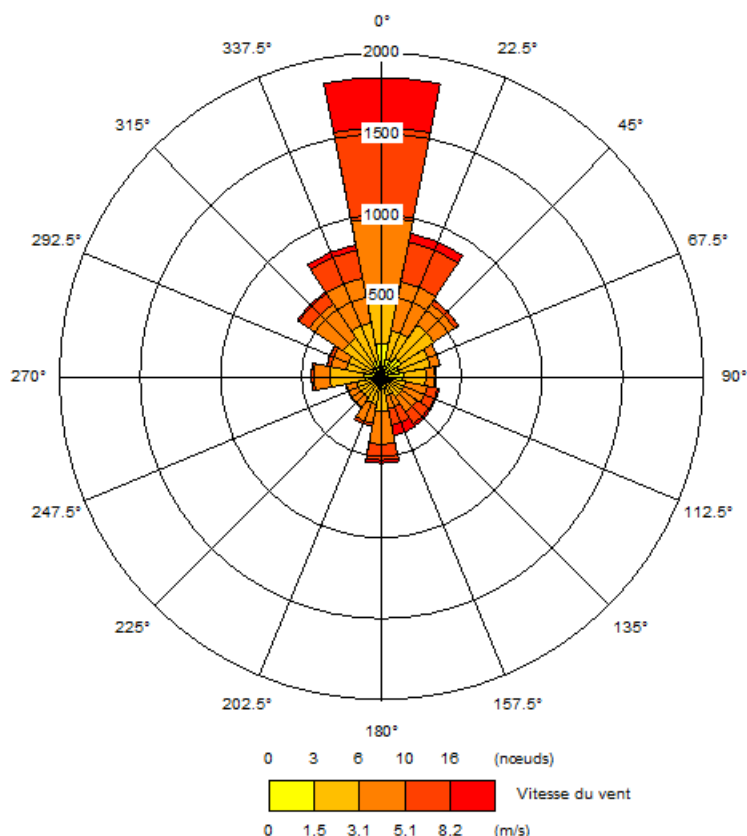


Figure 6 - Rose des vents de la station Météo France de Garons entre 2016 et 2018

La majorité des vents ont donc une provenance du Nord.

4.3.3. Résultats de la modélisation

La modélisation des rejets atmosphériques conduit à la détermination, en chaque point du domaine, de la concentration moyenne annuelle dans l'air pour chaque traceur de risque.

Les résultats présentés dans les tableaux ci-dessous aux points récepteurs indiquent les concentrations moyennes annuelles liées à la STEP et à la plateforme de compostage attenante.

Tableau 15 - Concentrations moyennes annuelles en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ modélisées aux récepteurs

	H ₂ S	NH ₃	Ni	Naphtalène	Acéaldéhyde	Benzène
Maison Sud-Ouest	2,09E-02	3,38E+00	5,70E-05	1,89E-02	6,70E-02	2,52E-01
Maison Ouest	3,85E-02	7,28E+00	1,23E-04	4,10E-02	1,45E-01	5,47E-01
Ferme	2,33E-02	3,59E+00	6,04E-05	2,01E-02	7,11E-02	2,68E-01
Complexe sportif	1,22E-02	1,97E+00	3,31E-05	1,10E-02	3,90E-02	1,47E-01
Jardin collectif Sud	3,30E-02	5,96E+00	1,01E-04	3,36E-02	1,19E-01	4,48E-01
Jardin collectif Nord	6,47E-02	1,25E+01	2,13E-04	7,07E-02	2,50E-01	9,43E-01
Milhaud	3,48E-03	6,17E-01	1,04E-05	3,47E-03	1,23E-02	4,63E-02

A titre d'exemple, la carte de concentration moyennes annuelles de l'H₂S est présentée ci-dessous. L'ensemble des cartes de concentration des polluants est présenté en annexe 2.

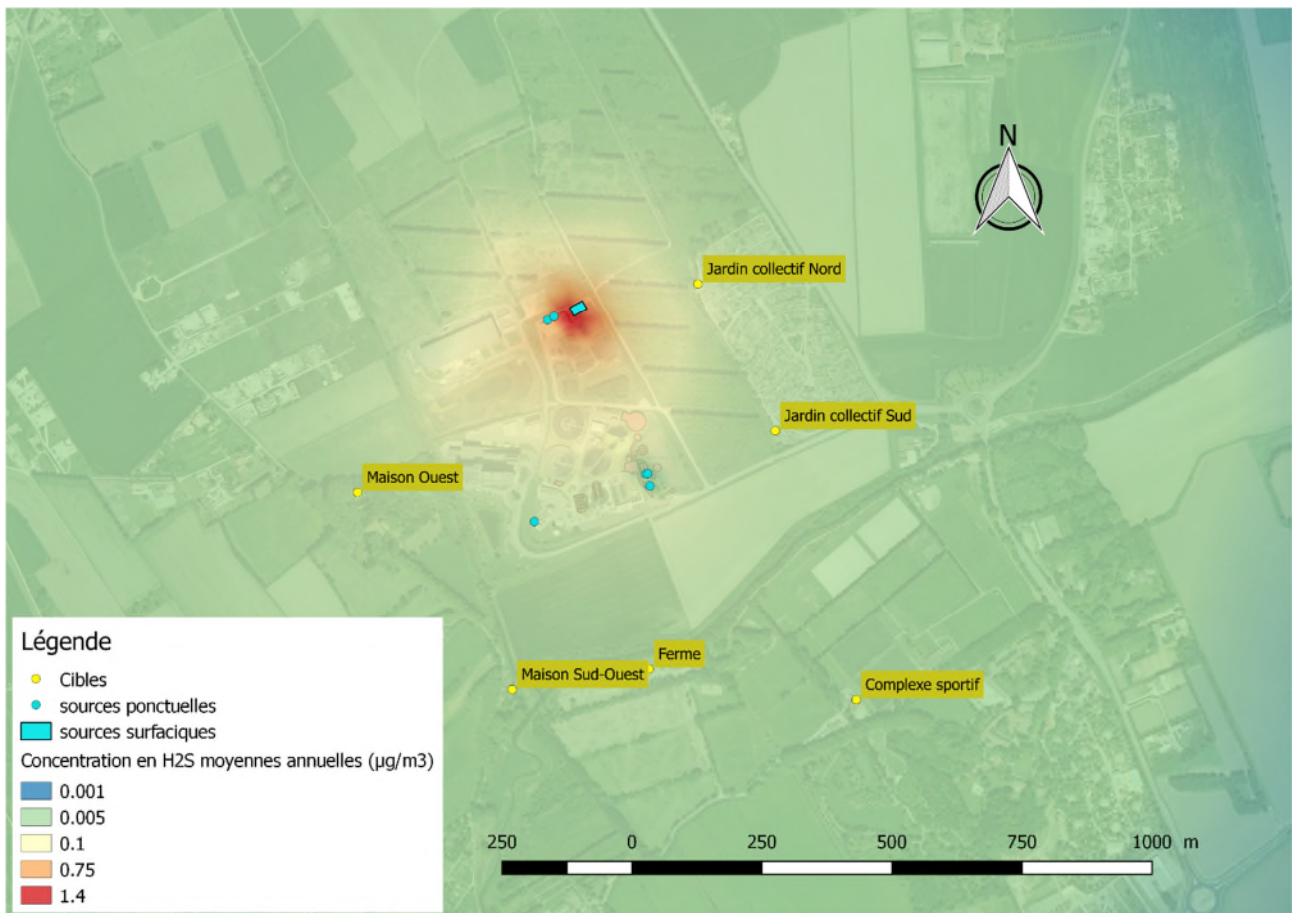


Figure 7 - Carte des concentrations moyennes annuelles de l'H₂S

La dispersion des polluants est rapide et à proximité du futur biofiltre. La majorité des émissions provient de la plateforme de compostage du fait d'un débit plus élevé et une vitesse et hauteur plus faible pour le futur biofiltre.

Les concentrations maximales en H₂S sont observées au Sud du biofiltre à seulement quelques mètres (environ 10 mètres au sud-ouest du futur biofiltre) et décroissent rapidement ensuite. Aussi, elles n'impactent pas les premières habitations situées à environ 540 mètres du futur biofiltre.

Les mêmes conclusions sont observées pour les autres polluants. Pour le NH₃, comme pour l'H₂S.

4.4. DETERMINATION DES DOSES JOURNALIERES D'EXPOSITION

Les doses journalières d'exposition ou quantités administrées représentent les quantités de polluant mises en contact avec les surfaces d'échange que sont les parois alvéolaires des poumons et à travers lesquelles les polluants peuvent éventuellement pénétrer.

La concentration inhalée a été calculée à partir de la formule suivante :

$$CI = \left(\sum C_i \times t_i \right) \times F \times \frac{T}{T_m}$$

Avec :

- CI : Concentration moyenne inhalée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- C_i : Concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps t_i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- t_i : Fraction de temps d'exposition à la concentration C_i pendant une journée – valeur ramenée par défaut à 100% du temps ($t_i=1$) passé au domicile. Cette approche est sécuritaire.
- F : Fréquence d'exposition – valeur recommandée par l'INERIS de 1, c'est-à-dire 365 jours par an.
- T : Nombre d'années d'exposition (an) – valeur standard de 30 ans par défaut souvent utilisée dans les scénarios dits résidentiels. Pour les enfants, la durée d'exposition est prise égale à 6 ans.
- T_m : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (an) – Valeur recommandée par l'INERIS et l'US-EPA : 70 ans pour les effets sans seuil et $T_m=T$ pour les effets à seuils.

Les calculs des concentrations inhalées résultantes sont présentés en annexe 3 pour tous les récepteurs. Dans le cas de la présente étude, les concentrations inhalées sont identiques aux concentrations modélisées pour les effets à seuil.

5. CARACTERISATION DES RISQUES SANITAIRES

5.1. METHODOLOGIE DE CALCUL DU NIVEAU DE RISQUE SANITAIRE

L'étude s'organise selon la démarche standardisée d'évaluation du risque sanitaire développée par l'Académie des Sciences des Etats-Unis (1983) et reprise au niveau de l'Union européenne (Directive 93/67/CEE de la commission du 20 juillet 1993 et règlement CE n°1488/94 de la commission du 28 juin 1994). La démarche est précisée dans le « Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact » de l'INVS de Janvier 2000 et dans le document de l'INERIS « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées » de 2013.

5.1.1. Le quotient de danger

Pour les effets à seuil, l'expression déterministe de la survenue d'un effet toxique dépend du dépassement d'une valeur. Le niveau de risque est donc évalué par le rapport entre la valeur inhalée et la valeur toxicologique de référence. Pour chaque substance, le quotient de danger est défini comme suit :

$$QD = \frac{CI}{VTR}$$

Avec :

- CI : Concentration moyenne inhalée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- VTR : Valeur Toxicologique de référence ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Lorsque cet indice est inférieur à 1, la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable. Au-delà d'un indice de 1, l'apparition d'un effet toxique ne peut plus être exclue.

5.1.2. L'excès de risque individuel

Pour les effets sans seuils par inhalation, un ERI est calculé en multipliant la concentration inhalée par l'excès de risque unitaire (ERU) par voie d'inhalation. L'ERU représente la probabilité pour un individu de développer un cancer lié à une exposition égale, en moyenne sur sa durée de vie, à une unité de dose de la substance toxique.

$$ERI = ERU \times CI$$

Avec

- CI : Concentration moyenne inhalée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- ERU : Excès de Risque Unitaire par voie inhalation ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)⁻¹

Il n'existe pas de seuils fixes d'acceptabilité des risques. La valeur communément utilisée et recommandée par l'OMS est la valeur repère de 10^{-5} . La valeur plus précautionneuse de 10^{-6} peut également être utilisée.

A noter, qu'un ERI inférieur à 10^{-5} signifie que la probabilité de développer une pathologie imputable à l'agent toxique considéré est inférieure à une chance sur cent mille.

5.1.3. Additivité des risques

5.1.3.1. Les effets à seuils

Selon les recommandations de l'INVS et de l'US EPA, les quotients de dangers seront sommés uniquement lorsque les substances ont le même mécanisme d'action toxique et le même organe cible.

5.1.3.2. Les effets sans seuil

Dans le cas d'effet sans seuil, il est considéré que tous les excès de risque de cancer peuvent être associés entre eux, quel que soit l'organe cible et la voie d'exposition, en supposant qu'il n'y a pas d'interaction. Cela permet d'exprimer un excès de risque global pour la population, dans la situation considérée. Les ERI sont donc sommés.

5.2. RESULTATS

5.2.1. Quotient de danger

Les calculs de quotient de danger, polluant par polluant sont présentés en annexe 3.

Le tableau suivant récapitule les quotients de danger par organe cible sur chaque récepteur.

Tableau 16 – Quotient de danger, organes cible aux récepteurs

Récepteurs	QD Système respiratoire	QD système sanguin
	H ₂ S, NH ₃ , Ni, Naphtalène, Acétaldéhyde	Benzène
Maison Sud-Ouest	2,89E-02	2,52E-02
Maison Ouest	5,90E-02	5,47E-02
Ferme	3,13E-02	2,68E-02
Complexe sportif	1,68E-02	1,47E-02
Jardin collectif Sud	4,91E-02	4,48E-02
Jardin collectif Nord	1,01E-01	9,43E-02
Milhaud	5,11E-03	4,63E-03

Les valeurs sont toutes très inférieures à la valeur repère de 1. Les quotients de danger le plus élevés correspondent aux quotients de danger sur le système respiratoire.

La carte de risque du quotient de danger sur le système respiratoire (le plus impacté) est présentée sur la figure suivante. La carte de risque pour le système sanguin n'est pas présentée compte tenu des faibles niveaux de risques obtenus qui sont similaire à ceux du système respiratoire (les cartes seront donc très ressemblantes).

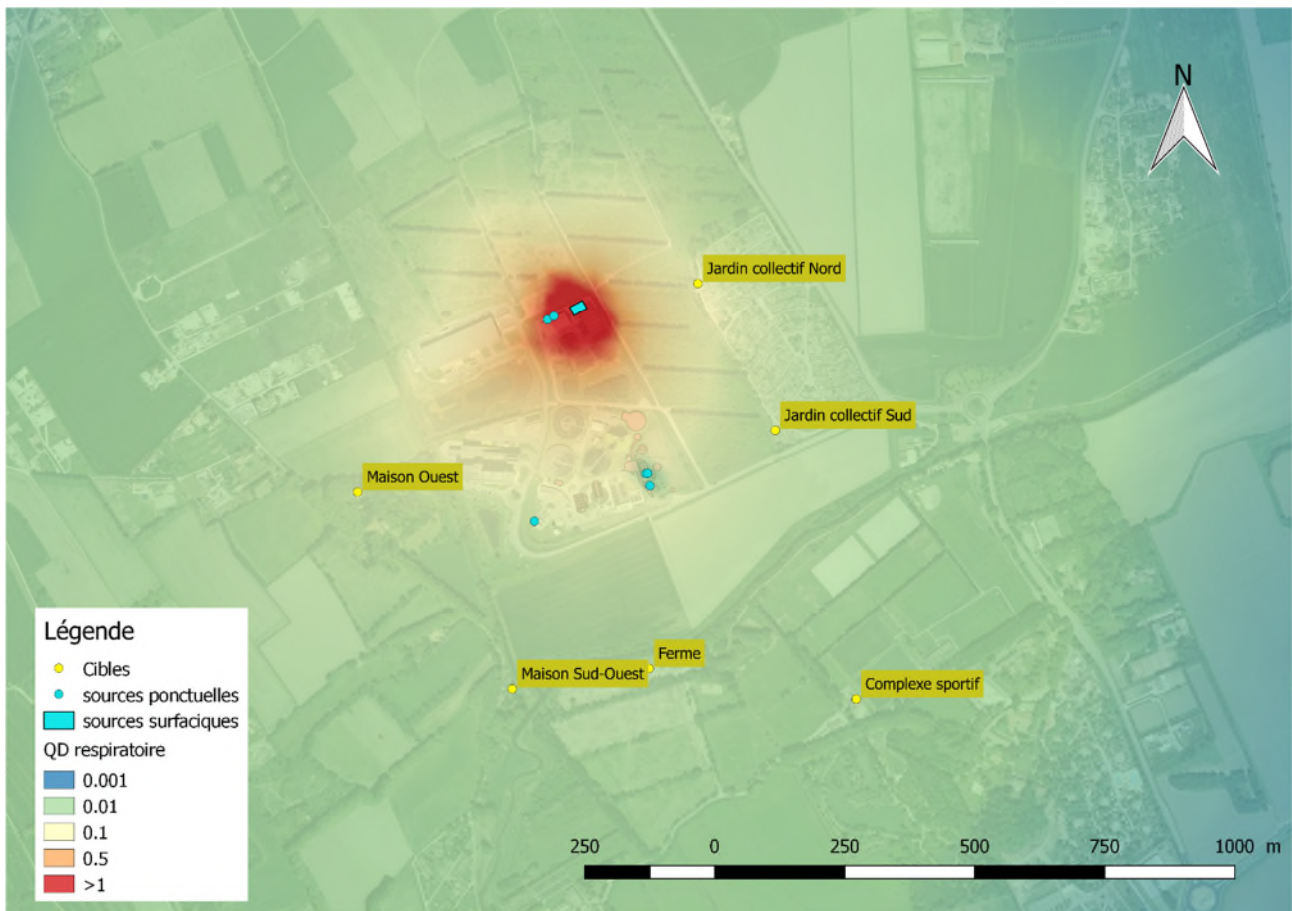


Figure 8 – Carte de quotient de danger sur le système respiratoire

La valeur repère de 1 n'est pas dépassé sur le domaine d'étude à l'extérieur des limites de propriété de la STEP, excepté jusqu'à environ 30 mètre au Nord du futur biofiltre où la valeur maximale du quotient de danger sur le système respiratoire est de 1,3.

Il est rappelé que le scénario considéré est un scénario résidentiel standard et concerne les populations riveraines (et non les travailleurs sur site) : il est considéré que 100% du temps est passé à domicile dans la zone d'influence du site (hypothèse majorante).

Les polluants qui influent significativement pour les effets à seuils par inhalation est l'ammoniac (à hauteur de 60%), et le sulfure d'hydrogène (à hauteur de plus de 30%).

Les niveaux de risques pour les effets toxiques à seuil par inhalation sur les systèmes respiratoires et sanguins peuvent être jugés comme non significatifs sur l'ensemble du domaine d'étude en dehors du site.

5.2.2. Excès de risque individuel

Les calculs d'excès de risque individuel, polluant par polluant, pour un adulte et pour un enfant aux récepteurs, sont présentés en annexe 3.

Le tableau suivant présente l'excès de risque individuel sommé pour un adulte et un enfant.

Tableau 17 – Excès de risque individuel aux récepteurs

Récepteurs	ERI Total	
	Scénario d'exposition adulte	Scénario d'exposition enfant
	Ni, Naphtalène, Acétaldéhyde, benzène	Ni, Naphtalène, Acétaldéhyde, benzène
Maison Sud-Ouest	2,93E-06	5,86E-07
Maison Ouest	6,35E-06	1,27E-06
Ferme	3,11E-06	6,21E-07
Complexe sportif	1,70E-06	3,41E-07
Jardin collectif Sud	5,19E-06	1,04E-06
Jardin collectif Nord	1,09E-05	2,19E-06
Milhaud	5,37E-07	1,07E-07

Ces valeurs au niveau des récepteurs sont toutes inférieures à la valeur repère de 10^{-5} , sauf pour le jardin collectif Nord où l'ERI total atteint la valeur de $1,1 \times 10^{-5}$.

Cette valeur est très majorante car il a été considéré que la fréquence d'exposition sur ces récepteurs est de 365 jours par an avec 24 heures d'exposition par jour, soit 100% du temps dans la zone d'influence du site. Ce scénario est extrêmement majorant pour un récepteur au niveau du jardin collectif et ou du complexe

Rien qu'en divisant par deux le temps d'exposition (ce qui revient à considérer une fréquence d'exposition de 365 jours par an avec 12 heures d'exposition par jour) pour le jardin collectif et le complexe sportif, les quotients de dangers sont également divisés par deux. Les ERI totaux au droit de ces récepteurs sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 18 - Excès de risque individuel aux récepteurs

Récepteurs	ERI Total	
	Scénario d'exposition adulte	Scénario d'exposition enfant
	Ni, Naphtalène, Acétaldéhyde, benzène	Ni, Naphtalène, Acétaldéhyde, benzène
Complexe sportif	8,51E-07	1,70E-07
Jardin collectif Sud	2,60E-06	5,19E-07
Jardin collectif Nord	5,47E-06	1,09E-06

Ces valeurs au niveau des récepteurs sont toutes inférieures à la valeur repère de 10^{-5} .

La carte d'excès de risque individuel sommé pour un adulte (cas le plus pénalisant) est présentée sur la figure suivante.

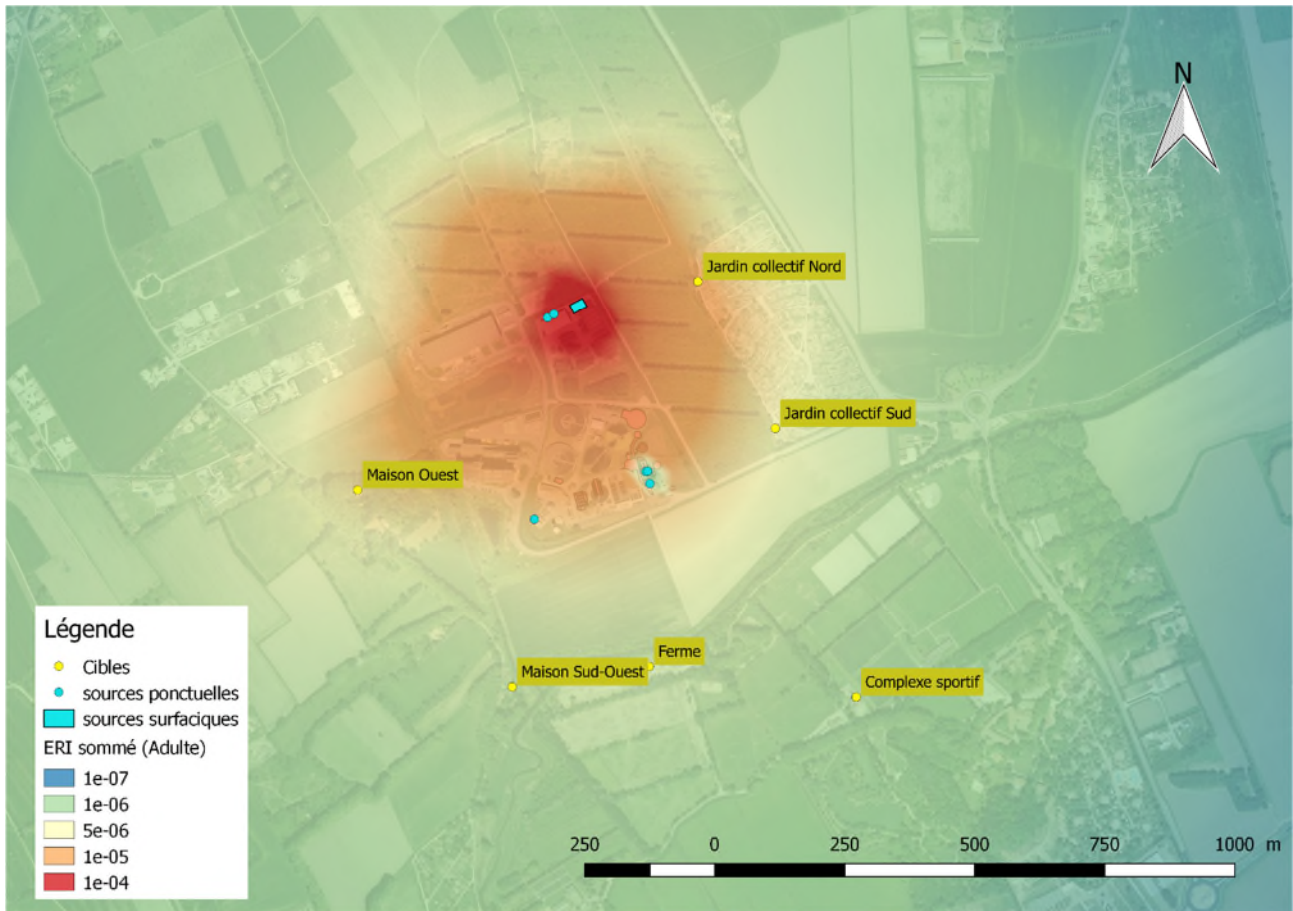


Figure 9 – Carte d'excès de risque individuel sommé pour un adulte

Pour un scénario résidentiel standard (à savoir 100% du temps passé dans la zone d'influence du site), l'excès de risque individuel maximal en dehors du site est de $9,2 \times 10^{-5}$ et est observé à quelques mètres en dehors de la limite de site au niveau de la zone de compostage. La valeur repère de 10^{-5} est dépassée localement jusqu'à 180 m de la limite du site au Nord-Est et Nord-Ouest du site.

Le polluant qui influe significativement sur les niveaux de risques pour les effets sans seuil par inhalation est le benzène (à hauteur de 96%).

Les niveaux de risques pour les effets toxiques sans seuil par inhalation peuvent être jugés comme non significatifs sur l'ensemble des récepteurs.

6. EVALUATION DES INCERTITUDES

L'incertitude entourant les résultats de la modélisation provient de différentes hypothèses, de défaut d'information ou d'approximations.

L'analyse des hypothèses et données de base prise en compte a pour objectif d'évaluer l'influence des divers facteurs sur cette étude et d'apprécier la confiance qui peut être accordée aux résultats.

Certains éléments d'incertitude étant difficilement quantifiables (conditions climatiques réelles, validité du modèle de dispersion, etc.), cette analyse se basera sur une approche principalement qualitative.

Les paragraphes suivants discutent des incertitudes concernant :

- L'évaluation du terme source,
- La modélisation,
- Le choix des valeurs toxicologiques de référence,
- Les paramètres d'exposition pris en compte pour le calcul des risques.

6.1. EVALUATION DU TERME SOURCE

6.1.1. Emissions canalisées

Ces émissions polluantes ont été quantifiées sur la base des données fournies par Nîmes Métropoles.

6.1.2. Emissions diffuses

Les émissions de H₂S et NH₃ ont été quantifiées sur la base des données fournies par Veolia.

Les émissions des autres polluants ont été quantifiées sur la base du guide ASTEE « l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation », ces émissions sont donc des émissions maximales pour un biofiltre de compostage.

6.2. MODELISATION

La modélisation est basée sur des équations mathématiques qui doivent rendre compte des phénomènes physiques et chimiques comme nous pouvons les observer dans la réalité. Il y a donc une incertitude entourant les résultats de la modélisation.

6.2.1. Modélisation de la dispersion atmosphérique

Le modèle utilisé ADMS 5.2 a été validé internationalement : comparaison modèle/mesures, publication dans des revues scientifiques internationales, présentation régulière aux Conférences internationales d'harmonisation, validation grâce à l'outil européen d'évaluation « Model Validation Kit »,... A ce titre, ADMS est préconisé par l'INERIS dans le Guide Méthodologique de l'Evaluation des risques liés aux substances chimiques dans l'étude d'impact des ICPE, 2003. Il est considéré par l'InVS (rapport Incinérateur et santé, 2003) comme étant « à la pointe des dernières mises à jour scientifiques en matière de modèle gaussien ». Il est également reconnu par l'IFC. Ainsi, dans l'état actuel des connaissances scientifiques, la modélisation peut être considérée comme satisfaisante.

6.2.2. Choix des données météorologiques

Les données météorologiques utilisées proviennent de la station Météo France de Garons, située à environ 7 km au Sud-Est du site. Du fait de la proximité de la station Météo France avec le site, les incertitudes sur les données restent faibles.

Les données météorologiques mesurées au niveau de la station sont de très bonne qualité. Seulement 4,6% des données étaient inexploitable par le logiciel ADMS (vents stagnants et vents calmes). Ces valeurs ont toutefois été corrigées manuellement. La rose des vents obtenue après les différents ajustements est sensiblement identique à la rose des vents initiale. Les incertitudes liées aux ajustements réalisés sur les données météorologiques sont difficilement quantifiables mais permettent d'améliorer la qualité du fichier et par conséquent de la modélisation.

6.2.3. Prise en compte du relief et de la rugosité

Le paramètre rugosité a une très forte influence sur les résultats de la modélisation. Pour affiner au maximum les calculs, il a été choisi de prendre en compte une rugosité variable sur l'ensemble du domaine d'étude à partir de la base de données Corine Land Cover sur une aire d'étude de 8 x 8 km.

6.3. CHOIX DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE

Toutes les VTR prises en compte dans cette étude proviennent d'organismes reconnus et sont conformes aux recommandations de l'INERIS et de la circulaire DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014. Dans l'état actuel des connaissances scientifiques, ces valeurs sont, de par leur construction, précautionneuses.

Pour les effets à seuil par inhalation, le polluant qui influe significativement sur les niveaux de risque est le NH₃. La VTR retenue est celle recommandée par l'INERIS mais n'est pas la plus pénalisante des trois valeurs disponibles : l'ATSDR propose une VTR de 70 µg/m³. Trois organismes proposent une valeur (ATSDR, OEHHA et US EPA) en se basant sur la même étude (Holness et al., 1989). Les différences dans le calcul résident au niveau de l'ajustement au temps et les facteurs d'incertitude retenus. Pour les ajustements au temps, l'US EPA préfère prendre en compte les volumes respiratoires ce qui est plus précis. Pour les facteurs d'incertitude, l'US EPA et l'ATSDR retiennent un facteur global de 30 pour tenir compte des différences de sensibilité dans l'espèce humaine et un facteur de 3 du fait de l'absence de données sur la reproduction. Ce dernier facteur n'est pas retenu par l'OEHHA et comme il ne paraît pas justifié, c'est donc la valeur de l'OEHHA qui est retenue. Le choix de la valeur plus précautionneuse de 70 µg/m³ a un impact sur les quotients de danger, le NH₃ influant sur les niveaux de risque à 60%. Aussi, le quotient de danger maximal obtenu au niveau des récepteurs serait alors de 2,2x10⁻¹ (au lieu de 1,01x10⁻¹), mais reste inférieur à 1. L'H₂S influe aussi sur les niveaux de risque mais de façon moindre (30%). La VTR retenue est celle recommandée par l'INERIS et est la plus pénalisante des deux valeurs disponibles.

Pour les effets sans seuil par inhalation, le polluant qui influe significativement sur les niveaux de risques est le benzène (96%). La VTR retenue est la valeur de l'US-EPA qui est la plus pénalisante des 5 valeurs disponibles.

6.4. PARAMETRES D'EXPOSITION RETENUS

Les paramètres d'exposition sont variables d'une personne à une autre. Dans une approche sécuritaire, nous avons considéré que la cible réside en permanence sur le domaine d'étude.

En particulier, au droit des jardins collectifs, ce scénario induit un dépassement de la valeur de 10⁻⁵ retenue pour l'évaluation des risques sans seuil pour la voie inhalation. Or ce scénario est très majorant pour ce type de lieux où la fréquentation est plus ponctuelle. En considérant une exposition de 12h/jour, tous les jours de l'année, les ERI totaux sont divisés par deux et restent inférieurs à la valeur repère de 10⁻⁵, ce scénario restant majorant.

6.5. SYNTHÈSE DES INCERTITUDES DE L'ÉTUDE

Le tableau suivant synthétise les principales incertitudes de l'étude et leur influence sur les résultats.

Tableau 19 – Synthèse des incertitudes de l'étude

Incertitudes		Influence sur les résultats	Remarques
Terme source	Utilisation des données fournies par Nîmes Métropoles. Les émissions des polluants pour lesquels aucune donnée n'est disponible, ont été quantifiées sur la base du guide ASTEE.	Non évaluable ++	Difficile d'évaluer son caractère majorant ou minorant mais l'incertitude a été limitée autant que possible. Ces émissions sont donc des émissions maximales pour un biofiltre de compostage.
Modélisation	Utilisation d'un modèle numérique Données météorologiques	Non évaluable Non évaluable	Difficile d'évaluer son caractère majorant ou minorant mais l'incertitude a été limitée autant que possible au vu des possibilités techniques du logiciel.
Toxicologie	Choix des VTR	+	Construction des valeurs précautionneuse
Paramètre d'exposition	Durée d'exposition	+	Temps d'exposition majorants

7. CONCLUSION

L'objet de cette étude est d'évaluer les risques sanitaires chroniques sur les populations riveraines liés aux rejets atmosphériques de la station d'épuration et de la plateforme de compostage attenante.

La station d'épuration comprend une source d'émission surfacique située sur la plateforme de compostage et quatre sources d'émission ponctuelles.

Les émissions polluantes ont été estimées pour les polluants principaux émis par une STEP et/ou ayant une forte toxicité. Ces émissions polluantes ont été quantifiées sur la base des données fournies par Nîmes Métropoles pour les émissions en H₂S et NH₃.

Les rejets des bio-filtre au niveau de la plateforme de compostage sont composés des gaz émis pendant le procédé de compostage : composés azotés, composés carbonés, composés soufrés et composés organiques volatils ainsi que des polluants particuliers présents dans les déchets (Eléments Traces Métalliques). Tous n'ont pas été pris en compte dans l'évaluation des risques sanitaires, certains ne présentant pas d'effets toxiques chroniques connus en l'état actuel des connaissances scientifiques. Au final, 6 polluants ont été modélisés : l'ammoniac comme traceur des composés azotés, l'hydrogène sulfuré comme traceur des composés soufrés, l'acétaldéhyde, le benzène et le naphthalène comme traceurs des composés organiques volatils et le nickel comme traceur des ETM. Les émissions de ces polluants ont été quantifiées sur la base du guide ASTEE « l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation », ces émissions sont donc des émissions maximales pour un biofiltre de compostage.

Les résultats de la modélisation atmosphériques montrent que la majorité des émissions provient de la plateforme de compostage du fait d'un débit plus élevé et une vitesse et hauteur plus faible pour le biofiltre. Les zones les plus impactées sont situées à une centaine de mètres au Sud de la zone de compostage.

Les populations situées à proximité du site sont exposées aux rejets atmosphériques de l'installation à travers l'inhalation des polluants atmosphériques directement rejetés par le site.

La mise en relation des concentrations d'exposition calculées et de la toxicité des polluants amène aux conclusions suivantes :

- **La survenue d'un effet chronique à seuil apparaît très peu probable.**
Le quotient de danger ne dépasse pas la valeur repère de 1 au niveau des récepteurs et sur l'ensemble de l'aire d'étude (hors zone de la plateforme de compostage). Le quotient de danger maximal sur le système respiratoire observé au récepteur le plus impacté (au niveau du jardin collectif) est de 0,10.
- **La probabilité de survenue d'un effet chronique sans seuil (effets cancérigène) apparaît non significative.**
L'excès de risque individuel est inférieur à la valeur repère de 10^{-5} préconisée par l'OMS sur tous les récepteurs, selon les scénarios d'exposition retenus (100% du temps dans la zone d'influence du site pour les récepteurs type habitation et 50% du temps dans la zone d'influence du site pour les récepteurs type jardins collectifs ou complexe sportif). L'excès de risque unitaire dépasse localement la valeur repère de 10^{-5} (jusqu'à 180 m au Nord-Est et Nord-Ouest de la limite du site). L'excès de risque unitaire observé au récepteur le plus impacté (au niveau de la maison Ouest) est de $6,35 \times 10^{-6}$.

Les incertitudes identifiées dans l'étude sont pour la plupart considérées comme mineures et ne sont pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude. Les principales incertitudes concernent les émissions prises en compte pour la modélisation, étant donné l'absence de mesures réalisées sur le site.

oOo



ANNEXES



ANNEXE 1 – FICHES TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE

Acétaldéhyde

Généralités

Numéro CAS 75-07-0	Forme physique	Liquide
Couleur incolore	Origine naturelle	Combustion de la biomasse lors des feux de forêts et de broussailles, irradiation par le
Masse molaire 44,05 g/mol	Utilisation industrielle	Industrie de la chimie, industrie de la chimie alimentaire, industrie de la parfumerie
Densité 0,788 (liquide)	Pvap	44 kPa à 0°C - 100.6 kPa à 20°C

Voies d'exposition et taux d'absorption

Inhalation	45 à 70 %	absorption admise
Ingestion	n.d %	absorption admise
Cutanée	n.d %	absorption possible

Mentions de danger

- H351 Susceptible de provoquer le cancer
- H331 Toxique par inhalation
- H311 Toxique par contact cutané
- H301 Toxique en cas d'ingestion
- H314 Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
- H317 Peut provoquer une allergie cutanée



SGH05



SCH06



SGH08

Valeurs guides

n.d

Effets toxiques aigus chez l'homme sur les organes cibles

	Organe Cible	Effets	Références
Inhalation	Système respiratoire	Irritation des voies respiratoires	Silverman et al., 1946
	Système cutanée	Irritation des yeux et de la peau	Silverman et al., 1946

Effets toxiques chroniques chez l'homme sur les organes cibles

Aucune donnée n'est disponible sur la toxicité chronique directe de l'acétaldéhyde chez l'homme

	Organe Cible	Effets	Références
Inhalation	Système respiratoire	Chez l'animal : altération de l'épithélium olfactif	Appelman et al., 1982

Effets cancérigènes sur l'homme

Classement

- Union Européenne: Catégorie 3 Substance préoccupante pour l'homme en raison des effets cancérigènes possibles mais pour lesquelles les informations disponibles ne permettent pas une évaluation
- CIRC-IARC: Groupe 2B Cancérogène possible pour l'homme
- US-EPA: Classe B2 Cancérogène probable pour l'homme

	Organe Cible	Effets	Références
Inhalation	Système respiratoire	<u>Chez les rats</u> : tumeurs de la muqueuse nasale	Woustersen et al., 1984 et 1986

Effets mutagènes sur l'homme

Classement

- Union Européenne: Non classé



Effets sur la reproduction et le développement

Classement

Union Européenne: Non classé

Valeurs toxicologiques de références pour les effets à seuil

	Source	Exposition	Nom	Valeur	Unité	Espèce Organe cible	Année
Inhalation	ANSES	Chronique	VGAI	160	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Epithélium olfactif	2014
		Aigu	VGAI	3000	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Voies respiratoires	2014
	USEPA	Chronique	RfC	9	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Rat, épithélium olfactif	1991
		Aigu	RfC	n.d	n.d	n.d	n.d
	ATSDR	Chronique	MRL	n.d	n.d	n.d	n.d
	OMS / IPCS	Chronique	TCA	n.d	n.d	n.d	n.d
	Santé Canada	Chronique	CT	390	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Rat, épithélium olfactif	1999
	RIVM	Chronique	TCA	n.d	n.d	n.d	n.d
	OEHHA	Chronique	REL	140	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Animal, nez	2008
Aigu		REL	470	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Yeux, voies respiratoires	2008	

Valeurs toxicologiques de références pour les effets sans seuil

	Source	Exposition	Nom	Valeur	Unité	Espèce Organe cible	Année
Inhalation	USEPA	Chronique	ERUi	$2.2.10^{-6}$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Rat, cloison nasale	1991
	OMS / IPCS	Chronique	ERUi	n.d	n.d	n.d	n.d
	Santé Canada	Chronique	$\text{CT}_{0,05}$	86	mg/m^3	Rat, nez	1999
	RIVM	Chronique	ERUi	n.d	n.d	n.d	n.d
	OEHHA	Chronique	ERUi	$2.7.10^{-6}$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Rat, nez	1999

Valeurs toxicologiques de références retenues

Exposition aiguë	Effet à seuil			Effet sans seuil		
	Valeur	Unité	Motif	Valeur	Unité	Motif
Ingestion	n.d	n.d	n.d			
Inhalation	3000	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	circulaire DGS			
Exposition Chronique	Effet à seuil			Effet sans seuil		
	Valeur	Unité	Motif	Valeur	Unité	Motif
Ingestion	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Inhalation	160	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	circulaire DGS	$2.2.10^{-6}$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	circulaire DGS

Benzène

Généralités

Numéro CAS 71-43-2	Forme physique	Liquide
Couleur Incolore	Origine naturelle	Combustion naturelle (feux de forêt, activité volcanique...)
Masse molaire 78,11 g/mol	Utilisation industrielle	Gaz d'échappement, émanations lors du remplissage des réservoirs
Densité (20°C) 0,879 (liquide)	Température de fusion/ Pvp	6°C

Voies d'exposition et taux d'absorption

Inhalation	50 %
Ingestion	97 % (Animal)
Cutanée	Mineur

Mentions de danger

- H 225: Liquide et vapeurs très inflammables
 H 304: Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires
 H 315: Provoque une irritation cutanée
 H 319 : Provoque une sévère irritation des yeux
 H 340: Peut induire des anomalies génétiques
 H 350: Peut provoquer le cancer (indiquer la voie d'exposition, s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger)
 H 372: Risque avéré d'effets graves pour les organes (indiquer tous les organes affectés, s'ils sont connus) à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée (indiquer la voie d'exposition, s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger).



SGH 02



SGH 08



SGH07

Valeurs guides

Eau : 1µg/L dans les eaux de boissons pour la France et l'UE, et 10µg/L pour l'OMS
 Air : 5µg/m3 pour la France et l'UE

Effets toxiques aigus chez l'homme sur les organes cibles

	Organe cible	Effets	Références
Inhalation et ingestion	Système respiratoire	Dyspnées, hémorragies, œdèmes pulmonaires, dépression, décès	Flury, 1928; Gerarde, 1960 Midzenski et al., 1992 Avis et Hutton, 1993
	Système nerveux	Convulsion, troubles de la parole, maux de tête, insomnies, vertiges, nausées, paresthésies dans les mains et les pieds, fatigue	Lauwerys, 1999
	Système cutané	Irritation cutanée et oculaire, brûlures	Midzenski et al., 1992 Avis et Hutton, 1993
	Système cardio-vasculaire	Fibrillation ventriculaire (si sensibilisation myocardique), décès	Gist et Burg, 1997

Effets toxiques chroniques chez l'homme sur les organes cibles

	Organe cible	Effets	Références
Inhalation et ingestion	Système immunologique	Diminution des taux plasmatiques d'immunoglobulines (taux sériques d'IgA et d'IgC), et des lymphocytes	Ward et al., 1996
	Système sanguin	Anémie aplasique, pancytopénie, thrombocytopénie, granulopénie, lymphopénie, leucémie	Santesson, 1987
	Système nerveux	Ralentissement de la transmission de l'influx cérébral chez le rat et la souris, diminution des réflexes involontaires et déclenchement d'une narcose chez le lapin	Carpenter et al., 1944
	Système osseux	Absence de modification du nombre de cellules de la moelle osseuse lors de tests pour des expositions sur les souris	Robinson et al., 1997

Effets cancérigènes sur l'homme

Classement

- Union européenne: Catégorie 1A
 CIRC-IARC: Groupe 1: agent cancérigène pour l'homme
 US-EPA: Catégorie A: substance cancérigène pour l'homme

	Organe Cible	Effets	Références
Ingestion	Système respiratoire	Tumeur des poumons (suite à des expérimentations faites sur des souris)	Snyder et al., 1988 ; Farris et al., 1993 ; NTP,
	Système digestif	Tumeur de l'estomac et du foie (suite à des expérimentations faites sur des souris)	Farris et al., 1993 ; NTP, 1986),
Inhalation	Système respiratoire	Cancer des poumons	Yin et al., 1987-1989
	Système sanguin	Cancers hématopoïétiques et lymphatiques	Wong, 1997

Effets mutagènes sur l'homme

Classement

Union européenne: Mutagène catégorie 1B

Effets sur la reproduction et le développement

Classement

Union européenne: Non classé

	Organe cible	Effets	Références
Ingestion	Développement	Avortements, malformation (anomalie du tube neural chez l'enfant dont la mère consomme de l'eau contaminée)	Bove et al., 1995 Xu et al., 1998
Inhalation	Développement	Effets insuffisants pour établir une relation causale	Mukhametova et Vozovaya, 1972 ; Stucker et al., 1994 ; Vara et Kinnunen, 1946 ; Michon, 1965 Budnick et al., 1984 ; Goldman et al., 1985 ; Health, 1983 ; Olsen, 1983 ; Forni et al., 1971 ; Funes-Cravioto et al.: 1977
	Reproduction		

Valeurs toxicologiques de référence pour les effets à seuil

	Source	Exposition	Nom	Valeur	Unité	Espèce Organe cible	Année
Ingestion	USEPA	Chronique	RfD	0,004	mg/kg.j	homme, sang	2003
	ATSDR	Chronique	MRL	0,0005	mg/kg.j	homme, immunitaire	2007
	OMS / IPCS	Chronique		n.d	n.d	n.d	n.d
	Santé Canada	Chronique	DJA	n.d	n.d	n.d	n.d
	RIVM	Chronique	MPR	n.d	n.d	n.d	n.d
	OEHHA	Chronique	REL	n.d	n.d	n.d	n.d
Inhalation	USEPA	Chronique	RfC	30	µg/m ³	homme, sang	2003
	ATSDR	Chronique	MRL	9,75	µg/m ³	homme, immunitaire	2007
		Aigu	MRL	30	µg/m ³	souris	2007
	OMS / IPCS	Chronique		n.d	n.d	n.d	n.d
	Santé Canada	Chronique	CA	n.d	n.d	n.d	n.d
	RIVM	Chronique	MPR	n.d	n.d	n.d	2001
	OEHHA	Aigu	REL	27	µg/m ³		2014
Chronique		REL	3	µg/m ³	homme	2014	

Valeurs toxicologiques de référence pour les effets sans seuil

	Source	Exposition	Nom	Valeur	Unité	Espèce Organe cible	Année
Ingestion	USEPA	Chronique	CSFo	entre 1.5E-02 et 5.5E-02	(mg/kg.j) ⁻¹	Homme, leucémies	2000
	OMS / IPCS	Chronique		n.d	n.d	n.d	n.d
	Santé Canada	Chronique	DT	n.d	n.d	n.d	n.d
	RIVM	Chronique	Croral	3,30E-03	mg/kg.j	Homme, leucémies	2001

	OEHHA	Chronique		0,1	(mg/kg.j) ⁻¹	n.d	2009
Inhalation	ANSES	Chronique	VTR	2,60E-05	(µg/m ³) ⁻¹	Homme, leucémies	2013
	USEPA	Chronique	CSFi	entre 2.2E-06 et 7.8E-06	(µg/m ³) ⁻¹	Homme, leucémies	1998
	OMS / IPCS	Chronique	ERU	6,00E-06	(µg/m ³) ⁻¹	-	2000
	Santé Canada	Chronique	ERU	3,00E-03	(µg/m ³) ⁻¹	Homme, leucémies	1991
	RIVM	Chronique	Crinhal	20	µg/m ³	Homme	2001
	OEHHA	Chronique	Unit Risk	2,90E-05	(µg/m ³) ⁻¹	Homme, leucémies	2002

Valeurs toxicologiques de référence retenues

Exposition aiguë	Effet à seuil		
	Valeur	Unité	Motif
Ingestion	n.d	n.d	n.d
Inhalation	30	µg/m ³	Circulaire DGS

Exposition chronique	Effet à seuil			Effet sans seuil		
	Valeur	Unité	Motif	Valeur	Unité	Motif
Ingestion	0,0005	mg/kg.j	Circulaire DGS	5,50E-02	(mg/kg.j) ⁻¹	Circulaire DGS
Inhalation	9,75	µg/m ³	Circulaire DGS	2,60E-05	(µg/m ³) ⁻¹	ANSES , Circulaire DGS

Hydrogène sulfuré (H₂S)

Généralités

Numéro CAS	7783-06-4	Forme physique	Gaz incolore
Couleur	Incolore	Odeur	œuf pourri - Inodore à partir de 100 ppm
Seuil olfactif	28 à 140 µg/m ³	Origine naturelle	Décomposition de matières organiques, éruptions volcaniques
Masse molaire	34,8 g/mol	Utilisation industrielle	Fabrication d'acide sulfurique, textile
Densité	1,19	Pvap	1 780 kPa à 20°C

Voies d'exposition et taux d'absorption

Inhalation	nd %	Voie d'absorption majoritaire
Ingestion	nd %	Sans objet
Cutanée	nd %	Absorption minime

Mentions de danger

H 220 - Gaz extrêmement inflammable
 H 330 - Mortel par inhalation
 H 400 - Très toxique pour les organismes aquatiques



SGH02



SGH04



SGH06



SGH09

Valeurs guides

Air : 150 µg/m³ (24 heures), OMS Air quality guidelines for Europe
 7 µg/m³ (30 minutes), OMS Air quality guidelines for Europe

Effets toxiques aigus chez l'homme sur les organes cibles

	Organe Cible	Effets	Références
Inhalation	Système respiratoire	Irritation du nez et de la gorge	FT 32 INRS
	Système nerveux	Perte de conscience, amnésie, hypotension, tachycardie, troubles du rythme, ischémie sous-endothéliale	Leikin, 2001
	Système cutané	Irritation des yeux	FT 32 INRS
	Système cardio-vasculaire	Augmentation de la fréquence respiratoire et cardiaque puis ralentissement provoquant l'arrêt cardiaque	FT 32 INRS

Effets toxiques chroniques chez l'homme sur les organes cibles

	Organe Cible	Effets	Références
Inhalation	Système respiratoire	Essoufflement, respiration sifflante, lésions nasales, bronchite irritative	Bates et al, (1997, 1998, 2002)
	Système nerveux	Céphalée, asthénie, troubles de la mémoire, nausées, anorexie	Fiche toxicologique INERIS DRC-07-83451-15432A
	Système cutané	Irritation cutanée	Bates et al, (1997, 1998, 2002)
	Système digestif	Nausées, anorexie, douleurs abdominales	FT 32 INRS

Effets cancérogènes sur l'homme

Classement

Union européenne: Non classé
 CIRC-IARC: Non étudié
 US-EPA: Données insuffisantes

	Organe cible	Effets	Références
Inhalation	Système respiratoire	Excès de risque de cancer nasal et de cancer de la trachée, des bronches et des poumons	Bates et al, 1998

Effets mutagènes sur l'homme

Classement

Union européenne: Non classé

Effets sur la reproduction et le développement

Classement

Union européenne: Non classé

	Organe cible	Effets	Références
Inhalation	Développement	Non significatifs	Hemminki et Niemi, 1982
	Reproduction	Non significatifs	Hemminki et Niemi, 1982

Valeurs toxicologiques de référence pour les effets à seuil

	Source	Exposition	Nom	Valeur	Unité	Espèce Organe cible	Année
Inhalation	USEPA	Chronique	RfC	2	µg/m ³	Porc Respiratoire	2003
	ATSDR	Chronique	MRL	nd	nd	nd	nd
		Aigu	MRL	0,07	ppm	Endocrinien	2014
	OMS / IPCS	Chronique	nd	nd	nd	nd	nd
	Santé Canada	Chronique	nd	nd	nd	nd	nd
	RIVM	Chronique	nd	nd	nd	nd	nd
OEHHA	Chronique	REL	10	µg/m ³	Respiratoire	2003	
	Aigu	REL	42	µg/m ³	Humain respiratoire	2003	

Valeurs toxicologiques de référence pour les effets sans seuil

	Source	Exposition	Nom	Valeur	Unité	Espèce Organe cible	Année
Inhalation	USEPA	Chronique	nd	nd	nd	nd	nd
	OMS / IPCS	Chronique	nd	nd	nd	nd	nd
	Santé Canada	Chronique	nd	nd	nd	nd	nd
	RIVM	Chronique	nd	nd	nd	nd	nd
	OEHHA	Chronique	nd	nd	nd	nd	nd

Valeurs toxicologiques de référence retenues

Exposition aiguë	Effet à seuil			Effet sans seuil		
	Valeur	Unité	Motif	Valeur	Unité	Motif
Ingestion	nd	nd	nd			
Inhalation	100	µg/m ³	circulaire DGS			
Exposition chronique	Effet à seuil			Effet sans seuil		
	Valeur	Unité	Motif	Valeur	Unité	Motif
Ingestion	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Inhalation	2	µg/m ³	circulaire DGS	nd	nd	nd

Naphtalène

Généralités

Numéro CAS 91-20-3	Forme physique	solide
Couleur incolore	Origine naturelle	/
Masse molaire 128	Utilisation industrielle	Intermédiaire de réaction, répulsif mites
Densité 4,42 (vapeur)	Pvap (kPa)	6,7.10 ⁻⁵
	T°C fusion / ébullition	80,2°C - 218°C

Voies d'exposition et taux d'absorption

Inhalation	n.d %	absorption admise chez l'homme
Ingestion	n.d %	forte absorption chez l'animal - absorption admise chez l'homme
Cutanée	n.d %	absorption admise chez l'homme

Mentions de danger

H302	Nocif en cas d'ingestion
H351	Susceptible de provoquer le cancer
H410	Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme



SGH09 SGH08

Valeurs guides

Effets toxiques aigus chez l'homme sur les organes cibles

	Organe Cible	Effets	Références
Ingestion	Système respiratoire	Poumons congestifs, oedémateux et hémorragiques	Ijiri et al. (1987)
	Système digestif	Troubles digestifs (nausées, vomissements, douleurs abdominales et diarrhées)	INRS, FT204
	Système hépatique	infiltration, leucocytes, lymphocytes	INERIS
	Système sanguin	anémie hémolytique	(Gidron et Leurer, 1956) (Ostlere et al., 1988) Dawson et al., 1958 ; Melzer-Lange et Walsh-Kelly, 1989
Inhalation	Système respiratoire	nécrose et exfoliation de l'épithélium olfactif nasal	INRS, FT204
	Système hépatique	anémie hémolytique	INERIS
	Système nerveux	lésions cérébrales	(Valaes et al., 1963)

Effets toxiques chroniques chez l'homme sur les organes cibles

	Organe Cible	Effets	Références
Ingestion	Système oculaire	Cataracte	(Lezenius, 1902 (Ghetti and Mariani, 1956)
	Système sanguin	anémie hémolytique	INRS, FT204
Inhalation	Système respiratoire	Inflammation de l'épithélium olfactif nasal, adénomes broncho-alvéolaires	INRS, FT204
	Système oculaire	opacité du cristallin	INRS, FT204
	Système sanguin	Anémie hémolytique	(Cock, 1957 ; Dawson et al., 1958 ; Schafer, 1951 ; Valaes,
	Système nerveux	céphalées, de confusion, de nausées, de vomissements et d'un ictère	Linick (1983)
	Système digestif	nausées, vomissements	Linick (1983)

Effets cancérogènes sur l'homme

Classement

Union Européenne: catégorie 2
 CIRC-IARC: catégorie 2B
 US-EPA: catégorie C

	Organe Cible	Effets	Références
Ingestion	Système respiratoire	Pas d'effets cancérigènes démontrés	INRS, FT204
Inhalation	Système respiratoire	Tumeurs du tractus respiratoire, Soupçons de cancer du Larynx, mais non démontré	INRS, FT204 (Wolf, 1976, 1978)

Effets mutagènes sur l'homme

Classement

Union Européenne: non classé

Effets sur la reproduction et le développement

Classement

Union Européenne: non classé

	Effets	Références
Ing & inh	foetotoxique à des doses fortement toxiques pour les mères	INRS, FT204

Valeurs toxicologiques de références pour les effets à seuil

	Source	Exposition	Nom	Valeur	Unité	Espèce Organe cible	Année
Ingestion	USEPA	Chronique	RfD	0,02	mg/kg.j	rat, effets sur le développement	1998
	ATSDR	Aigu	MRL	0,6	mg/kg.j, pour 10 j	rats	2005
	OMS / IPCS	Chronique	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	Santé Canada	Chronique	DJA	0,02	mg/kg.j	rat, effets sur le développement	2010
	RIVM	Chronique	TDI	0,04	mg/kg.j	n.d	2001
	OEHHA	Chronique	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Inhalation	Anses	Chronique	VTR	37	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	rats, lésions non cancéreuses des épithéliums olfactifs et respiratoires	2013
	USEPA	Chronique	RfC	3	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	souris, syst. respiratoire	1998
	ATSDR	Chronique	MRL	3,5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	syst. respiratoire	2005
	OMS / IPCS	Chronique	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	Santé Canada	Chronique	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	RIVM	Chronique	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	OEHHA	Chronique	REL	9	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Système respiratoire	2012

Valeurs toxicologiques de références pour les effets sans seuil

	Source	Exposition	Nom	Valeur	Unité	Espèce Organe cible	Année
Ingestion	USEPA	Chronique	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	OMS / IPCS	Chronique	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	Santé Canada	Chronique	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	RIVM	Chronique	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	OEHHA	Chronique	ERUo	1,20E-01	$(\text{mg}/\text{kg.j})^{-1}$	Nez, Bronchio-alvéolaire	2011

Inhalation	Anses	Chronique	ERUi	5,60E-06	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	rat et souris, augmentation de l'incidence des neuroblastomes de l'épithélium olfactif chez le rat femelle	2013
	USEPA	Chronique	ERUi	Valeur en cours de discussion			1998
	OMS / IPCS	Chronique	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	Santé Canada	Chronique	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	RIVM	Chronique	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	OEHHA	Chronique	ERUi	3,40E-05	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Nez, Bronchio-alvéolaire	2011

Valeurs toxicologiques de références retenues

Exposition aiguë	Effet à seuil			Effet sans seuil		
	Valeur	Unité	Motif	Valeur	Unité	Motif
Ingestion	0,6	mg/kg.j	Unique valeur disponible			
Inhalation	n.d	n.d	n.d			
Exposition Chronique	Effet à seuil			Effet sans seuil		
	Valeur	Unité	Motif	Valeur	Unité	Motif
Ingestion	0,02	mg/kg.j	Circulaire du 31/10/14	1,20E-01	$(\text{mg}/\text{kg.j})^{-1}$	seule valeur disponible
Inhalation	37	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anses préférentiel, conformément à la circulaire du 31/10/14	5,60E-06	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Anses préférentiel, conformément à la circulaire du 31/10/14

Ammoniac

Généralités

Numéro CAS 7664-41-7	Forme physique	gaz comprimé liquide
Couleur incolore	Origine naturelle	non
Masse molaire 17.03 g/mol	Utilisation industrielle	réfrigérant / Détection de fuite
Densité	Température de fusion	-77.7°C
	Pvap	1013 kPa (26°C)

Voies d'exposition et taux d'absorption

Inhalation	80-90 %	Voie d'absorption majoritaire
Ingestion	n.d %	Absorption minimale
Cutanée	n.d %	Sans objet

Mentions de danger

H314 Provoque de graves brûlures de la peau et des lésions oculaires
H331 Toxique par inhalation
H400 Très toxique pour les organismes aquatiques



SGH04



SGH05



SGH06



SGH09

Valeurs guides

n.d

Effets toxiques aigus chez l'homme sur les organes cibles

	Organe Cible	Effets	Références
Ingestion	Système respiratoire	Toux	Lopez et al., 1988 Rosenbaum et al., 1998
	Système cutanée	brûlures orales ou pharyngiennes	Lopez et al., 1988 Rosenbaum et al., 1998
	Système digestif	douleurs rétrosternales et épigastriques, vomissements, brûlures oesophagiennes	
Inhalation	Système respiratoire	toux, dyspnée asthmatiforme, obstruction des voies respiratoires, décès	Whiters, 1986 Helmers et al., 1971 Millea et al., 1989
	Système nerveux	nausées, vomissements, asthénie, céphalées	INRS, 1997 OMS IPCS, 1986
	Système cutanée	irritations au niveau oculaire (larmolement, hyperhémie conjonctivale, ulcérations conjonctivales et cornéennes, iritis, cataracte, glaucome)	INRS, 1997 OMS IPCS, 1986 Withers, 1986

Effets toxiques chroniques chez l'homme sur les organes cibles

	Organe Cible	Effets	Références
Inhalation	Système respiratoire	Aggravation de symptômes respiratoires existants lors de l'exposition	Holness et al., 1989

Effets cancérigènes sur l'homme

Classement

Union Européenne: Non classé
CIRC-IARC: Non étudié
US-EPA: Non étudié

Effets mutagènes sur l'homme

Classement

Union Européenne: Non classé

Effets sur la reproduction et le développement
Classement

Union Européenne: Non classé

Valeurs toxicologiques de références pour les effets à seuil

	Source	Exposition	Nom	Valeur	Unité	Espèce Organe cible	Année
Ingestion	USEPA	Chronique	RfD	n.d	n.d	n.d	n.d
	ATSDR	Chronique	MRL	n.d	n.d	n.d	n.d
	OMS / IPCS	Chronique		n.d	n.d	n.d	n.d
	Santé Canada	Chronique	DJA	n.d	n.d	n.d	n.d
	RIVM	Chronique	TDI	n.d	n.d	n.d	n.d
	OEHHA	Chronique	REL	n.d	n.d	n.d	n.d
Inhalation	USEPA	Chronique	RfC	100	µg/m ³	Homme, Pulmonaire	1989
	ATSDR	Chronique	MRL	70	µg/m ³	Homme, Respiratoire	2004
		Aigu	MRL	1200	µg/m ³	Homme, 2h, Respiratoire	2004
	OMS / IPCS	Chronique		n.d	n.d	n.d	n.d
	Santé Canada	Chronique	CA	n.d	n.d	n.d	n.d
	RIVM	Chronique	TCA	n.d	n.d	n.d	n.d
	OEHHA	Chronique	REL	200	µg/m ³	Respiratoire	2011
		Aigu	REL	3200	µg/m ³	Homme, 1h Respiratoire	1999

Valeurs toxicologiques de références pour les effets sans seuil

	Source	Exposition	Nom	Valeur	Unité	Espèce Organe cible	Année
Ingestion	USEPA	Chronique	ERUo	n.d	n.d	n.d	n.d
	OMS / IPCS	Chronique	ERUo	n.d	n.d	n.d	n.d
	Santé Canada	Chronique	ERUo	n.d	n.d	n.d	n.d
	RIVM	Chronique	ERUo	n.d	n.d	n.d	n.d
	OEHHA	Chronique	ERUo	n.d	n.d	n.d	n.d
Inhalation	USEPA	Chronique	ERUi	n.d	n.d	n.d	n.d
	OMS / IPCS	Chronique	ERUi	n.d	n.d	n.d	n.d
	Santé Canada	Chronique	ERUi	n.d	n.d	n.d	n.d
	RIVM	Chronique	ERUi	n.d	n.d	n.d	n.d
	OEHHA	Chronique	ERUi	n.d	n.d	n.d	n.d

Valeurs toxicologiques de références retenues

Exposition aiguë	Effet à seuil			Effet sans seuil		
	Valeur	Unité	Motif	Valeur	Unité	Motif
Ingestion	n.d	n.d	n.d			
Inhalation	1200	µg/m ³	circulaire DGS valeur la plus pénalisante			
Exposition Chronique	Effet à seuil			Effet sans seuil		
	Valeur	Unité	Motif	Valeur	Unité	Motif
Ingestion	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Inhalation	200	µg/m ³	circulaire DGS	n.d	n.d	n.d

Nickel (Ni)

Généralités

Numéro CAS 7440-02-0	Forme physique	Métal
Couleur Blanc bleuâtre	Origine naturelle	Croûte terrestre et minéral
Masse molaire 58,69 g/mol	Utilisation industrielle	Aciers inoxydables, alliages et batteries
Densité 8,9	Température de fusion	1 455 °C

Voies d'exposition et taux d'absorption

Inhalation	20 - 35 %
Ingestion	0.7 - 27 %

Mentions de danger

H 351 : Susceptible de provoquer le cancer
 H 317 : Peut provoquer une allergie cutanée
 H 372 : Risque avéré d'effets graves pour les organes
 à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée



SGH 08



SGH 07

Valeurs guides

Eau : 20 µg/L pour la France, l'UE et l'OMS
 Air : 25 ng/m³ pour l'OMS

Effets toxiques aigus chez l'homme sur les organes cibles

	Organe cible	Effets	Références
Ingestion	Système sanguin	Hémianopsie latérale homonyme gauche	Sunderman et al., 1989
	Système cutané	Exacerbation des symptômes de dermatite	Cronin et al., 1980
	Système cardio-vasculaire	Arrêt cardiaque et décès	Daldrup et al., 1983
Inhalation	Système respiratoire	Douleurs constrictives dans la poitrine, toux sèche, dyspnée, détresse respiratoire	Shi, 1986
	Système sanguin	Cyanose	Shi, 1986
	Système nerveux	Sudation, perturbation visuelle et débilité	Shi, 1986
	Système cardio-vasculaire	Tachycardie	Shi, 1986

Effets toxiques chroniques chez l'homme sur les organes cibles

	Organe cible	Effets	Références
Ingestion	Système cutané	Dermatite de contact	Van Hoogstraten et al., 1994
Inhalation	Système respiratoire	Pathologie respiratoire, bronchite chronique, emphysème, diminution de la capacité vitale, asthme	Cornell et Landis, 1984
	Système rénal	Dysfonction tubulaire	Vyskocil et al., 1994

Effets cancérigènes sur l'homme

Classement

Union européenne: Catégorie 2 : substances suspectées d'être cancérigènes pour l'homme
 CIRC-IARC: Groupe 2B pour le nickel métallique et groupe 1 pour les composés du nickel
 US-EPA: Classe A pour les poussières et les sous-sulfures de nickel

Organe cible	Effets	Références
--------------	--------	------------

Inhalation	Système respiratoire	Cancer pulmonaire et cancer nasal	Enterline et Marsh, 1982 ; Doll et al., 1990
------------	----------------------	-----------------------------------	--

Effets mutagènes sur l'homme

Classement

Union européenne: Non classé

Effets sur la reproduction et le développement

Classement

Union européenne: Seul le tétracarbylnickel est classé en catégorie 2

	Organe cible	Effets	Références
Ingestion	Développement	Aucune étude disponible	
	Reproduction		
Inhalation	Développement	Avortement spontané, malformations	Chashschin et al., 1994

Valeurs toxicologiques de référence pour les effets à seuil

	Source	Exposition	Nom	Valeur	Unité	Espèce Organe cible	Année
Ingestion	USEPA	Chronique	RfDo	2x10 ⁻²	mg/kg.j	Rat, perte de poids	1996
	OMS / IPCS	Chronique	TDI	1,20E-02	mg/kg.j	Humains, eczéma mains	2007
	santé canada	Chronique	DJA	1,10E-02	mg/kg.j	Rat, reprotoxicité	2010
	RIVM	Chronique	TDI	5x10 ⁻²	mg/kg.j	Rat, perte de poids	2001
	EFSA	Chronique	TDI	2,80E-03	mg/kg.j	Rats, Reprotoxicité et développement	2015
	OEHHA	Chronique	MRL	1,10E-02	mg/kg.j	Rat, perte de poids	2012
Inhalation	ATSDR	Chronique	MRL	9x10 ⁻²	µg/m ³	Rat, système respiratoire	2005
		Sub-chronique	MRL	2,00E-01	µg/m ³	Rat, système respiratoire	2005
	santé canada	Chronique	CA	1.8x10 ⁻²	µg/m ³	Rat, système respiratoire	1996
	RIVM	Chronique	TCA	5x10 ⁻²	µg/m ³	Rat, poumons	2001
	OEHHA	Aigu	REL	0,2	µg/m ³	Rat, système immunitaire	2012
		Chronique	REL	0,014	µg/m ³	Rat, système respiratoire	2012

Valeurs toxicologiques de référence pour les effets sans seuil

Source	Exposition	Nom	Valeur	Unité	Espèce Organe cible	Année
--------	------------	-----	--------	-------	------------------------	-------

Ingestion	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Inhalation	USEPA	Chronique	ERUi	2,00E-04	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Humain, poumons	1991
	OMS / IPCS	Chronique	ERUi	3.8x10 ⁻⁴	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Humain, poumons	2000
	OEHHA	Chronique	ERUi	2.6x10 ⁻⁴	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Humain, poumons	2011

Valeurs toxicologiques de référence retenues

Exposition aiguë	Effet à seuil		
	Valeur	Unité	Motif
Ingestion	n.d	n.d	n.d
Inhalation	n.d	n.d	Choix de l'Ineris de ne pas retenir la valeur de l'OEHHA

Exposition chronique	Effet à seuil			Effet sans seuil		
	Valeur	Unité	Motif	Valeur	Unité	Motif
Ingestion	2,80E-03	mg/kg.j	Choix Ineris	n.d	n.d	n.d
Inhalation	9x10 ⁻²	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Choix INERIS, Circulaire DGS	2.6x10 ⁻⁴	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Choix Ineris



ANNEXE 2 - CARTES DE CONCENTRATIONS DES POLLUANTS MODELISES

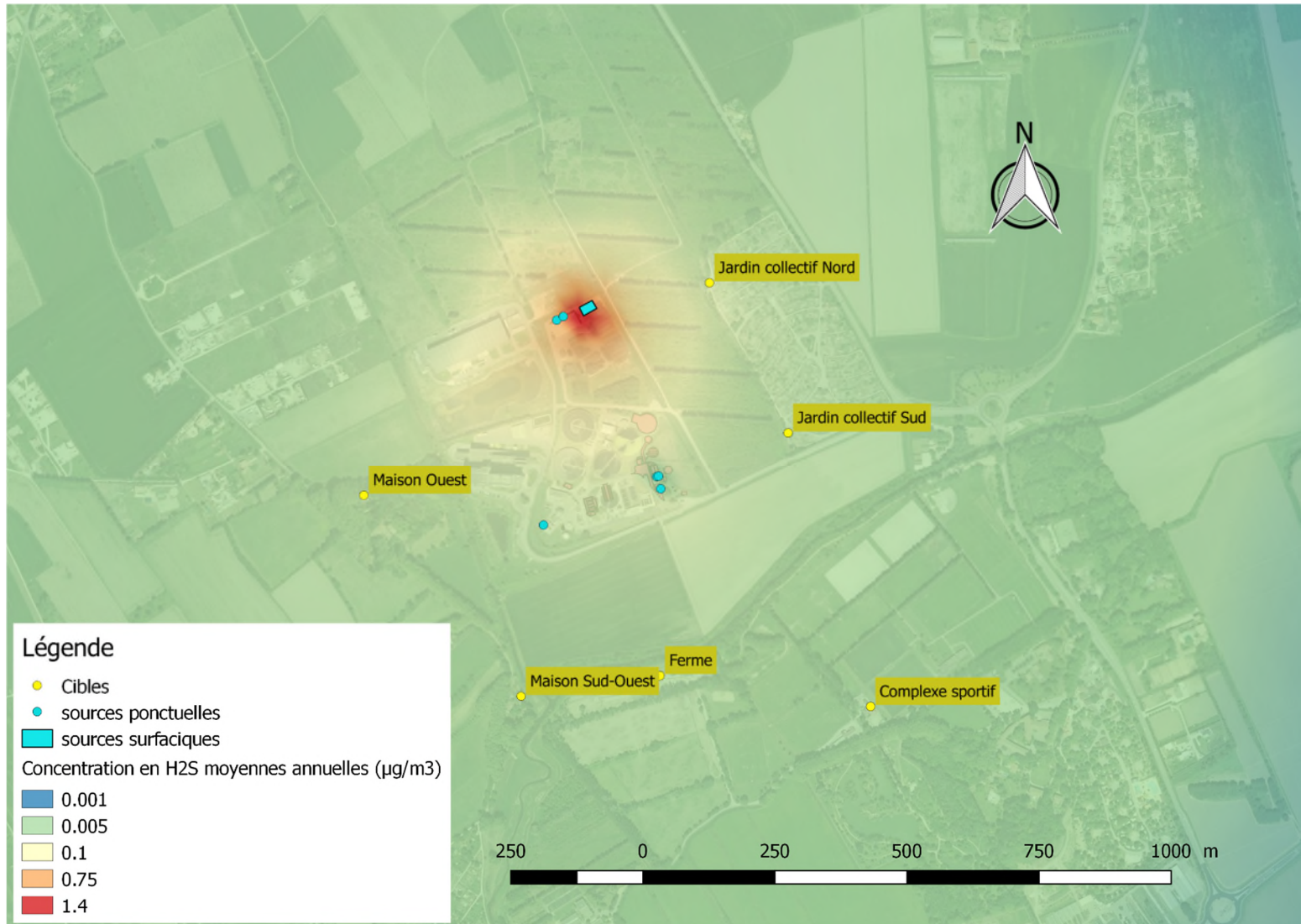


Figure 10 - Concentration en H₂S moyenne annuelle sur 1h (µg/m³)

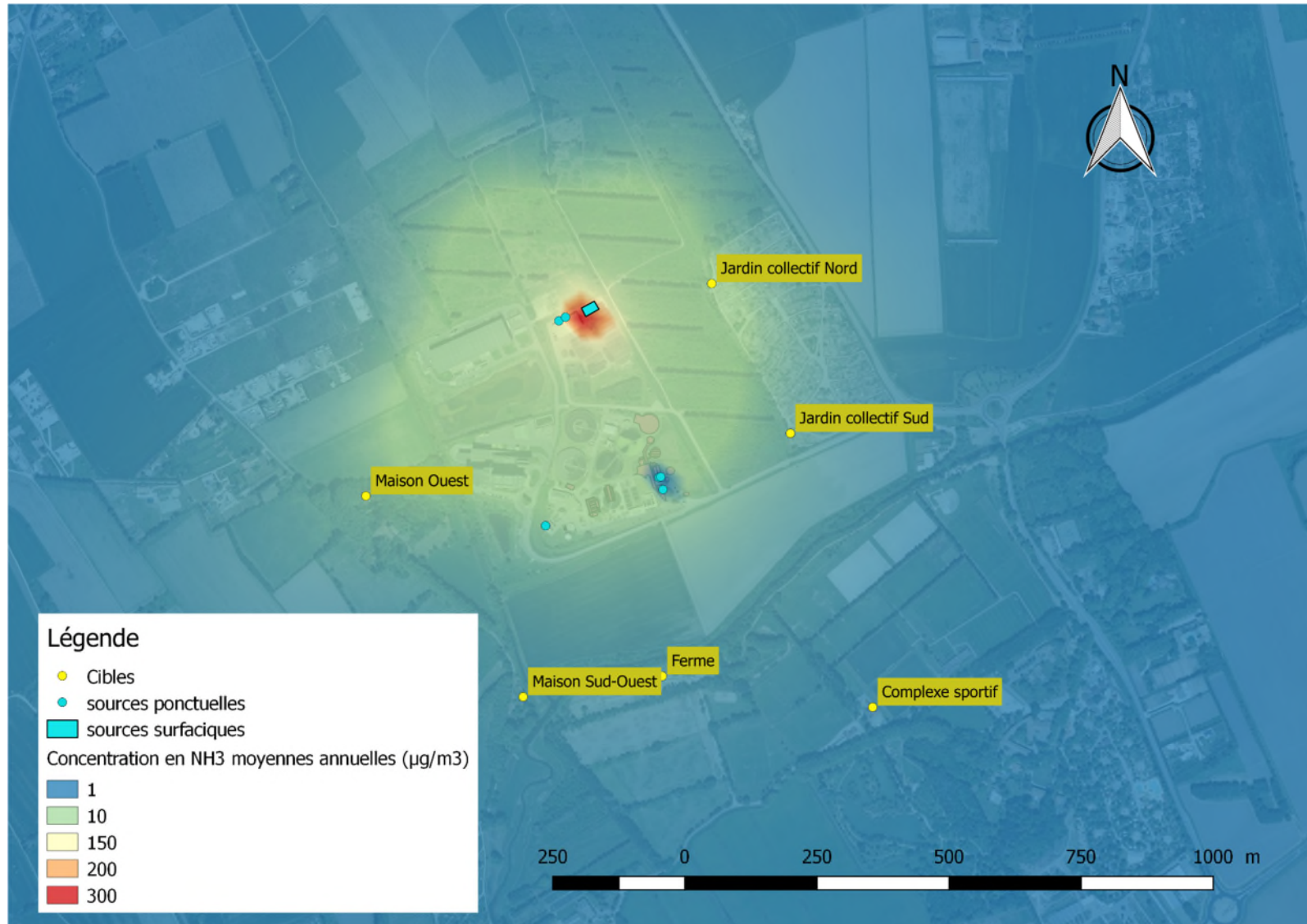


Figure 11 - Concentration en NH₃ en moyenne annuelle (µg/m³)

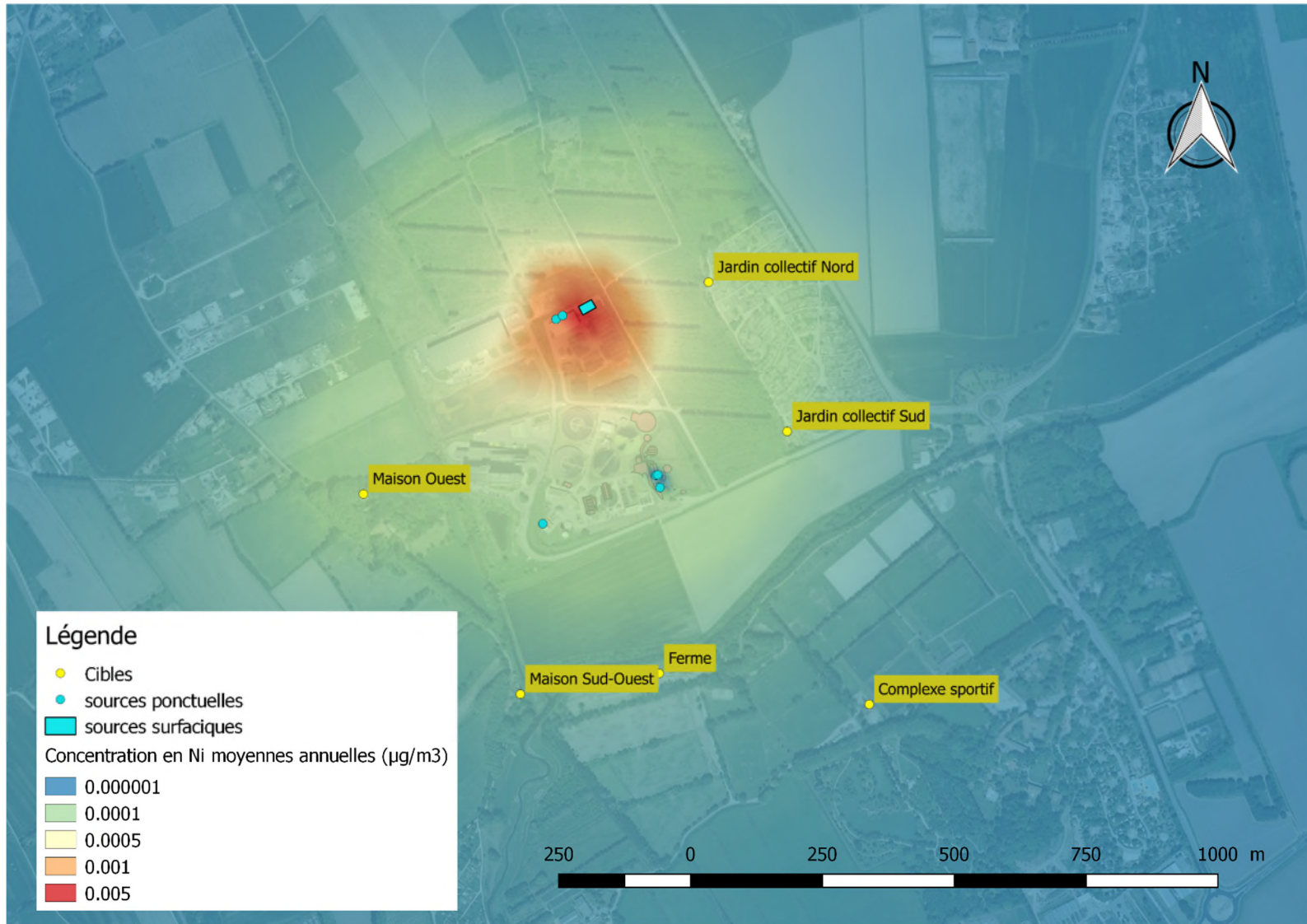


Figure 12 - Concentration en Ni en moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

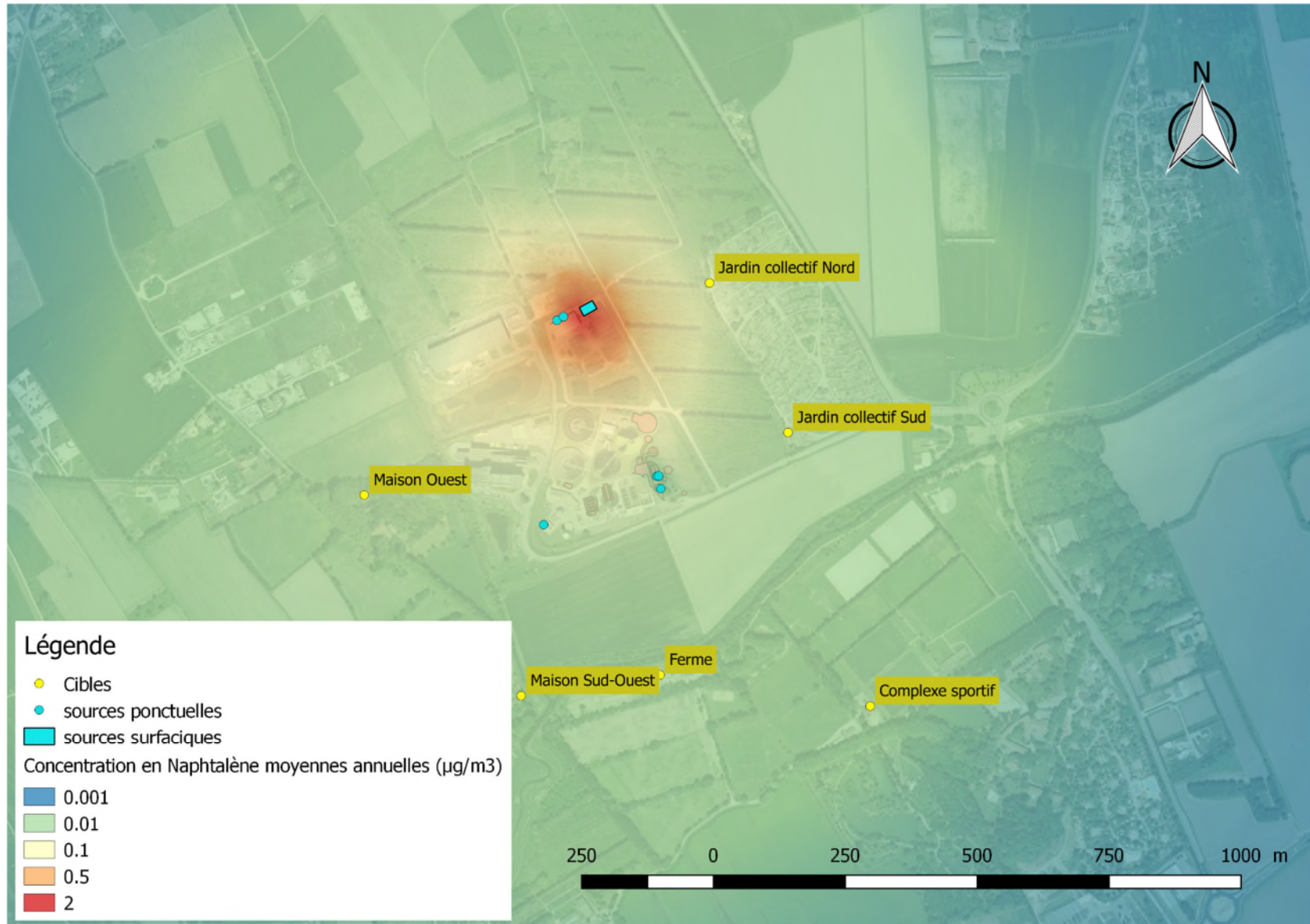


Figure 13 - Concentration en Naphtalène en moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

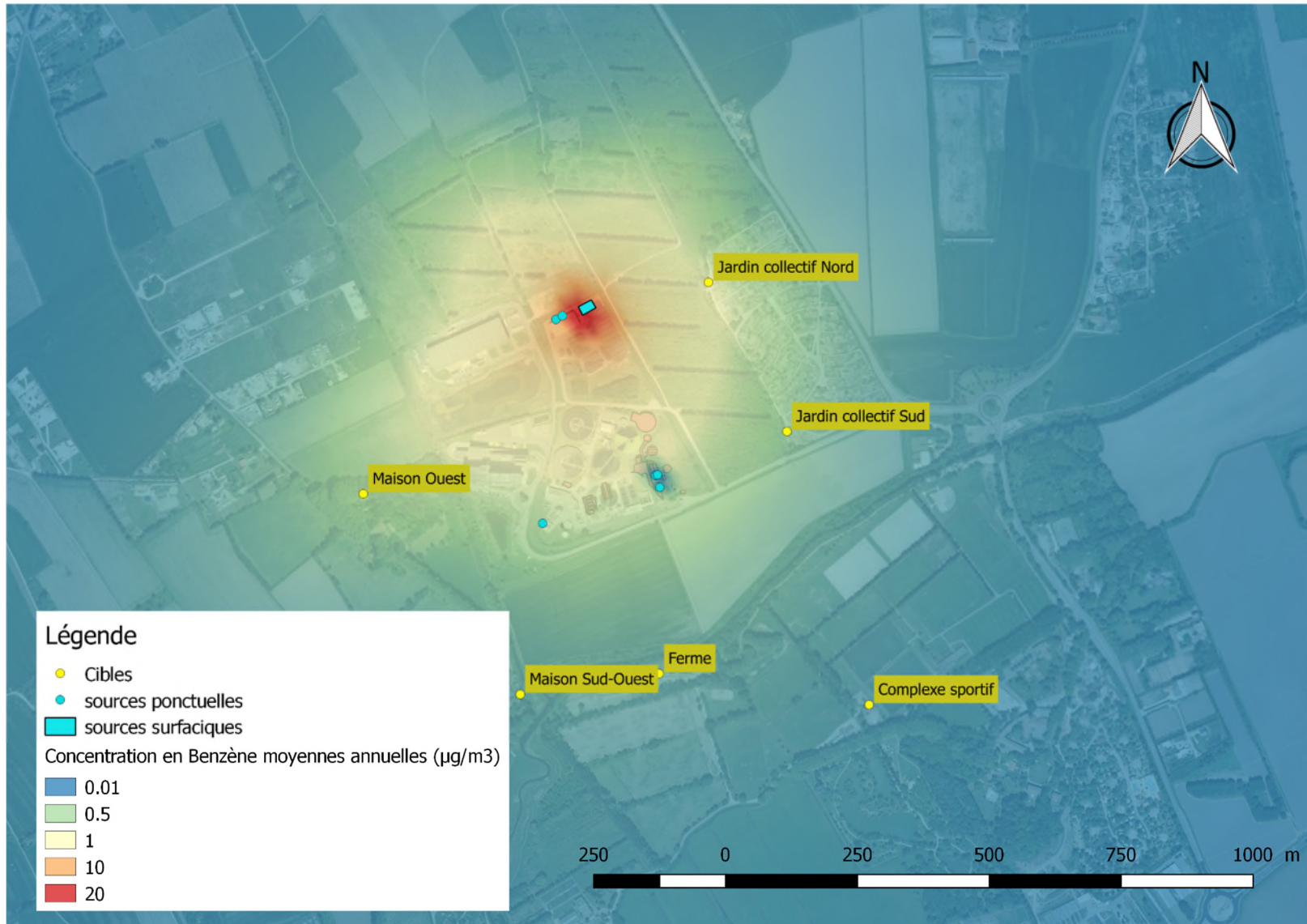


Figure 14 - Concentration en Benzène en moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

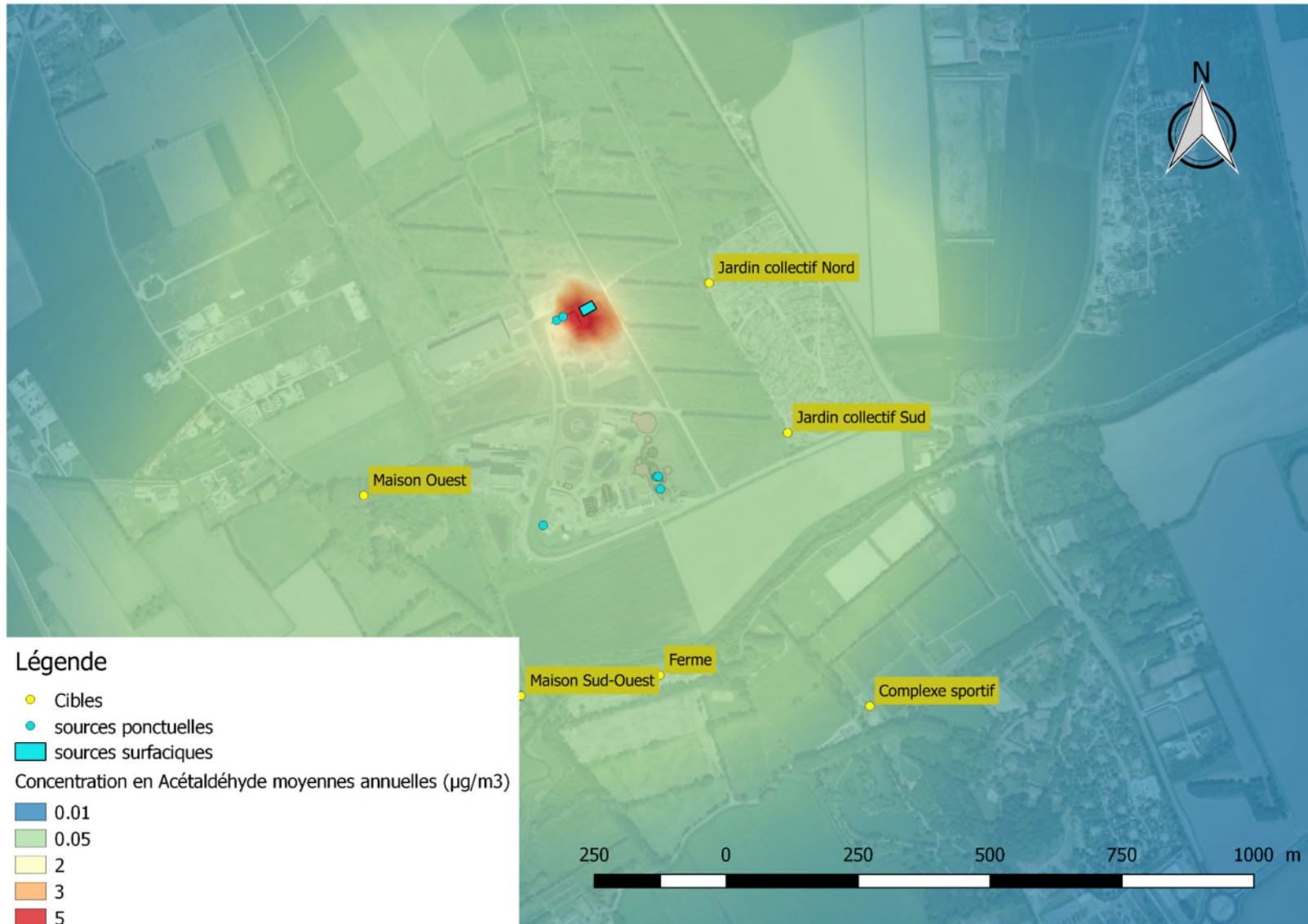


Figure 15 - Concentration en Acétaldéhyde en moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



ANNEXE 3 – CALCULS DE RISQUE

Calcul des doses d'exposition et calcul de risques sanitaires pour la voie inhalation
ADULTE

Nom substance	Toxicité chronique		Organe cible	
	VTR inhalation	ERU inhalation		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Principal	Secondaires
H2S	2,00E+00	-	Système respiratoire	

Entrées ADMS - Points spécifiques				H2S		
				Concentration moyenne inhalée	QD	ERI
Nom Point spécifique	X	Y	Concentration dans l'air	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Maison Sud ouest	1807724	3177267	2,09E-02	2,09E-02	1,05E-02	-
Maison Ouest	1807426	3177648	3,85E-02	3,85E-02	1,93E-02	-
Ferme	1807987	3177307	2,33E-02	2,33E-02	1,17E-02	-
Complexe sportif	1808385	3177248	1,22E-02	1,22E-02	6,09E-03	-
Jardin Sud	1808230	3177766	3,30E-02	3,30E-02	1,65E-02	-
Jardin Nord	1808081	3178050	6,47E-02	6,47E-02	3,24E-02	-
Milhaud	1806127	3177684	3,48E-03	3,48E-03	1,74E-03	-

Calcul des doses d'exposition et calcul de risques sanitaires pour la voie inhalation
ADULTE

Nom substance	Toxicité chronique		Organe cible	
	VTR inhalation	ERU inhalation		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Principal	Secondaires
NH3	2,00E+02	-	Système respiratoire	

Entrées ADMS - Points spécifiques				NH3		
				Concentration moyenne inhalée	QD	ERI
Nom Point spécifique	X	Y	Concentration dans l'air	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Maison Sud ouest	1807724	3177267	3,38E+00	3,38E+00	1,69E-02	-
Maison Ouest	1807426	3177648	7,28E+00	7,28E+00	3,64E-02	-
Ferme	1807987	3177307	3,59E+00	3,59E+00	1,80E-02	-
Complexe sportif	1808385	3177248	1,97E+00	1,97E+00	9,83E-03	-
Jardin Sud	1808230	3177766	5,96E+00	5,96E+00	2,98E-02	-
Jardin Nord	1808081	3178050	1,25E+01	1,25E+01	6,26E-02	-
Milhaud	1806127	3177684	6,17E-01	6,17E-01	3,09E-03	-

Calcul des doses d'exposition et calcul de risques sanitaires pour la voie inhalation
ADULTE

Nom substance	Toxicité chronique		Organe cible	
	VTR inhalation	ERU inhalation		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Principal	Secondaires
Ni	9,00E-02	2,60E-04	Système respiratoire	

Entrées ADMS - Points spécifiques				Ni		
				Concentration moyenne inhalée	QD	ERI
Nom Point spécifique	X	Y	Concentration dans l'air	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Maison Sud ouest	1807724	3177267	5,70E-05	5,70E-05	6,33E-04	6,35E-09
Maison Ouest	1807426	3177648	1,23E-04	1,23E-04	1,37E-03	1,38E-08
Ferme	1807987	3177307	6,04E-05	6,04E-05	6,71E-04	6,73E-09
Complexe sportif	1808385	3177248	3,31E-05	3,31E-05	3,68E-04	3,69E-09
Jardin Sud	1808230	3177766	1,01E-04	1,01E-04	1,12E-03	1,13E-08
Jardin Nord	1808081	3178050	2,13E-04	2,13E-04	2,36E-03	2,37E-08
Milhaud	1806127	3177684	1,04E-05	1,04E-05	1,16E-04	1,16E-09

Calcul des doses d'exposition et calcul de risques sanitaires pour la voie inhalation
ADULTE

Nom substance	Toxicité chronique		Organe cible	
	VTR inhalation	ERU inhalation		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Principal	Secondaires
Naphtalène	3,70E+01	5,60E-06	Système respiratoire	

Entrées ADMS - Points spécifiques				Naphtalène		
				Concentration moyenne inhalée	QD	ERI
Nom Point spécifique	X	Y	Concentration dans l'air	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Maison Sud ouest	1807724	3177267	1,89E-02	1,89E-02	5,12E-04	4,54E-08
Maison Ouest	1807426	3177648	4,10E-02	4,10E-02	1,11E-03	9,85E-08
Ferme	1807987	3177307	2,01E-02	2,01E-02	5,43E-04	4,82E-08
Complexe sportif	1808385	3177248	1,10E-02	1,10E-02	2,98E-04	2,64E-08
Jardin Sud	1808230	3177766	3,36E-02	3,36E-02	9,07E-04	8,05E-08
Jardin Nord	1808081	3178050	7,07E-02	7,07E-02	1,91E-03	1,70E-07
Milhaud	1806127	3177684	3,47E-03	3,47E-03	9,39E-05	8,34E-09

Calcul des doses d'exposition et calcul de risques sanitaires pour la voie inhalation
ADULTE

Nom substance	Toxicité chronique		Organe cible	
	VTR inhalation	ERU inhalation		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Principal	Secondaires
Acétaldéhyde	1,60E+02	2,20E-06	Système respiratoire	

Entrées ADMS - Points spécifiques				Acétaldéhyde		
				Concentration moyenne inhalée	QD	ERI
Nom Point spécifique	X	Y	Concentration dans l'air	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Maison Sud ouest	1807724	3177267	6,70E-02	6,70E-02	4,19E-04	6,32E-08
Maison Ouest	1807426	3177648	1,45E-01	1,45E-01	9,08E-04	1,37E-07
Ferme	1807987	3177307	7,11E-02	7,11E-02	4,44E-04	6,70E-08
Complexe sportif	1808385	3177248	3,90E-02	3,90E-02	2,44E-04	3,67E-08
Jardin Sud	1808230	3177766	1,19E-01	1,19E-01	7,42E-04	1,12E-07
Jardin Nord	1808081	3178050	2,50E-01	2,50E-01	1,56E-03	2,36E-07
Milhaud	1806127	3177684	1,23E-02	1,23E-02	7,68E-05	1,16E-08

Calcul des doses d'exposition et calcul de risques sanitaires pour la voie inhalation
ADULTE

Nom substance	Toxicité chronique		Organe cible	
	VTR inhalation	ERU inhalation		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Principal	Secondaires
Benzène	1,00E+01	2,60E-05	Système sanguin	

Entrées ADMS - Points spécifiques				Benzène		
				Concentration moyenne inhalée	QD	ERI
Nom Point spécifique	X	Y	Concentration dans l'air	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Maison Sud ouest	1807724	3177267	2,52E-01	2,52E-01	2,52E-02	2,81E-06
Maison Ouest	1807426	3177648	5,47E-01	5,47E-01	5,47E-02	6,10E-06
Ferme	1807987	3177307	2,68E-01	2,68E-01	2,68E-02	2,98E-06
Complexe sportif	1808385	3177248	1,47E-01	1,47E-01	1,47E-02	1,64E-06
Jardin Sud	1808230	3177766	4,48E-01	4,48E-01	4,48E-02	4,99E-06
Jardin Nord	1808081	3178050	9,43E-01	9,43E-01	9,43E-02	1,05E-05
Milhaud	1806127	3177684	4,63E-02	4,63E-02	4,63E-03	5,16E-07

Calcul des doses d'exposition et calcul de risques sanitaires pour la voie inhalation
ADULTE

Récapitulatif des effets

		ERI total	QD système respiratoire	QD système rénal	QD système hépatique	QD système sanguin	QD système nerveux	QD système reprotoxique (effets sur le développement)	QD système osseux	QD système cutané	QD système digestif	QD système cardio-vasculaire
Substance 1	H2S		x									
Substance 2	NH3		x									
Substance 3	Ni	x	x									
Substance 4	Naphtalène	x	x									
Substance 5	Acétaldéhyde	x	x									
Substance 6	Benzène	x				x						
Substance 7												

Points spécifiques			ERI total	QD système respiratoire	QD système rénal	QD système hépatique	QD système sanguin	QD système nerveux	QD système reprotoxique (effets sur le développement)	QD système osseux	QD système cutané	QD système digestif	QD système cardio-vasculaire	QD sommé
Nom Point spécifique	X	Y												
Maison Sud ouest	1807724	3177267	2,93E-06	2,89E-02			2,52E-02							5,42E-02
Maison Ouest	1807426	3177648	6,35E-06	5,90E-02			5,47E-02							1,14E-01
Ferme	1807987	3177307	3,11E-06	3,13E-02			2,68E-02							5,81E-02
Complexe sportif	1808385	3177248	1,70E-06	1,68E-02			1,47E-02							3,15E-02
Jardin Sud	1808230	3177766	5,19E-06	4,91E-02			4,48E-02							9,38E-02
Jardin Nord	1808081	3178050	1,09E-05	1,01E-01			9,43E-02							1,95E-01
Milhaud	1806127	3177684	5,37E-07	5,11E-03			4,63E-03							9,75E-03

Calcul des doses d'exposition et calcul de risques sanitaires pour la voie inhalation
ENFANT

Nom substance	Toxicité chronique		Organe cible	
	VTR inhalation	ERU inhalation		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Principal	Secondaires
H2S	2,00E+00	-	Système respiratoire	

Entrées ADMS - Points spécifiques				H2S		
				Concentration moyenne inhalée	QD	ERI
Nom Point spécifique	X	Y	Concentration dans l'air	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Maison Sud ouest	1807724	3177267	2,09E-02	2,09E-02	1,05E-02	-
Maison Ouest	1807426	3177648	3,85E-02	3,85E-02	1,93E-02	-
Ferme	1807987	3177307	2,33E-02	2,33E-02	1,17E-02	-
Complexe sportif	1808385	3177248	1,22E-02	1,22E-02	6,09E-03	-
Jardin Sud	1808230	3177766	3,30E-02	3,30E-02	1,65E-02	-
Jardin Nord	1808081	3178050	6,47E-02	6,47E-02	3,24E-02	-
Milhaud	1806127	3177684	3,48E-03	3,48E-03	1,74E-03	-

Calcul des doses d'exposition et calcul de risques sanitaires pour la voie inhalation
ENFANT

Nom substance	Toxicité chronique		Organe cible	
	VTR inhalation	ERU inhalation		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Principal	Secondaires
NH3	2,00E+02	-	Système respiratoire	

Entrées ADMS - Points spécifiques				NH3		
				Concentration moyenne inhalée	QD	ERI
Nom Point spécifique	X	Y	Concentration dans l'air	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Maison Sud ouest	1807724	3177267	3,38E+00	3,38E+00	1,69E-02	-
Maison Ouest	1807426	3177648	7,28E+00	7,28E+00	3,64E-02	-
Ferme	1807987	3177307	3,59E+00	3,59E+00	1,80E-02	-
Complexe sportif	1808385	3177248	1,97E+00	1,97E+00	9,83E-03	-
Jardin Sud	1808230	3177766	5,96E+00	5,96E+00	2,98E-02	-
Jardin Nord	1808081	3178050	1,25E+01	1,25E+01	6,26E-02	-
Milhaud	1806127	3177684	6,17E-01	6,17E-01	3,09E-03	-

Calcul des doses d'exposition et calcul de risques sanitaires pour la voie inhalation
ENFANT

Nom substance	Toxicité chronique		Organe cible	
	VTR inhalation	ERU inhalation		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Principal	Secondaires
Ni	9,00E-02	2,60E-04	Système respiratoire	

Entrées ADMS - Points spécifiques				Ni		
				Concentration moyenne inhalée	QD	ERI
Nom Point spécifique	X	Y	Concentration dans l'air	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Maison Sud ouest	1807724	3177267	5,70E-05	5,70E-05	6,33E-04	1,27E-09
Maison Ouest	1807426	3177648	1,23E-04	1,23E-04	1,37E-03	2,75E-09
Ferme	1807987	3177307	6,04E-05	6,04E-05	6,71E-04	1,35E-09
Complexe sportif	1808385	3177248	3,31E-05	3,31E-05	3,68E-04	7,38E-10
Jardin Sud	1808230	3177766	1,01E-04	1,01E-04	1,12E-03	2,25E-09
Jardin Nord	1808081	3178050	2,13E-04	2,13E-04	2,36E-03	4,74E-09
Milhaud	1806127	3177684	1,04E-05	1,04E-05	1,16E-04	2,33E-10

Calcul des doses d'exposition et calcul de risques sanitaires pour la voie inhalation
ENFANT

Nom substance	Toxicité chronique		Organe cible	
	VTR inhalation	ERU inhalation		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Principal	Secondaires
Naphtalène	3,70E+01	5,60E-06	Système respiratoire	

Entrées ADMS - Points spécifiques				Naphtalène		
				Concentration moyenne inhalée	QD	ERI
Nom Point spécifique	X	Y	Concentration dans l'air	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Maison Sud ouest	1807724	3177267	1,89E-02	1,89E-02	5,12E-04	9,09E-09
Maison Ouest	1807426	3177648	4,10E-02	4,10E-02	1,11E-03	1,97E-08
Ferme	1807987	3177307	2,01E-02	2,01E-02	5,43E-04	9,64E-09
Complexe sportif	1808385	3177248	1,10E-02	1,10E-02	2,98E-04	5,28E-09
Jardin Sud	1808230	3177766	3,36E-02	3,36E-02	9,07E-04	1,61E-08
Jardin Nord	1808081	3178050	7,07E-02	7,07E-02	1,91E-03	3,39E-08
Milhaud	1806127	3177684	3,47E-03	3,47E-03	9,39E-05	1,67E-09

Calcul des doses d'exposition et calcul de risques sanitaires pour la voie inhalation
ENFANT

Nom substance	Toxicité chronique		Organe cible	
	VTR inhalation	ERU inhalation		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Principal	Secondaires
Acétaldéhyde	1,60E+02	2,20E-06	Système respiratoire	

Entrées ADMS - Points spécifiques				Acétaldéhyde		
				Concentration moyenne inhalée	QD	ERI
Nom Point spécifique	X	Y	Concentration dans l'air	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Maison Sud ouest	1807724	3177267	6,70E-02	6,70E-02	4,19E-04	1,26E-08
Maison Ouest	1807426	3177648	1,45E-01	1,45E-01	9,08E-04	2,74E-08
Ferme	1807987	3177307	7,11E-02	7,11E-02	4,44E-04	1,34E-08
Complexe sportif	1808385	3177248	3,90E-02	3,90E-02	2,44E-04	7,35E-09
Jardin Sud	1808230	3177766	1,19E-01	1,19E-01	7,42E-04	2,24E-08
Jardin Nord	1808081	3178050	2,50E-01	2,50E-01	1,56E-03	4,72E-08
Milhaud	1806127	3177684	1,23E-02	1,23E-02	7,68E-05	2,32E-09

Calcul des doses d'exposition et calcul de risques sanitaires pour la voie inhalation
ENFANT

Nom substance	Toxicité chronique		Organe cible	
	VTR inhalation	ERU inhalation		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Principal	Secondaires
Benzène	1,00E+01	2,60E-05	Système sanguin	

Entrées ADMS - Points spécifiques				Benzène		
				Concentration moyenne inhalée	QD	ERI
Nom Point spécifique	X	Y	Concentration dans l'air	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Maison Sud ouest	1807724	3177267	2,52E-01	2,52E-01	2,52E-02	5,63E-07
Maison Ouest	1807426	3177648	5,47E-01	5,47E-01	5,47E-02	1,22E-06
Ferme	1807987	3177307	2,68E-01	2,68E-01	2,68E-02	5,97E-07
Complexe sportif	1808385	3177248	1,47E-01	1,47E-01	1,47E-02	3,27E-07
Jardin Sud	1808230	3177766	4,48E-01	4,48E-01	4,48E-02	9,97E-07
Jardin Nord	1808081	3178050	9,43E-01	9,43E-01	9,43E-02	2,10E-06
Milhaud	1806127	3177684	4,63E-02	4,63E-02	4,63E-03	1,03E-07

Calcul des doses d'exposition et calcul de risques sanitaires pour la voie inhalation
ENFANT

Récapitulatif des effets

		ERI total	QD système respiratoire	QD système rénal	QD système hépatique	QD système sanguin	QD système nerveux	QD système reprotoxique (effets sur le développement)	QD système osseux	QD système cutané	QD système digestif	QD système cardio-vasculaire
Substance 1	H2S		x									
Substance 2	NH3		x									
Substance 3	Ni	x	x									
Substance 4	Naphtalène	x	x									
Substance 5	Acétaldéhyde	x	x									
Substance 6	Benzène	x				x						
Substance 7												

Points spécifiques			ERI total	QD système respiratoire	QD système rénal	QD système hépatique	QD système sanguin	QD système nerveux	QD système reprotoxique (effets sur le développement)	QD système osseux	QD système cutané	QD système digestif	QD système cardio-vasculaire	QD sommé
Nom Point spécifique	X	Y												
Maison Sud ouest	1807724	3177267	5,86E-07	2,89E-02			2,52E-02							5,42E-02
Maison Ouest	1807426	3177648	1,27E-06	5,90E-02			5,47E-02							1,14E-01
Ferme	1807987	3177307	6,21E-07	3,13E-02			2,68E-02							5,81E-02
Complexe sportif	1808385	3177248	3,41E-07	1,68E-02			1,47E-02							3,15E-02
Jardin Sud	1808230	3177766	1,04E-06	4,91E-02			4,48E-02							9,38E-02
Jardin Nord	1808081	3178050	2,19E-06	1,01E-01			9,43E-02							1,95E-01
Milhaud	1806127	3177684	1,07E-07	5,11E-03			4,63E-03							9,75E-03