

EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

Pièce n°10 - 6^{ème} partie

L'objectif de ce volet de l'étude d'impact est de rechercher si les modifications apportées à l'environnement par le projet peuvent avoir des incidences positives ou négatives sur la santé humaine autrement dit d'évaluer les risques d'atteinte sur la santé humaine liés aux différentes pollutions et nuisances résultant de la réalisation, de l'exploitation ou de l'aménagement.

Il s'agit ensuite de tirer les conséquences des conclusions de cette étude pour prévoir les mesures propres à limiter ces risques d'atteinte à la santé humaine.

SOMMAIRE

VI.1 MODALITES D'EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES -----	123
VI.2 DESCRIPTION DE L'ETAT ACTUEL - IDENTIFICATION DES POPULATIONS -----	123
VI.2-1 REPARTITION GEOGRAPHIQUE -----	123
VI.2-2 IDENTIFICATION SOCIO-DEMOGRAPHIQUE DE LA POPULATION SUSCEPTIBLE D'ETRE EXPOSEE -----	124
VI.2-3 PRESENCE DE LA POPULATION SENSIBLE -----	125
VI.2-4 USAGES SENSIBLES A PROXIMITE DE L'INSTALLATION -----	125
VI.2-5 ACTIVITES ENVIRONNANTES -----	126
VI.3 IDENTIFICATION DES RISQUES D'ATTEINTE A LA SANTE HUMAINE -----	126
VI.3-1 CHAMP D'APPLICATION -----	126
VI.3-2 IDENTIFICATION DES DANGERS -----	126
VI.4 ANALYSE DES EFFETS DE L'EXPLOITATION SUR LA SANTE -----	130
VI.4-1 LES REJETS GAZEUX EMIS PAR LES EMISSAIRES CANALISES -----	130
VI.4-2 LES POUSSIERES ET MATIERES EN SUSPENSION -----	142
VI.4-3 LES BRUITS -----	144
VI.4-4 POLLUANTS ATMOSPHERIQUES EMIS PAR LES MATERIELS -----	147
VI.5 ANALYSE DES METHODES DE PREVISION DE L'EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES (ERS) -----	150

VI.1 MODALITES D'EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

L'article L.122-3 du Code de l'Environnement prévoit que les études d'impacts comprennent une analyse des effets du projet sur la santé des populations ainsi, qu'une présentation des mesures destinées à supprimer, réduire et si possible, compenser les conséquences dommageables du projet pour l'environnement et la santé.

La présente étude est réalisée conformément aux recommandations de l'Institut de veille sanitaire et aux guides méthodologiques de l'INERIS.

L'étude a été réalisée en suivant le "Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés" - ASTEE - Février 2005.

L'identification des dangers et l'évaluation des expositions ont été réalisées dans l'état des connaissances scientifiques en la matière. Dans le cas où les données scientifiques sont insuffisantes, les dangers ont été majorés, suivant le principe de précaution (charte de l'environnement 2004).

VI.2 DESCRIPTION DE L'ETAT ACTUEL - IDENTIFICATION DES POPULATIONS






VI.2-1 REPARTITION GEOGRAPHIQUE

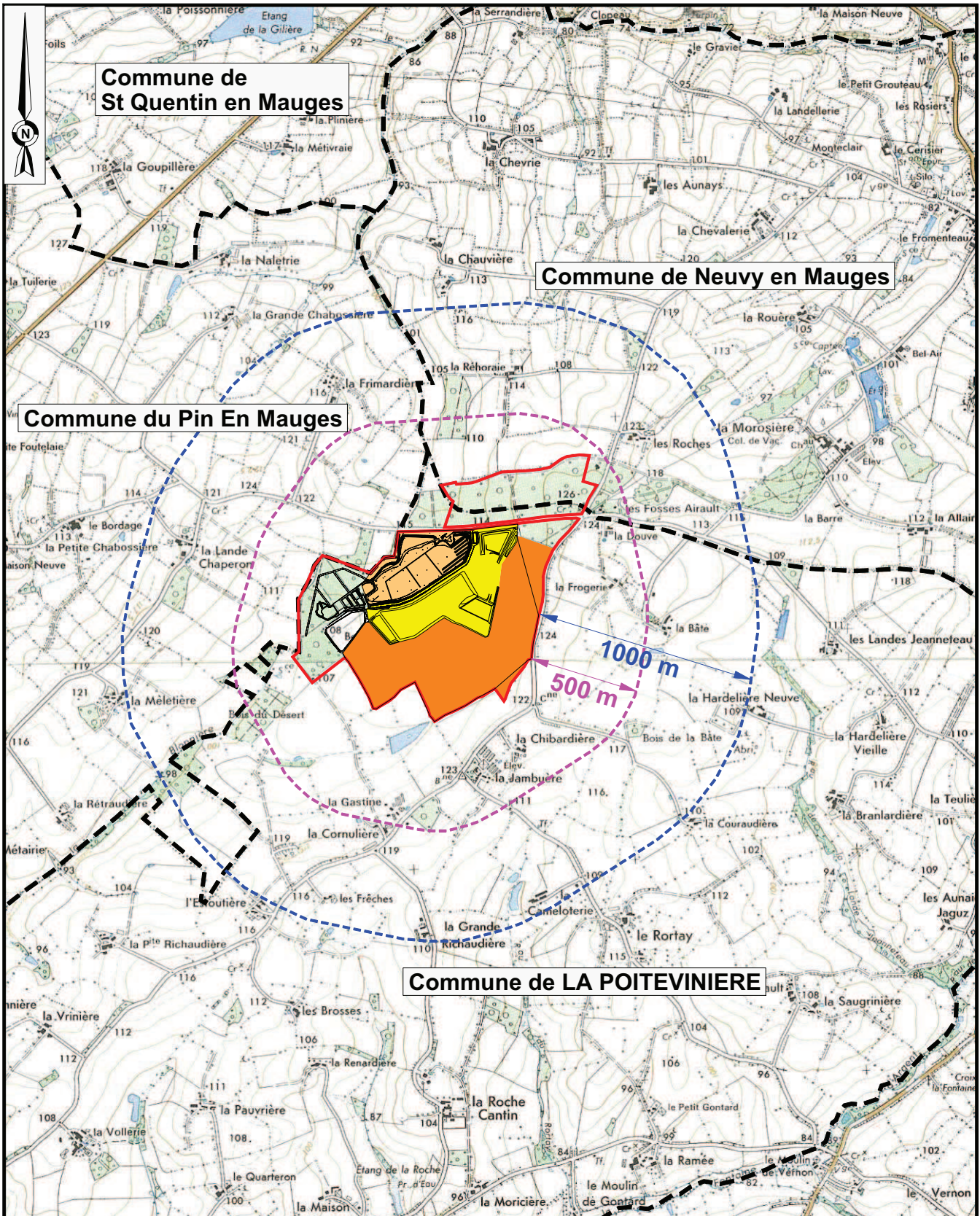
Le lieu-dit "Bois Archambault" se situe au Nord du territoire communal de LA POITEVINIERE en limite du PIN EN MAUGES vers l'Ouest et de NEUVY EN MAUGES vers le Nord.

Le bourg de LA POITEVINIERE est distant de 3,5 km au Sud Ouest du site, celui du PIN EN MAUGES de 2 km à l'Ouest et celui de NEUVY EN MAUGES de 2,5 km au Nord Est.

Hormis la ferme du Bois Archambault, qui n'est plus habitée et dont la vocation agricole est appelée à disparaître progressivement, il n'y a aucune maison d'habitation ni aucune construction (bâtiment agricole ou autre) dans la bande périphérique de 200 m par rapport au CSDU actuellement autorisé et par rapport à la zone potentiellement utilisable pour le stockage des déchets dans l'emprise de l'extension projetée.

ENVIRONNEMENT HUMAIN

-  Emprise de la propriété
-  Emprise de l'ancien C.S.D.
-  Emprise du site autorisé (A.P. du 21/04/2000)
-  Emprise du projet d'extension
-  Limites de communes



Les lieux-dit habités les plus proches sont les suivants :

* Au Nord Est :

- les Roches à 655 m
- les Fosses Ayrault à 350 m
- la Douve à 350 m

* A l'Est :

- la Frogerie à 358 m
- la Bate à 535 m

* Au Sud :

- la Chibardière à 320 m
- la Jambuère à 345 m

* A Sud Ouest :

- la Gastine à 455 m

* Vers l'Ouest et le Nord Ouest l'éloignement est supérieur à 800 m.

Il n'y a pas de zone industrielle, artisanale ou commerciale, ni d'aménagement touristique ou sportif, ni autre infrastructure susceptible d'accueillir du public dans un rayon de plus de 1000 m par rapport à la zone de stockage des déchets sur l'ensemble de la propriété (CSD initial + extension autorisée en 2000 + projet d'extension).

VI.2-2 IDENTIFICATION SOCIO-DÉMOGRAPHIQUE DE LA POPULATION SUSCEPTIBLE D'ÊTRE EXPOSÉE

La population exposée aux nuisances évoquées dans l'étude d'impact en tenant compte des conditions météorologiques les plus défavorables sont celles situées jusqu'à quelques centaines de mètres de l'emprise et en tout cas à une distance maximale de l'ordre du kilomètre.

♠# Densité de population

La Poitevineière : 1999 → 976 habitants
2005 → 981 habitants
densité → # 37,3 hab/km²

Le Pin en Mauge : 1999 → 1214 habitants
2004 → 1232 habitants

Neuvy en Mauves : 1990 → 729 habitants
1999 → 709 habitants
densité → # 40,2 hab/km²

Ces chiffres (source INSEE) montrent que le site étudié s'inscrit dans une zone à faible densité de population (# 40 habitants/km²) par comparaison avec la moyenne en France qui est de l'ordre de 110 habitants/km².

VI.2-3 PRÉSENCE DE POPULATION SENSIBLE

A proximité du CSDU il n'y a aucun établissement susceptible de rassembler un groupe important de personnes : commerce, groupe scolaire, immeuble, ni aucun établissement à population sensible : d'hospitalisation, de convalescence, d'accueil de personnes âgées ou à mobilité réduite, crèche ou centre sportif.

VI.2-4 USAGES SENSIBLES A PROXIMITÉ DE L'INSTALLATION

Les usages sensibles sont définis de la façon suivante : alimentations en eau potable, baignades, zones maraîchères, pisciculture, puits, jardins potagers ...

Le projet est en dehors d'un périmètre de protection de captage pour l'alimentation en eau potable.

Il n'y a aucune zone de baignade, ni pisciculture, ni tenue maraîchère dans les environs.

Les jardins potagers sont associés à l'habitat.

Dans la bande des 200 m les parcelles sont des terres labourées pour des cultures de céréales (blé, maïs...) le plus souvent, mais on trouve également une culture de plante médicinale (camomille) qui occupe généralement les parcelles n°38-40-673-676 soit une surface totale de 6,56 hectares dont 4,44 hectares se trouvent effectivement inclus dans la bande des 200 m.

Hormis l'espace agricole cultivé et l'étang de la parcelle 556 il n'y a pas d'autre usage spécifique du sol, ni infrastructure hors sol.

VI.2-5 ACTIVITES ENVIRONNANTES

En dehors de la bande des 200 m et dans un rayon de plus de 1000 m l'activité économique reste exclusivement agricole avec des cultures de plein champ, des prairies de pâture, des élevages de volailles et des étables.

VI.3 IDENTIFICATION DES RISQUES D'ATTEINTE A LA SANTE HUMAINE
--

VI.3-1 CHAMP D'APPLICATION

Conformément au guide pour l'ERS (Evaluation du Risque Sanitaire) d'une ISDMA (Installation de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés) publié en Février 2005, ne sont pas prise en compte dans le cadre de cette étude :

- l'exposition aiguë (l'extension du CSDU concerne l'exposition à long terme),
- l'exposition cutanée (absorption cutanée négligeable par rapport à l'absorption par inhalation),
- l'ingestion de végétaux contaminés par la déposition particulaire.

VI.3-2 IDENTIFICATION DES DANGERS

Des descriptions de l'installation et de son exploitation ainsi que des modifications apportées à l'environnement par le projet, il ressort que les incidences susceptibles d'être négatives sur la santé humaine sont présentées dans le tableau figurant à la page suivante.

Seules les substances dont la toxicité et les niveaux dans l'environnement sont quantifiables, sont prises en compte dans l'évaluation des risques sanitaires.

Les raisons pour lesquelles les risques liés à certaines nuisances n'ont pas été retenus sont justifiées ci-après.

*** Prise en compte des nuisances**

	Causes	Conséquences en relation avec la santé	Risque
A	Torchère	Emissions atmosphériques (polluants)	retenu
B	Lixiviats	Rejets aqueux	non retenu (1)
		Pollution de la nappe	non retenu (2)
C	Utilisation de matériels mécaniques et à moteurs thermiques. Terrassement.	Bruit	retenu
		Emissions atmosphériques (polluants)	retenu
		Emissions atmosphériques (poussières)	retenu
D	Déchets	Emissions atmosphériques (bioaérosols)	non retenu (3)
		Odeurs	non retenu (4)
		Envols de déchets	non retenu (5)
E	Prolifération d'animaux	Maladies	non retenu (6)

*** Justification des nuisances non retenues dans l'étude**

(1) Les conditions actuelles de rejets d'effluents épurés ne seront pas modifiées, toutefois l'épuration des lixiviats sera renforcée avec la mise en œuvre d'une filtration sur charbon actif. Les valeurs limites de rejet actuellement définies par l'arrêté préfectoral seront maintenus.

En outre les volumes rejetés sont généralement faibles et inexistantes en saison sèche, d'Avril à Octobre.

Enfin l'exutoire ne présente aucune sensibilité particulière, il s'agit d'une tranchée drainante aménagée dans la propriété au sein de l'espace boisé.

Les effluents épurés qui percolent lentement dans le massif de graviers sont évapo-transpirés pour l'essentiel après plusieurs dizaines de mètres. Il n'y a pas de relation directe avec le ruisseau de la Blonnière et par ailleurs le piézomètre PZ4 placé en aval hydraulique atteste l'absence d'impact sur les eaux souterraines.

Par conséquent les rejets d'effluents traités n'ont pas été retenus comme source de danger dans l'évaluation des risques sanitaires.

(2) Il n'y a pas d'usage lié aux eaux souterraines dans le secteur.

L'étude "Risques sanitaires liés aux fuites de lixiviats des centres de stockage de déchets ménagers et assimilés" publié par l'ENSP en 2002 a montré que les CSDU conçu dans les règles définies par l'A.M. du 9 Septembre 1997 "offrent la meilleure protection vis à vis des lixiviats pour la ressource souterraine et la santé humaine, et ce, quelle que soit la quantité de fuite de lixiviats prise en compte". Cette étude montre que pour un tel type de CSDU, les concentrations en polluants calculées à une distance de 200 m sont très faibles et qu'elles sont toutes inférieures aux seuils de qualité de l'eau destinée à la consommation humaine.

Dans le cas présent, il n'y a pas de puits ni de forage dans un rayon supérieur à 200 m et le réseau de piézomètres qui ceinture le site met en évidence l'absence d'impact y compris au droit du CSD initial dont les casiers ne sont pas équipés d'un DEG (dispositif d'étanchéité par géomembrane).

Par conséquent, dans le cadre de la réalisation de l'extension du CSDU suivant les modalités définies par l'A.M. du 9 Septembre 1997 modifié, les fuites éventuelles de lixiviats n'ont pas été retenues comme source de danger dans l'évaluation des risques sanitaires, étant entendu par ailleurs que le terrain ne présente pas de potentialité aquifère (épais manteau d'altérites argileuses sur schistes argilisés).

Un Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique traitant des risques sanitaires liés aux fuites de lixiviats des centres de stockage de déchets ménagers et assimilés (Sabine GANDIER-2002) met en évidence que le **débit de fuite** résultant d'une perforation de la géomembrane PEHD **dépend essentiellement des conditions de contact entre le DEG (dispositif d'étanchéité par géomembrane) et l'assise compactée sous-jacente.**

L'équation de Giroud et al permet d'exprimer le débit de fuite de la façon suivante :

$$Q = C_{qo} S^{0,1} K_s^{0,74} h_w^{0,9}$$

avec : C_{qo} = facteur de contact égal à 0,21 USI dans le cas de bonnes conditions de **contact et 1,15 USI dans le cas de mauvaises conditions de contact.**

K_s = conductivité hydraulique du sol sous-jacent (m/s).

h_w = hauteur de lixiviats au dessus de la géomembrane (m).

S = surface de la perforation (m²).

Les bonnes conditions de contact correspondent à une géomembrane installée avec aussi peu de plis que possible, sur un sol de faible perméabilité correctement compacté et dont la surface est lisse.

Les mauvaises conditions de contact correspondent à une géomembrane présentant un certain nombre de plis et/ou placée sur un sol de faible perméabilité mais qui n'a pas été bien compacté et dont la surface n'apparaît pas lisse.

En considérant une perforation de 1 cm² de surface et une charge hydraulique de 30 cm de lixiviats, les débits de fuite sont les suivants :

- Bonnes conditions de contact ° $Q = 6,19 \times 10^{-9} \text{ m}^3/\text{s}$

- Mauvaises conditions de contact ° $Q = 3,39 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$.

Dans le cas présent compte tenu de la nature des altérites argileuses le fond de forme des casiers est toujours lisse et compacté.

(3) Pour ce qui concerne les bioaérosols, le guide pour l'ERS d'une ISDMA (ASTEE-Février 2005) précise ceci : "Des micro-organismes sont présents dans les ordures ménagères et donc aussi dans le biogaz et dans les lixiviats. Il s'agit de champignons et de bactéries".

"En outre, la complexité et le coût des analyses de micro-organismes individualisés, le manque de connaissances sur la modélisation de la dispersion des micro-organismes, leurs capacités de survie en fonction des conditions météorologiques, l'absence de relation dose-réponse pour l'inhalation et les effets non infectieux rendent difficile l'évaluation quantitative des risques liés aux micro-organismes. En raison de l'état actuel des connaissances, l'évaluation des risques biologiques ne sera pas traitée quantitativement dans l'évaluation des risques sanitaires de l'étude d'impact".

De plus dans le cas du CSDU de Bois Archambault le tonnage des ordures ménagères est très faible.

En conséquence les émissions de micro-organismes n'ont pas été retenues comme source de dangers dans l'évaluation des risques sanitaires.

(4) En dehors des propriétés toxiques des substances odorantes, l'évaluation des risques sanitaires ne permet pas encore d'évaluer objectivement les effets des odeurs. Les troubles de nature psychique tels que la gêne, l'agressivité ou la dépression sont des effets difficiles à évaluer collectivement car ce sont des symptômes à causes multiples dans lesquelles rentrent pour une part variable des facteurs individuels. L'importance des fluctuations interindividuelles est telle que la recherche d'un "seuil d'effet universel" semble aujourd'hui illusoire".

Selon guide précité

En outre il n'y a pas de lien systématique entre la perception d'une odeur et un risque sanitaire.

La dimension "odeur" et ses facteurs de gêne ont été étudiés dans l'étude d'impact. En conséquence, les odeurs induites par le CSDU n'ont pas été retenues comme source de dangers dans l'évaluation des risques sanitaires.

(5) Les déchets sont transportés dans des bennes bâchées et ils sont déchargés directement dans le casier en exploitation, où ils sont immédiatement compactés. Un écran grillagé placé de tête de digue permet également de limiter la dispersion.

Sans pouvoir exclure des envols en période venteuse, mais en tenant compte des opérations de ramassage régulièrement effectuées on peut considérer que la dispersion de quelques éléments légers reste marginale et temporaire.

Dans ces conditions les envols de déchets légers n'ont pas été retenus comme source de danger dans l'évaluation des risques sanitaires.

(6) L'impact de l'entreposage des déchets dans les casiers sur la prolifération des animaux est difficilement évaluable. Les animaux peuvent être vecteurs d'agents pathogènes à l'origine de maladies humaines. Des mesures sont en place pour limiter celle-ci (dératisation, recouvrement régulier des déchets). L'emploi d'effaroucheurs est prévu.

En conséquence, le risque lié à la prolifération des animaux sur le CSDU n'a pas été retenu comme source de dangers dans l'évaluation des risques sanitaires.

De même il est prévu de rechercher la présence éventuelle de salmonelles dans le cadre du suivi semestriel de la qualité des eaux de surface (étangs P514 – P556 – P538 et mare P555).

VI.4 ANALYSE DES EFFETS DE L'EXPLOITATION SUR LA SANTE

VI.4-1 LES REJETS GAZEUX EMIS PAR LES EMISSAIRES CANALISES

La présente étude s'est basée sur les recommandations du groupe de travail ayant élaboré le "Guide pour l'ERS d'une ISDMA" publié par l'ASTEE en Février 2005. Ce guide s'appuie également sur le document "stockage des déchets et santé publique" publié sous l'égide de l'INVS (Institut de Veille sanitaire) en Septembre 2004.

Pour une installation similaire au CSDU du Bois Archambault, le guide de l'ASTEE précité sélectionne 3 traceurs de risques pour le "compartiment air".

Substance	CAS NR	Famille
Benzène	71-43-2	BTEX
Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	7783-06-4	Produits soufrés réduits
1,2 dichloroéthane	107-06-2	COV

Les émissions diffuses de polluants atmosphériques dus aux engins à moteur thermiques sont traitées aux chapitres suivants .

VI.4-1-1 POTENTIEL DANGEREUX - EFFETS SUR LA SANTE

Les fiches descriptives du benzène, du sulfure d'hydrogène et du 1,2 dichloroéthane sont fournis en annexes de ce document. Il s'agit des fiches toxicologiques intégrées dans l'étude INVS de 2004, reprises dans leur intégralité par chacun de ces constituants.

VI.4-1-2 ESTIMATION DE LA RELATION DE DOSE-REPONSE
VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE

Les valeurs de référence pour chacun des paramètres sélectionnés sont les suivantes :

Effets à seuil					
Numéro CAS	Nom de la substance	Effet	VTR Respiratoire (mg/m ³)	FI	Source et date
71-43-2	Benzène	Diminution des lymphocytes (H)	3.10 ⁻²	300	US-EPA, 2003
107-06-2	1,2 Dichloroéthane	Hépatique	2,5	90	ATSDR, 2001
7783-06-4	Sulfure d'hydrogène	Irritation nasale	2.10 ⁻³	300	US-EPA, 2003

Effets sans seuil					
Numéro CAS	Nom de la substance	Classe	Site de cancer voie respiratoire	VTR Respiratoire (mg/m ³) ⁻¹	Source et date
71-43-2	Benzène	A	Sang (H)	2,2-7,8.10 ⁻⁶	US-EPA, 2000
		1	Sang (H)	4,4-7,5.10 ⁻⁶	OMS, 2000
107-06-2	1,2 Dichloroéthane	B2	Hémangiosarcomes (A)	2,6.10 ⁻⁵	US-EPA, 1991
7783-06-4	Sulfure d'hydrogène	nc*	-	-	-

* nc : non classé

** FI : facteur d'incertitude

Rappels des définitions :

Les nuisances émises sont caractérisées :

- soit par une toxicité intrinsèque à effet de seuil,
- soit par une toxicité sans effet de seuil (pour les substances cancérigènes ou mutagènes par exemple).

La valeur toxicologique de référence (VTR) est une appellation générique regroupant tous les types d'indices toxicologiques qui permettent d'établir une relation entre une dose et un effet à seuil ou une probabilité d'effet sans seuil).

Effets à seuil

Un effet à seuil est un effet qui survient au delà d'une certaine dose administrée de produit. Ce sont principalement les effets non cancérigènes qui sont classés dans cette famille. En deçà de cette dose, on considère que l'on n'a pas d'effet significatif sur l'homme à long terme : le risque est considéré comme nul. Au delà du seuil, l'intensité de l'effet croît avec l'augmentation de la dose administrée. Dans ce cas, les VTR sont généralement construites sur la base de l'effet critique. Il peut être différent selon la voie d'exposition de l'organisme.

Pour une exposition par voie respiratoire, la VTR d'exprime en masse de substance par m³ d'air ambiant (ex : mg/m³) et correspond à la teneur maximale de produit dans l'air ambiant à laquelle un individu peut être exposé sans constat d'effet nuisible.

Pour une exposition par voie orale, les VTR sont exprimées en masse de substance/kg de poids corporel et par jour (mg/kg/j). Ces valeurs sont définies comme étant l'estimation de la quantité maximale de produit à laquelle un individu peut théoriquement être exposé (par ingestion) sans constat d'effet nuisible et sur la base des informations actuelles.

Effet sans seuil

Un effet sans seuil se définit comme un effet qui apparaît quelle que soit la dose reçue. La probabilité de survenue croît avec la dose, mais l'intensité de l'effet n'en dépend pas. L'hypothèse classiquement retenue est qu'une seule molécule de la substance toxique peut provoquer des changements dans une cellule et être à l'origine de l'effet observé. A l'origine, la notion d'absence de seuil était associée aux effets cancérigènes uniquement.

Les différentes VTR rencontrées sont :

- pour la voie respiratoire : l'Excès de Risque Unitaire (ERUi) en (µg/m³)⁻¹.
- pour la voie orale : l'Excès de Risque Unitaire (ERUo) en (mg/kg/j)⁻¹.

L'ERU correspond à la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu contracte un cancer s'il est exposé pendant sa vie entière à une unité de dose de la substance cancérigène.

Dans le cadre de cette étude on donnera à la VTR retenue pour les effets sans seuil la dénomination suivante :

- ERUi (Excès de Risque Unitaire pour l'inhalation) en (µg/m³)⁻¹, pour l'exposition par inhalation,
- ERUo (Excès de Risque Unitaire) en (mg/kg/j)⁻¹, pour l'exposition par ingestion
- ERUc (Excès de Risque Unitaire) en (mg/kg/j)⁻¹, par contact cutané.

VI.4-1-3 PRINCIPE DE LA MODELISATION - CHOIX DU MODELE

La détermination des niveaux d'exposition a été réalisée par modélisation.

La modélisation constitue une approche simplifiée de la réalité même si les modèles s'appuient sur des mesures pour être calibrés et calés. En revanche, elle peut permettre de représenter les phénomènes sur le long terme et de tester des situations fictives.

L'approche par modélisation permet d'estimer les concentrations aux points d'exposition éloignés des points d'échantillonnage, en prenant en compte les phénomènes de transport. Elle permet de représenter l'évolution des concentrations lorsque l'approche considérant les concentrations constantes au cours du temps n'est plus adaptée. Elle permet également de prédire les concentrations faibles, inférieures aux limites de détection, mais qui peuvent néanmoins causer des effets toxiques. Enfin, contrairement au mesurage qui donne une image de l'exposition multisources liée à une substance (exposition cumulée), la modélisation permet de calculer une exposition strictement attribuable au site.

Le modèle de dispersion atmosphérique choisi est ADMS4 (Atmosphéric Dispersion Modelling System) développé par le CERC (Cambridge Environmental Research Consultants – UK).

Le modèle utilisé est un des modèles dit de "deuxième génération" cité par l'INERIS pour effectuer des simulations de dispersion atmosphériques (Evaluation des Risques Sanitaires dans les études d'impact des installations classées – INERIS - 2003)

Discussion sur le modèle de dispersion atmosphérique

De plus en plus, les réglementations recommandent l'usage de codes de calcul pour apprécier la qualité de l'air tant pour des études d'impact que pour des études de danger. Leur rôle n'est pas de se substituer ni à l'Expert ni à l'observation directe ou à la mesure in-situ mais d'offrir un outil d'aide à l'analyse. Les codes généraux comme ADMS se présentent souvent comme un support quantitatif pour apporter des éléments de réponse au projeteur.

ADMS4 est un modèle de dispersion atmosphérique à échelle locale, qui permet de simuler un large éventail de types de rejets dans l'atmosphère, à partir d'une source unique ou d'une combinaison de plusieurs sources. Il s'agit d'un modèle de dispersion "nouvelle génération" utilisant deux paramètres physiques, que sont la hauteur de la couche limite h et la longueur de Monin-Obukhov (L_{MO}), pour décrire la couche limite atmosphérique. Par ailleurs, il utilise une distribution de concentration gaussienne pour calculer la dispersion des rejets. En conditions "idéales" (terrain plat et champs météorologiques homogènes), le modèle peut permettre d'obtenir des informations pertinentes jusqu'à des distances de l'ordre de 100 km.

VI-4-1-4 MISE EN PLACE DU MODELE ET DES SIMULATIONS

VI-4-1-4-1 MISE EN PLACE DU MODELE

➤ Modèle numérique de terrain

Le logiciel ADMS4 permet de prendre en compte l'influence du relief du site sur la dispersion de manière simplifiée.

Le modèle numérique de terrain (MNT) a été réalisé à partir de la topographie issue de la carte IGN du secteur et les points topographiques propres au site.

Le MNT a été réalisé sur un domaine de 8 km sur 8 km (64 km²) en mailles carrées de 70 m, soit 13060 mailles.

➤ Choix des données météorologiques

Les données météorologiques sélectionnées sont celles de la station Météo-France Angers-Beaucouzé. Il s'agit de la station météorologique la plus représentative du secteur, et qui comporte de plus l'ensemble des paramètres nécessaires à la modélisation.

Quatre années de mesures au pas de temps tri-horaire ont été choisies pour réaliser la simulation (de 2004 à 2007).

Les données sélectionnées sont les suivantes :

- jour
- heure
- direction du vent
- force du vent
- température
- nébulosité (en Octas)

➤ soit 11680 points de mesures.

VI-4-1-4-2 PARAMETRAGE DU MODELE

• Paramètres de calcul du modèle :

- Le temps de moyennage des paramètres météorologiques est de 10800 secondes (pas de temps tri-horaires) sur 4 années successives du 01.01.04 au 31.12.07.
- Les conditions de stabilité sont définies par la longueur de Monin-Obukhov (L_{MO}).

• Paramètres relatifs à la torchère.

- Hauteur de la cheminée : 5 m
- Débit nominal : 1012 Nm³/h ⁽²⁾
- Température à l'émission : 500°C
- Polluants simulés : les polluants simulés sont ceux définis précédemment pour les flux massiques calculés ci-dessous pour le scénario extrême de débits des fumées.

Les flux massiques de polluants rejetés à l'atmosphère sont les suivants :

Polluants	C_x concentration en sortie de torchère ⁽¹⁾ en mg/m ³	DF Débit de fumée ⁽²⁾ Nm ³ /h	Fm Flux massique du polluant (mg/h) ⁽³⁾
Benzène	0,019	Simulations 1 & 2	19,23
1,2 Dichloroéthane	0,034	Simulation 3	34,4
Sulfure d'hydrogène	0,151	Simulation 4	152,8

⁽¹⁾ Valeurs maximales (majorantes) issues de la littérature : US-EPA, France-RSDI Ineris 2002 ; INVS 2004

⁽²⁾ Le débit de fumée a été considéré selon le scénario du débit maximal : hypothèse de 1012 Nm³/h en 2028 selon les données prévisionnelles de fonctionnement de la torchère.

Les débits majorent donc l'impact car c'est le débit maximal prévisionnel calculé, et obtenu pour 2028 qui a été appliqué à l'ensemble de la période de fonctionnement.

⁽³⁾ $Fm = C_x \times DF$

• Paramètres complémentaires

Afin de prendre en compte de fond chimique local, l'axe routier majeur le plus proche a été simulé (RD762). Le trafic y sera de 3374 véh/jour (dont 10,7% de camions) en prenant en compte l'activité du CSD (selon données CG49 pour l'année 2006 et interpolée pour 2008).

De même le trafic sur la VC4 a été pris en compte.

La quantification des émissions des polluants gazeux du trafic de la RD762 et de la VC4 est la suivante :

La quantité de polluants gazeux émis par la circulation routière sur la RD762 et la VC4 a été estimée en utilisant le logiciel Impact ADEME v.2-0.

Le calcul a été fait sur Le tronçon de raccordement de la voirie desservant le CSD (cf. carte ci-contre).

Paramètres du calcul	RD762	VC n°4
longueur du tronçon	1500 m	2200 m
nombre total de véhicules par jour*	3399	104
nombre de poids lourds*	363	104
vitesse des véhicules	90 km/h	40 km/h

*Source CG - comptage 2006, incluant les véhicules du site en activité et augmenté du trafic supplémentaire prévu.

Le même nombre de véhicules a été considéré dans les deux sens.

Le calcul a été fait pour l'année 2008.

La synthèse des résultats rapportés au kilomètre est présentée ci-dessous :

Emissions par type de polluant (en kg/j/km)							
Total général d'émissions	CO	NOx	COV	Particules	SO2	Effet de serre * (en équivalent CO ₂)	Benzène
RD762	1,47	2,50	0,23	0,13	0,02	757,04	3,3.10 ⁻³
VC n°4	0,10	0,44	0,06	0,02	2.10 ⁻³	98,32	3,6.10 ⁻⁵

* polluants contribuant à l'effet de serre pris en compte : CO₂, CH₄ et N₂O.

Le détail des résultats est reproduit en annexes.

Mise à part l'augmentation du nombre de camions issus du CSD, sur ce secteur aucune évolution du volume du trafic sur les années à venir n'a été retenu dans la modélisation proposée.

Selon des études récentes menées sur certains composés, l'influence sur la qualité de l'air des sources linéaires que sont les voies routières à grande circulation s'estompe rapidement au-delà d'un couloir de 300 m (150 m de part et d'autre de l'axe de la voie).

Seul le Benzène a été retenu pour la dispersion atmosphérique.

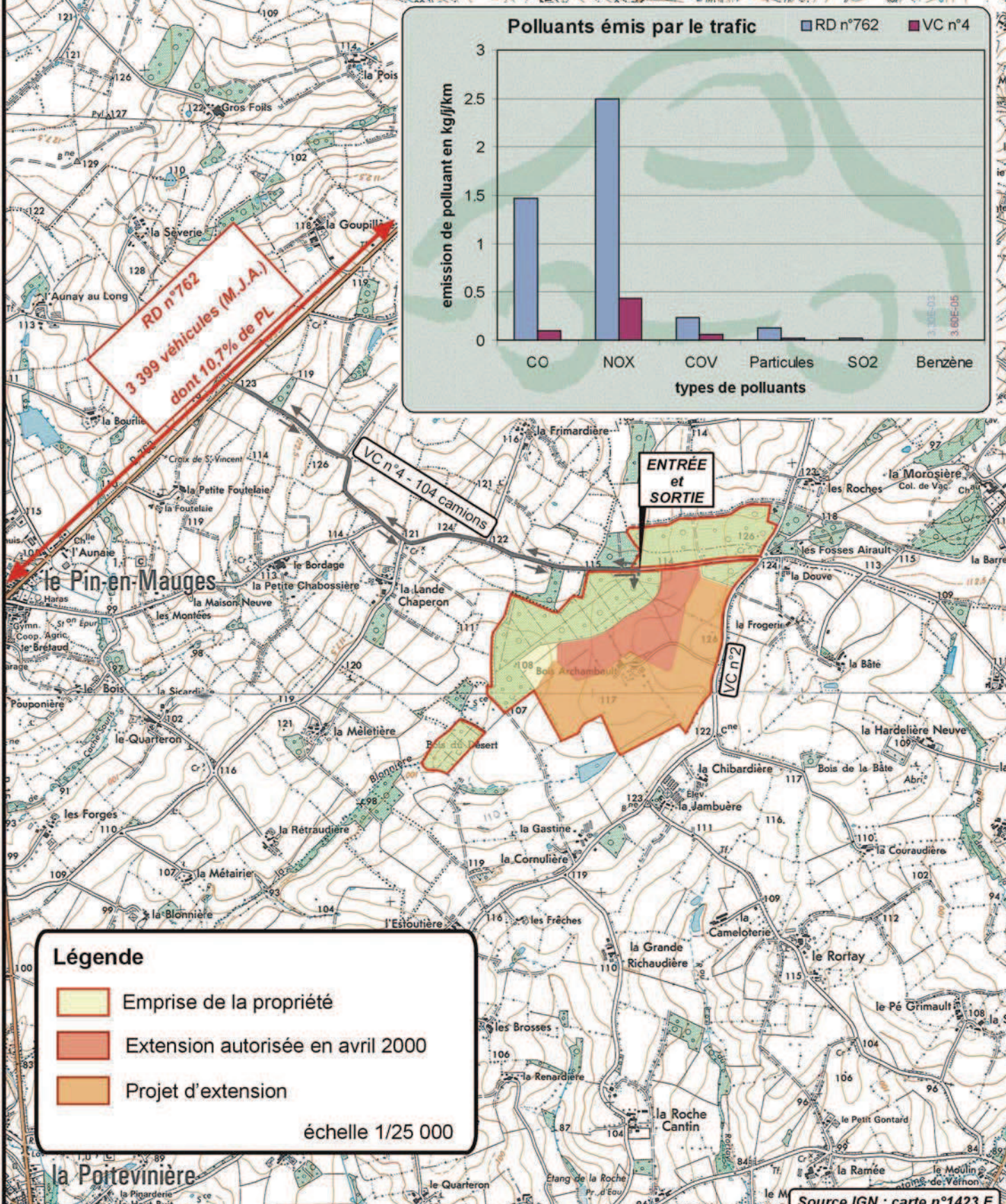
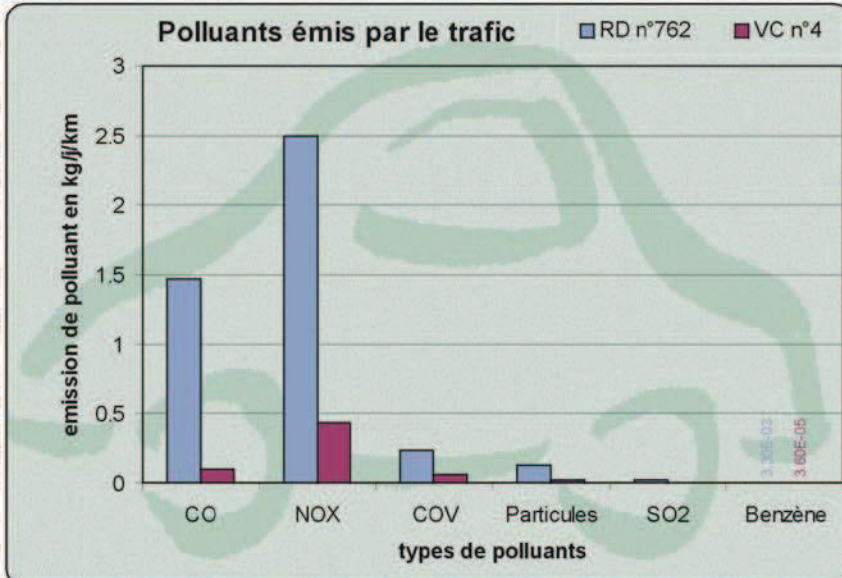
Les autres paramètres de la dispersion n'ont pu être quantifiés pour les émissions dues au trafic routier.

En conséquence, l'impact du trafic routier ne sera pas pris en compte dans l'étude de l'ERS H₂S et du 1,2 Dichloroéthane.



C.S.D.U. du "Bois Archambault"
commune de la POITEVINIÈRE
Projet d'extension

POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE



Légende

- Emprise de la propriété
- Extension autorisée en avril 2000
- Projet d'extension

échelle 1/25 000

Source IGN : carte n°1423 E

VI-4-1-4-3 HYPOTHESES DU SCENARIO D'EXPOSITION

Sur les concentrations dans l'environnement :

- A l'instant t, les concentrations mesurées ou modélisées disponibles sont représentatives du fonctionnement à long terme de l'installation,
- Les données météo sont représentatives de l'environnement proche du site,
- Les concentrations maximales mesurées ou modélisées sont représentatives des concentrations d'exposition de l'ensemble des individus résidant autour du site (→ effet majorant).

Sur les populations :

- Exposées à 100% de leur temps aux concentrations maximales mesurées et modélisées (Ci), (365 jours par an et 24 heures par jour),
- Temps d'exposition = 60 ans, période de brûlage du biogaz (période d'exploitation + post-exploitation),
- Exposition par inhalation, seul ce risque est caractérisé, voie d'exposition retenue car estimée prépondérante à partir des données recueillies lors de la phase d'inventaire et de caractérisation du site et des usages locaux,
- Calcul de la concentration moyenne inhalée (Ci) à partir de la concentration maximale mesurée ou modélisée (approche majorante de 1er niveau).

VI-4-1-4-4 SYNTHÈSE SUR LES SIMULATIONS EFFECTUEES

Quatre simulations ont donc été réalisées selon le schéma suivant :

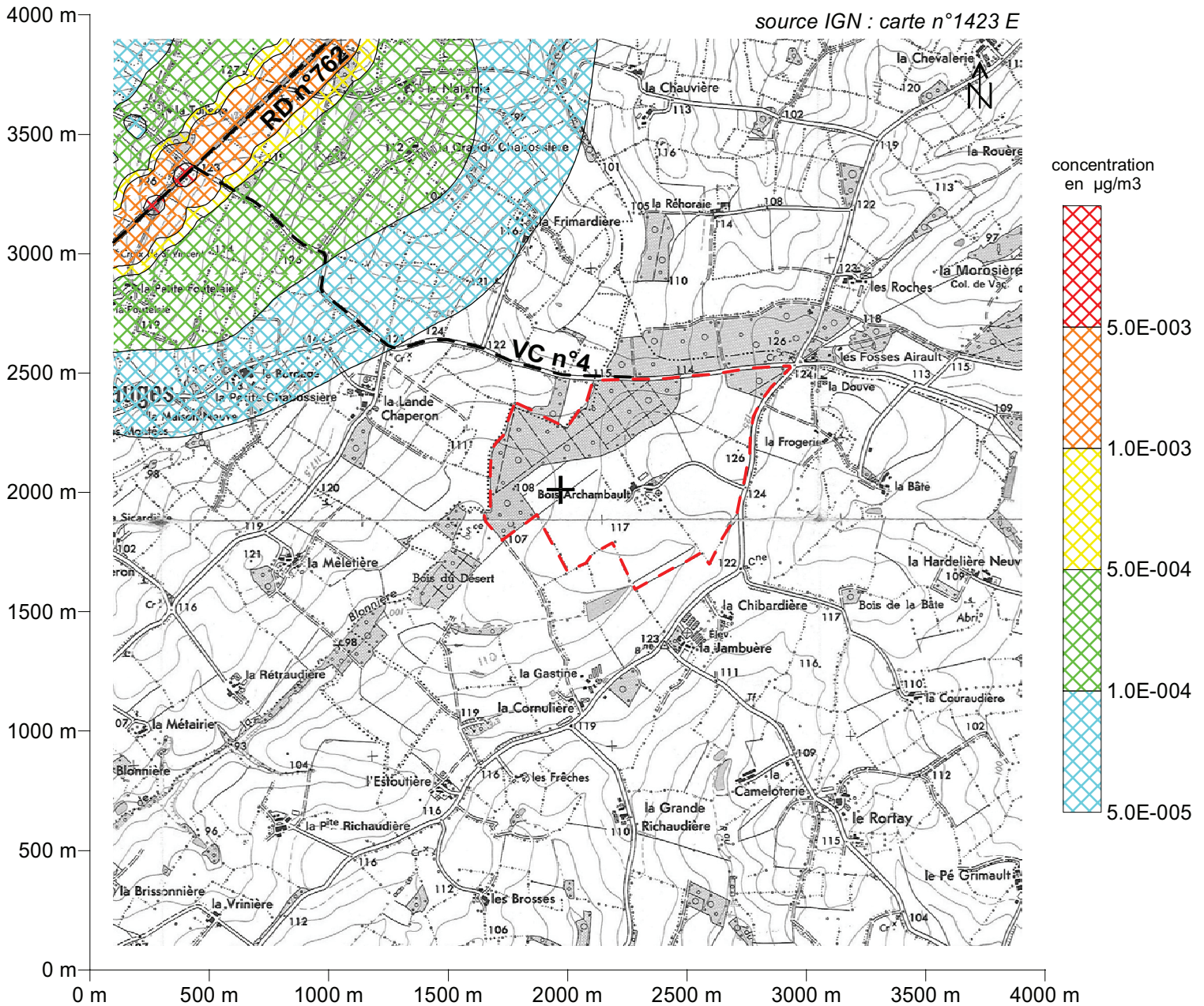
N° de la simulation	Type de polluant faisant l'objet d'une dispersion	Sources de polluants retenues		
		Trafic RD 762	Trafic VC 4	Torchère
Simulation n°1	Benzène	X	-	-
Simulation n°2	Benzène	X	X	X
Simulation n°3	1,2 Dichloroéthane	-	-	X
Simulation n°4	Sulfure d'hydrogène	-	-	X

VI-4-1-5 RESULTAT DES SIMULATIONS

VI-4-1-5-1 Résultats cartographiques

Les planches en pages suivantes montrent la cartographie des simulations effectuées.

A noter, l'échelle de représentation graphique des concentrations est différente selon le type de polluant simulé.

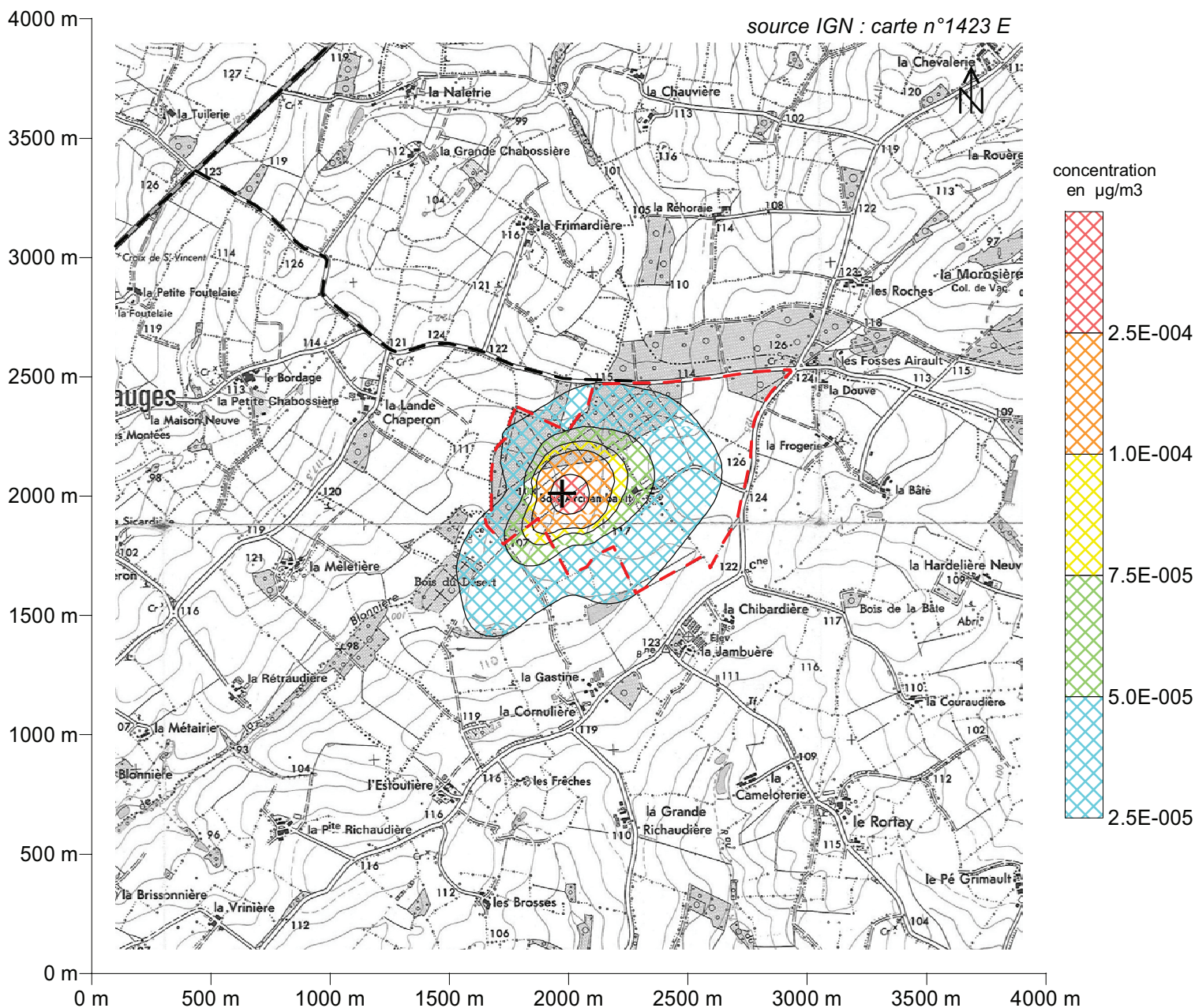


Concentration maximale annuelle à 1,50 m du sol : 7,95 E-003 µg/m³

MODELE MATHÉMATIQUE NUMÉRIQUE : ADMS version 4

Données météorologiques tri-horaire de 2004 à 2007 (station d'Angers)

- + torchère
- — emprise de la propriété
- - réseau routier

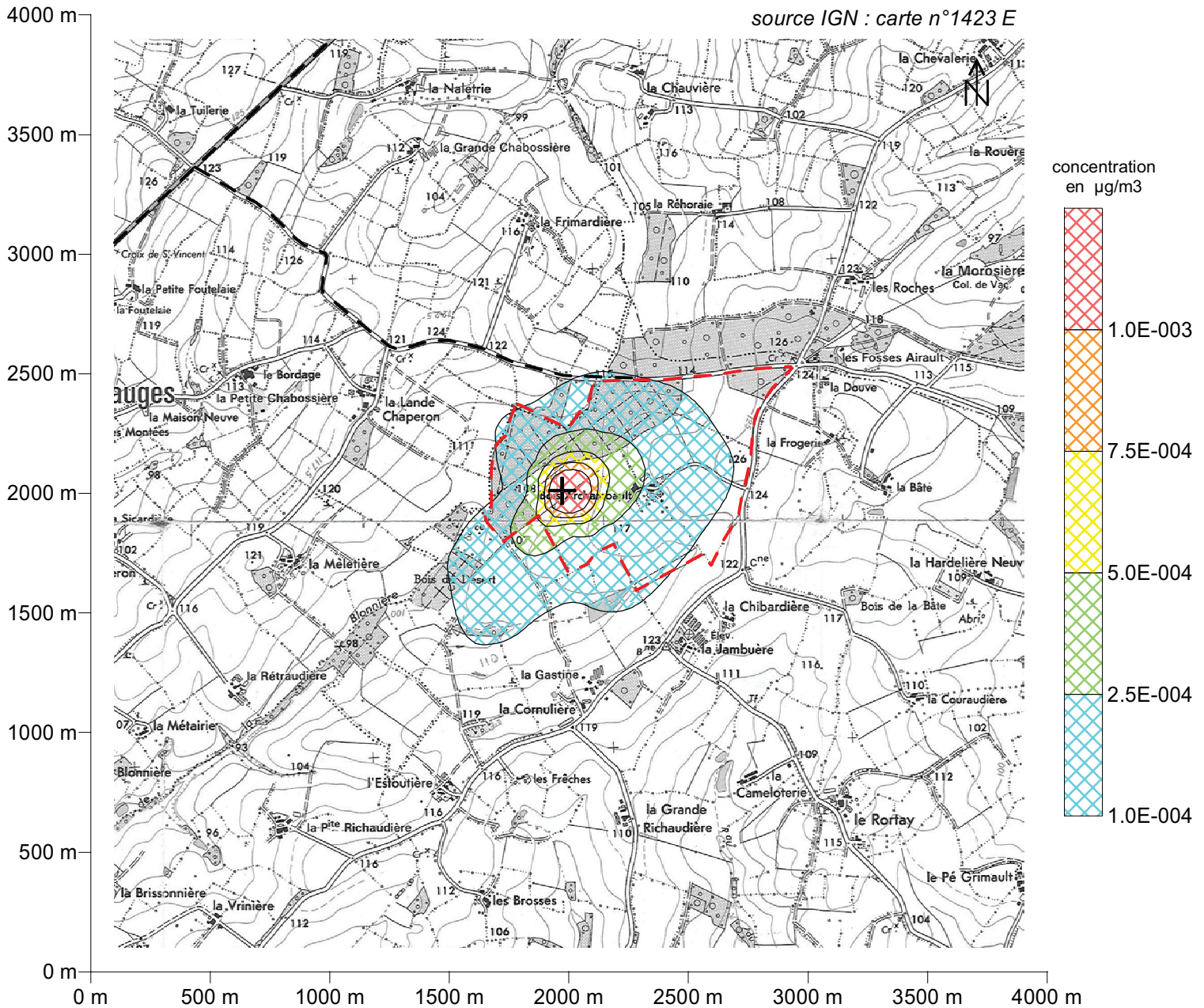


Concentration maximale annuelle à 1,50 m du sol : 5,37 E-004 µg/m³

MODELE MATHEMATIQUE NUMERIQUE : ADMS version 4

Données météorologiques tri-horaire de 2004 à 2007 (station d'Angers)

+	torchère
---	emprise de la propriété
---	réseau routier



Concentration maximale annuelle à 1,50 m du sol : 2,34 E-003 µg/m3

MODELE MATHEMATIQUE NUMERIQUE : ADMS version 4

Données météorologiques tri-horaire de 2004 à 2007 (station d'Angers)

+	torchère
— —	emprise de la propriété
— —	réseau routier

VI-4-1-5-2 Résultats numériques

La concentration moyenne inhalée (CI) a été calculée à partir de la concentration maximale modélisée, les tableaux suivants synthétisent les résultats et les calculs pour les simulations 2 et 3 (la simulation 1 correspondant à un état initial) :

Simulations n°2 et 3								
CARACTERISATION DU RISQUE MAXIMAL - débit de la torchère de 1012 Nm3/h								
Polluant	Exposition	Débit à l'émission	CI Concentration moy. Annuelle après dispersion au point maximal	CI Concentration moy. Annuelle après dispersion retenu	CJE ⁽¹⁾ Concentration journalière d'exposition	VTR ⁽²⁾	QD Quotient de danger	ERI Excès de Risque Individuel
EFFETS SYSTEMIQUES								
Benzène	Inhalation	19.228 mg/h	7.96E-03 µg/m3	7.96E-03 µg/m3	7.96E-03 µg/m3	30 µg/m3	2.65E-04	
1,2 dichloroéthane	Inhalation	34.408 mg/h	5.37E-04 µg/m3	5.37E-04 µg/m3	5.37E-04 µg/m3	2500 µg/m3	2.15E-07	
Sulfure d'hydrogène	Inhalation	152.812 mg/h	2.34E-03 µg/m3	2.34E-03 µg/m3	2.34E-03 µg/m3	2 µg/m3	1.17E-03	
Somme des QD							1.44E-03	
EFFETS CANCERIGENES								
Benzène	Inhalation	19.228 mg/h	7.96E-03 µg/m3	7.96E-03 µg/m3	6.82E-03 µg/m3	ERUi = 7.80E-06 (µg/m3)-1		5.32E-08
1,2 dichloroéthane	Inhalation	34.408 mg/h	5.37E-04 µg/m3	5.37E-04 µg/m3	4.60E-04 µg/m3	ERUi = 2.60E-05 (µg/m3)-1		1.20E-08
Sulfure d'hydrogène	Inhalation	152.812 mg/h	2.34E-03 µg/m3	2.34E-03 µg/m3	2.01E-03 µg/m3	-		-
Somme des ERI								6.52E-08

(1) Cancérogènes : CJE = CI x T/Tm avec T = 60 ans et Tm = 70 ans soit T/Tm = 0,86.

Systemiques : CJE = CI.

(2) VTR = CT (concentration tolérable) en µg/m³, pour l'exposition par inhalation.

VI-4-1-5-3 Caractérisation du risque

➤ calcul de l'ERI cumulé

Les risques de développement de cancer étant cumulables, on somme les ERI précédents pour obtenir le risque maximal de développer un cancer pour une exposition sur 60 ans aux rejets maximaux simulés des émissions du site ainsi qu'au trafic de la RD 762.

$$\zeta \text{ ERI} = 6,52. 10^{-8}$$

LA PROBABILITÉ DE DÉVELOPPER UN CANCER EST DONC EN TOUT POINT INFÉRIEURE À 1/100 000, LE RISQUE EST DONC CONSIDÉRÉ COMME ACCEPTABLE

Pour mémoire, en prenant le seul paramètre Benzène du trafic routier sans prise en compte d'aucune activité du CSD, la probabilité est de $\text{ERI}_{\text{RD-Benzène}} = 5.32.10^{-8}$. L'augmentation du risque est donc faible (augmentation du risque de $1.2.10^{-8}$) au regard de la qualité atmosphérique ambiante initiale.

➤ Risques des produits a effets de seuil

L'organe cible étant identique, les coefficients de danger ont été cumulés :

$$\zeta \text{ QD} = 1,44.10^{-3}$$

Le ratio QD est inférieur à 1, l'exposition de la population n'atteint donc pas le seuil de dose à partir duquel peuvent apparaître des effets indésirables pour la santé humaine.

ON PEUT DONC CONCLURE QUE LE RISQUE SANITAIRE GÉNÉRÉ PAR LE SITE EST ACCEPTABLE POUR LES PRODUITS À EFFETS DE SEUIL.

VI-4-1- 6 CONCLUSIONS – CARACTERISATION DU RISQUE

Dans les conditions des mesures et des simulations effectuées, sachant que les paramètres pris en compte sont toujours majorants sur l'impact, les conclusions sont les suivantes :

- La probabilité de développer un cancer est en tout point inférieure à 1/100 000. Le risque est donc considéré comme acceptable au regard des valeurs repères de risques données par les organismes internationaux (OMS, EPA).
- Le risque non cancérigène lié à l'inhalation des polluants identifiés à l'émission est inférieur à 1. Le risque sanitaire est donc acceptable pour les produits à effets de seuil.

VI.4-2 LES POUSSIÈRES ET MATIÈRES EN SUSPENSION

VI.4-2-1 Inventaire des sources

Les sources d'émission de poussières minérales sont multiples :

0# l'aménagement des casiers

0# les aires décapées

0# les transports et les stockages

Il s'agit de sources diffuses.

Sources de contamination déjà présentes : le trafic routier sur la RN 762 (poussières et particules des moteurs des véhicules...) les travaux agricoles en saison sèche.

VI.4-2-2 Voie d'exposition

La voie essentielle de pénétration des poussières dans l'organisme est la voie pulmonaire. Les poussières sédimentables ou inhalables (fractions granulométriques supérieures à 100 µm) et les particules en suspension (fractions granulométriques inférieures) se déposent dans la trachée, les bronches et les poumons et y persistent.

Les particules alvéolaires PM10 (diamètre inférieur à 10 µm) et PM 2,5 pénètrent profondément dans les poumons.

La voie par ingestion existe via la consommation d'eau ou de produits végétaux au préalable exposés.

VI.4-2-3 Potentiel dangereux - Effets sur la santé

Dans son environnement, l'être humain est exposé à une multitude de poussières d'origines diverses, responsables du développement de pathologies spécifiques. A côté des risques infectieux et allergiques liés aux poussières animales et végétales, ou d'origine automobile, **l'inhalation chronique** de poussières minérales peut aboutir à l'apparition de pneumoconioses sous certaines conditions.

VI.4-2-4 Estimation de la relation de dose-réponse **Valeurs toxicologiques de référence**

Les valeurs de référence pour la qualité de l'air dans l'union européenne sont les suivantes :

- 50 µg/m³ (moyenne sur 24h)
- 40 µg/m³ (moyenne annuelle à partir de 2005).

VI.4-2-5 Evaluation de l'exposition des populations

Sources : trafic, zones décapées ou en chantier.

Vecteur: vent.

Cible : riverains proches

enfants malades, insuffisants respiratoires et cardio-vasculaires

Etant donné l'aspect diffus des émissions et l'éloignement des habitations, il n'a pas été établi de modèle de dispersion atmosphérique.

Par ailleurs il est important de rappeler que le trafic routier lié à l'exploitation du CSDU ne passe pas devant les zones habitées les plus proches du site et qu'il n'y a aucune habitation dans un couloir de 400 m de largeur (200 m de part et d'autre de l'axe de la VC n°4 qui dessert le site).

VI.4-2-6 Caractérisation du risque

♣# **Seuls les personnels de l'installation sont exposés au risque** d'émission de particules puisqu'il est fonction de :

- * la nocivité des poussières c'est à dire poussières à fort taux de quartz cristallin,
- * un temps d'exposition très long et un fort empoussiérage (forte concentration en poussières alvéolaires siliceuses).

Une émission de forte densité provoquerait, au plus, éternuements et gênes oculaires. Les effets indésirables de ces événements par "pics" se feraient alors ressentir sur les personnes les plus sensibles.

VI.4-3 LES BRUITS

VI.4-3-1 Inventaire des sources

- * Le CSDU est source de bruits à différents niveaux :
- le compacteur évoluant dans le casier en exploitation,
 - les engins de manutentions (pelle hydraulique, chargeuse),
 - la gestion du verre (déchargement - reprise),
 - la circulation des camions.

* Tous les engins et véhicules utilisés sur la zone de stockage sont conformes à la réglementation en vigueur en matière de bruits (homologation au titre du décret n°95-79 du 23 Janvier 1995).

Pendant les travaux de terrassement (création des casiers et mise en place de la couverture), les sirènes de recul sont audibles à une grande distance compte tenu des fréquences émises.

Elles sont obligatoires pour assurer la sécurité des personnes travaillant sur le chantier.

VI.4-3-2 Potentiel dangereux - effets sur la santé

Les différents niveaux de sensations et de perception du bruit sont :

Exemples de niveaux de bruit en dB(A) (INRS, Acoustique générale et industrielle)		
Niveau de pression sonore dB(A)	Sensation sonore	Exemples
<0	Inaudible	Chambre sourde (bruits extérieurs)
0	Seuil d'audibilité	tests d'audiométrie
10	très calme	studio d'enregistrement
20	très calme	grottes, champ de neige (non perturbés)
30	calme	chambre à coucher (préconisé)
40	calme	bureau calme
50	modéré	bureau
60	gênant (pour un travail intellectuel)	parole normale à 1 mètre
70	assez fort	rue passagère, atelier de confections
80	fort	hall de gare, atelier de presses insonorisé
90	<i>(seuil lésionnel si 8 heures par jour)</i>	atelier de mécanique, tissages avec métiers modernes
100	très intense	ateliers de presses, verrerie, ateliers de décolletage. Tissages à navette battante
110	(parole criée inaudible)	
120	« assourdissant »	
130	<i>Seuil de la douleur</i>	réacteur d'avion, banc d'essai moteurs.
140	douloureux	
150	douloureux	

Un individu soumis à des bruits de forte intensité peut subir une surdité temporaire, partielle ou définitive selon la durée de l'exposition.

Mais la perte totale ou partielle, de la perception auditive n'est pas le seul symptôme provoqué par le bruit. Elle peut être accompagnée d'effets non auditifs, physiologiques, comme des troubles cardiovasculaires, hormonaux et digestifs, et aussi psychophysiologiques, comme des troubles de l'attention, de la mémorisation et du caractère. Ceux-ci peuvent se manifester même pour des niveaux de bruit non lésionnels pour l'ouïe.

Le bruit peut avoir des répercussions psychologiques et engendrer nervosité, stress ou troubles du sommeil.

Les effets immédiats sont passagers.

- Troubles cardio-vasculaires avec augmentation de la fréquence cardiaque et de la tension artérielle,

- Effets psychomoteurs, c'est à dire diminution de la vigilance, de l'attention, de la capacité de mémorisation, agitation et agressivité, diminution des échanges verbaux.

Les effets à long terme liés au stress sont plus durables :

- Insomnies, augmentation de la tension nerveuse,
- Troubles du comportement alimentaire (boulimie),
- Hypertension artérielle chronique,
- Anxiété, comportement dépressif,
- Troubles de la sexualité ...

Ces effets n'aboutissent pas à des lésions irréversibles.

A partir de 60 dB(A), des troubles importants du sommeil (en particulier chez les enfants et les personnes âgées) sont constatés.

Un niveau de bruit :

- de 75 dBA est considéré comme fatiguant.
- de 90 dBA est un seuil lésionnel pour une exposition de 8 heures par jour.
- de 130 dBA est le seuil de la douleur.

selon les publications du Centre d'Information et de Documentation sur le bruit - Ministère chargé de la Santé et Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) et la Recherche, volume 22 - Joseph Rabinowitz.

VI.4-3-3 Estimation de la relation dose-réponse Valeurs toxicologiques de référence

Il n'existe pas de valeurs toxicologiques de référence.

Selon l'arrêté du 23 Janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées, les émergences c'est à dire les différences entre les bruits ambiants, CSDU en fonctionnement et les bruits résiduels en l'absence de bruit généré par l'installation, sont les suivantes selon le niveau de bruit ambiant :

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée *	Emergence admissible pour la période allant de 7h à 22h, sauf dimanches et jours fériés	Emergence admissible pour la période allant de 22h à 7h, ainsi que les dimanches et jours fériés
Supérieur à 35 dB(A) et inférieur ou égal à 45 dB(A).	6 dB(A)	4 dB(A)
Supérieur à 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

–# Les zones à émergence réglementée sont les habitations les plus proches.

De plus, le niveau en limite de site doit être inférieur à 70 dBA.

L'OMS définit certaines considérations. Les facteurs « déficit auditif » et « gêne » ont été retenus pour la présente étude :

Déficit auditif : La norme ISO 1999 implique que l'exposition à long terme aux niveaux de bruit à LAeq, pendant 24 heures jusqu'à 70 dB(A) ne provoquera pas de déficit auditif. Pour éviter la perte d'audition due à une exposition au bruit impulsif, les pressions acoustiques ne devraient jamais excéder 140 dB pour des adultes, et 120 dB pour des enfants.

Gêne : La capacité d'un bruit à induire une gêne dépend de ses caractéristiques physiques, y compris le niveau de pression acoustique, ses caractéristiques spectrales et les variations de ces propriétés avec le temps. Pendant la journée, peu de gens sont fortement gênés à des niveaux de LAeq en-dessous de 55 dB(A), et peu sont modérément gênés aux niveaux de LAeq en-dessous de 50 dB(A). Les niveaux sonores pendant la soirée et la nuit devraient être de 5 à 10 dB plus bas que pendant le jour. Le bruit avec des composants de basse fréquence exigent des valeurs guides plus basses. Pour le bruit intermittent, il convient de souligner qu'il est nécessaire de tenir compte du niveau de pression acoustique maximum et du nombre d'événements bruyants. Les directives ou les mesures de réduction du bruit devraient également tenir compte des activités de plein air en zones résidentielles.

Source : OMS
Résumé d'orientation des Directives de l'OMS relatives au bruit dans l'environnement.

VI.4-3-4 Evaluation de l'exposition des populations

Sources	: engins de chantier, camions, installation.
Vecteur	: l'air.
Cibles	: zone à émergence réglementée : riverains les plus proches et zones constructibles.

Des mesures des émissions sonores ont été réalisées (cf. étude d'impact).

Les bruits émis par le CSDU ainsi que leur durée d'émission sont nettement inférieurs aux valeurs énoncées précédemment.

Ils respectent l'émergence et les niveaux limites de la réglementation en vigueur pour ce type d'activité (arrêté du 23 Janvier 1997).

VI.4-3-5 Caractérisation des risques

Le CSDU actuel n'est pas bruyant et l'exploitation de la zone d'extension n'apportera pas de modification dans les procédés d'exploitation.

Les bruits émis sur le site du "Bois d'Archambault" ne constituent pas un problème de santé publique.

VI.4-4 POLLUANTS ATMOSPHERIQUES EMIS PAR LES MATERIELS

VI.4-4-1 Inventaire des sources

Les premières causes de pollution atmosphérique sont les gaz d'échappement des véhicules et engins.

Les principaux polluants émis sont les oxydes d'azotes (NOx), le dioxyde de carbone (CO₂), le monoxyde de carbone (CO) et dans une moindre mesure, les particules fines, les hydrocarbures (COV) et le benzène.

VI.4-4-2 Potentiels dangereux - Incidence sur la santé

Les polluants atmosphériques en trop grande concentration peuvent avoir des effets sur la santé, notamment chez les jeunes enfants, les personnes âgées et les insuffisants respiratoires.

Les affections sont le produit de la concentration des différents polluants et de la durée d'exposition du sujet. Mais les effets dépendent aussi de la sensibilité personnelle de l'individu exposé (état de santé, usage du tabac...) et, comme l'indiquent des études épidémiologiques récentes, ils se manifestent principalement chez les personnes sensibles.

La qualité de l'air en France - Ministère de l'Environnement - Ademe.

La pollution de l'air aggrave les maladies cardio-vasculaires ou respiratoires dont l'asthme, les toux, les bronchiolites ...

VI.4-4-3 Voies d'exposition

- Principale : par inhalation,
- Secondaires : par voie cutanée ou par ingestion de produits exposés.

VI.4-4-4 Estimation de la relation dose-réponse Valeurs toxicologiques de référence

Le décret n°2002-213 du 15 Février 2002 portant transposition des directives 1999/30/CE du Conseil du 22 Avril 1999 et 2000/69/CE du Parlement Européen et du Conseil du 16 Novembre 2000 et modifiant le décret n°98-360 du 6 Mai 1998 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites, fixe les valeurs limites suivantes pour la protection de la santé humaine.

Polluant	Article R221-1 du Code de l'environnement	
	<i>Valeur limite pour la protection de la santé humaine</i>	<i>Objectif de qualité</i>
NOx.	50 µg/m ³ moyenne annuelle	40 µg/m ³ moyenne annuelle
Particules fines et particules en suspension	40 µg/m ³ moyenne annuelle	30 µg/m ³ moyenne annuelle
SO ₂	350 µg/m ³ centile 99,7 annuel	50 µg/m ³ moyenne annuelle

VI.4-4-5 Evaluation de l'exposition des populations

Sources : engins - camions - moteurs thermiques

Vecteurs : air - produits exposés

Cibles : riverains - environnement global - écosystème.

Au regard les quantités émises et de leur dilution dans l'atmosphère, les activités induites ne sont pas susceptibles d'affecter notablement la qualité de l'air de la région.

VI.4-4-6 Caractérisation du risque

Il n'y aura pas d'effet direct de voisinage.

Il s'agit d'un effet indirect par contribution à un phénomène à grande échelle.

**VI.5 ANALYSE DES METHODES DE PREVISION DE L'EVALUATION DES RISQUES
SANITAIRES (ERS)**

Les relations dose-effet sont le lien entre la dose des substances mises en contact avec l'organisme humain par l'intermédiaire d'une voie d'exposition et la probabilité d'un effet toxique. Cette relation ou valeur toxique de référence (VTR) n'est pas nécessairement connue dans le cas des expositions chroniques non professionnelle. La difficulté est semblable dans le cas d'un produit cancérigène agissant sans seuil.

Dans le cas présent les modélisations des émissions liées au brûlage du biogaz par la torchère sont **très largement majorées** car elles sont basées sur la prise en compte d'un débit de rejet maximal (vers 2028) sur toute la période considérée (soit 60 ans).

ANNEXES AU VOLET SANITAIRE

Enquête de satisfaction effectuée auprès des riverains en Avril 2008

Monographies des polluants (source INVS - septembre 2004)

Estimation de la production de biogaz par casier

Estimation des flux de polluants liés au trafic routier

ENQUETE DE SATISFACTION EFFECTUEE

AUPRES DES RIVERAINS

Avril 2008

1 - PRESENTATION

Cette enquête est réalisée par BRANGEON SERVICES tous les 2 ou 3 ans auprès des riverains situés à moins de 1,5 km des limites du site sur les communes de La Poitevinière, Le Pin en Mauges et Neuvy en Mauges.

Elle s'inscrit dans le Programme de Management Environnemental lié à la **certification ISO 14001** obtenue en mars 2001 pour le CSDU du Bois Archambault.

Elle permet aux riverains de personnaliser leur perception du site en exprimant leurs craintes et leurs angoisses. Elle offre également la possibilité d'un dialogue constructif en indiquant les améliorations et/ou les détériorations ressenties suite à leurs remarques, étant entendu qu'une lettre-réponse est envoyée à toutes les personnes ayant participé à l'enquête.

Par ailleurs, une visite du site est proposée.

Ceci étant, indépendamment de l'enquête, toute personne, qui en fait la demande à la société BRANGEON SERVICES, peut visiter le site à tout moment avec le responsable de l'exploitation.

2 - MODALITES DE L'ENQUETE

- 33 foyers riverains ont été sollicités par un courrier expédié le 4 avril 2008.
- L'âge moyen des personnes interrogées est de 56 ans.
- 21 réponses ont été obtenues (questionnaire rempli) soit 64%. En 2005, le pourcentage était de 53% pour un même nombre de personnes interrogées.
- 7 personnes de chaque commune concernée ont répondu à l'enquête.

3 - RESULTATS DE L'ENQUETE

Parmi les personnes interrogées :

- 100% connaissent la localisation du CSDU,
- 86% (+9,5% sans réponse) connaissent l'activité du site.
- 52% souhaitent avoir des renseignements (plaquette d'information et/ou visite du site).
- 77% (+9% sans réponse) considèrent que le site peut présenter des impacts sur l'environnement.

Les impacts les plus souvent évoqués sont :

- les odeurs et la pollution de l'air,
- la pollution des eaux souterraines,
- les envols,
- la présence de mouettes, souvent assimilées à la transmission de maladies.

4 - ANALYSE DES RESULTATS ET COMMENTAIRES

4-1 Riverains gênés par le site

55% des personnes interrogées disent qu'elles sont gênées par le site.

Les 2 personnes qui n'ont pas répondu à cette question ne sont pas comptabilisées.

Les causes de la gêne sont, dans l'ordre d'importance :

- les odeurs,
- les envols, la circulation des camions,
- la pollution des eaux (puits), les mouettes, la modification du paysage,
- le bruit (1 personne), la diminution de la valeur de l'immobilier.

4-2 Améliorations perçues

38% des personnes font remarquer que des améliorations ont été apportées dans l'exploitation des installations.

Les principaux thèmes sont les suivants :

- propreté du site et aménagements paysagers avec merlons végétalisés et plantations (strate arborée et arbustive).
- circulation des camions et notamment le comportement des chauffeurs.
- réfection de la voirie desservant le site.
- diminution des odeurs.
- tri des bennes.

Commentaires

C'est à juste titre que les aménagements paysagers sont perçus comme des améliorations tangibles, car les écrans végétaux ont pris de l'ampleur et la perméabilité visuelle à partir des voies communales est faible d'une façon générale et localement nulle. Les axes de vision, de type tangentiel, sont coupés dès la limite de propriété en bordure de la VC n°4 et sur l'essentiel du périmètre en bordure de la VC n°2.

Ces plantations pré-figurent celles qui seront réalisées dans le cadre de l'intégration paysagère.

Pour ce qui concerne la circulation des camions et notamment le comportement des chauffeurs, les améliorations constatées traduisent les consignes régulièrement reformulées.

Ceci étant, la société BRANGEON SERVICES est consciente que des efforts supplémentaires sont à faire dans ce domaine.

Le constat de la réfection de la voie communale n°4 desservant le site atteste que les engagements pris dès la mise en exploitation du CSD initial sont tenus.

Il est important de considérer que certaines personnes notent une diminution des odeurs.

Le fait de considérer le tri des bennes comme un facteur d'amélioration est un critère de jugement pertinent apporté par une personne qui connaît bien l'activité du site, car il s'agit d'opérations qui ne sont pas identifiables par un observateur extérieur et/ou peu avisé des problèmes de gestion de déchets.

4-3 Détériorations perçues

48% des personnes interrogées ont constaté des détériorations :

- ◆ **Envois de déchets sur la route, dans les champs et les jardins (5 personnes).**

Commentaires

L'exploitation du casier n°9 en bordure de la route et les nombreux épisodes venteux enregistrés durant les semaines qui ont précédé l'enquête ont naturellement influencé les réponses.

Ceci étant, la société BRANGEON SERVICES ne nie pas ce constat et ne veut pas en minimiser l'impact.

La prévention des envois reste une préoccupation majeure (pose de filets et couvertures intermédiaires) mais elle ne peut pas garantir une efficacité absolue en période de vents forts. En conséquence, des opérations de ramassage manuel sont régulièrement programmées.

Un effort particulier sera fait dans ce domaine.

- ◆ **Augmentation des odeurs (4 personnes)**

Commentaires

Le problème des odeurs est récurrent dans la filière de traitement des déchets et reste une préoccupation permanente sur tous les sites.

Dans le cas présent, le pourcentage de déchets fermentescibles est faible avec notamment une faible quantité d'ordures ménagères brutes.

L'augmentation de tonnage sollicitée n'implique pas une augmentation des fermentescibles car le tonnage des ordures ménagères restera semblable à l'actuel, ce qui reviendra à diviser par 2 le pourcentage des ordures ménagères au sein de la masse des déchets.

La géométrie des casiers restant sensiblement équivalente à celle actuellement autorisée, il en ressortira un raccourcissement de la durée d'exploitation et par conséquent la possibilité de réaliser le dégazage dans les plus brefs délais ce qui constitue la principale mesure de prévention des odeurs.

Il faut par ailleurs considérer que le Plan Prévisionnel d'Exploitation a été remodelé, conformément aux préconisations du commissaire enquêteur dans le cadre de la révision du P.O.S, pour précisément tenir compte du problème des odeurs.

D'autre part, le site s'inscrit au sein d'un vaste espace agricole susceptible de générer des sources odorantes en relation avec les activités agricoles et/ou les pratiques culturales.

◆ **Présence accrue de mouettes**

Commentaires

Sous le terme générique de "mouettes" sont majoritairement désignés les goélands argentés qui constituent habituellement l'essentiel de l'avifaune sur les casiers en exploitation.

La présence des goélands est indéniable, mais la colonie qui fréquente le site, n'est pas très grosse par comparaison avec les CSD qui traitent majoritairement des ordures ménagères brutes.

Pour ce qui concerne les craintes de propagation de maladies, notamment la salmonellose, qui sont souvent associées à la présence des mouettes et goélands sur les terrains limitrophes, il est important de considérer que le problème ne s'est pas posé jusqu'à présent dans la ferme du Bois Archambault dont les étables sont quasiment adossées aux casiers du CSDU et dont le cheptel bovin pâture à proximité de la zone de stockage des déchets.

D'autre part le suivi analytique pratiqué sur les eaux souterraines prend déjà en compte la recherche des salmonelles et il en est de même pour les lixiviats épurés. Ces dispositions seront maintenues.

La surveillance des étangs qui porte actuellement sur les plans d'eau P514 (à l'intérieur du site) et P538 (au Nord du site) sera renforcée avec l'intégration de deux autres points d'eau. Il s'agit de la mare P555 (à l'intérieur du site) et de l'étang P556 en aval hydraulique de cette mare. Le suivi analytique sur ces quatre plans d'eau sera semestriel et il comportera notamment la recherche de salmonelles dorénavant.

◆ **Pollution des puits**

Commentaires

C'est une crainte récurrente des riverains quel que soit le site malgré les dispositifs de prévention mis en place (double barrière de sécurité), assurant l'étanchéité des casiers qui sont par ailleurs aménagés dans une formation argileuse.

Dans le cas présent, il n'y a pas de puits dans la bande périphérique des 200 m. Les six puits situés à moins de 500 m sont associés à l'habitat et sont généralement utilisés pour tous les usages domestiques (consommation humaine).

Ceci étant compte tenu du contexte topographique ces ouvrages sont situés en amont hydraulique du CSDU. La qualité de l'eau dépend intrinsèquement de l'environnement immédiat de ces puits et notamment du niveau de protection par rapport aux différentes sources de pollutions domestiques et/ou agricoles.

Par ailleurs il est important de considérer que le réseau de contrôle de la qualité des eaux souterraines, qui est très dense en périphérie du CSDU, permet de constater l'absence d'impact sur la nappe aquifère.

Ceci est notamment attesté par le suivi analytique pratiqué depuis le début de l'exploitation sur le forage de la ferme du Bois Archambault qui est un ouvrage très représentatif en raison de sa profondeur et de son utilisation permanente. D'autre part le suivi analytique pratiqué sur les eaux de surface traduit également l'absence d'impact.

Monographies des polluants

(Traduction du « Public Health Statement » des « toxicological profiles » de l'ATSDR, sauf les courtes synthèses signalées par une astérisque « * »)

Liste des substances

1. Substances organiques

- 1,1 Dichloroéthane
- 1,1 Dichloroéthylène
- 1,2 Dichloroéthane
- 2,3,7,8 TCDD
- Aldrine Dieldrine
- Benzène
- Benzo(a)pyrène
- Bromodichlorométhane
- Chlorure de vinyle
- DDT
- PCB
- Phénol
- Tétrachloroéthylène
- Toluène
- Trichloéthylène

1. Substances inorganiques

- Ammoniac
- Ethylmercaptan*
- Hydrogène de sulfure
- Méthylmercaptan
- Poussières*

2. Métaux

- Arsenic
- Cadmium
- Manganèse
- Nickel
- Plomb
- Zinc

Source : « Stockage des déchets
et santé publique »
INVS Septembre 2004

1,2-dichloroéthane

(Fiche élaborée en septembre 2001)

Le présent document s'intéresse au 1,2-dichloroéthane et à ses effets sur la santé en cas d'exposition. L'EPA (*Environmental Protection Agency* - Agence américaine pour la protection de l'environnement) fait l'inventaire des sites stockant des substances dangereuses considérés comme les plus à risque aux Etats-Unis. L'ensemble de ces sites composent la Liste de Priorité Nationale (LPN) et constituent la cible des opérations fédérales de dépollution à long terme. Au moins 570 de ces 1585 sites LPN actuels ou anciens contiennent du 1,2-dichloroéthane, mais le nombre exact des sites sur lesquels ce composé a été recherché n'est pas connu. En outre, le nombre de sites où sa présence est avérée est susceptible d'augmenter au fur et à mesure de la progression des recherches menées par l'EPA. Ces informations sont fondamentales, car ces sites sont à même de constituer autant de sources possibles d'exposition, et toute exposition au 1,2-dichloroéthane comporte un risque pour la santé.

Lorsqu'une substance est émise à partir d'une zone étendue, tel qu'un site industriel, ou qu'elle s'échappe d'un conteneur, tel qu'un bidon ou un flacon, elle pénètre dans l'environnement. Toute émission n'entraîne pas nécessairement une exposition. Une personne n'est exposée que lorsqu'elle entre en contact avec une substance. Une personne peut être exposée en inhalant, ingérant ou buvant cette substance, ou bien par contact cutané.

Lorsqu'il y a exposition au 1,2-dichloroéthane, de nombreux facteurs entrent en compte pour déterminer si la santé de la personne en sera ou non affectée : en particulier la dose (la quantité), la durée et les circonstances du contact. Il est également nécessaire de considérer les autres substances chimiques auxquelles la personne a pu éventuellement être exposée, ainsi que son âge, son sexe, son régime alimentaire, certaines caractéristiques familiales, son mode de vie et son état de santé général.

1. Qu'est-ce que le 1,2-dichloroéthane ?

Le 1,2-dichloroéthane est un liquide transparent de fabrication humaine qui n'existe pas spontanément dans la nature. Il s'évapore rapidement à température ambiante, possède une odeur agréable et une saveur sucrée, et brûle avec une flamme noirâtre. A l'heure actuelle, le 1,2-dichloroéthane est principalement utilisé pour synthétiser le chlorure de vinyle, qui entre lui-même dans la fabrication de toute une gamme de produits à base de matières plastiques et de vinyle, dont des canalisations en polychlorure de vinyle (PVC) et d'autres matériaux de construction de base, des garnitures pour mobilier et automobiles, des

Dans les sols, le 1,2-dichloroéthane s'évapore ou progresse en profondeur jusqu'à atteindre les nappes phréatiques. De petits organismes vivant dans ces milieux sont à même de le transformer en d'autres composés moins nocifs, mais ce processus est lent. Lorsqu'un sol est fortement contaminé, au niveau d'un site de dépôt de substances dangereuses, d'un site d'enfouissement ou à la suite d'un accident, le 1,2-dichloroéthane peut se répandre en sous-sol sur des distances importantes et polluer des points d'eau utilisés pour la consommation. Plus d'informations sur le devenir du 1,2-dichloroéthane dans l'environnement figurent aux chapitres 5 et 6.

3. De quelle façon peut-on être exposé au 1,2-dichloroéthane ?

Le plus souvent, les personnes sont exposées au 1,2-dichloroéthane dans l'air ou dans l'eau de boisson. L'exposition d'êtres humains survient habituellement sur les lieux d'un dépôt non sécurisé ou d'un déversement sur le sol. Toutefois, des concentrations faibles de 1,2-dichloroéthane ont par ailleurs été relevées dans l'air à proximité d'installations industrielles qui le synthétisent ou l'utilisent. En outre, il est également possible d'être exposé à des teneurs peu importantes en inhalant ou en touchant des produits anciens à base de 1,2-dichloroéthane, tels que des solutions nettoyantes, des pesticides et des colles pour papiers peints et pour tapis. Il reste que de telles expositions ne sont probablement pas assez intenses pour entraîner des répercussions néfastes sur la santé.

Du 1,2-dichloroéthane a été mesuré dans l'eau potable aux Etats-Unis, à des concentrations s'échelonnant entre 0,00005 et 0,064 ppm (ppm : partie de 1,2-dichloroéthane par million de parties d'eau). L'analyse d'échantillons provenant de 2783 sites abritant des résidus dangereux a montré que 12 % d'entre eux contiennent en moyenne 0,175 ppm de 1,2-dichloroéthane. Ce polluant a également été détecté dans l'air à proximité de zones urbaines, à des teneurs variant entre 0,0001 et 0,0015 ppm, et au voisinage de sites de dépôt de résidus dangereux, à des concentrations de 0,00001 à 0,000003 ppm. Les aliments en présentent également parfois de petites quantités.

Il est possible d'être exposé au 1,2-dichloroéthane qui est utilisé comme additif dans l'essence pour en réduire la teneur en plomb, mais on estime peu probable que ces doses modestes comportent un risque pour la santé humaine. Ce mode d'exposition est vraisemblablement peu répandu aux Etats-Unis, où l'essence au plomb n'est que rarement employée à l'heure actuelle.

Pour plus d'informations sur les niveaux de 1,2-dichloroéthane rencontrés dans l'environnement et sur les possibilités d'exposition, se reporter au chapitre 6.

4. De quelle façon le 1,2-dichloroéthane entre et sort-il de l'organisme ?

Le 1,2-dichloroéthane peut pénétrer dans l'organisme avec l'air qui est respiré ou l'eau de boisson. Des études conduites sur l'animal montrent que le 1,2-dichloroéthane est également capable d'être absorbé par la peau. Sur les lieux de travail comme ailleurs, les cas les plus fréquents d'exposition surviennent à l'occasion de la consommation d'une eau contaminée au 1,2-dichloroéthane ou de l'inhalation des vapeurs émises par une eau ou un sol contaminés avec ce produit.

Des expériences conduites sur des animaux montrent que le 1,2-dichloroéthane inhalé ou ingéré se répand dans de nombreux organes et qu'il est généralement éliminé en l'espace d'un ou deux jours dans l'air exhalé par les poumons. Les produits de la dégradation du 1,2-dichloroéthane dans l'organisme sont évacués sans délai dans les urines. Ce polluant s'évaporant rapidement dans l'atmosphère, les sols situés au voisinage de sites abritant des résidus dangereux n'en contiennent vraisemblablement pas de grandes quantités : il semblerait par conséquent que, sur ce type de site, les expositions par inhalation soient plus probables que les expositions par contact cutané avec de la terre contaminée.

Le chapitre 3 revient plus en détail sur la manière avec laquelle le 1,2-dichloroéthane pénètre dans l'organisme et en est éliminé.

5. De quelle façon le 1,2-dichloroéthane peut-il agir sur la santé ?

Une batterie de tests est utilisée par les chercheurs scientifiques dans le but de préserver la population des effets nocifs des substances chimiques toxiques et de découvrir des moyens de traiter les personnes atteintes.

Une façon de savoir si une substance chimique est nocive pour l'homme est de comprendre comment cette substance est absorbée, utilisée et éliminée de l'organisme ; il peut s'avérer nécessaire, pour certains produits, d'avoir recours à des tests sur des animaux. L'expérimentation animale peut également servir à mettre en évidence des effets tels que des cancers ou des malformations congénitales. Sans animaux de laboratoire, les chercheurs perdraient un moyen élémentaire de se procurer les informations dont ils ont besoin pour prendre des décisions éclairées en matière de santé publique. Il est de leur responsabilité de traiter les animaux de laboratoire avec soin et compassion. Il existe désormais des lois protégeant le bien-être de ces animaux, et les chercheurs doivent respecter les directives strictes qui ont été établies en ce qui concerne les soins qui doivent leur être apportés.

Les personnes qui ont été accidentellement exposées à des doses importantes de 1,2-dichloroéthane dans l'air ou qui en ont avalé – volontairement ou non – ont fréquemment

développé des troubles du système nerveux et des maladies du foie et des reins. Les poumons ont également été atteints lorsque de grandes quantités ont été inhalées. Beaucoup de ces victimes sont décédées d'une défaillance cardiaque. Les concentrations de 1,2-dichloroéthane qui ont été à l'origine de ces effets ne sont pas déterminées, mais elles sont vraisemblablement élevées. Des recherches sur des animaux de laboratoire ont pu montrer par ailleurs que l'inhalation ou l'ingestion de grandes quantités de 1,2-dichloroéthane se traduit par des troubles du système nerveux, des affections des reins et des désordres pulmonaires. Une diminution de la capacité à combattre les infections a également été notée chez des animaux en ayant inhalé ou ingéré, sans que l'on sache si cet effet s'observe aussi chez l'homme. Des expositions plus prolongées à des doses moins élevées induisent également, chez l'animal, des maladies des reins.

Pour l'heure, chez l'homme, le 1,2-dichloroéthane n'a pas encore été mis en cause dans des cas de cancers. D'après les conclusions d'une enquête, il y aurait un lien entre la présence de polluants dans l'eau du sous-sol, parmi lesquels le 1,2-dichloroéthane, et un accroissement de la fréquence de cancers - mais il est vraisemblable que les individus étudiés aient été simultanément exposés à de nombreuses autres substances chimiques. D'autre part, des cancers ont été relevés chez des animaux de laboratoire ayant reçu des doses élevées de 1,2-dichloroéthane dans leur nourriture, et, toujours chez l'animal, l'application de ce composé sur la peau s'est traduite par des tumeurs des poumons. Il n'est pas encore établi si le 1,2-dichloroéthane peut provoquer des cancers chez l'animal lorsqu'il est absorbé par inhalation. A la vue de ces résultats, qui soulignent l'existence de cas de cancer chez l'animal, il n'est pas permis d'écarter la possibilité d'un effet cancérigène du 1,2-dichloroéthane chez l'homme. D'après le DHHS (*Department of Health and Human Services* - ministère américain de la Santé et des Services Sociaux), le 1,2-dichloroéthane peut raisonnablement être considéré comme une substance cancérigène. Le Circ (Centre international de recherche sur le cancer) estime que le 1,2-dichloroéthane est un cancérigène possible pour l'homme, et l'EPA que le 1,2-dichloroéthane est un cancérigène probable pour l'homme.

Des informations complémentaires sur les effets du 1,2-dichloroéthane sur la santé peuvent être trouvées au chapitre 3.

6. De quelle façon le 1,2-dichloroéthane peut-il affecter les enfants ?

Cette section traite des effets potentiels d'une exposition sur la santé des enfants, de la conception à l'âge de 18 ans.

Les enfants peuvent être exposés au 1,2-dichloroéthane dans l'air qu'ils respirent ainsi que, sans doute, dans l'eau de boisson. Le 1,2-dichloroéthane entrerait autrefois dans la fabrication

de certains produits d'utilisation courante tels que des solutions nettoyantes et des adhésifs, mais ce n'est plus le cas aujourd'hui. L'utilisation de ces vieux produits au 1,2-dichloroéthane, par exemple pour le nettoyage des sols ou le collage des moquettes, est susceptible de se révéler une source d'exposition pour les enfants, qui passent souvent du temps à ramper et à jouer au sol. Toutefois, comme ce composé s'évapore très rapidement, ce type d'exposition ne dure pas plus de quelques jours. D'autre part, il est peu probable que des enfants puissent être exposés au 1,2-dichloroéthane par l'intermédiaire des vêtements de travail ou d'autres objets provenant du lieu de travail des parents. Il reste que, ce composé ayant déjà été mis en évidence dans du lait de femme, il est possible que des nourrissons en consommation lorsqu'ils sont allaités par des mères ayant elles-mêmes été au contact d'une source de 1,2-dichloroéthane.

Aucune recherche n'a été consacrée aux effets du 1,2-dichloroéthane sur la santé des enfants, et on ne dispose d'aucune information fiable permettant de savoir si ce composé est à même de provoquer des malformations congénitales. Une étude paraît suggérer que des problèmes cardiaques pourraient survenir chez les enfants *in utero* de femmes exposées à un ensemble de composés chimiques dont le 1,2-dichloroéthane, mais ces résultats ne sont pas suffisamment concluants pour qu'il soit permis d'affirmer que le 1,2-dichloroéthane est bien l'agent responsable des malformations observées. Des travaux portant sur des animaux de laboratoire en gestation semblent au contraire indiquer que ce composé n'entraîne probablement ni malformations congénitales, ni problèmes de reproduction. Toutefois, il paraît clair que lorsqu'une femelle gravide est exposée au 1,2-dichloroéthane, les jeunes qu'elle porte sont également susceptibles d'être exposés.

Il est vraisemblable que des enfants exposés au 1,2-dichloroéthane après leur naissance manifestent les mêmes effets que ceux attendus chez les adultes, en particulier les atteintes hépatiques et rénales. On ne dispose d'aucune donnée permettant de savoir si enfants et adultes diffèrent quant à leur sensibilité aux effets du 1,2-dichloroéthane.

Pour plus d'informations sur les effets du 1,2-dichloroéthane sur la santé des enfants, se reporter à la section 3.7.

7. Comment peut-on limiter le risque d'exposition au 1,2-dichloroéthane dans le cadre du foyer familial ?

Si un médecin généraliste découvre que l'on a été exposé à des quantités non négligeables de 1,2-dichloroéthane, il convient de lui demander si des enfants ont également pu être affectés. Le médecin peut être amené, le cas échéant, à demander au ministère de la Santé Publique de l'Etat de résidence de procéder à une enquête sanitaire.

Le 1,2-dichloroéthane était autrefois utilisé dans certains produits d'utilisation courante tels que des solutions nettoyantes, des pesticides et des colles pour moquettes et papiers peints. D'anciens restes de produits de ce type sont parfois encore présents au domicile : cette source d'exposition est facilement éliminée par la mise au rebut immédiate de ces articles périmés. Par ailleurs, dans le souci de prévenir tout empoisonnement accidentel, les substances chimiques utilisées au domicile doivent être rangées hors de portée des enfants. Ces produits doivent toujours être conservés dans leur emballage d'origine portant les instructions qui les concernent, et jamais dans des récipients de récupération susceptibles d'exciter la curiosité et la gourmandise des enfants, comme d'anciennes bouteilles de boisson gazeuse. Il est prudent de garder le numéro de téléphone du centre anti-poison à proximité du téléphone. Des enfants plus âgés inhalent parfois des produits chimiques ménagers à la recherche de sensations fortes, et peuvent s'exposer de la sorte au 1,2-dichloroéthane s'ils respirent des substances qui en contiennent. Il est conseillé de discuter avec les enfants des dangers de respirer des produits chimiques. Se débarrasser des produits qui contiennent du 1,2-dichloroéthane permet de limiter les risques d'exposition. Pour ce faire, il convient de s'assurer de la filière réglementaire à respecter en contactant les autorités sanitaires locales.

Du 1,2-dichloroéthane a été décelé dans l'eau potable aux Etats-Unis, le plus souvent à des concentrations modestes qui ne comportent pas de risque majeur pour la santé. Il est possible de s'adresser au distributeur ou aux autorités sanitaires locales pour obtenir des informations sur les teneurs de l'eau en 1,2-dichloroéthane.

8. Existe-t-il un test médical permettant d'établir si une personne a été exposée au 1,2-dichloroéthane ?

Les personnes exposées présentent du 1,2-dichloroéthane dans l'haleine, le sang, le lait et les urines. Comme il est facile de récolter des échantillons de l'air expiré, l'analyse de ce type de prélèvement constitue à l'heure actuelle un moyen de dépister les expositions récentes au 1,2-dichloroéthane. Toutefois, les tests capables de détecter des concentrations peu importantes de ce composé dans l'haleine, les tissus et les liquides biologiques ne sont pas toujours disponibles chez le médecin généraliste, dans la mesure où ils nécessitent un matériel particulier. Il reste que le médecin peut diriger le patient vers un établissement où ces analyses sont possibles. Bien que ces tests puissent révéler l'existence d'une exposition au 1,2-dichloroéthane, ils ne permettent pas de prévoir si la santé du sujet en sera affectée. Ces méthodes sont surtout utiles pour détecter les expositions datant de quelques jours au plus, étant donné que le 1,2-dichloroéthane est assez rapidement évacué de l'organisme. En outre, les personnes exposées sur des sites abritant des résidus dangereux sont souvent simultanément exposées à d'autres composés organiques, de sorte que les teneurs que ces

tests mettent en évidence dans leur organisme peuvent ne pas refléter les quantités exactes de 1,2-dichloroéthane effectivement reçues. Des méthodes permettant de dépister les dysfonctionnements des poumons, du foie et des reins peuvent être mise en œuvre par les médecins généralistes, mais elles ne permettent pas de déterminer précisément le facteur substances chimiques en général et ne permettent pas de déterminer précisément le facteur qui en est responsable. En outre, ces mêmes organes peuvent également être lésés par des habitudes de la vie quotidienne (par exemple la consommation d'alcool ou de tabac) ou par l'action conjuguée de plusieurs facteurs environnementaux. Il existe enfin des moyens d'évaluer d'autres conséquences d'une exposition au 1,2-dichloroéthane, comme par exemple des variations de niveaux enzymatiques, mais, ici encore, les effets mesurés peuvent également être dus à d'autres substances chimiques.

9. Quelles sont les recommandations du gouvernement fédéral des Etats-Unis en matière de protection de la santé ?

Le gouvernement fédéral met au point des textes réglementaires et des recommandations destinés à préserver la santé publique. Les textes réglementaires sont juridiquement exécutoires. L'EPA, l'Osha (*Occupational Safety and Health Administration* – Secrétariat américain pour la sécurité et l'hygiène au travail) et la FDA (*Food and Drug Administration* – Secrétariat américain aux produits alimentaires et pharmaceutiques) sont tous des organes fédéraux qui établissent les réglementations en matière de substances toxiques. Les recommandations, en revanche, si elles apportent des directives précieuses pour mieux protéger la santé publique, ne sont pas juridiquement exécutoires. L'ATSDR (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry* – Bureau d'enregistrement des substances toxiques et des maladies) et le Niosh (*National Institute for Occupational Safety and Health* – Institut national pour la sécurité et l'hygiène au travail) sont les organismes fédéraux qui mettent au point les recommandations relatives aux substances toxiques.

Les niveaux de pollution de l'air, de l'eau, du sol et des aliments à ne pas dépasser qui figurent dans ces textes réglementaires et recommandations s'inspirent généralement de résultats obtenus sur l'animal et ajustés en vue de protéger la population humaine. Les niveaux proposés peuvent varier d'un organisme à l'autre, en particulier à cause des différences de durées d'exposition (une journée de travail de 8 heures ou une journée entière de 24 heures) et des études de référence qui ne sont pas toujours les mêmes.

Règlements et recommandations sont régulièrement remis à jour au fur et à mesure de l'avancée des connaissances sur le sujet. Les informations les plus récentes peuvent être obtenues auprès des organismes fédéraux compétents. Les textes mentionnent parfois, en ce qui concerne le 1,2-dichloroéthane, les valeurs qui sont spécifiées ci-après.

Le gouvernement fédéral a mis au point des normes réglementaires et des directives dans le but de préserver la population des effets possibles de l'inhalation de 1,2-dichloroéthane dans l'air. Sur les lieux de travail, l'Osha a fixé à 50 ppm la concentration maximale admissible de 1,2-dichloroéthane dans l'air, sur une journée de travail de 8 heures au sein d'une semaine de 40 heures. Le Niosh recommande que personne ne soit exposé quotidiennement, dans le cadre de son activité professionnelle, à plus de 1 ppm de 1,2-dichloroéthane sur une journée de 10 heures au sein d'une semaine de 40 heures. Cet organisme considère d'ailleurs ce polluant comme un agent possible pouvant provoquer des cancers professionnels. L'EPA, en se basant sur les résultats obtenus chez l'animal, estime que le 1,2-dichloroéthane est un cancérigène probable pour l'homme.

Le gouvernement fédéral a également instauré des normes réglementaires et des directives visant à préserver la population des effets éventuels de l'ingestion de 1,2-dichloroéthane dans l'eau de boisson. L'EPA a fixé à 0,005 milligrammes par litre (mg/L), soit 0,005 ppm, la concentration maximale admissible de 1,2-dichloroéthane dans l'eau potable.

10. Pour plus d'informations

Pour obtenir des réponses à ses interrogations et préoccupations, chacun peut s'adresser aux services publics compétents en matière de santé et d'environnement, ou encore contacter :

Agency for Toxic Substances and Disease Registry

Division of Toxicology

1600 Clifton Road NE

Mailstop E-29

Atlanta, GA 30333

Etats-Unis

Ligne téléphonique d'information et d'assistance technique :

Téléphone : 1-888-42-ATSDR (1-888-422-8737) ou (404) 639-6357

Fax : (404) 639-6359

L'ATSDR peut également communiquer les adresses d'établissements médicaux spécialisés dans les maladies liées au travail et à l'environnement, capables de reconnaître, d'évaluer et de traiter les désordres résultant d'une exposition à des substances dangereuses.

Benzène

(Fiche élaborée en septembre 1997)

Le présent document traite du benzène et de ses effets sur la santé en cas d'exposition. L'EPA (*Environmental Protection Agency* - Agence américaine pour la protection de l'environnement) fait l'inventaire des sites de dépôt de substances dangereuses considérés comme les plus à risque aux Etats-Unis. L'ensemble de ces sites composent la Liste de Priorité Nationale (NPL) et constituent la cible des opérations fédérales de dépollution à long terme. Au moins 816 de ces 1 428 sites NPL actuels ou anciens contiennent du benzène, mais le nombre exact de sites sur lesquels ce composé a été recherché n'est pas connu. En outre, le nombre de sites où sa présence est avérée est susceptible d'augmenter au fur et à mesure de la progression des recherches menées par l'EPA. Ces informations sont fondamentales, car ces sites sont à même de constituer autant de sources possibles d'exposition, et toute exposition au benzène comporte un risque pour la santé.

Lorsqu'une substance est émise à partir d'une zone étendue, tel qu'un site industriel, ou qu'elle s'échappe d'un conteneur, tel qu'un bidon ou un flacon, elle pénètre dans l'environnement. Toute émission n'entraîne pas nécessairement une exposition. Une personne n'est exposée que lorsqu'elle entre en contact avec une substance. Une personne peut être exposée en inhalant, ingérant ou buvant cette substance, ou bien par contact cutané.

Lorsqu'il y a exposition au benzène, de nombreux facteurs entrent en compte pour déterminer si la santé de la personne en sera ou non affectée : en particulier la dose (la quantité), la durée et les circonstances du contact. Il est également nécessaire de considérer les autres substances chimiques auxquelles la personne a pu éventuellement être exposée, ainsi que son âge, son sexe, son régime alimentaire, certaines caractéristiques familiales, son mode de vie et son état de santé général.

1. Qu'est-ce que le benzène ?

Le benzène, également connu autrefois sous le nom de benzine, est un liquide incolore doté d'une odeur agréable. Il s'évapore très rapidement et se dissout légèrement dans l'eau. Il est très inflammable. L'être humain le perçoit généralement à l'odorat à partir de 1,5 à 4,7 ppm dans l'air et 2 ppm dans l'eau (ppm : parties de benzène par million de parties d'eau). Sa saveur devient généralement perceptible dans l'eau à partir de 0,5 à 4,5 ppm. On trouve du benzène dans l'air, l'eau et les sols.

Sa présence dans l'environnement résulte de processus naturels mais également des activités humaines. Ce composé a été découvert et isolé dans les années 1800, dans le goudron de houille (« coal tar »). De nos jours, il est essentiellement élaboré à partir de produits pétroliers. Etant donné la grande diversité de ses utilisations, le benzène fait partie, en volume de production, des 20 substances chimiques les plus synthétisées aux Etats-Unis. Beaucoup d'industries l'utilisent comme intermédiaire dans la synthèse d'autres composés, tels que le styrène (qui permet d'obtenir le polystyrène expansé et d'autres matières plastiques), le cumène (pour la fabrication de différentes résines) et le cyclohexane (dans la production de polyamides et d'autres fibres synthétiques). Le benzène entre par ailleurs dans la fabrication de caoutchoucs, lubrifiants, teintures, détergents, produits pharmaceutiques et pesticides. Les sources naturelles de benzène, dont font partie les éruptions volcaniques et les feux de forêt, contribuent également à sa présence dans l'environnement. On rencontre en outre ce composé dans le pétrole brut, l'essence et la fumée de cigarette.

Se reporter aux chapitres 3 et 4 pour plus d'informations sur les propriétés et les utilisations du benzène.

2. Qu'arrive-t-il au benzène lorsqu'il pénètre dans l'environnement ?

Le benzène est un composé que l'on trouve fréquemment dans l'environnement. Il est principalement émis par les processus industriels ; en outre, sa mise au rebut et son stockage, la combustion de charbon et de pétrole, les gaz d'échappement des véhicules à moteur et les émanations des stations-service peuvent tous contribuer à l'accroissement de sa concentration dans l'atmosphère. La fumée de tabac, qui contient des quantités importantes de benzène, en constitue une source supplémentaire. Les sols et l'eau sont susceptibles d'être contaminés par les rejets industriels, la mise au rebut de produits contenant du benzène et les fuites d'essence provenant de réservoirs souterrains.

Le benzène qui se trouve à la surface des sols et de l'eau peut s'évaporer dans l'atmosphère, où il réagit avec d'autres composés chimiques et finit par être dégradé après quelques jours. Le benzène atmosphérique est également susceptible de s'associer à la pluie ou à la neige et d'être ainsi entraîné au sol.

Dans l'eau et dans les sols, la dégradation du benzène est plus lente. Comme il est légèrement soluble dans l'eau, le benzène peut s'enfoncer dans les sols et gagner les nappes phréatiques. Il ne s'accumule pas dans les organismes végétaux ou animaux.

Pour plus d'informations sur le sort du benzène dans l'environnement, consulter les chapitres 4 et 5.

B-1

3. De quelle façon peut-on être exposé au benzène ?

L'essentiel de la population est chaque jour exposé à de petites quantités de benzène. Il est possible d'être exposé à l'extérieur, sur le lieu de travail ou au domicile. La population générale est surtout exposée par l'inhalation d'air contaminé au benzène, dont les principales sources sont la fumée de tabac, les stations-service, les gaz d'échappement et les émissions industrielles. Les vapeurs (ou gaz) émanant de produits qui contiennent du benzène, tels que colles, peintures, cires pour meubles et détergents, peuvent également être à l'origine d'expositions. Les gaz d'échappement des automobiles et les émissions industrielles contribuent ensemble à environ 20 % de l'exposition générale aux Etats-Unis, tandis que la part due au tabagisme actif et à la fumée de tabac (tabagisme passif) se monte à environ 50 %. Un fumeur moyen qui consomme 32 cigarettes par jour absorbe quotidiennement environ 1,8 milligrammes (mg) de benzène, ce qui correspond à dix fois la dose moyenne que reçoivent chaque jour les non fumeurs.

Les concentrations normales de benzène dans l'air varient entre 0,0028 et 0,020 ppm (ce qui correspond à environ 3 microgrammes par mètre cube). La population des villes et des centres industriels est généralement exposée à des concentrations plus élevées de benzène atmosphérique que les populations des régions rurales. D'autre part, l'air est souvent plus chargé en benzène à l'intérieur des habitations qu'à l'extérieur. Les personnes qui vivent au voisinage de décharges, de raffineries de pétrole, d'usines pétrochimiques ou de stations-service courent le risque d'être exposées à des concentrations anormalement élevées de benzène dans l'air.

Pour la plus grande partie de la population, les aliments, les boissons et l'eau potable constituent une source d'exposition moins importante que l'air. L'eau potable contient le plus souvent moins de 0,0001 ppm de benzène. Toutefois, du benzène a été découvert dans des eaux en bouteille, des boissons alcoolisées de type apéritifs/digestifs et des aliments. D'autre part, l'eau de certains puits peut être contaminée par des fuites de benzène provenant de réservoirs d'essence souterrains, de sites d'enfouissement ou de sites abritant des résidus dangereux. Les personnes dont l'eau du robinet contient du benzène sont susceptibles d'être exposées en la buvant ou en consommant des aliments préparés avec elle, ou encore par inhalation, lors de la douche, du bain ou de la cuisson des repas.

Les personnes qui travaillent dans des secteurs industriels où le benzène est synthétisé ou utilisé sont à même de recevoir les doses les plus importantes. Jusqu'à 238 000 personnes pourraient ainsi être exposées au benzène sur leur lieu de travail aux Etats-Unis. Les principaux secteurs à risque sont la production de benzène (les industries pétrochimiques et carbochimiques et les raffineries de pétrole), la fabrication de pneus en caoutchouc, ainsi

que le stockage et le transport du benzène et des produits pétroliers contenant du benzène. D'autres types de profession comportent également un certain danger d'exposition au benzène, en particulier la métallurgie, l'imprimerie, l'industrie du caoutchouc, la cordonnerie, le travail en laboratoire, la lutte contre l'incendie et le travail en station-service.

Consulter le chapitre 5 pour en savoir plus sur les différentes sources d'exposition au benzène.

4. De quelle façon le benzène entre et sort-il de l'organisme ?

Le benzène peut pénétrer dans l'organisme par les poumons, lorsque de l'air contaminé est inhalé, ou par le tractus digestif, lorsque de l'eau ou des aliments qui contiennent du benzène sont ingérés. En outre, le benzène est capable de traverser la peau à l'occasion d'un contact cutané avec un produit qui contient du benzène, tel que l'essence.

En cas d'inhalation de quantités importantes de benzène, environ la moitié de ce qui est inhalé ressort lors de l'expiration. Le reste traverse la paroi alvéolaire des poumons et gagne la Circulation sanguine. Des recherches menées sur l'animal montrent que le comportement du benzène à l'intérieur de l'organisme reste le même, qu'il ait été absorbé par ingestion ou par inhalation. En cas de contact cutané avec du benzène ou des produits qui en contiennent, de petites quantités sont susceptibles de traverser la peau et d'atteindre la Circulation sanguine. Une fois dans le sang, le benzène se répand dans l'ensemble de l'organisme et peut être stocké transitoirement dans la moelle osseuse et les tissus adipeux. Le benzène est transformé dans le foie et la moelle osseuse en d'autres composés, ou métabolites, qui seraient responsables d'une partie des effets nocifs attribués au benzène. La plupart des métabolites du benzène sont évacués dans les urines dans les 48 heures qui suivent l'exposition.

Des informations plus détaillées figurent au chapitre 2 sur les différents modes d'absorption et d'élimination du benzène.

5. De quelle façon le benzène peut-il agir sur la santé ?

Une batterie de tests est utilisée par les chercheurs scientifiques dans le but de préserver la population des effets nocifs des substances chimiques toxiques et de découvrir des moyens de traiter les personnes atteintes.

Une façon de savoir si une substance chimique est nocive pour l'homme est de comprendre comment cette substance est absorbée, utilisée et éliminée de l'organisme ; il peut s'avérer nécessaire, pour certains produits, d'avoir recours à des tests sur des animaux. L'expérimentation animale peut également servir à mettre en évidence des effets tels que des cancers ou des malformations congénitales. Sans animaux de laboratoire, les

chercheurs perdraient un moyen élémentaire de se procurer les informations dont ils ont besoin pour prendre des décisions éclairées en matière de santé publique. Il est de leur responsabilité de traiter les animaux de laboratoire avec soin et compassion. Il existe désormais des lois protégeant le bien-être de ces animaux, et les chercheurs doivent respecter les directives strictes qui ont été établies en ce qui concerne les soins qui doivent leur être apportés.

Après une exposition au benzène, l'apparition d'éventuels effets indésirables ainsi que la nature et la gravité de ces effets dépendent de plusieurs facteurs, et en particulier de la dose reçue et de la durée de l'exposition. L'essentiel des données dont on dispose sur les effets d'expositions prolongées proviennent d'enquêtes consacrées à des personnes travaillant dans des installations industrielles où le benzène est synthétisé ou utilisé. Ces individus ont été exposés à des niveaux de benzène dans l'air très largement supérieurs aux niveaux habituellement rencontrés par les membres de la population générale. Les concentrations de benzène sur les lieux de travail sont toutefois bien moins élevées de nos jours que par le passé ; cette diminution, liée à la possibilité de recourir à des équipements de protection tels que des appareils de protection respiratoire, a entraîné la réduction du nombre de cas d'intoxications d'origine professionnelle.

Une exposition brève, de l'ordre de 5 à 10 minutes, à des concentrations très élevées de benzène dans l'air (10 000 – 20 000 ppm) peut avoir une issue fatale. Des somnolences, des vertiges, une accélération du rythme cardiaque, des maux de tête, des tremblements, une confusion mentale et une perte de conscience sont susceptibles d'apparaître après exposition à des teneurs moins importantes, comprises entre 700 et 3000 ppm. Dans la plupart des cas, ces effets s'estompent lorsqu'il est mis fin à l'exposition et que le sujet retrouve de l'air frais.

La consommation d'aliments ou de boissons dont les teneurs en benzène sont élevées peut provoquer des vomissements, une irritation de l'estomac, des vertiges, de la somnolence, des convulsions, une accélération du rythme cardiaque, le coma, et voire même le décès. Les effets de l'ingestion de concentrations plus modestes de benzène, en revanche, ne sont pas connus. Ce composé peut induire l'apparition de rougeurs et de lésions cutanées lorsqu'il est répandu sur la peau, et, dans les yeux, peut provoquer une irritation générale et même endommager la cornée.

Le benzène agit en outre sur le sang. Les tissus responsables de la fabrication des globules rouges, en particulier la moelle osseuse, sont susceptibles d'être affectés chez les personnes amenées à respirer du benzène sur de longues périodes. La production normale du sang s'en trouve parfois désorganisée, avec une raréfaction de certains des principaux

éléments du tissu sanguin. Une baisse des globules rouges peut ainsi entraîner une anémie, tandis que la réduction d'autres composantes peut être à l'origine d'hémorragies. Toutefois, la production sanguine est susceptible de retrouver un fonctionnement normal après cessation de toute exposition. Une surexposition au benzène peut en outre se révéler néfaste pour le système immunitaire ; elle augmente les probabilités d'infection et pourrait avoir une action dépressive sur les mécanismes dont dispose l'organisme pour lutter contre le cancer.

Le benzène est en effet à l'origine de cancers au niveau des organes responsables de la formation du sang. Le DHHS (*Department of Health and Human Services* – le ministère de la Santé et des Services Sociaux) considère ce composé comme un cancérigène reconnu, et, de même, le Circ (Centre international de recherche contre le cancer) et l'EPA le classent parmi les substances cancérigènes pour l'homme. L'exposition prolongée à des concentrations relativement importantes de benzène dans l'air peut entraîner des cancers des organes qui élaborent les cellules sanguines – des maladies également connues sous le nom de leucémies. L'exposition au benzène a été plus particulièrement mise en cause dans une forme particulière de leucémie, la leucémie aiguë myéloblastique (LAM).

Le benzène peut en outre porter atteinte aux organes reproducteurs. Des femmes ayant inhalé, sur leur lieu de travail, de fortes doses de benzène pendant de nombreux mois ont présenté des règles irrégulières, et leur examen médical a mis en évidence une diminution de la taille des ovaires. Toutefois, les niveaux d'exposition ne sont pas connus avec précision, et l'étude de ces cas n'a pas pu démontrer de manière concluante la responsabilité du benzène dans les troubles observés. Les effets éventuels d'une exposition sur l'embryon ou le fœtus en développement chez la femme enceinte, ou sur la fécondité masculine, ne sont pas connus. D'après des expériences menées sur des animaux en gestation, l'inhalation de benzène a des effets négatifs sur le fœtus qui se traduisent en particulier par un faible poids de naissance, un retard de l'ossification et des lésions de la moelle osseuse.

Les répercussions éventuelles d'une exposition prolongée par ingestion ne sont pas connues chez l'homme. Chez l'animal, la consommation de nourriture ou d'eau contaminée au benzène peut affecter le sang et le système immunitaire, et même provoquer des cancers.

Le chapitre 2 contient des informations plus détaillées sur les effets du benzène sur la santé.

6. Existe-t-il un test médical permettant d'établir si une personne a été exposée au benzène ?

Plusieurs tests permettent de dépister l'exposition au benzène ; certains peuvent même être effectués par le médecin généraliste. Toutefois, tous ne sont que partiellement informatifs.

En ce qui concerne la mesure de la concentration de benzène dans l'haléine, le test doit être fait rapidement après l'exposition, et n'est de plus pas très utile pour la détection des très faibles teneurs. Le benzène peut également être dosé dans le sang mais, ici encore, la mesure n'est précise que lorsque l'exposition est récente, dans la mesure où le benzène disparaît rapidement de la Circulation sanguine. Dans l'organisme, le benzène est converti en divers métabolites dont certains, tels que le phénol, l'acide muconique et l'acide S-phényl mercapturique, peuvent être mesurés dans les urines. Le dosage du phénol urinaire a d'ailleurs été utilisé comme moyen de contrôle de l'exposition professionnelle au benzène ; toutefois, cette méthode ne devient intéressante qu'à partir d'un niveau d'exposition de 10 ppm dans l'air, nécessite elle aussi d'être conduite promptement après l'exposition et ne constitue, de plus, qu'un piètre indicateur de la dose de benzène effectivement reçue - le phénol urinaire pouvant en effet avoir d'autres origines que le benzène (alimentation, environnement). L'acide muconique et l'acide S-phényl mercapturique mesurés dans les urines sont des indicateurs plus sensibles et plus fiables de l'exposition au benzène. Il reste que ni le dosage du benzène sanguin ni celui de ses métabolites dans les urines ne permettent de prévoir si l'état de santé du sujet sera affecté. La détermination du niveau d'exposition et de ses effets éventuels sur la santé passe par l'analyse détaillée du tissu sanguin et de la moelle osseuse.

Chez les personnes ayant subi une exposition à des concentrations relativement élevées de benzène, l'établissement de profils sanguins complets permet de suivre les éventuelles modifications liées à l'exposition. Les analyses sanguines ne sont toutefois pas utiles lorsque le niveau d'exposition est peu important. Se reporter aux chapitres 2 et 6 pour plus d'informations sur le dépistage des expositions au benzène.

7. Quelles sont les recommandations du gouvernement fédéral des Etats-Unis en matière de protection de la santé ?

Le gouvernement fédéral met au point des textes réglementaires et des recommandations destinés à préserver la santé publique. Les textes réglementaires sont juridiquement exécutoires. L'EPA, l'Osha (Occupational Safety and Health Administration - Secrétariat américain pour la sécurité et l'hygiène au travail) et la FDA (Food and Drug Administration - Secrétariat américain aux produits alimentaires et pharmaceutiques) sont tous des organes fédéraux qui établissent les réglementations en matière de substances toxiques. Les recommandations, en revanche, si elles apportent des directives précieuses pour mieux protéger la santé publique, ne sont pas juridiquement exécutoires. L'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry - Bureau d'enregistrement des substances toxiques et des maladies) et le Niosh (National Institute for Occupational Safety and Health - Institut

national pour la sécurité et l'hygiène au travail) sont les organismes fédéraux qui mettent au point les recommandations relatives aux substances toxiques.

Les niveaux de pollution de l'air, de l'eau, du sol et des aliments à ne pas dépasser qui figurent dans ces textes réglementaires et recommandations s'inspirent généralement de résultats obtenus sur l'animal et ajustés en vue de protéger la population humaine. Les niveaux proposés peuvent varier d'un organisme à l'autre, en particulier à cause des différences de durées d'exposition (une journée de travail de 8 heures ou une journée entière de 24 heures) et des études de référence qui ne sont pas toujours les mêmes.

Règlements et recommandations sont régulièrement remis à jour au fur et à mesure de l'avancée des connaissances sur le sujet. Les informations les plus récentes peuvent être obtenues auprès des organismes fédéraux compétents. Les textes mentionnent parfois, en ce qui concerne le benzène, les valeurs qui sont spécifiées ci-après.

L'EPA a fixé à 0,005 ppm la concentration maximale admissible dans l'eau potable. Toutefois, comme ce composé peut être à l'origine de leucémies, ce même organisme s'est donné comme objectif une teneur de 0 ppm dans l'eau de boisson et les milieux aquatiques tels que lacs et rivières. L'EPA considère que la consommation régulière de 0,01 ppm de benzène dans l'eau potable, ou l'inhalation à vie de 0,0004 ppm de benzène dans l'air, pourrait déterminer l'apparition d'un cas de cancer sur 100 000 personnes ainsi exposées. En ce qui concerne les enfants, l'EPA recommande en outre de d'établir à 0,2 ppm la concentration maximale admissible dans l'eau potable pour les expositions brèves (10 jours). L'EPA exige que le Centre d'information national soit informé de tout déversement de benzène dans l'environnement supérieur ou égal à 10 livres (4,54 kg).

Les niveaux de benzène sur les lieux de travail sont réglementés par l'Osha. La concentration maximale admissible de benzène dans l'air y est de 1 ppm sur une journée de travail de 8 heures au sein d'une semaine de 40 heures. Comme ce composé peut être à l'origine de cancers, le Niosh recommande que toute personne susceptible d'y être exposée soit équipée d'un appareil de protection respiratoire (Niosh, 1974).

Le chapitre 7 traite plus en détails de ces diverses réglementations fédérales.

8. Pour plus d'informations

Pour obtenir des réponses à ses interrogations et préoccupations, chacun peut s'adresser aux services publics compétents en matière de santé et d'environnement, ou encore contacter :

Agency for Toxic Substances and Disease Registry
Division of Toxicology

1600 Clifton Road NE
Mailstop E-29
Atlanta, GA 30333
Etats-Unis

Ligne téléphonique d'information et d'assistance technique :

Téléphone : (404) 639-6000

Fax : (404) 639-6315 ou 6324

L'ATSDR peut également communiquer les adresses d'établissements médicaux spécialisés dans les maladies liées au travail et à l'environnement, capables de reconnaître, d'évaluer et de traiter les désordres résultant d'une exposition à des substances dangereuses.

Pour commander des profils toxicologiques :

National Technical Information Service,

5285 Port Royal Road,

Springfield,

VA 22161,

Etats-Unis

Téléphone : (800) 553-6847 ou (703) 487-4650

Sulfure d'hydrogène

(Fiche élaborée en juillet 1999)

Ce document d'information en donne des infos sur le sulfure d'hydrogène (H²S) en en soulignant les effets d'exposition. L'EPA (*Environmental Protection Agency* - Agence américaine pour la protection de l'environnement) a fait l'inventaire des sites abritant des déchets dangereux et considérés comme étant les plus à risque aux Etats-Unis. L'ensemble de ces sites composent la liste de priorité nationale (NPL) et constituent la cible à long-terme des opérations fédérales de dépollution. Au moins 29 de ces 1467 sites NPL actuels ou anciens présentent du sulfure d'hydrogène, mais le nombre exact de sites sur lesquels cette substance a été recherchée n'est pas connu. En outre, le nombre de sites où la présence de sulfure d'hydrogène est avérée est susceptible d'augmenter au fur et à mesure de l'avancée des recherches menées par l'EPA. Ces informations sont importantes, car ces sites sont à même de constituer autant de sources possibles d'exposition, et toute exposition au sulfure d'hydrogène comporte un risque pour la santé.

Lorsqu'une substance est émise à partir d'une zone étendue, tel qu'un site industriel, ou qu'elle s'échappe d'un conteneur, tel qu'un bidon ou un flacon, elle pénètre dans l'environnement. Toute émission n'entraîne pas nécessairement une exposition. Une personne n'est exposée que lorsqu'elle entre en contact avec une substance. Une personne peut être exposée en inhalant, ingérant ou buvant cette substance, ou bien par contact cutané.

Lorsqu'il y a exposition au sulfure d'hydrogène, de nombreux facteurs entrent en compte pour déterminer s'il y aura ou non des conséquences pour la santé de la personne : en particulier la dose (la quantité), la durée et les circonstances du contact. Il est également nécessaire de considérer les autres substances chimiques auxquelles la personne a pu éventuellement être exposée, ainsi que son âge, son sexe, son régime alimentaire, certaines caractéristiques familiales, son mode de vie et son état de santé général.

1. Qu'est ce que le sulfure d'hydrogène ?

Le sulfure d'hydrogène est un gaz incolore, inflammable dans les conditions ordinaires. On le connaît également sous les noms de sulfure d'hydrogène ou d'acide sulfurique (terme généralement réservé à la solution aqueuse). Ce composé nauséabond dégage une odeur d'œufs pourris, détectable par l'homme à des concentrations aussi faibles que 0,0005 ppm (1 ppm = 1 partie de sulfure d'hydrogène pour un million de parties d'air). Toutefois, au-dessus de 100 ppm, rares sont ceux qui peuvent encore détecter ce gaz, ce qui le rend très dangereux. Le sulfure d'hydrogène est synthétisé de façon naturelle, mais est aussi produit

par les activités humaines. Il est naturellement présent dans le pétrole brut, le gaz naturel, les gaz volcaniques et les sources chaudes, et est souvent libéré par les dégradations bactériennes de la matière organique. Il est en outre émis par les déchets humains et animaux et peut être présent dans les stations d'épuration des eaux usées, les sédiments de pisciculture, les bâtiments d'élevage et les fosses à fumier. Les sources industrielles comprennent les raffineries de pétrole, les installations de traitement de gaz naturel, les industries pétrochimiques, les fours à coke, les usines de papier Kraft, les industries de transformation des produits alimentaires et les tanneries. Les bactéries de la bouche et du tractus gastro-intestinal produisent également de l'hydrogène sulfuré, tout comme certaines enzymes qui se trouvent dans le cerveau et les muscles.

2. Qu'arrive-t-il au sulfure d'hydrogène lorsqu'il pénètre dans l'environnement ?

Le sulfure d'hydrogène est essentiellement libéré sous forme gazeuse et se répand ainsi dans l'atmosphère. Il peut arriver, cependant, qu'il soit émis dans des rejets liquides de certaines usines. Lorsqu'il s'échappe sous forme gazeuse, il peut se transformer, dans l'atmosphère, en dioxyde de soufre et en acide sulfurique. Le dioxyde de soufre peut se dégrader plus avant et constituer l'un des composés les plus impliqués dans la formation des pluies acides. On estime que le sulfure d'hydrogène persiste 18 heures en moyenne dans l'atmosphère.

3. De quelle façon peut-on être exposé au sulfure d'hydrogène ?

L'organisme humain produit lui-même de petites quantités de sulfure d'hydrogène. L'air contenu dans la bouche peut présenter entre 0,001 ppm et 0,1 ppm de sulfure d'hydrogène, et les concentrations moyennes mesurées dans les gaz intestinaux varient entre 1 et 4 ppm. Les niveaux présents dans l'air et l'eau sont habituellement faibles : l'air des États-Unis contient entre 0,00011 et 0,00033 ppm de sulfure d'hydrogène, voire seulement de 0,00002 à 0,00007 ppm dans les régions peu développées. Les quantités de sulfure d'hydrogène contenues dans les eaux de surface sont faibles car ce composé s'évapore rapidement dans l'atmosphère. Les concentrations trouvées dans les eaux du sol sont généralement inférieures à 1 ppm, mais des valeurs oscillant entre un peu moins de 1 ppm et 5 ppm ont été relevées dans les eaux de surface et les eaux usées.

La population générale peut être exposée à des quantités relativement élevées de sulfure d'hydrogène à l'occasion d'une mauvaise utilisation de produits de désobstruction des tuyauteries, et à des quantités plus faibles à la suite d'émissions accidentelles ou volontaires opérées par des usines de pâte à papier, des forages, des raffineries de gaz naturel, ou encore, dans les régions à forte activité géothermale, au niveau des sources chaudes.

Les personnes qui travaillent dans certains types d'industries sont susceptibles d'être exposées à des niveaux plus élevés de sulfure d'hydrogène que le reste de la population. C'est le cas des usines de textile fabriquant des rayons (soies artificielles), des usines de papier et de pâte à papier, des forages de gaz naturel ou pétrole et des stations de traitement des eaux usées. Le personnel d'exploitations agricoles possédant des fosses à fumier ou des zones d'épandage risque également d'être exposé à des concentrations plus importantes que la normale. Au sein de la population générale, les personnes qui demeurent à proximité d'une station d'épuration, d'une station de forage pour le gaz ou le pétrole, d'une exploitation agricole avec des zones de concentration d'animaux d'élevage, de stockage du fumier ou d'épandage/enfouissement peuvent être exposées à des taux de sulfure d'hydrogène anormalement élevés. Le mode d'exposition est essentiellement par inhalation d'air contaminé.

4. De quelle façon le sulfure d'hydrogène entre et sort-il de l'organisme ?

Le plus souvent, le sulfure d'hydrogène pénètre dans l'organisme principalement par inhalation ; il peut également être absorbé par voie gastro-intestinale ou cutanée. Une fois à l'intérieur, plusieurs possibilités se présentent : l'hydrogène sulfuré peut être dégradé en composés plus simples, entrer en interaction avec les protéines de l'organisme ou être éliminé tel quel. Les produits de la dégradation sont partiellement excrétés dans les urines tandis que la substance intacte est éliminée dans l'air exhalé par les poumons et dans les selles

5. De quelle façon le sulfure d'hydrogène peut-il agir sur la santé ?

De nombreux tests permettent aux scientifiques de préserver la population des effets nocifs du sulfure d'hydrogène et de développer de nouveaux moyens de soigner ceux qui en ont été affectés.

Une façon de mieux connaître la nocivité d'une substance chimique est de rechercher comment elle est absorbée, utilisée et éliminée par l'organisme. Il peut s'avérer nécessaire, pour certains produits, d'avoir recours à des tests chez l'animal. L'expérimentation animale peut également servir à mettre en évidence des effets tels que des cancers ou des malformations congénitales. Sans animaux de laboratoire, les chercheurs perdraient un moyen élémentaire de se procurer les informations dont ils ont besoin pour prendre des décisions éclairées en matière de santé publique. Il est de leur responsabilité de traiter les animaux de laboratoire avec soin et compassion. Des lois existent désormais pour protéger le bien-être de ces animaux, et les chercheurs doivent respecter les directives strictes qui ont été établies en ce qui concerne les soins qui doivent leur être apportés.

L'inhalation de sulfure d'hydrogène à des concentrations supérieures à 500 ppm peut s'avérer fatale en l'espace d'un petit nombre d'inspirations. Le décès est habituellement précédé d'une perte de conscience survenant après un ou quelques mouvements respiratoires, mais toute perte de conscience ne constitue pas pour autant le signe précurseur d'une mort imminente. Le sulfure d'hydrogène est considéré comme un poison à large spectre. Ceci signifie qu'il affecte plusieurs systèmes de l'organisme. Une telle action diversifiée peut être la raison pour laquelle un antidote unique n'a pu être mis au point contre cette substance chimique. Le sulfure d'hydrogène est d'autant plus dangereux que beaucoup sont incapables de le détecter à l'odeur lorsqu'il se trouve à des concentrations supérieures à 100 ppm, risquant ainsi de se surexposer à leur insu. Des décès dus à l'inhalation de grandes quantités de sulfure d'hydrogène ont été signalés dans des environnements professionnels très variés : égouts, usines de transformation de produits animaux, décharges, installations de traitement des boues, sites de forage pour gaz ou pétrole ainsi que fosses et réservoirs de décantation. En cas d'exposition à des niveaux moins importants, les symptômes – irritation des yeux, maux de gorge, toux, souffle court, présence de liquide dans les poumons – s'estompent habituellement en quelques semaines, mais d'autres désordres peuvent également survenir, tels que des problèmes de mémoire. L'inhalation prolongée et répétée de sulfure d'hydrogène est susceptible de provoquer de la fatigue, une perte de l'appétit, des maux de tête, une plus grande irritabilité, une baisse des capacités de mémorisation et des étourdissements.

Les informations disponibles sur les conséquences d'une ingestion de sulfure d'hydrogène dans la nourriture ou la boisson sont très fragmentaires, mais ce mode d'exposition n'a jamais été signalé comme une cause de décès chez l'homme. Des porcs nourris avec des aliments contenant de l'hydrogène sulfuré ont souffert de diarrhées pendant quelques jours puis ont perdu du poids après une période d'environ 105 jours.

Il y a peu d'informations disponibles en ce qui concerne les conséquences d'un contact cutané direct avec du sulfure d'hydrogène. Il convient cependant d'utiliser de la prudence avec les produits liquides employés pour se prémunir des gelures. Par ailleurs, il est notoire que le sulfure d'hydrogène sous forme gazeuse irrite les yeux. Les expositions de ce type sont plus courantes dans certains environnements professionnels.

Le sulfure d'hydrogène n'a pas encore été mis en cause dans des cancers chez l'homme, et son pouvoir cancérigène éventuel chez l'animal n'a pas encore fait l'objet de travaux poussés. Il n'a pas été classé quant à ses propriétés cancérigènes. D'après certaines indications, il pourrait entraîner un accroissement du taux d'avortements spontanés chez l'homme. Toutefois, les études rapportant cet effet, la présence d'autres substances

chimiques et l'absence d'information sur les doses de sulfure d'hydrogène effectivement reçues rendent l'interprétation des résultats difficile.

6. De quelle façon le sulfure d'hydrogène peut-il affecter les enfants ?

Cette section traite des effets potentiels d'une exposition sur la santé des enfants, de la conception à 18 ans. Les effets potentiels sur les enfants d'expositions subies par leurs parents y sont également abordés.

Les enfants sont susceptibles d'être exposés de la même manière que les adultes en-dehors de leur contexte professionnel. Cependant, le sulfure d'hydrogène étant plus lourd que l'air, il se peut que les enfants – plus proches du sol – soient exposés à des doses plus importantes que les adultes. Les effets d'une exposition sur la santé n'ont pas été beaucoup étudiés chez l'enfant, mais il est vraisemblable qu'ils s'avèrent semblables à ceux observés chez l'adulte. On ne sait pas si les enfants sont plus sensibles que les adultes vis à vis du sulfure d'hydrogène, ni si ce composé peut être à l'origine de malformations congénitales chez l'homme.

7. Comment peut-on limiter le risque d'exposition au sulfure d'hydrogène dans le cadre du foyer familial ?

Si un médecin généraliste découvre que vous êtes exposé à des quantités non négligeables de sulfure d'hydrogène, il convient de lui demander si des enfants ont également pu être exposés. Le médecin peut être amené, le cas échéant, à demander au ministère de la Santé Publique de l'Etat de résidence de procéder à une enquête sanitaire.

Des familles peuvent être exposées à un excès de sulfure d'hydrogène si elles habitent près de sources naturelles ou industrielles de ce composé : sources chaudes, réservoirs de stockage de fumier/lisier ou encore usines de papier ou de pâte à papier. Il peut être souhaitable de limiter au minimum les visites sur des lieux tels que ceux-ci.

8. Existe-t-il un test médical permettant de déterminer si on a été exposé au sulfure d'hydrogène ?

En cas d'empoisonnement grave au sulfure d'hydrogène, il est possible de confirmer l'hypothèse d'exposition en mesurant le niveau des sulfures dans le sang et des thiosulfates dans les urines. Les prélèvements doivent cependant impérativement avoir été effectués dans les deux heures suivant l'exposition.

9. Quelles sont les recommandations du gouvernement fédéral des Etats-Unis en matière de protection de la santé ?

Le gouvernement fédéral élabore des réglementations et des recommandations dans le but de préserver la santé publique. Les textes réglementaires sont juridiquement exécutoires. Les organismes fédéraux qui mettent au point les réglementations en matière de substances toxiques comprennent en particulier l'EPA, l'Osha (*Occupational Safety and Health Administration* – Secrétariat américain pour la sécurité et l'hygiène au travail) et la FDA (*Food and Drug Administration* – Secrétariat américain aux produits alimentaires et pharmaceutiques). Les recommandations, en revanche, si elles apportent des conseils précieux pour mieux préserver la santé publique, ne sont pas juridiquement exécutoires. L'ATSDR (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry* – Bureau d'enregistrement des substances toxiques et des maladies) et le NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health* – Institut national pour la sécurité et l'hygiène au travail) sont au nombre des organismes fédéraux qui développent les recommandations relatives aux substances toxiques.

Les niveaux de pollution à ne pas dépasser dans l'air, l'eau ou le sol qui figurent dans ces textes réglementaires et recommandations s'inspirent généralement de résultats obtenus sur l'animal et ajustés en vue de protéger la population humaine. Les niveaux proposés peuvent varier d'un organisme à l'autre, en particulier à cause des différences de durées d'exposition (une journée de travail de 8 heures ou une journée entière de 24 heures) et des études de référence sur l'animal qui ne sont pas toujours les mêmes.

Règlements et recommandations sont régulièrement remis à jour au fur et à mesure de l'avancée des connaissances sur le sujet. Les informations les plus récentes peuvent être obtenues auprès des organismes fédéraux compétents. Ces textes mentionnent souvent les valeurs qui sont spécifiées ci-après.

Pour l'EPA, le sulfure d'hydrogène est une substance toxique soumise à réglementation, que la Loi fédérale sur la lutte contre la pollution de l'eau (*Federal Water Pollution Control Act*) définit en outre comme une substance dangereuse. L'Osha a fixé une limite supérieure admissible de 20 ppm d'hydrogène sulfuré sur les lieux de travail ; un niveau maximal de 50 ppm est toléré pour une durée totale inférieure à 10 min en l'absence de toute autre exposition mesurable. La valeur limite d'exposition recommandée par le NIOSH est de 10 ppm au maximum sur une période de 10 min. Une liste complète des réglementations et recommandations émises au niveau fédéral comme à celui des différents Etats peut être consultée au chapitre 7.

10. Pour plus d'information

Pour obtenir des réponses à vos interrogations et préoccupations, vous pouvez vous adresser aux services publics compétents en matière de santé et d'environnement, ou encore contacter :

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)

Division of Toxicology

1600 Clifton Road NE

Mailstop E-29

Atlanta, GA 30333

Etats-Unis

Ligne téléphonique d'information et d'assistance :

Téléphone : 1-800-44 701 544

Fax : (404) 639-63 59

L'ATSDR peut également vous aiguiller vers les établissements médicaux spécialisés dans les maladies liées au travail et à l'environnement, capables de reconnaître, d'évaluer et de traiter les désordres résultant d'une exposition à des substances dangereuses.

Pour commander des profils toxicologiques, s'adresser à :

National Technical Information Service,

5285 Port Royal Road,

Springfield, VA 22161 - Etats-Unis

Téléphone : (800) 553-68 47 ou (703) 487-46 50

% production de gaz : 60%
 % gaz captable : 80%
 production de gaz moyenne : 260 m³ par tonne de déchets dégradables

degré de dégazéification après					
6 mois	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	40 ans
1%	5%	30%	50%	85%	100%

	Tonnage utile	Durée de vie (en mois)	Déchets dégradables (en tonnes)	Quantité de gaz produit (en m ³ x 10 ⁶)	Quantité de gaz captable (en m ³ x 10 ⁶)	PRODUCTION DE GAZ CAPTABLE AU COURS DU TEMPS APRES LA FERMETURE DU CASIER (en m ³ /h)					
						1 à 6 mois	de 6 mois à 2 ans	de 2 ans à 5 ans	de 5 ans à 10 ans	de 10 ans à 20 ans	de 20 ans à 40 ans
casier n°14	57 000	8	34 200.0	8.89	7.11	16.47	21.96	68.61	32.93	28.82	6.18
casier n°15	54 020	7	32 412.0	8.43	6.74	15.61	20.81	65.02	31.21	27.31	5.85
casier n°16	45 612	6	27 367.2	7.12	5.69	13.18	17.57	54.90	26.35	23.06	4.94
casier n°17	62 972	9	37 783.2	9.82	7.86	18.19	24.26	75.80	36.38	31.84	6.82
casier n°18	74 880	10	44 928.0	11.68	9.35	21.63	28.84	90.13	43.26	37.86	8.11
casier n°19	74 448	10	44 668.8	11.61	9.29	21.51	28.68	89.61	43.01	37.64	8.07
casier n°20	81 172	11	48 703.2	12.66	10.13	23.45	31.27	97.71	46.90	41.04	8.79
casier n°21	81 624	11	48 974.4	12.73	10.19	23.58	31.44	98.25	47.16	41.27	8.84
casier n°22	89 170	12	53 502.0	13.91	11.13	25.76	34.35	107.33	51.52	45.08	9.66
casier n°23	75 484	10	45 290.4	11.78	9.42	21.81	29.08	90.86	43.61	38.16	8.18
casier n°24	64 148	9	38 488.8	10.01	8.01	18.53	24.71	77.22	37.06	32.43	6.95
casier n°25	51 000	7	30 600.0	7.96	6.36	14.73	19.64	61.39	29.47	25.78	5.53
casier n°26	48 048	6	28 828.8	7.50	6.00	13.88	18.51	57.84	27.76	24.29	5.21
casier n°27	60 788	8	36 472.8	9.48	7.59	17.56	23.41	73.17	35.12	30.73	6.59
casier n°28	50 160	7	30 096.0	7.82	6.26	14.49	19.32	60.38	28.98	25.36	5.43
casier n°29	49 170	7	29 502.0	7.67	6.14	14.20	18.94	59.19	28.41	24.86	5.33
casier n°30	64 064	9	38 438.4	9.99	8.00	18.51	24.68	77.11	37.01	32.39	6.94
casier n°31	63 336	8	38 001.6	9.88	7.90	18.30	24.40	76.24	36.59	32.02	6.86
casier n°32	59 428	8	35 656.8	9.27	7.42	17.17	22.89	71.53	34.34	30.04	6.44
casier n°33	63 724	9	38 234.4	9.94	7.95	18.41	24.55	76.70	36.82	32.22	6.90
casier n°12	72 128	10	43 276.8	11.25	9.00	20.84	27.78	86.82	41.67	36.46	7.81
casier n°34	63 724	9	38 234.4	9.94	7.95	18.41	24.55	76.70	36.82	32.22	6.90
casier n°7	75 816	10	45 489.6	11.83	9.46	21.90	29.20	91.26	43.80	38.33	8.21
casier n°13	44 064	6	26 438.4	6.87	5.50	12.73	16.97	53.04	25.46	22.28	4.77
TOTAL	1 525 980	207	915 588	238.05	190.44						

Début	Fin	casier en exploitation	production de biogaz captable (en m³/h)	casier n°14	casier n°15	casier n°16	casier n°17	casier n°18	casier n°19	casier n°20	casier n°21	casier n°22	casier n°23	casier n°24	casier n°25	casier n°26	casier n°27	casier n°28	casier n°29	casier n°30	casier n°31	casier n°32	casier n°33	casier n°12	casier n°34	casier n°7	casier n°13
07/2010	02/2011	casier n°14	0																								
02/2011	09/2011	casier n°15	16.47	16.47																							
09/2011	03/2012	casier n°16	37.56		15.61																						
03/2012	12/2012	casier n°17	55.94		21.96	20.81																					
12/2012	10/2013	casier n°18	125.18			13.18																					
10/2013	08/2014	casier n°19	200.68			17.57	18.19																				
08/2014	06/2015	casier n°20	266.73			24.26	21.63																				
06/2015	05/2016	casier n°21	320.22			54.90	28.84	21.51																			
05/2016	05/2017	casier n°22	405.90				75.80	28.68																			
05/2017	03/2018	casier n°23	502.67					90.13																			
03/2018	12/2018	casier n°24	667.27						21.51																		
12/2018	07/2019	casier n°25	539.39							23.45																	
07/2019	01/2020	casier n°26	586.69								23.58																
01/2020	09/2020	casier n°27	667.27									25.76															
09/2020	04/2021	casier n°28	691.16										21.81														
04/2021	10/2021	casier n°29	619.91											18.53													
10/2021	07/2022	casier n°30	752.28												14.73												
07/2022	03/2023	casier n°31	766.17													13.88											
03/2023	11/2023	casier n°32	779.90														17.56										
11/2023	08/2024	casier n°33	797.86															14.49									
08/2024	05/2025	casier n°12	837.13																18.94								
05/2025	02/2026	casier n°34	790.11																	14.20							
02/2026	09/2026	casier n°7	878.66																		18.51						
09/2026	06/2027	casier n°13	928.08																			18.30					
06/2027	12/2027	1 à 6 mois	960.61																			17.17					
01/2028	12/2028	6 mois à 2 ans	1011.56																				22.89				
01/2029	12/2029		996.78																				18.41				
	2030		984.64																				20.84				
	2031		931.64																				24.55				
	2032		791.84																				27.78				
	2033		712.21																				41.67				
	2034		677.89																				36.82				
	2035		643.71																				32.22				
	2036		606.26																				36.46				
	2037		563.76																				32.22				
	2038		525.16																				36.82				
	2039		469.69																				41.67				
	2040		449.43																				36.82				
	2041		406.20																				32.22				
	2042		366.74																				36.46				
	2043		341.30																				32.22				
	2044		292.53																				36.46				
	2045		267.22																				32.22				
	2046		238.57																				36.46				
	2047		183.14																				32.22				
	2048		165.64																				36.46				
	2049		165.64																				32.22				
	2050		165.64																				36.46				
	2051		165.64																				32.22				
	2052		153.29																				36.46				
	2053		141.52																				32.22				
	2054		133.41																				36.46				
	2055		125.35																				32.22				
	2056		116.55																				36.46				
	2057		107.71																				32.22				
	2058		89.87																				36.46				
	2059		82.92																				32.22				
	2060		77.40																				36.46				
	2061		65.61																				32.22				
	2062		54.85																				36.46				
	2063		47.91																				32.22				
	2064		34.61																				36.46				
	2065		27.70																				32.22				
	2066		19.89																				36.46				
	2067		4.77																				32.22				

de 1 à 6 mois
de 6 mois à 2 ans
de 2 à 5 ans
de 5 à 10 ans
de 10 à 20 ans
de 20 à 40 ans

Unité de temps : jour Parc utilisé : Parc INRE Date: 09/04/2008
 Année : 2008 Voitures particulières : 2338 VP 90 km/h
 Qualité de carburant:Essence 2005 Véh. util. légers : 698 VUL 90 km/h
 Qualité de carburant:Diesel 2005 Poids lourds : 363 PL 90 km/h
 Mois sélectionné : Moyenne annuelle Bus urbains : 0 BU 90 km/h
 Pente : 0% Autocars : 0 A 90 km/h
 Taux de charge des poids lourds : 50 % Deux roues : 0 2R <50 cc 90 km/h et >50 cc 90 km/h
 Distance : 1.50 km total : 3399 Véhicules

Emissions et consommation totales en grammes

Catégorie	Carburant	Sous catégorie		Véhicules	Essence Consommation	Diesel Consommation	CO	NOx	COV	Particules	CO2	SO2	benzene
Voitures particulières	Diesel	<2L	non catalysées	111	0	7332.46	28.28	88.16	5.81	11.07	22978.26	0.59	0.09
Voitures particulières	Diesel	<2L	catalysées	684	0	40512.78	103.71	403.8	21.34	33.1	127040.3	3.24	0.3
Voitures particulières	Diesel	<2L	sous-total	795	0	47845.24	131.99	491.96	27.16	44.18	150018.56	3.83	0.39
Voitures particulières	Diesel	>2L	non catalysées	31	0	2032.16	8.44	28.95	1.75	3.24	6367.36	0.16	0.03
Voitures particulières	Diesel	>2L	catalysées	599	0	35579.07	90.91	355.26	19.21	29.11	111569.38	2.85	0.27
Voitures particulières	Diesel	>2L	sous-total	630	0	37611.22	99.36	384.21	20.96	32.35	117936.75	3.01	0.3
Voitures particulières	Diesel		sous-total	1425	0	85456.47	231.34	876.17	48.11	76.53	267955.31	6.84	0.7
Voitures particulières	Essence	< 1.4 l	non catalysées	19	1302.09	0	115.67	69.97	19.3	0	3966.25	0.1	1.28
Voitures particulières	Essence	< 1.4 l	catalysées	330	18116.38	0	497.78	78.1	8.45	0	56930.3	1.45	0.37
Voitures particulières	Essence	< 1.4 l	sous-total	349	19418.47	0	613.46	148.08	27.74	0	60896.55	1.55	1.65
Voitures particulières	Essence	1.4 l à 2 l	non catalysées	9	643.4	0	50.64	41.29	8.8	0	1970.07	0.05	0.58
Voitures particulières	Essence	1.4 l à 2 l	catalysées	261	15609.71	0	311.78	48.34	4.61	0	49237.19	1.25	0.21
Voitures particulières	Essence	1.4 l à 2 l	sous-total	270	16253.11	0	362.42	89.63	13.42	0	51207.26	1.3	0.79
Voitures particulières	Essence	> 2 l	non catalysées	1	115.86	0	6.9	5.77	1.2	0	358.24	0.01	0.08
Voitures particulières	Essence	> 2 l	catalysées	293	17779.34	0	116.77	43.67	6.87	0	56455.26	1.42	0.35
Voitures particulières	Essence	> 2 l	sous-total	294	17895.2	0	123.67	49.43	8.06	0	56813.5	1.43	0.43
Voitures particulières	Essence		sous-total	913	53566.79	0	1099.54	287.14	49.22	0	168917.31	4.29	2.88
Voitures particulières			total	2338	53566.79	85456.47	1330.89	1163.31	97.34	76.53	436872.63	11.12	3.57
Véhicules utilitaires légers	Diesel	< 3.5 t	non catalysés	78	0	8922.68	86.79	127.19	11.13	21.77	27879.35	0.71	0.21
Véhicules utilitaires légers	Diesel	< 3.5 t	catalysés	612	0	60769.95	373.14	814.59	46.07	56.98	190221.03	4.86	0.87
Véhicules utilitaires légers	Diesel	< 3.5 t	sous-total	690	0	69692.63	459.93	941.78	57.2	78.75	218100.38	5.58	1.08
Véhicules utilitaires légers	Essence	< 3.5 t	non catalysés	4	328.6	0	55.7	19.63	2.22	0	959.29	0.03	0.14
Véhicules utilitaires légers	Essence	< 3.5 t	catalysés	4	457.51	0	9.89	1.81	0.24	0	1441.91	0.04	0.01
Véhicules utilitaires légers	Essence	< 3.5 t	sous-total	8	786.11	0	65.59	21.44	2.46	0	2401.21	0.06	0.15
Véhicules utilitaires légers			total	698	786.11	69692.63	525.52	963.22	59.67	78.75	220501.58	5.64	1.23
Poids Lourds	Diesel	3.5 t à 7.5 t		8	0	1298.3	7.83	15.08	4.49	0.57	4064.12	0.1	0
Poids Lourds	Diesel	7.5 t à 16 t		32	0	8941.46	41.46	104.03	23.88	7.02	28009.52	0.72	0.02
Poids Lourds	Diesel	16 t à 32 t		109	0	37135.38	99.42	372.43	54.4	11.57	116442.59	2.97	0.03
Poids Lourds	Diesel	>32 t		214	0	93666.93	197.92	1130.59	108.18	25.95	293787.28	7.49	0.07
Poids Lourds	Diesel		total	363	0	141042.06	346.64	1622.13	190.94	45.12	442303.5	11.28	0.12
Bus urbains	Diesel		total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Autocars	Diesel		total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux roues	2 temps	<50cc		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux roues	2 temps	>50cc		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux roues	4 temps	<250 cc		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux roues	4 temps	250 - 750 cc		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux roues	4 temps	> 750 cc		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux roues		>50 cc	total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total				3399	54352.9	296191.16	2203.04	3748.65	347.95	200.39	1099677.75	28.04	4.92

Effet de serre en grammes

Polluant	Emission (g)	Equivalent CO2(g)
CO2	1099677.75	1099677.75
CH4	37.74	792.64
N2O	113.21	35094.82
total		1135565.25

Unité de temps : jour Parc utilisé : Parc INRE Date: 09/04/2008
 Année : 2008 Voitures particulières : 2338 VP 90 km/h
 Qualité de carburant: Essence 2005 Véh. util. légers : 698 VUL 90 km/h
 Qualité de carburant: Diesel 2005 Poids lourds : 311 PL 90 km/h
 Mois sélectionné : Moyenne annuelle Bus urbains : 0 BU 90 km/h
 Pente : 0% Autocars : 0 A 90 km/h
 Taux de charge des poids lourds : 50 % Deux roues : 0 2R <50 cc 90 km/h et >50 cc 90 km/h
 Distance : 1.50 km total : 3347 Véhicules

Emissions et consommation totales en grammes

Catégorie	Carburant	Sous catégorie		Véhicules	Essence Consommation	Diesel Consommation	CO	NOx	COV	Particules	CO2	SO2	benzene
Voitures particulières	Diesel	<2L	non catalysées	111	0	7332.46	28.28	88.16	5.81	11.07	22978.26	0.59	0.09
Voitures particulières	Diesel	<2L	catalysées	684	0	40512.78	103.71	403.8	21.34	33.1	127040.3	3.24	0.3
Voitures particulières	Diesel	<2L	sous-total	795	0	47845.24	131.99	491.96	27.16	44.18	150018.56	3.83	0.39
Voitures particulières	Diesel	>2L	non catalysées	31	0	2032.16	8.44	28.95	1.75	3.24	6367.36	0.16	0.03
Voitures particulières	Diesel	>2L	catalysées	599	0	35579.07	90.91	355.26	19.21	29.11	111569.38	2.85	0.27
Voitures particulières	Diesel	>2L	sous-total	630	0	37611.22	99.36	384.21	20.96	32.35	117936.75	3.01	0.3
Voitures particulières	Diesel		sous-total	1425	0	85456.47	231.34	876.17	48.11	76.53	267955.31	6.84	0.7
Voitures particulières	Essence	< 1.4 l	non catalysées	19	1302.09	0	115.67	69.97	19.3	0	3966.25	0.1	1.28
Voitures particulières	Essence	< 1.4 l	catalysées	330	18116.38	0	497.78	78.1	8.45	0	56930.3	1.45	0.37
Voitures particulières	Essence	< 1.4 l	sous-total	349	19418.47	0	613.46	148.08	27.74	0	60896.55	1.55	1.65
Voitures particulières	Essence	1.4 l à 2 l	non catalysées	9	643.4	0	50.64	41.29	8.8	0	1970.07	0.05	0.58
Voitures particulières	Essence	1.4 l à 2 l	catalysées	261	15609.71	0	311.78	48.34	4.61	0	49237.19	1.25	0.21
Voitures particulières	Essence	1.4 l à 2 l	sous-total	270	16253.11	0	362.42	89.63	13.42	0	51207.26	1.3	0.79
Voitures particulières	Essence	> 2 l	non catalysées	1	115.86	0	6.9	5.77	1.2	0	358.24	0.01	0.08
Voitures particulières	Essence	> 2 l	catalysées	293	17779.34	0	116.77	43.67	6.87	0	56455.26	1.42	0.35
Voitures particulières	Essence	> 2 l	sous-total	294	17895.2	0	123.67	49.43	8.06	0	56813.5	1.43	0.43
Voitures particulières	Essence		sous-total	913	53566.79	0	1099.54	287.14	49.22	0	168917.31	4.29	2.88
Voitures particulières			total	2338	53566.79	85456.47	1330.89	1163.31	97.34	76.53	436872.63	11.12	3.57
Véhicules utilitaires légers	Diesel	< 3.5 t	non catalysés	78	0	8922.68	86.79	127.19	11.13	21.77	27879.35	0.71	0.21
Véhicules utilitaires légers	Diesel	< 3.5 t	catalysés	612	0	60769.95	373.14	814.59	46.07	56.98	190221.03	4.86	0.87
Véhicules utilitaires légers	Diesel	< 3.5 t	sous-total	690	0	69692.63	459.93	941.78	57.2	78.75	218100.38	5.58	1.08
Véhicules utilitaires légers	Essence	< 3.5 t	non catalysés	4	328.6	0	55.7	19.63	2.22	0	959.29	0.03	0.14
Véhicules utilitaires légers	Essence	< 3.5 t	catalysés	4	457.51	0	9.89	1.81	0.24	0	1441.91	0.04	0.01
Véhicules utilitaires légers	Essence	< 3.5 t	sous-total	8	786.11	0	65.59	21.44	2.46	0	2401.21	0.06	0.15
Véhicules utilitaires légers			total	698	786.11	69692.63	525.52	963.22	59.67	78.75	220501.58	5.64	1.23
Poids Lourds	Diesel	3.5 t à 7.5 t		6	0	1112.31	6.71	12.92	3.85	0.49	3481.94	0.09	0
Poids Lourds	Diesel	7.5 t à 16 t		28	0	7660.59	35.52	89.13	20.46	6.02	23997.13	0.61	0.01
Poids Lourds	Diesel	16 t à 32 t		93	0	31815.71	85.18	319.08	46.6	9.92	99762.11	2.55	0.03
Poids Lourds	Diesel	>32 t		183	0	80249.08	169.57	968.63	92.68	22.23	251702.05	6.42	0.06
Poids Lourds	Diesel		total	311	0	120837.7	296.98	1389.76	163.59	38.65	378943.22	9.67	0.1
Bus urbains	Diesel		total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Autocars	Diesel		total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux roues	2 temps	<50cc		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux roues	2 temps	>50cc		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux roues	4 temps	<250 cc		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux roues	4 temps	250 - 750 cc		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux roues	4 temps	> 750 cc		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux roues		>50 cc	total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total				3347	54352.9	275986.78	2153.39	3516.28	320.6	193.93	1036317.38	26.43	4.9

Effet de serre en grammes

Polluant	Emission (g)	Equivalent CO2(g)
CO2	1036317.38	1036317.38
CH4	35.22	739.55
N2O	110.87	34369.43
total		1071426.38

Unité de temps : jour
Année : 2008
Qualité de carburant:Essence 2005
Qualité de carburant:Diesel 2005
Mois sélectionné : Moyenne annuelle
Pente : 0%
Taux de charge des poids lourds : 50 %
Distance : 2.20 km

Parc utilisé : Parc INRE Date: 09/04/2008
Voitures particulières : 0 VP
Véh. util. légers : 0 VUL
Poids lourds : 104 PL
Bus urbains : 0 BU
Autocars : 0 A
Deux roues : 0 2R
total : 104 Véhicules

40 km/h
40 km/h
40 km/h
40 km/h
40 km/h
<50 cc 40 km/h et >50 cc 40 km/h

Emissions et consommation totales en grammes

Catégorie	Carburant	Sous catégorie		Véhicules	Essence Consommation	Diesel Consommation	CO	NOx	COV	Particules	CO2	SO2	benzene
Voitures particulières	Diesel	<2L	non catalysées	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voitures particulières	Diesel	<2L	catalysées	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voitures particulières	Diesel	<2L	sous-total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voitures particulières	Diesel	>2L	non catalysées	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voitures particulières	Diesel	>2L	catalysées	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voitures particulières	Diesel	>2L	sous-total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voitures particulières	Diesel		sous-total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voitures particulières	Essence	< 1.4 l	non catalysées	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voitures particulières	Essence	< 1.4 l	catalysées	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voitures particulières	Essence	< 1.4 l	sous-total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voitures particulières	Essence	1.4 l à 2 l	non catalysées	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voitures particulières	Essence	1.4 l à 2 l	catalysées	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voitures particulières	Essence	1.4 l à 2 l	sous-total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voitures particulières	Essence	> 2 l	non catalysées	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voitures particulières	Essence	> 2 l	catalysées	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voitures particulières	Essence	> 2 l	sous-total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voitures particulières	Essence		sous-total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voitures particulières			total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Véhicules utilitaires légers	Diesel	< 3.5 t	non catalysés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Véhicules utilitaires légers	Diesel	< 3.5 t	catalysés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Véhicules utilitaires légers	Diesel	< 3.5 t	sous-total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Véhicules utilitaires légers	Essence	< 3.5 t	non catalysés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Véhicules utilitaires légers	Essence	< 3.5 t	catalysés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Véhicules utilitaires légers	Essence	< 3.5 t	sous-total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Véhicules utilitaires légers			total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poids Lourds	Diesel	3.5 t à 7.5 t		2	0	385.06	4.38	5.27	3.84	0.43	1202.13	0.03	0
Poids Lourds	Diesel	7.5 t à 16 t		9	0	3573.68	23.53	59.52	20.44	5.31	11183.79	0.29	0.01
Poids Lourds	Diesel	16 t à 32 t		31	0	17721.92	66.3	228.59	35.2	8.65	55539.64	1.42	0.02
Poids Lourds	Diesel	>32 t		61	0	46557.12	131.89	667.09	69.83	19.18	145974.22	3.72	0.04
Poids Lourds	Diesel		total	104	0	68237.77	226.1	960.47	129.31	33.57	213899.78	5.46	0.08
Bus urbains	Diesel		total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Autocars	Diesel		total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux roues	2 temps	<50cc		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux roues	2 temps	>50cc		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux roues	4 temps	<250 cc		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux roues	4 temps	250 - 750 cc		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux roues	4 temps	> 750 cc		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux roues		>50 cc	total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total				104	0	68237.77	226.1	960.47	129.31	33.57	213899.78	5.46	0.08

Effet de serre en grammes

Polluant	Emission (g)	Equivalent CO2(g)
CO2	213899.78	213899.78
CH4	12.97	272.32
N2O	6.86	2127.84
total		216299.94