

**Ancienne décharge du Roemisloch à
NEUWILLER (68) – Evaluation détaillée de
risques pour la santé humaine et la
ressource en eau**

Volet 3 : EDR pour la santé humaine

GIORB
Groupement d'Intérêts
pour la sécurité des Décharges
de la Région Bâloise

Mai 2008 – A47863/A

GIDRB

**Postfach
CH-4002 BÂLE (SUISSE)**

AGENCE NORD EST

15, rue du Tanin – B.P. 312 - LINGOLSHEIM
67834 TANNERIES CEDEX
Tél. : 03.88.78.90.60 – Fax : 03.88.76.16.55



Sommaire

	Page
1. Introduction	5
1.1. Contexte et objectifs	5
2. Principe et méthodologie de l'EDR.....	7
2.1. Notion de risque et ses trois dimensions	7
2.2. Méthodologie de l'Evaluation Détaillée des Risques.....	8
2.3. Critères de qualification du risque retenus	11
3. Schéma conceptuel	13
3.1. Contexte et objectifs	13
3.2. Cibles potentiellement exposées et modalités d'exposition associées	13
3.2.1. Typologie des cibles et usages au droit et dans l'environnement immédiat du site de la décharge	13
3.2.2. Typologie des cibles et usages en aval du site de la décharge	14
3.3. Le terme Source.....	15
3.4. Substances et leurs transferts.....	15
3.4.1. Transferts vers les compartiments de l'environnement	15
3.4.2. Transfert vers les cibles et choix des points d'exposition.....	16
3.5. Schéma conceptuels de transferts et d'exposition, scénarios d'exposition retenus	23
3.5.1. Points et modalités d'exposition potentiels au droit et dans l'environnement immédiat de la décharge	23
3.5.2. Points et modalités d'exposition potentiels en aval de la décharge.....	23
3.5.3. Le cas particulier de la prise en compte de la voie cutanée	27
4. Modèles de transfert retenus	29
4.1. Modèle de transfert des gaz du sol vers l'air ambiant.....	29
4.2. Modèle de transfert des eaux de surface vers l'air ambiant	29
4.3. Modèle de transfert de l'eau d'arrosage vers les végétaux	30
4.4. Modèle de transfert percutané	30
5. Modèles de quantification des risques - Modèles d'exposition retenus.....	31
5.1. Expression des Doses Journalière d'Exposition (DJE)	31
5.2. Choix des fréquences et des durées d'exposition	31
5.2.1. Pour l'enfant dans le cadre d'activités ludiques et la promenade ..	31
5.2.2. Pour l'adulte dans le cadre de la promenade.....	31
5.2.3. Pour l'adulte dans le cadre du travail forestier.....	32
5.2.4. Pour l'enfant et l'adulte consommant des légumes et fruits autoproduits.....	32
5.2.5. Temps moyens d'exposition	32

5.3.	Paramètres d'exposition	32
5.3.1.	Poids corporels retenus	32
5.3.2.	Quantité de végétaux autoproduits ingérés	32
5.3.3.	Surfaces corporelles exposées (contact cutané)	33
5.3.4.	Quantités d'eau ingérées dans le cadre des activités ludiques de l'enfant	34
5.4.	Choix des substances et des concentrations	34
5.4.1.	Problématique posée	34
5.4.2.	Méthodologie suivie.....	35
5.4.3.	Substances et concentrations retenues pour les expositions par inhalation.....	35
5.4.4.	Substances et concentrations retenues pour les expositions par ingestion et contact cutané	36
5.4.5.	Cas des sols (ingestion, contact cutané).....	39
5.5.	Indices de quantification des risques.....	39
6.	Relations Doses / Effets et choix des Valeurs Toxicologiques de Référence.....	40
6.1.	Les Valeurs Toxicologiques.....	40
6.2.	Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)	41
6.2.1.	Définition	41
7.	Résultat de l'Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé par point d'exposition	43
7.1.	Au droit et dans le proche environnement de la décharge.....	43
7.1.1.	Promenade dans la forêt ou sur le chemin d'Oberwill	43
7.1.2.	Travaux forestiers.....	44
7.1.3.	Au pied de la décharge (ES-DECH)	44
7.1.4.	Dans le vallon du Roemislochbach (ES-DECH2).....	46
7.2.	En aval de la décharge du Roemisloch.....	48
7.2.1.	Ruisseau du Roemislochbach (ES8)	48
7.2.2.	Rivière du Neuwillerbach (ES5)	49
7.2.3.	Puits Holner.....	52
7.2.4.	Fontaines communales	54
7.3.	Analyse de sensibilité et des incertitudes	54
7.3.1.	Analyse qualitative des incertitudes.....	54
7.3.2.	Analyse de sensibilité.....	57
8.	Conclusions – Recommandations.....	61

Liste des tableaux

Tableau 1 : Modalités et voies d'exposition envisagées au droit et dans l'environnement immédiat de la décharge (<i>en orange : voies d'exposition retenues dans l'EDR</i>)	22
Tableau 2 : Modalités et voies d'exposition analysées en aval de la décharge (<i>en orange : voies d'exposition retenues dans l'EDR</i>)	24
Tableau 3 : Quantité de végétaux autoproduits ingérés	33
Tableau 4 : Surfaces corporelles exposées	33
Tableau 5 : IR et ERI pour le scénario promenade (enfants et adultes) sur la décharge et aux abords (exposition par inhalation)	43
Tableau 6 : IR et ERI pour les scénarios travaux forestiers (adultes, exposition par inhalation)	44
Tableau 7 : IR et ERI pour le scénario jeu au pied de la décharge (point ES-DECH, concentrations maximales)	45
Tableau 8 : IR et ERI pour le scénario jeu au pied de la décharge (point ES-DECH, concentrations moyennes)	45
Tableau 9 : IR et ERI pour le scénario jeu dans le vallon du Roemislochbach (point ES-DECH2, concentrations maximales)	47
Tableau 10 : IR et ERI pour le scénario jeu dans le vallon du Roemislochbach (point ES-DECH2, concentrations moyennes)	47
Tableau 11 : IR et ERI pour le scénario jeu dans le vallon du Roemislochbach (point ES8, concentrations maximales)	48
Tableau 12 : IR et ERI pour le scénario jeu dans le vallon du Roemislochbach (point ES8, concentrations moyennes)	49
Tableau 13 : IR et ERI pour le scénario jeu au niveau du Neuwillerbach (point ES5, concentrations maximales)	50
Tableau 14 : IR et ERI pour le scénario d'ingestion de légumes autoproduits arrosés avec l'eau du Neuwillerbach (concentrations maximales observées en ES5)	50
Tableau 15 : IR et ERI pour le scénario jeu au niveau du Neuwillerbach (point ES5, concentrations maximales et rectifications)	51
Tableau 16 : IR et ERI pour le scénario d'ingestion de légumes autoproduits arrosés avec l'eau du Neuwillerbach (concentrations maximales et rectifications)	52
Tableau 17 : IR et ERI pour le scénario ingestion (eau et végétaux) concernant le puits HOLNER (enfants)	53
Tableau 18 : IR et ERI pour le scénario ingestion (eau et végétaux) concernant le puits HOLNER (adultes)	53
Tableau 19 : IR et ERI pour le scénario jeu au niveau des fontaines communales (enfants)	54

Liste des figures

Figure 1 : Les trois dimensions du risque	8
Figure 2 : Etapes successives de l'EDR.....	10
Figure 3 : Echelle des risques pour l'homme	12
Figure 4 : Schéma conceptuel de transfert et d'exposition du site du Roemisloch (en plan)	25
Figure 5 : Schéma conceptuel de transfert et d'exposition du site du Roemisloch (en coupe)	26

1. Introduction

1.1. Contexte et objectifs

Le présent document constitue le **troisième volet de l'Evaluation Détaillée des Risques pour le Santé humaine et la Ressource en eau** de l'ancienne décharge du Roemisloch à NEUWILLER (68).

L'étude comprend les volets suivants :

- Volet 1 : Investigations réalisées,
- Volet 2 : Etat des connaissances, qui inclut l'évaluation détaillée des risques pour la ressource en eau,
- **Volet 3 : Evaluation Détaillée des Risques pour la santé humaine,**
- Volet 4 : Résultats bruts et annexes,
- Volet 5 : Etude toxicologique.

Le contexte et les objectifs de l'étude sont rappelés dans le volet 1 (rapport ANTEA A46195/A [53]¹). On rappelle ici que ces cinq volets forment une unité indissociable.

Le présent rapport expose :

- les méthodes et moyens mis en œuvre pour la quantification et la qualification des risques pour la Santé humaine et la Ressource en eau,
- l'argumentaire ayant conduit au choix des scénarios d'exposition et de transfert, à la sélection des substances, des concentrations, et des paramètres d'exposition, en s'appuyant sur les données du volet 2 de la présente étude,
- la quantification et la qualification des risques pour la Santé humaine et la Ressource en eau,
- l'analyse de sensibilité et des incertitudes liée aux métrologies et aux modèles de transferts et d'exposition mis en œuvre,
- les méthodes et moyens envisageables pour maîtriser et gérer les risques.

¹ le numéro entre crochets renvoie aux références données dans la liste des études, fournie en annexe B dans le volet 4 – Rapport ANTEA A47555/A.

On rappelle que le présent volet de l'Evaluation Détaillée des Risques s'attache à apprécier quantitativement et qualitativement les impacts potentiels ou avérés, actuels et futurs, sur la Santé humaine, des substances issues des déchets de la chimie bâloise des années 50 déposés sur le site de l'ancienne décharge du Roemisloch. L'évaluation Détaillée des Risques pour la ressource en eau fait partie intégrante du volet 2 (rapport ANTEA A46776/A, [54]).

Les autres substances éventuellement présentes dans la décharge mixte du Roemisloch, pouvant accompagner les émissions, et identifiées comme n'étant pas des traceurs des déchets de la chimie bâloise des années 50, sont toutefois prises en considération dans la présente étude. Ils ne constituent pas un critère de prise de décision pour le devenir du site du Roemisloch et n'engagent en rien la responsabilité du GIDRB.

Afin de faciliter la lecture et l'utilisation du présent rapport, la liste des sigles et abréviations utilisés dans le corps du texte est présenté dans l'annexe A du volet 4 (cf. rapport ANTEA A47555/A [56]). La liste des rapports relatifs au site du Roemisloch constitue l'annexe B de ce même volet 4.

*Tous les rapports édités antérieurement constituaient des documents d'étape.
Les volets 1 à 5 présentés ici annulent et remplacent les documents antérieurs.*

2. Principe et méthodologie de l'EDR

2.1. Notion de risque et ses trois dimensions

L'EDR s'appuie sur les trois composantes définissant la notion de risque :

- ❑ la source potentielle de danger, c'est à dire les substances intrinsèquement dangereuses et mobilisables contenues dans les déchets,
- ❑ les voies de transfert de ces substances dans leur environnement,
- ❑ les cibles environnementales correspondant aux points d'exposition potentiels de l'Homme et autres organismes aux substances considérées. Ces expositions peuvent être directes ou indirectes.

Le risque sanitaire peut être considéré comme étant la probabilité de survenue d'un effet néfaste dangereux vis à vis de la santé humaine. Le risque est généralement considéré sous ses trois dimensions (cf. Figure 1) :

1. **le risque réel** représente le risque effectivement lié à la présence de substances dangereuses.
2. **le risque calculé** est une estimation du risque réel, biaisé par de nombreuses incertitudes liées à la quantification de ce risque (modélisation faisant intervenir des facteurs de sécurité).

En vertu du principe de précaution (ou « *worst case scenario* » ou « *worst reasonable scenario* »), le risque calculé est généralement supérieur au risque réel.

3. **le risque perçu** est la vision subjective de l'opinion publique d'un site contaminé. Ce risque, parce qu'il est indésirable et incompris, est généralement supérieur au risque calculé.

L'objectif de l'EVALUATION DETAILLEE DES RISQUES (EDR) Santé est de quantifier l'impact du site sur la Santé humaine via les voies d'exposition pertinentes (**risque calculé**).

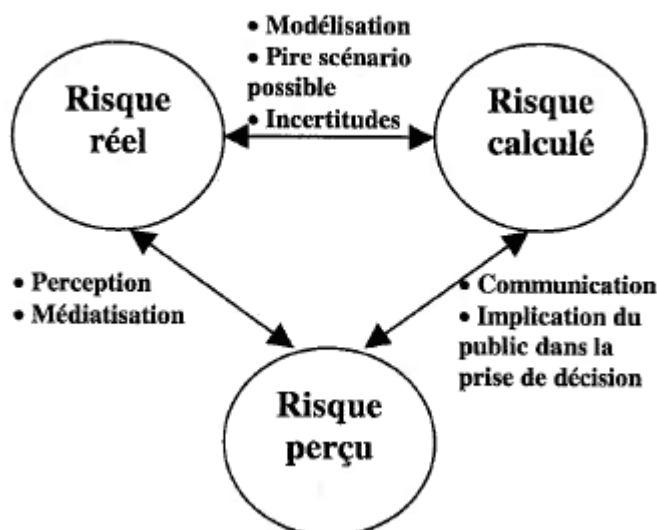


Figure 1 : Les trois dimensions du risque

2.2. Méthodologie de l'Evaluation Détaillée des Risques

L'Evaluation Détaillée des Risques (EDR) préliminaire de 2005 a été établie selon la méthodologie du guide « Gestion des sites pollués, Diagnostic approfondi et Evaluation Détaillée des Risques », version 0 de juin 2000, élaboré au sein d'un groupe de travail animé par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE, actuel MEDAD).

L'approche française a connu des évolutions récentes en février 2007. La présente étude constitue une EQRS selon la note ministérielle du 8 février 2007 et ses annexes.

La présente étude a considéré également les recommandations de la Circulaire n°DSG/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact ainsi que le rapport de l'INERIS n° INERIS-DRC-05-41113-ETSC/R01a du 21/03/2006.

Les aspects purement méthodologiques et les calculs des modèles d'exposition mis en œuvre dans le cadre de la présente Evaluation Détaillée des Risques sont exposés en annexe I du volet 4 (cf. rapport ANTEA A47555/A, [56]).

L'EDR s'appuie sur des hypothèses simplificatrices et conservatoires qui confèrent aux calculs un caractère sécuritaire, compte tenu des inévitables incertitudes inhérentes à la métrologie, aux modèles de transfert et aux modèles d'exposition.

Sur cette base, l'EDR analyse les transferts potentiels (essentiellement via les eaux souterraines) et les voies d'exposition, directes ou indirectes, en distinguant les substances toxiques (à seuil, regroupant les effets toxiques et les effets cancérigènes non génotoxiques) des substances cancérigènes génotoxiques (sans seuil, concernant les effets mutagènes). Cette évaluation s'applique à des situations d'exposition **à long terme, à de faibles concentrations**, appelée exposition **chronique** (exposition supérieure à 6 mois selon l'US EPA).

La méthodologie appliquée suit un cheminement logique comprenant les étapes suivantes (cf. Figure 2 présentée page suivante) :

1. Elaboration du schéma conceptuel : analyse de la présence des substances dans les différents milieux, choix des substances et détermination des concentrations dans les milieux, analyse des transferts et des expositions,
2. Détermination des concentrations aux points d'exposition, et calcul des Doses Journalières d'Exposition (DJE),
3. Détermination des relations doses/effets,
4. Quantification du risque, caractérisation et acceptabilité du risque, discussion des incertitudes et analyse de sensibilité,

Afin de limiter le cumul des incertitudes, on limitera les calculs de transfert en privilégiant si possible la mesure aux modèles de transfert. On rappelle que l'étude et la caractérisation des transferts fait l'objet du volet 2 de la présente étude.

Les données toxicologiques sur lesquelles repose l'EDR sont précisées dans le volet 5 de la présente étude (rapport ANTEA A47264/A, [52]).

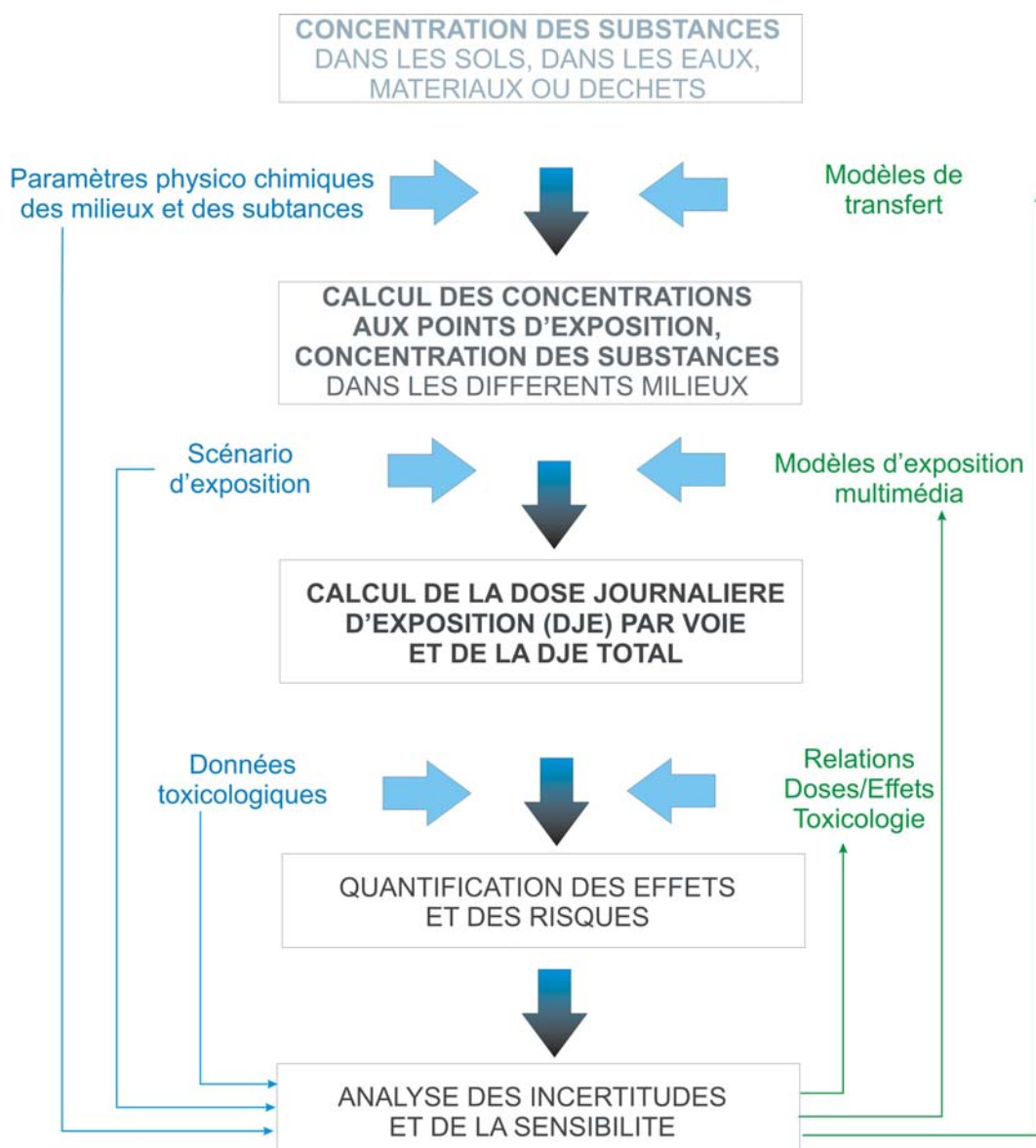


Figure 2 : Etapes successives de l'EDR

2.3. Critères de qualification du risque retenus

Les limites de risques tolérables sont précisées dans l'annexe 2 de la note ministérielle du 8 février 2007.

Ainsi, pour les substances toxiques, la limite de risque **IR** tolérable est égale à **1** (lorsque la Dose Journalière d'Exposition égale la Dose Journalière Tolérable).

$IR \leq 1$	risque tolérable
$IR > 1$	risque non tolérable

Pour les substances cancérigènes, c'est le seuil **ERI égal à 10^{-5}** , qui est utilisé comme référence. Il s'agit de la probabilité de contracter un cancer pour 100 000 personnes exposées aux substances et non exposées par ailleurs.

$ERI \leq 10^{-5}$	risque tolérable
$ERI > 10^{-5}$	risque non tolérable

Un risque supérieur (ERI supérieur à 10^{-5} , mais inférieur ou égal à 10^{-4}) conduira à prendre des mesures pour empêcher tout usage pouvant conduire à une exposition prolongée de sujets sensibles (enfants, femmes enceintes, malades...). S'agissant de pollution des sols, un risque supérieur à 10^{-4} est considéré comme non tolérable.

Ces éléments permettent de définir le niveau de risque tolérable compte tenu des scénarios d'exposition envisagés. Ils conditionnent ultérieurement, et si nécessaire, les moyens à mettre en œuvre pour assurer la mise en sécurité du site.

La Figure 3 compare le niveau de risque de 10^{-5} par rapport aux autres risques encourus au quotidien.

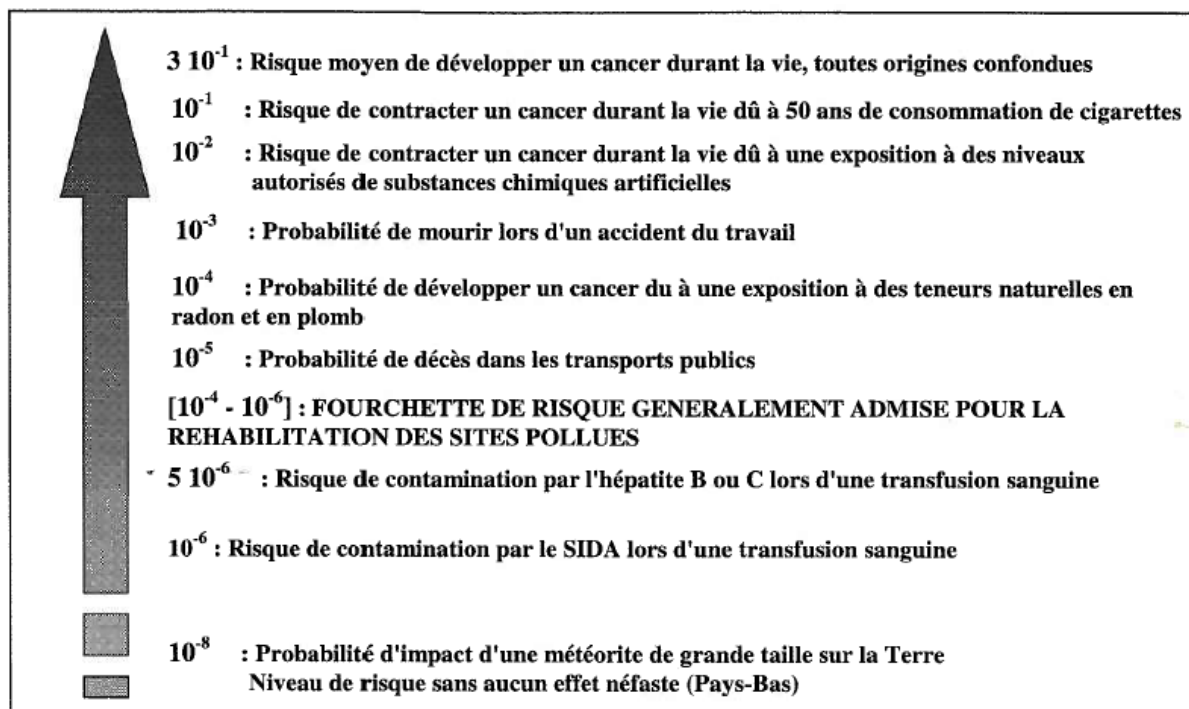


Figure 3 : Echelle des risques pour l'homme

3. Schéma conceptuel

3.1. Contexte et objectifs

L'objectif du schéma conceptuel est de définir les situations de « *worst case* » les plus réalistes où la population humaine, y compris les individus les plus sensibles (enfants, personnes âgées, etc.), est susceptible d'entrer en contact avec des substances intrinsèquement dangereuses, compte tenu :

- des usages actuels ou futurs du site,
- des substances présentes au droit du site et/ou dans ses émissions,
- de leurs propriétés de mobilité.

Cette analyse des scénarios se veut volontairement sécuritaire. Les hypothèses de transfert et d'exposition retenues au terme de cette analyse ne doivent pas conduire à une sous estimation des risques et les limites de l'évaluation pouvant induire des incertitudes inhérentes aux connaissances du site, des transferts et de la toxicologie des substances incriminées ont été clairement identifiées.

3.2. Cibles potentiellement exposées et modalités d'exposition associées

3.2.1. Typologie des cibles et usages au droit et dans l'environnement immédiat du site de la décharge

La décharge est située à l'Est du village de NEUWILLER, à 250 m à l'Ouest de la frontière franco-suisse, dans un massif forestier, en position topographiquement haute par rapport au village de NEUWILLER. Les premières habitations du village sont situées à moins de 200 m par rapport à la décharge. Les terrains aux alentours de la décharge sont occupés par des champs de maïs et de blé, par des vergers et par des prairies. L'ancienne décharge est localisée en tête du ravin du ruisseau du Røemislochbach et s'avance en partie dans le ravin vers l'aval pente.

L'accès carrossable le plus proche, situé à moins de 30 m de la décharge, est constitué par le chemin transfrontalier dit d'OBERWIL pourvu d'un revêtement routier. **Le chemin d'OBERWIL est très fréquenté par des adultes pour la promenade pédestre et équestre.**

La zone de suintement du ruisseau du Roemisloch, entre la période de hautes eaux et la période d'étiage, s'étend sur une longueur de 80 m. Cette zone est localisée au fond du ravin du Roemisloch entaillant les Alluvions anciennes et leur couverture lœssique. Le dénivelé entre le plateau et le fond du vallon au niveau de la zone de suintement est de 7 m environ. Aucun chemin ne donne l'accès direct au ravin depuis le chemin d'OBERWIL, ce qui rend le fond du vallon difficilement accessible. Néanmoins **l'accès par des enfants pour le jeu** n'est pas à exclure vu la proximité de certaines habitations et la relative proximité du village.

La zone forestière du Roemisloch est exploitée pour le bois de chauffage par des particuliers. Les parcelles de terrain couvrant la décharge et son proche environnement appartiennent à des personnes privées, ainsi qu'aux communes de NEUWILLER et OBERWIL.

3.2.2. Typologie des cibles et usages en aval du site de la décharge

Les eaux souterraines transitant en partie dans le corps de la décharge et se chargeant en composés organiques issus des déchets de la chimie bâloise des années 50, se déversent et **alimentent le ruisseau du Roemislochbach**. Ce dernier s'écoule dans le vallon du même nom en direction du Nord-Ouest et **traverse la partie Sud-Est du village de NEUWILLER** sur environ 200 m avant d'être canalisé et enterré sur les 200 derniers mètres de son trajet.

Le ruisseau draine vraisemblablement sur sa partie haute l'aquifère des Alluvions anciennes. Au niveau du village de NEUWILLER, le ruisseau rencontre les formations de la Molasse alsacienne et un manteau lœssique. Les relations du ruisseau avec ces formations vraisemblablement aquifères (cf. puits HOLNER) ne sont pas connues à l'heure actuelle.

Dans le village de NEUWILLER, le forage d'eau potable, qui capte les eaux de la molasse alsacienne, n'est pas vulnérable vis-à-vis de la décharge ; il en est de même pour les *bains thermaux*, alimentés par un forage géothermal qui capte des horizons profonds ne pouvant être contaminées par la décharge (cf. volet 2, [54]).

Le ruisseau du Roemislochbach, enterré et canalisé, se jette dans le Neuwillerbach au niveau du pont de la RD 16 et de l'Auberge de NEUWILLER. Le Neuwillerbach s'écoule en direction du Nord-Ouest sur environ 750 m avant d'atteindre la frontière franco suisse à la hauteur du site du Hitzmatten.

Côté suisse, le Neuwillerbach prend le nom de *Mülibach*. Le Mülibach alimente une réserve d'eau retenue par un barrage en terre en cours de construction par la commune d'ALSCHWIL. Il est prévu de protéger cette réserve, ce plan d'eau, pour la qualité du biotope ainsi créé. Enfin plus en aval, le Mülibach, en surverse de la réserve, s'écoule dans le quartier d'ALLSCHWIL (canton de BALE CAMPAGNE).

Aucun usage avéré des eaux du Roemislochbach et du Neuwillerbach n'a été recensé (par exemple, eaux agricoles, pêche de loisirs, etc.).

Néanmoins, aux abords du village de Neuwiller, le Roemislochbach est bordé par des vergers, des pâturages et des habitations, et une rampe aménagée en aval du point ES8 permet l'accès du ruisseau aux bovins depuis les pâturages attenants. En conséquence, la population de Neuwiller peut théoriquement être exposée par ingestion indirecte de produits agricoles (végétaux autoproduits, dans l'hypothèse d'un arrosage des potagers par les eaux du Roemislochbach, consommation de lait et/ou viande de bovins s'abreuvant dans le Roemislochbach).

3.3. Le terme Source

Le terme source consiste en l'ancienne décharge du Roemisloch. Les terrains naturels et eaux souterraines contaminés par les déchets chimiques peuvent constituer une source secondaire.

La caractérisation de l'ancienne décharge du Roemisloch a fait l'objet du volet 2 de la présente étude (rapport ANTEA A46776/A, [54]).

3.4. Substances et leurs transferts

3.4.1. Transferts vers les compartiments de l'environnement

La caractérisation des émissions (transfert depuis la source) de l'ancienne décharge du Roemisloch fait également l'objet du volet 2 de la présente étude (rapport ANTEA A46776/A, [54]).

L'observation de la qualité des eaux souterraines et superficielles dans l'environnement de la décharge du Roemisloch sur la période de mars 2001 à mars 2007 a mis en évidence des **émissions de composés organiques depuis les corps des déchets vers les eaux de surface (Roemislochbach puis plus en aval Neuwillerbach) et vers les eaux souterraines** (nappe alluviale, et nappe de la molasse à un degré moindre).

Ces émissions sont régies par les situations de hautes eaux et prennent alors le caractère événementiel de *bouffées* (émissions périodiques calées sur la périodicité des épisodes de hautes eaux). Cet impact est lié à la présence de composés organiques caractéristiques des déchets. Ces émissions sont dominées par les **monochloranilines, les dichloranilines, les chlorobenzènes, le 1,4-dioxane, les barbituriques et les sulfonamides**.

Les investigations effectuées en mars 2007 ont par ailleurs démontré que le massif des déchets chimiques est à l'origine de **fortes concentrations en composés organiques (chlorobenzènes, BTEX et COHV pour l'essentiel) sous forme gazeuse dans les gaz de la zone non saturée de la décharge**.

Les composés détectés dans la décharge ont des propriétés variables. Certains sont :

- mobiles dans les eaux, ces composés étant faiblement solubles (solubilité supérieure à 1 mg/l) à solubles (solubilité supérieure à 1000 mg/l). Les plus solubles sont les barbituriques et les sulfonamides,
- dégradables dans les eaux de surface par voie biologique et/ou photochimique. Les composés les moins persistants sont les amines aromatiques non chlorées ou monochlorées,
- mobiles dans l'air du sol et l'air ambiant (composés semi volatils à volatils, dont le coefficient de Henry est supérieur à 1 Pa.m³/mol), en particulier pour les chlorobenzènes, les BTEX et les chloroéthènes.

Les vecteurs à prendre en compte pour ces substances sont donc :

- le transport par les eaux de surface par écoulement libre et gravitaire,
- le transport par les eaux souterraines par convection et diffusion,
- l'émission des substances sous formes gazeuses depuis les gaz du sol (générés par le corps des déchets et/ou les eaux souterraines contaminées),
- l'émission des substances sous formes gazeuses depuis la surface libre d'un plan d'eau (ruisseau).

Ces transferts s'accompagnent de phénomènes d'atténuation comme la dégradation (biodégradation, photodégradation), la dilution et vraisemblablement l'adsorption.

3.4.2. Transfert vers les cibles et choix des points d'exposition

3.4.2.1. Exposition / transfert directs

Il s'agit des transferts de substances qui s'effectuent directement depuis le milieu vers les cibles, selon différentes modalités ou voies d'exposition dépendant de l'usage que les cibles font des milieux.

□ **Discussion relative aux milieux sol de surface et poussières**

Les investigations effectuées depuis mars 2001 sur le site de la décharge étudiée ont montré que le massif des déchets chimiques est recouvert par au moins 1,5 m de gravats et déblais de démolition correspondant à une mise en décharge postérieure à celle de la chimie bâloise des années 50.

Par ailleurs, aucun indice de déchets chimiques affleurant n'a été relevé.

En outre, le sol superficiel est formé par une couche de sol brun humifère forestier couvert de débris ligneux et de végétation. L'environnement forestier est propice à de faibles vitesses du vent. L'environnement immédiat de la décharge du Roemisloch ne se prête donc guère au phénomène d'envol de poussières depuis les sols de surface.

Enfin, les analyses de sols superficiels réalisées en mars 2007 n'ont pas mis en évidence de traceurs de l'activité.

Le milieu sol de surface n'est donc pas à considérer dans la présente étude comme un milieu d'exposition. Il n'est donc pas pris en compte dans la présente EDR. Il en est de même des expositions par ingestion et inhalation de poussières issues du sol, non prises en compte dans la présente EDR.

Remarque : ce constat vaut pour la configuration et l'état des connaissances actuels du site. La mise à l'affleurement de déchets chimiques suite notamment à des affouillements et/ou une érosion de la couverture des déchets (travaux tiers, déracinement d'arbres, etc.) amènerait à réviser cette position.

□ **Discussion relative à l'air ambiant**

Dégazage depuis le corps de la décharge

Les investigations effectuées en mars 2007 ont démontré que le massif des déchets chimiques est à l'origine de fortes concentrations en composés organiques (chlorobenzènes, BTEX et COHV pour l'essentiel) sous forme gazeuse dans les gaz de la zone non saturée de la décharge. Ces gaz du sol sont susceptibles d'être émis, en période de hautes eaux et/ou dépression atmosphérique notamment, vers l'air ambiant au droit du site.

Les calculs de transferts et des concentrations résultantes dans l'air ambiant effectués sur la base des concentrations en gaz du sol mesurés en mars 2007 (cf. volet 2 de la présente étude) montrent que **le milieu air ambiant au droit de la décharge est un milieu d'exposition pertinent dans le cadre de la présente étude.**

Le dégazage des eaux souterraines a été pris en compte au droit de la décharge. En effet, les mesures de gaz du sol reflètent les remontées de vapeurs de substances présentes dans les déchets et dans les eaux au sein de la décharge.

Dégazage depuis les eaux de surface

Les analyses effectuées sur les eaux de surface entre mars 2001 et mars 2007 sur les cours du Roemislochbach et du Neuwillerbach montrent la présence de composés volatils dissous (COHV et chlorobenzènes notamment).

La présence des isomères du dichlorobenzène et de COHV (PCE, CIS et Fréon F11) dans l'air ambiant a été mesurée par analyses au laboratoire au niveau du point ES DECH (suintement du pied de la décharge) en mars 2007.

Ces résultats ainsi que les calculs des concentrations résultantes dans l'air ambiant effectués sur la base des concentrations mesurées dans les eaux de surface (cf. volet 2 de la présente étude, rapport ANTEA A46776/A, [54]) montrent que **le milieu air ambiant au droit des eaux de surface est un milieu d'exposition pertinent dans le cadre de la présente étude.**

Bien que les concentrations calculées dans l'air ambiant soient faibles en ES8 et ES5 (cf. volet2, [54]), le calcul des expositions pour la voie respiratoire sera tout effectué afin d'apprécier l'impact sur le niveau de risque global au niveau de ces points d'exposition.

Les points ES11 et ES12 (fontaines communales) ont également été pris en compte comme points d'exposition par inhalation dans la présente étude malgré le fait que les analyses n'aient pas détecté de substances organiques volatiles. A titre sécuritaire, pour vérifier que la non prise en compte de ce scénario ne masque pas un risque inadmissible, un calcul sécuritaire a été effectué en prenant en considération les LIQ des substances recherchées.

Les points d'exposition aux gaz de l'air ambiant issus de plans d'eau pris en considération considérés dans la présente étude sont donc les suivants : ES DECH (pied de la décharge), ES-DECH2, ES8, ES5, et les fontaines communales.

□ Discussion relative aux eaux de surface

Les analyses effectuées sur les eaux de surface entre mars 2001 et mars 2007 sur les cours du Roemislochbach et du Neuwillerbach montrent la présence de composés issus de l'ancienne décharge du Roemisloch. Ces cours d'eau traversent en partie le village de NEUWILLER. **Le milieu eaux de surface est donc considéré comme un milieu d'exposition dans la présente étude.**

□ **Discussion relative aux eaux souterraines**

Les analyses effectuées sur les eaux souterraines entre mars 2001 et mars 2007 montrent l'absence de composés issus de l'ancienne décharge du Roemisloch, à des concentrations supérieures aux LIQ appliquées par le laboratoire, dans les points d'accès aux nappes exploités, à savoir le puits AEP de NEUWILLER et les sources communales.

Seules, des traces d'amines aromatiques, de chlorobenzène et de PCE ont été détectées sur une campagne dans le puits HOLNER (usage agricole par un particulier), rue des Vergers à NEUWILLER. Bien que ces traces revêtent un caractère ponctuel et inexplicé (contamination croisée ?) dans l'état actuel des connaissances (cf. volet2), **le puits HOLNER est considéré comme un point d'exposition pour les eaux souterraines dans la présente étude.**

3.4.2.2. *Exposition / transfert indirects*

Il s'agit des transferts de substances qui s'effectuent indirectement depuis le milieu retenu vers les cibles, selon différentes modalités ou voies d'exposition déclinées selon les usages, c'est-à-dire potentiellement :

- Transfert vers les parties comestibles aériennes et racinaires des végétaux de potagers qui seraient arrosés par des eaux contaminées,
- Transfert vers le lait et/ou la viande de bovins abreuvés par des eaux contaminées,
- Transfert vers le lait et/ou la viande de bovins en pâture sur les sols contaminés,
- Transferts vers la chair des poissons vivant dans des eaux contaminées.

La consommation de produits de la chasse, probablement faible et difficilement quantifiable, est écartée dans le cadre de la présente étude.

□ **Transfert vers les végétaux par arrosage**

Compte tenu de la proximité du Roemislochbach avec le village de NEUWILLER à vocation agricole et résidentielle, le transfert par arrosage des composés présents dans les eaux du ruisseau vers les végétaux autoproduits de potagers pourrait être pertinent ; cependant ces pratiques n'ont pas été démontrées et aucun jardin potager qui serait arrosé avec l'eau du Roemislochbach n'a été identifié.

L'évaluation d'un scénario jardin potager nécessiterait que de tels jardins aient été identifiés afin de pouvoir également échantillonner les sols et évaluer d'une manière plus pertinente l'exposition du jardinier et des consommateurs de végétaux cultivés.

En conclusion en l'absence de jardins identifiés comme étant irrigués par l'eau du Roemislochbach, ce scénario d'exposition n'a pas été retenu et il a été décidé de renforcer la communication sur la non utilisation de l'eau du ruisseau pour cet usage.

Il est possible que le puits agricole HOLNER soit occasionnellement exploité pour l'arrosage d'un potager. La présence de traces de polluants dans l'eau de ce puits apparaît occasionnellement et il n'est pas exclu qu'il s'agisse d'un artefact lié à une contamination croisée des échantillons. Ce scénario d'exposition a toutefois été retenu.

L'utilisation de l'eau du Neuwillerbach pour l'irrigation a toutefois était prise en compte considérant que ce cours d'eau a un débit plus conséquent et que les usages de son eau sont moins bien connus.

□ **Transfert vers le lait et/ou la viande de bovins abreuvés par des eaux contaminées**

Une rampe sommairement aménagée depuis un pré, en aval de la décharge (bien au-delà du point ES8), permet l'accès du ruisseau à des bovins qui paîtraient dans ce pré. Les eaux du Roemislochbach pourraient donc être utilisées au niveau du village de NEUWILLER pour l'abreuvement du bétail.

La moyenne de la charge organique totale mesurée depuis 2001 est inférieure à 30 µg/l au droit du point ES8, les principaux traceurs mesurés étant l'heptabarbital et les dichloranilines. Plus en aval, le Roemislochbach transite dans une zone d'habitat jusqu'à sa confluence avec le Neuwillerbach.

Au niveau de ce cours d'eau, ces traceurs sont également observés, de manière plus épisodique, et avec un abattement important des concentrations vers l'aval.

Il pourrait exister un transfert :

- de l'eau vers la viande et le lait de bovins s'abreuvant dans le Roemislochbach,
- puis de la viande et du lait vers l'homme.

L'évaluation de ces transferts nécessite la compréhension de nombreux mécanismes d'absorption et d'accumulation dans la chair et le lait des bovins. Les phénomènes d'adsorption pourraient être considérés comme similaires à ceux étudiés pour l'homme. Les phénomènes d'accumulation dans la chair et le lait sont méconnus pour la plupart des substances présentes.

Dans le cas des principales substances détectées en ES8 (cf. volet 5, rapport A47264/A [52]) :

- l'heptabarbital est éliminé en quelques heures par voie rénale et ne s'accumule pas dans l'organisme ;
- les amines aromatiques sont rapidement métabolisées par l'organisme et leurs métabolites, non toxiques, sont éliminés par voie urinaire. Dans le cas des dichloranilines, majoritairement détectées en ES8, le faible potentiel de bioaccumulation est confirmé par des données de la littérature scientifique concernant les poissons (cf. fiche toxicologique de l'INERIS relative à la 3,4-dichloraniline ; il n'existe néanmoins pas de résultats validés pour les organismes terrestres) ;
- les autres substances détectées en concentration nettement moindre (4-chlorphénylméthylsulfone, dioxane, crotamiton, ...) possèdent également un faible potentiel de bioaccumulation.

Il n'est pas impossible que la présence de polluants puissent avoir un effet sur la santé d'animaux s'abreuvant régulièrement dans le Roemislochbach (ce qui n'est en fait pas avéré) mais il est incertain que ces substances s'accumulent dans la chair ou le lait et puissent être transférées à l'homme. De plus la diversité des sources de l'alimentation en lait et en viande induit une forte atténuation dans les mécanismes de transfert.

L'exposition indirecte par l'ingestion de viandes ou de lait d'animaux s'abreuvant dans le Roemislochbach n'a en conséquence pas été évaluée. Cependant la communication sera maintenue et renforcée sur la non-utilisation de l'eau du Roemislochbach pour l'abreuvement d'animaux.

□ **Transfert vers le lait et/ou la viande de bovins en pâture sur les sols contaminés.**

Les investigations effectuées en mars 2007 au droit de la décharge n'ont pas mis en évidence de contamination des sols de surface par les composés issus des déchets de la décharge du Roemisloch. Le site de la décharge du Roemisloch n'est pas exploité ni exploitable comme pâturage.

Par ailleurs, les pâtures ne sont pas arrosées avec l'eau du Roemislochbach. Il n'y a donc aucune raison objective d'envisager une contamination des sols des pâtures.

La voie de transfert sol / bovins n'est pas pertinente dans la présente étude.

□ **Transferts vers la chair des poissons vivant dans des eaux contaminées.**

Les eaux du Roemislochbach et du Neuwillerbach ne sont pas piscicoles. En conséquence de quoi, la modalité de transfert eaux / poissons n'est pas pertinente dans la présente étude.

ADULTE	Localisation	Activité/ usage	Inhalation	Contact cutané	Ingestion directe	Ingestion indirecte
Forêt du Roemisloch	Au droit et dans l'environnement immédiat de la décharge	Travail occasionnel en forêt	Emission des gaz du sol	Sans objet	Sans objet	Sans objet
Chemin d'OBERWIL	50 m au Sud-Est de la décharge	Promenade	Emission des gaz du sol	Sans objet	Sans objet	Sans objet
ES-DECH2	50 m en aval direct de la décharge, vallon du Roemislochbach	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet
ES-DECH	Pied de la décharge, tête du vallon du Roemislochbach	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet

ENFANT	Localisation	Activité/ usage	Inhalation	Contact cutané	Ingestion directe	Ingestion indirecte
Forêt du Roemisloch	Au droit et dans l'environnement immédiat de la décharge	Activités ludiques	Emission des gaz du sol	Sans objet	Sans objet	Sans objet
Chemin d'OBERWIL	50 m au Sud-Est de la décharge	Promenade	Emission des gaz du sol	Sans objet	Sans objet	Sans objet
ES-DECH2	50 m en aval direct de la décharge, vallon du Roemislochbach	Activités ludiques	Dégazage du plan d'eau	Eau superficielle sédiments	Eau superficielle sédiments	Sans objet
ES-DECH	Pied de la décharge, tête du vallon du Roemislochbach	Activités ludiques	Dégazage du plan d'eau	Eau superficielle sédiments	Eau superficielle sédiments	Sans objet

Tableau 1 : Modalités et voies d'exposition envisagées au droit et dans l'environnement immédiat de la décharge
 (en orange : voies d'exposition retenues dans l'EDR)

3.5. Schéma conceptuels de transferts et d'exposition, scénarios d'exposition retenus

3.5.1. Points et modalités d'exposition potentiels au droit et dans l'environnement immédiat de la décharge

Les usages actuels (avérés ou potentiels) au droit et dans le proche environnement de la décharge, et les modalités potentielles d'exposition associées peuvent, à la lumière de ce qui précède, se résumer comme suit :

1. Travail forestier occasionnel pour une population de travailleurs adultes. Dans ce contexte, l'adulte peut **inhaler d'éventuels gaz** issus de la décharge. L'exposition par ingestion et contact cutané avec des particules de sol n'est pas pertinente (sols de surface non pollués).
2. Promenade périodique d'adultes et d'enfants sur le chemin d'OBERWIL. Dans ce contexte, les enfants et les adultes peuvent **inhaler d'éventuels gaz** issus de la décharge.
3. Utilisation périodique de la décharge et du vallon du Roemislochbach par des enfants comme terrain de jeu. Dans le cadre du jeu, l'enfant peut **ingérer** des particules de sédiments et/ou des eaux de surface, entrer en **contact par la peau** avec les particules de sédiments et/ou les eaux de surface et enfin **inhaler** d'éventuels gaz issus de la décharge et/ou des eaux superficielles.

Les scénarii d'exposition potentiels envisagés (points et voies d'exposition) figurent dans le Tableau 1 présenté ci-contre. Certains scénarios envisagés ont été écartés au vu des résultats d'analyses (sols : concentrations inférieures aux LIQ - cf. § 5)

Les schémas conceptuels de transfert et d'exposition correspondants sont présentés sur la Figure 4 (vue en plan) et la Figure 5 (vue en coupe).

3.5.2. Points et modalités d'exposition potentiels en aval de la décharge

A la lumière de ce qui précède, les usages actuels avérés ou potentiels et les modalités potentielles d'exposition associées peuvent se résumer comme suit (cf. Tableau 2) :

- ✓ utilisation périodique du vallon du Roemislochbach et du Neuwillerbach par des enfants comme terrain de jeu. Dans le cadre du jeu, l'enfant peut **ingérer** des eaux de surface, être en **contact par la peau** avec les eaux de surface et enfin **inhaler** d'éventuels gaz issus des eaux superficielles.

Groupement d'Intérêt pour la sécurité des Décharges de la Région de Bâle (GIDRB)
Ancienne décharge du Roemisloch à NEUWILLER (68)
Volet 3 : Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé humaine

A47863/A

- ✓ utilisation des eaux du Neuwillerbach à l'aval du village de NEUWILLER à des fins agricoles (arrosage et irrigation).
- ✓ utilisation du puits HOLNER pour l'arrosage du potager (ingestion des végétaux consommés par des adultes ou des enfants). Un scénario sécuritaire supposant la consommation de ces eaux pour les besoins en eau potable a été examiné (adultes et enfants).
- ✓ utilisation périodique des fontaines communales par des enfants pour le jeu. Dans le cadre du jeu, l'enfant peut **ingérer** des eaux et entrer en **contact par la peau** avec ces eaux, et inhaler d'éventuelles substances dégazant depuis la surface libre de l'eau.

ADULTE	Localisation	Activité/usage	Inhalation	Contact cutané	Ingestion directe	Ingestion indirecte
Fontaines communales	Village de NEUWILLER. Points ES9, ES11 et ES12	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet
Puits HOLNER	Village de NEUWILLER. Rue des Vergers	Eau agricole	Sans objet	Sans objet	Eau souterraine	Eau souterraine pour arrosage
ES5	Neuwillerbach, 30 m avant la frontière franco suisse	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet
ES8	Roemislochbach, 250 m en aval de la décharge	Eau agricole	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet

ENFANT	Localisation	Activité/usage	Inhalation	Contact cutané	Ingestion directe	Ingestion indirecte
Fontaines communales	Village de NEUWILLER. Points ES9, ES11 et ES12	Activités ludiques	Eau souterraine	Eau souterraine	Eau souterraine	Sans objet
Puits HOLNER	Village de NEUWILLER. Rue des Vergers	Eau agricole	Sans objet	Sans objet	Eau souterraine	Eau souterraine pour arrosage
ES5	Neuwillerbach, 30 m avant la frontière franco suisse	Activités ludiques	Dégazage du plan d'eau	Eau superficielle	Eau superficielle	Eau superficielle pour arrosage
ES8	Roemislochbach, 250 m en aval de la décharge	Eau agricole & activités ludiques	Dégazage du plan d'eau	Eau superficielle	Eau superficielle	Sans objet

Tableau 2 : Modalités et voies d'exposition analysées en aval de la décharge
(en orange : voies d'exposition retenues dans l'EDR)

3.5.3. Le cas particulier de la prise en compte de la voie cutanée

La DGS (Direction Générale de la Santé), via la Circulaire du 30 mai 2006 (relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence dans le cadre des évaluations de risque sanitaire d'études d'impact), a proscrit la transposition des VTR ingestion ou inhalation à la voie cutanée.

Les nouveaux textes relatifs aux sites et sols pollués (Circulaires du 8 février 2007 et annexes décrivant la nouvelle méthodologie) font systématiquement référence à la circulaire du 30 mai 2006. Au regard de ces textes et avancées, la voie percutanée ne serait plus à prendre en considération dans l'évaluation des risques sanitaires. Toutefois, dans un souci d'homogénéité et de transparence avec la version provisoire de l'EDR du site du Roemisloch d'avril 2005 (antérieure aux textes cités plus haut), la voie cutanée a été prise en compte dans la présente étude.

*Groupement d'Intérêt pour la sécurité des Décharges de la Région de Bâle (GIDRB)
Ancienne décharge du Roemisloch à NEUWILLER (68)
Volet 3 : Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé humaine*

A47863/A

4. Modèles de transfert retenus

Les équations permettant le calcul des concentrations dans différents milieux sont condensées en annexe I dans le volet 4 (rapport ANTEA A47555/A, [56]).

4.1. Modèle de transfert des gaz du sol vers l'air ambiant

Il s'agit par ce modèle d'estimer les concentrations aux points d'exposition (à hauteur des voies respiratoires, soit à 1 m au dessus du sol chez l'enfant et 1,5 m au dessus du sol pour l'adulte) à partir des concentrations en polluants dans les gaz du sol.

Les équations sont issues du « *Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites* ». Elles correspondent principalement à l'équation CM-3 du modèle RBCA, scindée en 2 pour la clarté des justifications. Les concentrations dans les gaz du sol sont mesurées ou calculées au moyen de l'équation 15 du « *User's guide Johnson & Ettinger* ».

Les paramètres de transfert retenus et les résultats obtenus ont été traités dans le volet 2 (rapport ANTEA A46776/A, [54]) de la présente étude (caractérisation des émissions).

4.2. Modèle de transfert des eaux de surface vers l'air ambiant

Il s'agit par ce modèle d'estimer les concentrations au point d'exposition (à hauteur des voies respiratoires, soit à 1 m au dessus du sol chez l'enfant et 1,5 m au dessus du sol pour l'adulte) à partir des concentrations en composés organiques volatils des eaux superficielles.

Les équations sont issues de l'approche BP RISC « *RISC Manual version 4.0 d'octobre 2001. Shower and Irrigation Volatilization Model* », G3-G4.

Les paramètres de transfert retenus et les résultats obtenus ont été traités dans le volet 2 (rapport ANTEA A46776/A, [54]) de la présente étude (caractérisation des émissions).

4.3. Modèle de transfert de l'eau d'arrosage vers les végétaux

Le modèle se base sur l'hypothèse que les concentrations dans la nappe ou les eaux de surface qui servent à l'arrosage sont identiques aux concentrations dans l'eau du sol où poussent les plantes arrosées (hypothèse pénalisante).

Le calcul est effectué à partir de l'équation 7-11a du chapitre 7 du guide de l'utilisateur du logiciel BP RISC (Risk Integrated Software for Clean-Ups) : « *RISC Manual version 4.0 d'octobre 2001* ».

Il fait intervenir des facteurs de bioaccumulation (différents pour les végétaux dont la partie comestible est racinaires et ceux dont la partie comestible est aérienne), calculés à partir du coefficient de partage octanol/eau (Kow).

Dans certains cas, comme pour les HAP, cela conduit à une forte surestimation de la quantité accumulée dans la plante et en conséquence une forte majoration du risque calculé. Dans le cas des HAP, il a été attribué les BCF du Benzo(a)pyrène (valeurs mesurées, citées dans la fiche toxicologique de l'INERIS : BCF racinaire égal à $2,7 \cdot 10^{-3}$; BCF feuillus : $2,4 \cdot 10^{-2}$) à toutes les molécules de la famille.

4.4. Modèle de transfert percutané

Il s'agit de modéliser le transfert de substances au travers de la peau en faisant intervenir un paramètre traduisant l'adsorption du polluant par la peau, exprimée sous forme d'un coefficient de perméabilité cutanée.

Les équations sont tirées du « *Risk assessment guide for Superfund (vol 1) – Human Health evaluation manual (2004)* ».

5. Modèles de quantification des risques - Modèles d'exposition retenus

5.1. Expression des Doses Journalière d'Exposition (DJE)

La méthodologie et les calculs des modèles d'exposition mis en œuvre dans le cadre de la présente Evaluation Détaillée des Risques sont exposés en annexe K dans le volet 4 (rapport ANTEA A47555/A [56]).

5.2. Choix des fréquences et des durées d'exposition

5.2.1. Pour l'enfant dans le cadre d'activités ludiques et la promenade

Ce type d'exposition est relativement peu documenté. On considère que l'enfant est exposé dans le cadre de ses activités ludiques, durant les 6 années de l'enfance, 6 mois par an (soit $4 \times 6 = 24$ semaines), 2 jours par semaine (soit 24×2 , soit 48 occurrences) et 1 heure par jour, soit un équivalent de 2 jours /an ($48 \times 2 / 24$). Dans le cas de l'exposition dans le vallon du Roemislochbach (points ESDECH, ESDECH2 et ES8), le nombre d'occurrences est réduit à 25 au lieu de 48 considérant que cet endroit est peu accessible.

- **les relations doses / effets pour l'ingestion** sont évènementielles, c'est à dire qu'elles sont établies pour une journée quelque soit le temps d'exposition journalier, dans le cas présent 48 ou 25 occurrences.
- **les relations doses / effets pour l'inhalation et le contact cutané** prennent en compte le temps effectif d'exposition, soit 2 jours (ou 1 jour) équivalents par an pour l'inhalation et 48 (ou 25) occurrences de 1 heure pour le contact cutané

5.2.2. Pour l'adulte dans le cadre de la promenade

Ce type d'exposition est relativement peu documenté. L'adulte est supposé exposé dans le cadre de sa promenade, durant 30 années de sa vie, 12 mois par an (soit 365 jours), 1 heure par jour, soit un équivalent de 15 jours /an ($365 \times 2 / 24$).

5.2.3. *Pour l'adulte dans le cadre du travail forestier*

On considère que l'adulte est exposé dans le cadre du travail forestier, durant 30 années de la vie d'adulte, 2 mois par an (soit 60 jours/an), à raison de 8 heures par jour.

5.2.4. *Pour l'enfant et l'adulte consommant des légumes et fruits autoproduits*

Dans le document de calcul des VCI² (INERIS³, novembre 2001), la consommation de fruits et légumes est considérée s'étaler sur toute l'année. Nous prendrons la même hypothèse pour nos calculs, soit une fréquence d'exposition de 365 jours/an.

5.2.5. *Temps moyens d'exposition*

Le temps moyen d'exposition (Tm) se résume comme suit⁴ :

- 70 ans x 365 jours, soit 25 550 jours pour les risques cancérogènes (durée de vie entière),
- 30 ans x 365 jours, soit 10 950 jours pour le risque toxique et l'adulte,
- 6 ans x 365 jours, soit 2 190 jours pour le risque toxique et l'enfant.

5.3. Paramètres d'exposition

5.3.1. *Poids corporels retenus*

L'adulte est assimilé à un individu de poids corporel de 70 kg (INERIS - Méthode de Calcul des VCI – 2001).

L'enfant est assimilé à un individu de poids corporel de 15 kg (INERIS - Méthode de Calcul des VCI – 2001).

5.3.2. *Quantité de végétaux autoproduits ingérés*

Les quantités de végétaux ont été adaptées à partir des données CIBLEX (*Banque de données des paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué – IRSN – ADEME, Version 0 de juin 2003*) pour une commune rurale du Haut-Rhin.

² Valeur de Constat d'Impact

³ Institut National de l'Environnement, des Risques Industriels et de la Sécurité

⁴ INERIS - Méthode de Calcul des VCI - 2001

Les quantités de légumes racinaires prises en compte pour les calculs correspondent à la somme des légumes racines et des pommes de terre de la base CIBLEX. Dans le cas des végétaux feuillus, il s'agit de la somme des légumes feuilles et des légumes fruits de la base CIBLEX.

S'agissant d'un scénario de végétaux autoproduits, les quantités globales ont été pondérées par le pourcentage d'autarcie (pour l'enfant, il est supposé qu'il est identique à celui de l'adulte).

Les résultats obtenus, utilisés comme données d'entrée du modèle d'exposition, sont résumés Tableau ci après.

Quantités ingérées	Adulte (g/j)	Enfant (g/j)
Somme des végétaux racinaires	39,6	31,5
Somme des végétaux feuillus	30,1	34,6

Tableau 3 : Quantité de végétaux autoproduits ingérés

5.3.3. Surfaces corporelles exposées (contact cutané)

Les paramètres liés à l'exposition des personnes par voie cutanée proviennent du document « *Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact* » (INERIS, novembre 2001). Les surfaces corporelles sont présentées dans le Tableau 4.

Paramètres	Adulte m ²	Enfant m ²
Surface corporelle totale (Am)	1,8	0,95
Surface des mains	0,09	0,03
Surface des mains et des bras	0,34	0,10
Surface des mains et des avant bras	0,17	
Surface des jambes et pieds	0,55	0,18

Tableau 4 : Surfaces corporelles exposées

Dans le cas présent, les surfaces corporelles exposées prises en compte sont les suivantes :

- Enfant : dans le cadre de ses activités ludiques, exposition des mains et des bras, soit 0,1 m² de peau,
- Adulte : dans le cadre du travail forestier, exposition des mains et des bras, soit 0,34 m² de peau.

5.3.4. Quantités d'eau ingérées dans le cadre des activités ludiques de l'enfant

La valeur de 10 ml/h d'eau ingérée est retenue. Cette valeur est sécuritaire considérant les quantités de sols ingérés lors de différentes activités humaines. Cette quantité varie selon les études effectuées entre 50 mg/jour et 480 mg/j. En comparaison, l'hypothèse retenue pour l'ingestion d'eau correspond à 10 000 mg/j.

A titre indicatif, la valeur recommandée par l'US-EPA en 1989 pour la nage (US-EPA (1989). « *Risk assessment guidance for Superfund, volume I. Human health evaluation manual (Part A)* » - WASHINGTON, DC) est de 50 ml/h.

Cette référence confirme que l'hypothèse retenue est sécuritaire.

5.4. Choix des substances et des concentrations

5.4.1. Problématique posée

5.4.1.1. Incertitudes liées à l'hétérogénéité de l'échantillonnage

La liste analytique appliquée aux eaux de surface et aux eaux souterraines entre mars 2001 et mars 2007 comprend dans sa configuration la plus exhaustive (mars 2007) plus de 80 composés organiques et inorganiques.

Par ailleurs, certains points d'exposition ont fait l'objet de plus de 25 prélèvements pour analyses au laboratoire avec, dans certains d'entre eux (ES5, ES7, ES8), une grande amplitude dans les concentrations observées (*bouffées polluantes* dans les eaux de surface, surtout avant les travaux de reprofilage du thalweg pour supprimer la mare).

Les chroniques analytiques sont donc entachées des inévitables incertitudes liées à l'hétérogénéité de l'échantillonnage et à la variabilité du phénomène émissif dans les eaux de surface avec le temps.

5.4.1.2. Incertitudes liées aux limites des techniques analytiques

Les screenings par CPG/MS effectués sur les eaux souterraines et superficielles ont montré que les nombreux composés visés par les analyses ciblées systématiques étaient accompagnés de composés organiques se traduisant par des signaux CPG/MS difficilement identifiables avec les techniques analytiques actuelles.

Certains de ces signaux ont fait l'objet de tentatives d'identification, non confirmées, d'autres ont été partiellement identifiés et d'autres sont inconnus.

Les analyses par screening ont confirmé la pertinence du programme des analyses ciblées. Les quantifications obtenues par les analyses ciblées ont été privilégiées aux estimations faites lors des screenings.

5.4.1.3. *Incertitudes liées aux connaissances toxicologiques*

Les substances analysées ou ayant donné lieu à une tentative d'identification possèdent des degrés variables de connaissances toxicologiques, selon les voies d'exposition considérées : certaines substances comme les BTEX, les COHV, les chlorobenzènes, les HAP possèdent des effets suffisamment renseignés dans la littérature spécialisée pour que des Valeur Toxicologiques de Référence (VTR) aient pu être proposées et, pour certaines d'entre elles, avaluées par l'INERIS (cf. volet 5, rapport ANTEA A47264/A, [52]).

Pour les autres substances présentes au Roemisloch, il a été possible de proposer des VTR sur la base d'une compilation des données toxicologiques existantes ou par analogie avec des substances ayant des propriétés voisines.

5.4.2. *Méthodologie suivie*

Compte tenu des incertitudes liées à la métrologie, à la toxicologie et à la complexité des émissions de la décharge étudiée, il s'agit d'effectuer un choix des substances et des concentrations qui permette de rendre compte de façon sécuritaire et la plus réaliste possible des effets probables des expositions chroniques sur la santé humaine.

Le choix des substances est précisé dans le paragraphe § 5.4.3 (dans certains cas, et notamment dans l'analyse des incertitudes, il a été décidé d'intégrer des substances recherchées mais non détectées, en supposant la concentration égale à la LIQ - limite inférieure de quantification).

Le choix des concentrations repose sur l'appréciation de leur degré de variabilité à un point d'exposition donné avec le temps, le nombre de valeurs dans les chroniques analytiques existantes, le caractère sécuritaire des valeurs et le rapport des concentrations entre chaque espèce identifiée.

5.4.3. *Substances et concentrations retenues pour les expositions par inhalation*

Les substances et les concentrations retenues ainsi que les arguments ayant motivé ces choix sont exposés dans le volet 2 (chapitre relatif aux émissions gazeuses) de la présente étude.

Rappelons que :

- les concentrations dans l'air au droit de la décharge sont calculées à partir des concentrations dans les déchets et/ou des concentrations dans les gaz prélevés au sein de la décharge. Ces concentrations servent aussi pour les calculs d'exposition du scénario « promenade sur le chemin d'Oberwill » (hypothèse majorante) ;
- les concentrations au point ES-DECH sont calculées à partir des concentrations dans les eaux de surface suintant à cet endroit, éventuellement majorées par la concentration directement mesurée dans l'air ambiant si elle est supérieure ;
- les concentrations aux points ES-DECH2, ES8, ES5 sont calculées à partir des concentrations dans les eaux de surface prélevées à ces endroits.

Les substances concernées et les concentrations calculées sont reportées dans les tableaux de calcul en annexe J dans le volet 4 (rapport ANTEA A47555/A, [56]).

5.4.4. *Substances et concentrations retenues pour les expositions par ingestion et contact cutané*

L'exposition par ingestion directe est prise en considération en ES DECH, ES-DECH2, ES8, ES5, au puits HOLNER, et sur les fontaines communales (ES9, ES11, ES12).

L'exposition par ingestion indirecte (végétaux) est considérée en ES5 et au puits HOLNER.

L'exposition par contact cutané est considérée en ES DECH, ES-DECH2, ES8, ES5, et sur les fontaines communales (ES9, ES11, ES12).

5.4.4.1. *Point d'exposition ES DECH et ES-DECH2*

Choix des substances : on prend en compte dans les calculs suivants toutes les substances détectées et quantifiées au niveau de ce point d'exposition.

Choix des concentrations : Les concentrations observées sont généralement élevées (cf. tableaux des résultats analytiques en annexe F2 dans le volet 4, [56]). Deux approches sont retenues.

- les concentrations retenues sont les **concentrations maximales** observées en chaque composé sur la période d'observation (mars 2001 à mars 2007). Les concentrations en substances non détectées sont considérées comme étant égales à la LIQ.

- les chroniques analytiques établies depuis mars 2001 ont montré des concentrations restant globalement élevées mais pouvant néanmoins présenter quelques variations. Les concentrations maximales ne sont donc pas forcément représentatives du degré de contamination sur le moyen et long terme et de l'exposition associée, mais leur prise en compte revêt un caractère sécuritaire.

Afin d'appréhender le risque de manière plus réaliste, une seconde approche a été réalisée en prenant en considération **les concentrations moyennes** observées. Ces moyennes sont établies sur toute la période d'observation (mars 2001 à mars 2007).

Lorsque pour une substance détectée régulièrement ou occasionnellement, la concentration est inférieure à la LIQ à une date donnée, il est pris en compte la LIQ dans le calcul de la moyenne (ce qui conduit à une légère majoration de la moyenne, dans une logique sécuritaire).

5.4.4.2. Points d'exposition ES5 et ES8

□ Exploitation des analyses ciblées

Choix des substances : on prend en compte dans les calculs suivants toutes les substances détectées et quantifiées au niveau de ces deux points d'exposition.

Choix des concentrations : deux approches sont retenues.

- les concentrations retenues sont les **concentrations maximales** observées en chaque composé sur la période d'observation (mars 2001 à mars 2007). Les concentrations en substances non détectées sont considérées comme nulles.
- au niveau de ES8 et ES5, les chroniques analytiques établies depuis mars 2001 ont mis en évidence de fortes amplitudes de concentrations en composés traceurs des déchets issus des déchets chimiques du Roemisloch.

Les concentrations maximales ne sont donc pas forcément représentatives du degré de contamination sur le moyen et long terme et de l'exposition associée, et leur prise en compte présente un caractère très sécuritaire.

Afin d'appréhender le risque de manière plus réaliste, une seconde approche est réalisée en prenant en considération **les concentrations moyennes** observées.

Ces moyennes sont établies sur toute la période d'observation (mars 2001 à mars 2007). Lorsque pour une substance détectée régulièrement ou occasionnellement, la concentration est inférieure à la LIQ à une date donnée, le calcul de la moyenne intègre la valeur de la LIQ à cette date (ce qui conduit à une légère majoration de la moyenne, dans une logique sécuritaire).

□ **Exploitation des screening CPG/MS (ES8)**

Des screenings par CPG/MS après double extraction ont été effectués sur ES5 et ES8 en 2001, 2002 et 2006.

Au niveau d'ES5, ces analyses n'ont pas mis en évidence la présence de composés organiques autres que ceux détectés par le programme d'analyses ciblées.

Pour ES8, les screenings ont mis en évidence que la charge organique totale mesurée était constituée par 50 à 67 % de composés identifiés (en nombre de substances), le restant étant partiellement identifié ou de structure inconnue. Exprimé par rapport la concentration totale, la proportion des substances partiellement ou non identifiées représente moins de 20 % (somme des valeurs hautes des plages de concentrations estimées égale à 6,3 µg/l).

Deux substances identifiées par screening et non quantifiées par analyses ciblées ont été considérées dans le cadre de l'EDR (des VTR sont disponibles ou ont pu être proposées). Ces substances et la concentration retenue (correspondant à la valeur haute des plages de concentrations estimées) sont :

- le dibutylphtalate (screening 2002) : 8 µg/l ;
- le 2,2'-méthylène-bis(6-tert-butyl-p-crésol) (screening 2002) : 6 µg/l ;

Le squalène, l'isopropylpalmitate et l'acétate d'octadécyl (détectés par screening en 2002) n'ont pas été pris en compte dans l'EDR car d'origine naturelle ou non toxiques (cf. volet 5, rapport ANTEA A47264/A, [52]).

5.4.4.3. *Points d'exposition puits HOLNER*

Choix des substances : on prend en compte dans les calculs suivants toutes les substances détectées et quantifiées au niveau de ce point d'exposition.

Choix des concentrations : les concentrations retenues sont les **concentrations maximales** observées en chaque composé sur la période d'observation d'octobre 2005 à mars 2007. Les concentrations en substances non détectées sont considérées comme nulles.

Le screening CPG/MS effectué en avril 2006 sur les eaux du puits HOLNER n'a pas mis en évidence la présence de composés organiques.

L'approche retenue ici apparaît proportionnée et suffisamment sécuritaire pour pouvoir négliger les LIQ des substances recherchées et non détectées.

5.4.4.4. Point d'exposition Fontaines communales (ES9, ES11 et ES12)

Aucune substance n'a été détectée à des concentrations supérieures à la LIQ dans les eaux des fontaines communales ES9, ES11 et ES12. Malgré tout un calcul est effectué en prenant en considération les LIQ des substances recherchées possédant le potentiel danger intrinsèque le plus élevé.

5.4.5. Cas des sols (ingestion, contact cutané)

Le sol superficiel est formé par une couche de sol brun humifère forestier couvert de débris ligneux et de végétation. Les investigations effectuées depuis mars 2001 sur le site de la décharge ont montré que le massif des déchets chimiques est recouvert par au moins 1,5 m de gravats et déblais de démolition, et aucun indice de déchets chimiques affleurant n'a été relevé.

En outre, comme exposé au § 3.4.2.1, les analyses de sols superficiels réalisées en mars 2007 n'ont pas mis en évidence de traceurs de l'activité.

En conséquence, l'exposition aux sols de surface (ingestion, contact cutané) n'a pas été prise en compte dans la présente EDR.

5.5. Indices de quantification des risques

Pour chaque scénario est calculée une dose journalière d'exposition DJE. A partir de cette dose journalière d'exposition, on caractérise le risque pour les substances à seuil et les substances sans seuil.

Les IR et les ERI sont calculés pour chaque substance et pour chaque scénario à un point d'exposition donné. Nous renvoyons à l'annexe K (volet 4, rapport ANTEA A47555/A, [56]) le lecteur intéressé par les formules de calcul nécessaires à la quantification des risques.

Dans la présente approche, volontairement sécuritaire, on ne tient pas compte du fait que les effets toxiques et/ou cancérigènes peuvent concerner spécifiquement, selon les substances, des organes cibles donnés. Au niveau de chaque point d'exposition, les IR et ERI de chaque substance et de chaque voie d'exposition seront additionnés quelque soit l'organe cible.

Les facteurs liés à l'individu (sexe, âge, état nutritionnel et hormonal), les facteurs environnementaux et les éventuelles expositions simultanées ou antérieures à d'autres produits chimiques ne sont pas pris en compte dans la présente approche.

6. Relations Doses / Effets et choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Les substances étudiées correspondent aux traceurs caractéristiques des émissions des déchets de la chimie bâloise (période 1950 – 60) observées maintenant depuis mars 2001 sur le site du Roemisloch à NEUWILLER.

6.1. Les Valeurs Toxicologiques

Les données incluses dans le volet 5 (rapport ANTEA A47264/A, [52]) ont été collectées à partir des données disponibles dans la littérature spécialisée ou sur les sites internet de grandes institutions, gouvernementales ou non, telles l'INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT ET DES RISQUES INDUSTRIELS (INERIS), l'ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (OMS), UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA), AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR).

Les données détenues par les industriels du GI DRB ont aussi été une source précieuse d'information, en particulier pour la famille de composés des amines aromatiques.

Dans ce document [52] sont rassemblées les Valeurs Toxicologiques de Référence, qui ont été soit recherchées dans la littérature spécialisée, soit déterminées scientifiquement par le toxicologue du GI DRB.

Il est à noter que la détermination et l'application des VTR non publiées, contenues dans ce document, ont fait l'objet d'une réflexion dans le cadre spécifique de l'EDR des anciennes décharges étudiées. Pour d'autres études, il est déconseillé d'utiliser ces valeurs sans y prêter la plus grande attention.

La toxicité aiguë, subchronique et chronique de chaque substance est présentée, si possible pour l'homme et d'autres organismes vivants.

Ont été recherchées les effets toxiques, la cancérogénicité, la mutagénicité, la toxicité vis à vis de la reproduction, la tératogénicité, les données concernant la toxicologie aiguë (LD₅₀, LC₅₀⁵), les données concernant la toxicologie chronique (NOAEL, NOEL, LOAEL, LOEL), les données concernant l'écotoxicité (CE₅₀).

⁵ pour les définitions de ces termes, se référer à la liste des abréviations et au glossaire.

6.2. Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)

6.2.1. Définition

Ces valeurs correspondent à la relation qui existe entre la dose d'exposition et l'apparition probable d'un effet sanitaire lié à une exposition chronique.

L'évaluation de la relation dose-réponse est généralement effectuée au travers des études expérimentales chez l'animal, mais aussi à partir d'études épidémiologiques chez l'homme et la dose sans effet nocif (NOEL, NOAEL) est si possible identifiée.

Lorsque ces valeurs toxicologiques sont établies à partir d'études expérimentales animales, l'extrapolation à l'homme se fait en appliquant des facteurs d'incertitudes aux seuils sans effets néfastes définis chez l'animal (NOAEL, NOEL).

Nous renvoyons le lecteur au volet 5 [52] largement détaillé. Pour chaque molécule, la valeur toxicologique de référence recherchée est la Dose Journalière Tolérable (DJT) pour les substances "à seuil" et l'Excès de Risque Unitaire (ERU) pour les substances "sans seuil".

6.2.1.1. La Dose Journalière Tolérable (DJT) pour les effets non cancérigènes

Il s'agit de l'estimation de la dose qui peut être absorbée durant une vie entière sans apparition de risque toxique appréciable pour la santé.

Elle s'exprime en unité de masse de substance absorbée par unité de masse corporelle et par jour.

La DJT ne sera pas la même selon la voie d'administration (ingestion, contact cutané, ou inhalation).

6.2.1.2. L'Excès de Risque Unitaire (ERU) pour les effets cancérigènes

L'effet cancérigène d'une substance sans seuil est exprimé par la notion d'Excès de Risque Unitaire pour la voie orale (ERUo), pour la voie cutanée (ERUc) ou pour l'inhalation (ERUi).

Il s'agit pour l'essentiel d'effets cancérigènes génotoxiques et de mutations génétiques pour lesquels la fréquence – mais non la gravité – est proportionnelle à la dose.

Ces effets peuvent donc apparaître quelle que soit la dose reçue par l'organisme et l'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque non nul qu'une molécule pénétrant dans le corps humain provoque des changements dans une cellule. La relation entre le niveau d'exposition chez l'homme et la probabilité de développer l'effet cancérogène est donc exprimée sous la forme d'une valeur représentant un Excès de Risque Unitaire.

En d'autres termes, l'ERU est la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu à de développer l'effet s'il est exposé à une unité de dose durant la vie entière.

D'un point de vue mathématique, l'ERU est la pente de la droite qui associe la probabilité d'effets à la dose toxique pour des valeurs faibles de la dose. Il s'agit d'une hypothèse linéaire permettant de calculer la probabilité au-delà du domaine des doses réellement expérimentées.

Selon l'organisme qui la définit, elle sera nommée différemment : Sfo (Slope factor oral), Sfd (Slope factor dermal), ERUo (Excès de Risque Unitaire oral), ERUi (Excès de Risque Unitaire par inhalation)...

Lorsque ces valeurs n'ont pas été définies par des organismes reconnus, un travail de recherche documentaire a été effectué et des valeurs ont été proposées par le GI DRB sur la base des résultats d'études jugées pertinentes. Cependant, il n'existe de valeurs toxicologiques de référence que pour quelques centaines de substances chimiques et parmi elles, on ne dispose pas d'indice pour toutes les voies et durées d'exposition pertinentes.

En ce qui concerne les VTR ici déterminées, la méthodologie utilisée pour définir ces VTR est la même que celle suivie par les groupes d'experts internationaux, c'est à dire l'application à des valeurs expérimentales animales de facteurs de sécurité prenant en compte, par exemple, les incertitudes relatives à :

- la variabilité inter-espèce,
- la variabilité interindividuelle,
- l'utilisation d'un LOAEL au lieu d'un NOAEL...

Ce travail a été réalisé grâce à l'aimable collaboration de Monsieur Hans-Jörg WEIDELI (ECO TOX Consulting), Toxicologue du GI DRB.

7. Résultat de l'Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé par point d'exposition

Les tableaux détaillés de calcul des IR et des ERI par substance, par voie et par point d'exposition sont joints en annexe L dans le volet 4 (rapport ANTEA A47555/A [56]).

Les tableaux donnés ci après récapitulent les IR et ERI globaux résultants.

7.1. Au droit et dans le proche environnement de la décharge

7.1.1. Promenade dans la forêt ou sur le chemin d'Oberwill

Rappelons qu'il s'agit d'un scénario concernant l'inhalation de substances émises par la décharge par des adultes ou des enfants se promenant dans la forêt, sur la décharge, ou aux abords, sur le chemin d'Oberwill. Les concentrations prises en compte sont celles émises au droit de la décharge (hypothèse majorante).

Forêt du Roemislochbach	Valeur	Critère d'acceptabilité	Qualification du risque	Ecart au critère
Enfants				
Risque toxique IR	$1,2 \cdot 10^{-3}$	1	Acceptable	817
Risque cancérigène ERI	$6,7 \cdot 10^{-11}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	$1,5 \cdot 10^5$
Adultes				
Risque toxique IR	$4,7 \cdot 10^{-3}$	1	Acceptable	214
Risque cancérigène ERI	$1,3 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	7881

Tableau 5 : IR et ERI pour le scénario promenade (enfants et adultes) sur la décharge et aux abords (exposition par inhalation)

Le risque calculé est acceptable avec une marge élevée (forts écarts au critère).

Les substances contribuant le plus au risque toxique sont le chlorobenzène (72,7%) et le mercure (26,1%). Le benzène porte 1% du risque et les autres substances une part négligeable.

Les substances contribuant le plus au risque cancérigène sont le benzène (91,7%) et les COHV (1,4-dichlorobenzène 3,0%, tétrachloréthylène 3,6%, trichloréthylène 1,3 %).

7.1.2. Travaux forestiers

Rappelons que ce scénario concerne la réalisation de travaux forestiers (coupe du bois, ...) sur la décharge ou aux abords immédiats (adultes). Les concentrations prises en compte sont celles émises au droit de la décharge (hypothèse majorante).

Chemin d'Oberwill	Valeur	Critère d'acceptabilité	Qualification du risque	Ecart au critère
Adultes				
Risque toxique IR	$1,2 \cdot 10^{-2}$	1	Acceptable	82
Risque cancérigène ERI	$3,3 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	3005

Tableau 6 : IR et ERI pour les scénarios travaux forestiers (adultes, exposition par inhalation)

Le risque calculé est acceptable avec une marge élevée (forts écarts au critère).

Comme pour le scénario précédent :

- les substances contribuant le plus au risque toxique sont le chlorobenzène (72,7%) et le mercure (26,1%) ;
- les substances contribuant le plus au risque cancérigène sont le benzène (91,7%) et les COHV (1,4-dichlorobenzène 3,0%, tétrachloréthylène 3,6%, trichloréthylène 1,3 %).

7.1.3. Au pied de la décharge (ES-DECH)

Rappelons qu'il s'agit d'un scénario concernant le jeu d'enfants dans le vallon du Roemislochbach, au pied de la décharge, où suintent temporairement des eaux venant alimenter le Roemislochbach.

L'exposition se fait par voie orale (ingestion d'eau), par voie dermale, et par inhalation. L'exposition aux sédiments (ingestion, contact) fait l'objet d'une discussion dans le paragraphe relatif aux incertitudes (§ 7.3.1).

Il est étudié une hypothèse sécuritaire basée sur les concentrations maximales observées entre mars 2001 et mars 2007, et une situation plus réaliste basée sur les concentrations moyennes calculées sur cette période.

Les résultats sont donnés dans le Tableau 7 (concentrations maximales) et dans le Tableau 8 (concentrations moyennes).

□ **Concentrations maximales**

ES-DECH (Cmax)	Valeur	Critère d'acceptabilité	Qualification du risque	Ecart au critère	Contribution de la voie au risque total
Enfants – Risque toxique					
IR inhalation	0,27	1	Acceptable	3,7	56,1 %
IR ingestion directe eau	0,17	1	Acceptable	5,9	35,2 %
IR contact cutané eau	3.10^{-3}	1	Acceptable	318	0,7 %
IR ingestion sédiments	$3,2.10^{-2}$	1	Acceptable	32	6,6 %
IR contact cutané sédiments	$6,4.10^{-3}$	1	Acceptable	157	1,3 %
IR total	0,48	1	Acceptable	2,1	
Enfants – Risque cancérigène					
ERI inhalation	$2,4.10^{-8}$	1.10^{-5}	Acceptable	423	5,4 %
ERI ingestion directe eau	$2,0.10^{-7}$	1.10^{-5}	Acceptable	51,1	45,0 %
ERI contact cutané eau	$6,6.10^{-8}$	1.10^{-5}	Acceptable	151	15,2 %
ERI ingestion sédiments	$1,5.10^{-7}$	1.10^{-5}	Acceptable	68	33,8 %
ERI contact cutané sédiments	$2,6.10^{-9}$	1.10^{-5}	Acceptable	3805	0,6 %
ERI total	$4,4.10^{-7}$	1.10^{-5}	Acceptable	23	

Tableau 7 : IR et ERI pour le scénario jeu au pied de la décharge (point ES-DECH, concentrations maximales)

□ **Concentrations moyennes**

ES-DECH (Cmoy)	Valeur	Critère d'acceptabilité	Qualification du risque	Ecart au critère	Contribution de la voie au risque total
Enfants – Risque toxique					
IR inhalation	$7,8.10^{-2}$	1	Acceptable	12,8	38,6 %
IR ingestion directe eau	$8,4.10^{-2}$	1	Acceptable	11,9	41,8 %
IR contact cutané eau	$1,3.10^{-3}$	1	Acceptable	746	0,7 %
IR ingestion sédiments	$3,2.10^{-2}$	1	Acceptable	32	15,7 %
IR contact cutané sédiments	$6,4.10^{-3}$	1	Acceptable	157	3,2 %
IR total	0,20	1	Acceptable	5,0	
Enfants – Risque cancérigène					
ERI inhalation	$9,9.10^{-9}$	1.10^{-5}	Acceptable	1013	3,2 %
ERI ingestion directe eau	$1,1.10^{-7}$	1.10^{-5}	Acceptable	87	37,4 %
ERI contact cutané eau	$3,2.10^{-8}$	1.10^{-5}	Acceptable	312	10,5 %
ERI ingestion sédiments	$1,5.10^{-7}$	1.10^{-5}	Acceptable	68	48,1 %
ERI contact cutané sédiments	$2,6.10^{-9}$	1.10^{-5}	Acceptable	3805	0,9 %
ERI total	$3,1.10^{-7}$	1.10^{-5}	Acceptable	33	

Tableau 8 : IR et ERI pour le scénario jeu au pied de la décharge (point ES-DECH, concentrations moyennes)

Le risque calculé apparaît comme **acceptable**.

Les voies prépondérantes sont l'inhalation et l'ingestion pour les substances toxiques, et l'ingestion pour les substances cancérigènes.

Le risque toxique est essentiellement porté par les dichloranilines (68,5%) et le monochlorobenzène (27,6 %).

Le risque cancérigène est réparti entre les chloranilines (31,7%), le trichloroéthylène (10,9%), l'arsenic (18,5 %), le 1,4-dichlorobenzène (13,1%) et l'atrazine (8%) notamment.

7.1.4. Dans le vallon du Roemislochbach (ES-DECH2)

Rappelons qu'il s'agit d'un scénario concernant le jeu d'enfants dans le vallon du Roemislochbach, un peu plus en aval du pied de la décharge, dans le secteur où se produisent les émergences de la nappe alluviale venant alimenter le Roemislochbach en période de basses eaux.

Comme pour le point ES-DECH, l'exposition se fait par voie orale (ingestion d'eau), par voie dermale, et par inhalation, et deux hypothèses sur les concentrations sont étudiées :

- une hypothèse sécuritaire basée sur les concentrations maximales observées entre mars 2001 et mars 2007,
- une hypothèse plus réaliste basée sur les concentrations moyennes calculées sur cette période.

L'exposition aux sédiments n'est pas prise en compte ici, les calculs réalisés par ailleurs montrant qu'elle ne porte qu'un risque très faible (cf. § 7.3.1, analyse des incertitudes).

Les résultats sont donnés dans le Tableau 9 (concentrations maximales) et dans le Tableau 10 (concentrations moyennes).

□ **Concentrations maximales**

ES-DECH2 (Cmax)	Valeur	Critère d'acceptabilité	Qualification du risque	Ecart au critère	Contribution de la voie au risque total
Enfants – Risque toxique					
IR inhalation	$4,1 \cdot 10^{-3}$	1	Acceptable	244	15,3 %
IR ingestion directe	$2,2 \cdot 10^{-2}$	1	Acceptable	45	83,6 %
IR contact cutané	$3,2 \cdot 10^{-4}$	1	Acceptable	3151	1,2 %
IR total	$2,7 \cdot 10^{-2}$	1	Acceptable	37	
Enfants – Risque cancérigène					
ERI inhalation	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	9690	1,5 %
ERI ingestion directe	$5,7 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	174	85,2 %
ERI contact cutané	$8,9 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	1119	13,3 %
ERI total	$6,7 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	148	

Tableau 9 : IR et ERI pour le scénario jeu dans le vallon du Roemislochbach (point ES-DECH2, concentrations maximales)

□ **Concentrations moyennes**

ES-DECH2 (Cmoy)	Valeur	Critère d'acceptabilité	Qualification du risque	Ecart au critère	Contribution de la voie au risque total
Enfants – Risque toxique					
IR inhalation	$2,4 \cdot 10^{-3}$	1	Acceptable	418	15,0 %
IR ingestion directe	$1,3 \cdot 10^{-2}$	1	Acceptable	75	84,0 %
IR contact cutané	$2,5 \cdot 10^{-4}$	1	Acceptable	4050	1,5 %
IR total	$1,6 \cdot 10^{-2}$	1	Acceptable	63	
Enfants – Risque cancérigène					
ERI inhalation	$5,8 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	17251	1,0 %
ERI ingestion directe	$5,3 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	190	88,0 %
ERI contact cutané	$6,6 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	1508	11,0 %
ERI total	$6,0 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	167	

Tableau 10 : IR et ERI pour le scénario jeu dans le vallon du Roemislochbach (point ES-DECH2, concentrations moyennes)

Les niveaux de risques sont nettement en dessous des niveaux acceptables.

L'ingestion est la voie d'exposition prépondérante.

7.2. En aval de la décharge du Roemisloch

7.2.1. Ruisseau du Roemislochbach (ES8)

Rappelons qu'il s'agit d'un scénario concernant l'exposition aux eaux du ruisseau dans le vallon du Roemislochbach à l'occasion du jeu d'enfants ; l'exposition se fait par voie orale (ingestion d'eau et de sol), par voie dermale (contact avec l'eau et le sol), et par inhalation. L'exposition aux sédiments n'est pas prise en compte ici, les calculs réalisés par ailleurs montrant qu'elle ne porte qu'un risque très faible (cf. § 7.3.1 Analyse des incertitudes).

Deux hypothèses sur les concentrations sont étudiées, l'une majorante basée sur les concentrations maximales observées entre mars 2001 et mars 2007, l'autre plus réaliste basée sur les concentrations moyennes calculées sur cette période.

Les résultats sont donnés dans le Tableau 11 (jeu, enfants, concentrations maximales) et dans le Tableau 12 (jeu, enfants, concentrations moyennes).

Cas de l'exposition des enfants dans le cadre du jeu

□ Concentrations maximales

ES8 – Jeu, enfants (Cmax)	Valeur	Critère d'acceptabilité	Qualification du risque	Ecart au critère	Contribution de la voie au risque total
Enfants – Risque toxique					
IR inhalation	$2,1 \cdot 10^{-3}$	1	Acceptable	485	18,5 %
IR ingestion eau	$9,1 \cdot 10^{-3}$	1	Acceptable	110	81,4 %
IR contact cutané eau	$1,6 \cdot 10^{-5}$	1	Acceptable	60651	0,1 %
IR total	$1,1 \cdot 10^{-2}$	1	Acceptable		
Enfants – Risque cancérigène					
ERI inhalation	$6,4 \cdot 10^{-13}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	$1,6 \cdot 10^7$	0,0 %
ERI ingestion eau	$1,9 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	5181	61,1 %
ERI contact cutané eau	$1,2 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	20833	38,9 %
ERI total	$3,2 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	3167	

Tableau 11 : IR et ERI pour le scénario jeu dans le vallon du Roemislochbach (point ES8, concentrations maximales)

□ **Concentrations moyennes**

ES8 – Jeu, enfants (Cmoy)	Valeur	Critère d'acceptabilité	Qualification du risque	Ecart au critère	Contribution de la voie au risque total
Enfants – Risque toxique					
IR inhalation	$2,6 \cdot 10^{-4}$	1	Acceptable	3799	17,4 %
IR ingestion directe	$1,2 \cdot 10^{-3}$	1	Acceptable	807	81,6 %
IR contact cutané	$1,5 \cdot 10^{-5}$	1	Acceptable	65452	1,0 %
IR total	$1,5 \cdot 10^{-3}$	1	Acceptable	660	
Enfants – Risque cancérogène					
ERI inhalation	$6,4 \cdot 10^{-13}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	$1,6 \cdot 10^7$	0,1 %
ERI ingestion directe	$8,3 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	12110	56,0 %
ERI contact cutané	$6,5 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	15459	43,9 %
ERI total	$1,5 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	6791	

Tableau 12 : IR et ERI pour le scénario jeu dans le vallon du Roemislochbach (point ES8, concentrations moyennes)

Les niveaux de risques sont largement en dessous des niveaux acceptables, tant pour les concentrations moyennes que pour les concentrations maximales.

7.2.2. *Rivière du Neuwillerbach (ES5)*

Rappelons qu'il s'agit de scénarios concernant l'exposition aux eaux du Neuwillerbach, dont le Roemislochbach consitute un affluent :

- à l'occasion du jeu d'enfants : l'exposition se fait par voie orale (ingestion d'eau), par voie dermale, et par inhalation,
- pour une exposition par ingestion indirecte de légumes autoproduits (dans l'hypothèse de l'existence d'un usage des eaux pour l'arrosage de potagers) par des adultes et des enfants.

Les résultats sont donnés dans le Tableau 13 (concentrations maximales, jeu, enfants) et dans le Tableau 14 (concentrations maximales, ingestion indirecte adultes et enfants).

Cas de l'exposition des enfants dans le cadre du jeu

ES5 – Jeu, enfants (Cmax)	Valeur	Critère d'acceptabilité	Qualification du risque	Ecart au critère	Contribution de la voie au risque total
Enfants – Risque toxique					
IR inhalation	$1,8 \cdot 10^{-2}$	1	Acceptable	56	44,1 %
IR ingestion directe	$4,2 \cdot 10^{-3}$	1	Acceptable	238	10,4 %
IR contact cutané	$1,8 \cdot 10^{-2}$	1	Acceptable	54	45,5 %
IR total	$4,0 \cdot 10^{-2}$	1	Acceptable	25	
Enfants – Risque cancérigène					
ERI inhalation	$2,5 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	3972	1,3 %
ERI ingestion directe	$3,4 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	2975	1,7 %
ERI contact cutané	$1,9 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	52	97,0 %
ERI total	$2,0 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	51	

Tableau 13 : IR et ERI pour le scénario jeu au niveau du Neuwillerbach (point ES5, concentrations maximales)

Les niveaux de risques sont nettement en dessous des critères d'acceptabilité.

Les substances apportant la plus forte contribution au risque sont les dichloranilines dans le cas des effets à seuil, et le trichloréthylène dans le cas des effets sans seuil.

Cas de l'ingestion de végétaux par des enfants et des adultes

ES5 (Cmax) – Ingestion de végétaux arrosés par les eaux du Roemislochbach	Valeur	Critère d'acceptabilité	Qualification du risque	Ecart au critère
Enfants				
Risque toxique IR	0,75	1	Acceptable	1,3
Risque cancérigène ERI	$2,4 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	42
Adultes				
Risque toxique IR	0,18	1	Acceptable	5,5
Risque cancérigène ERI	$2,8 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	36

Tableau 14 : IR et ERI pour le scénario d'ingestion de légumes autoproduits arrosés avec l'eau du Neuwillerbach (concentrations maximales observées en ES5)

Le risque est acceptable pour l'adulte et l'enfant. Pour l'enfant, il reste acceptable si l'on ajoute les IR et ERI liés au jeu (valeurs du Tableau 13).

Les substances contribuant le plus au risque toxique sont les dichloranilines (97,5 %). Dans le cas du risque cancérigène, il se répartit entre l'atrazine (11,4 %), la 2-toluidine (41,7 %) et le trichloréthylène (46,4 %).

Les concentrations maximales au point ES5 résultent de 24 échantillonnages et analyses. L'examen de ces valeurs fait apparaître deux anomalies :

- le prélèvement du 1^{er} juin 2001 a indiqué une concentration en dichloranilines de 10,1 µg/l. Ce résultat dépasse largement l'ensemble des autres valeurs qui sont inférieures à 0,3 µg/l (les dichloranilines n'ont pas été décelées à une limite de détection de 0,1 µg/l dans 16 échantillons). On peut donc raisonnablement conclure que la valeur de 10,1 µg/l est une anomalie à exclure de l'analyse ;
- le trichloréthylène a été mesuré à une concentration de 8,7 µg/l dans l'échantillon du 8 juillet 2002. C'est la seule valeur supérieure à la limite de détection de 0,1 µg/l. Il paraît donc aussi raisonnable d'écarter cette valeur.

Les niveaux de risques recalculés en excluant ces deux anomalies sont résumés dans les tableaux suivants :

Cas de l'exposition des enfants dans le cadre du jeu

ES5 – Jeu, enfants (Cmax et rectification)	Valeur	Critère d'accepta- bilité	Qualification du risque	Ecart au critère	Contribution de la voie au risque total
Enfants – Risque toxique					
IR inhalation	4,6.10 ⁻⁴	1	Acceptable	2185	44,4 %
IR ingestion directe	3,6.10 ⁻⁴	1	Acceptable	2806	34,6 %
IR contact cutané	2,2.10 ⁻⁴	1	Acceptable	4610	21,0 %
IR total	1,0.10⁻³	1	Acceptable	970	
Enfants – Risque cancérigène					
ERI inhalation	2,9.10 ⁻¹¹	1.10 ⁻⁵	Acceptable	3,5.10 ⁵	0,2 %
ERI ingestion directe	2,4.10 ⁻⁹	1.10 ⁻⁵	Acceptable	4181	39,4 %
ERI contact cutané	3,6.10 ⁻⁹	1.10 ⁻⁵	Acceptable	2743	60,1 %
ERI total	6,1.10⁻⁹	1.10 ⁻⁵	Acceptable	1648	

Tableau 15 : IR et ERI pour le scénario jeu au niveau du Neuwillerbach
(point ES5, concentrations maximales et rectifications)

Le risque reste a fortiori acceptable et la marge par rapport au critère d'acceptabilité devient plus importante.

Cas de l'ingestion de végétaux par des enfants et des adultes

ES5 (Cmax et rectifications) Ingestion de végétaux arrosés par les eaux du Roemislochbach	Valeur	Critère d'acceptabilité	Qualification du risque	Ecart au critère
Enfants				
Risque toxique IR	0,048	1	Acceptable	21
Risque cancérigène ERI	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	78
Adultes				
Risque toxique IR	0,012	1	Acceptable	86
Risque cancérigène ERI	$1,5 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	66

Tableau 16 : IR et ERI pour le scénario d'ingestion de légumes autoproduits arrosés avec l'eau du Neuwillerbach (concentrations maximales et rectifications)

Selon ces hypothèses, les niveaux de risques sont nettement inférieurs aux critères d'acceptabilité.

7.2.3. Puits Holner

Rappelons qu'il s'agit d'un scénario supposant l'usage de ce puits privé pour l'arrosage des végétaux du potager et l'utilisation hypothétique pour l'eau de boisson :

- Ingestion de légumes autoproduits par des adultes et des enfants,
- Ingestion d'eau par des adultes et des enfants.

Les concentrations prises en compte sont les valeurs maximales observées depuis le début de la surveillance.

Les résultats sont donnés dans le Tableau 17 (enfants), et dans le Tableau 18 (adultes).

Cas de l'exposition des enfants

Puits HOLNER, enfants	Valeur	Critère d'acceptabilité	Qualification du risque	Ecart au critère	Contribution de la voie au risque total
Enfants – Risque toxique					
IR ingestion directe	$8,0 \cdot 10^{-2}$	1	Acceptable	12	80,5 %
IR ingestion de végétaux	$1,9 \cdot 10^{-2}$	1	Acceptable	51	19,5 %
IR total	0,10	1	Acceptable	10	
Enfants – Risque cancérigène					
ERI ingestion directe	$4,3 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	23	82,6 %
ERI ingestion de végétaux	$9,1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	110	17,4 %
ERI total	$5,2 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	19	

Tableau 17 : IR et ERI pour le scénario ingestion (eau et végétaux) concernant le puits HOLNER (enfants)

Cas de l'exposition des adultes

Puits HOLNER, adultes	Valeur	Critère d'acceptabilité	Qualification du risque	Ecart au critère	Contribution de la voie au risque total
Enfants – Risque toxique					
IR ingestion directe	$3,4 \cdot 10^{-2}$	1	Acceptable	29	88,0 %
IR ingestion de végétaux	$4,7 \cdot 10^{-3}$	1	Acceptable	214	12,0 %
IR total	$3,9 \cdot 10^{-2}$	1	Acceptable	26	
Enfants – Risque cancérigène					
ERI ingestion directe	$9,3 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	11	89,5 %
ERI ingestion de végétaux	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	92	10,5 %
ERI total	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	19	

Tableau 18 : IR et ERI pour le scénario ingestion (eau et végétaux) concernant le puits HOLNER (adultes)

Le risque est acceptable, tant pour l'adulte que pour l'enfant.

La substance contribuant le plus au risque toxique est la 2,3-dichloraniline (93,4 %), décelée dans un prélèvement sur les 3 réalisés. Le risque cancérigène est intégralement porté par le tétrachloréthylène.

7.2.4. Fontaines communales

Rappelons qu'il s'agit d'un scénario supposant le jeu d'enfants au niveau des fontaines communales (ancien point ES9, points ES11 et ES12). L'exposition prise en compte concerne les voies suivantes : l'ingestion d'eau, le contact cutané avec l'eau, l'inhalation de substances dégazant depuis la surface libre de l'eau.

Les concentrations sont restées inférieures aux limites inférieures de quantification (LIQ) sur toutes les campagnes d'analyses ; le calcul, majorant, a été fait en supposant les concentrations de toutes les substances recherchées égales aux LIQ. Les résultats sont donnés dans le Tableau 19.

Fontaines communales, enfants	Valeur	Critère d'acceptabilité	Qualification du risque	Ecart au critère	Contribution de la voie au risque total
Risque toxique					
IR inhalation	$6,5 \cdot 10^{-5}$	1	Acceptable	15374	0,7 %
IR ingestion directe	$8,7 \cdot 10^{-3}$	1	Acceptable	115	97,5 %
IR contact cutané	$1,6 \cdot 10^{-4}$	1	Acceptable	6394	1,7 %
IR total	$8,9 \cdot 10^{-3}$	1	Acceptable	112	
Risque cancérigène					
ERI inhalation	$2,2 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	45863	0,1 %
ERI ingestion directe	$2,3 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	44	97,6 %
ERI contact cutané	$5,4 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	1855	2,3 %
ERI total	$2,3 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Acceptable	43,3	

Tableau 19 : IR et ERI pour le scénario jeu au niveau des fontaines communales (enfants)

Le risque est acceptable. Les LIQ sont suffisamment basses pour ne pas masquer un risque inacceptable.

7.3. Analyse de sensibilité et des incertitudes

7.3.1. Analyse qualitative des incertitudes

Un certain nombre d'approximations ont été faites au cours des étapes successives de l'évaluation détaillée des risques. La plupart de ces approximations contribuent à donner un caractère sécuritaire à cette évaluation. Certaines incertitudes peuvent néanmoins constituer un facteur d'imprécision des niveaux de risques calculés.

Ces approximations ou incertitudes et leurs effets ont été évoqués dans les hypothèses ou commentaires de chaque scénario. Une synthèse en est donnée ci-après.

7.3.1.1. Facteurs de sous-estimation

Ces derniers peuvent être énumérés comme suit :

- Synergies éventuelles entre plusieurs substances susceptibles d'aggraver le risque non prises en compte. L'évaluation des risques a été effectuée selon la méthodologie recommandée par le MEDAD et la DGS. Les fondements de cette méthodologie reposent sur le principe de précaution, notamment dans le choix des facteurs de sécurité retenus dans l'élaboration des VTR et la sommation des risques, quelque soit l'organe cible. Cette approche atténuée donc vraisemblablement une éventuelle sous-estimation des risques.
- Exclusion de composés non détectés : le calcul effectué pour les fontaines communales reflète une évaluation théorique des niveaux de risques en supposant que l'ensemble des composés ciblés étaient présents à des concentrations égales à leurs limites inférieures de quantification. Selon ces hypothèses, l'ingestion occasionnelle d'eau est la voie d'exposition prépondérante conduisant à des niveaux de risques de : $IR = 0,0089$ et $ERI = 2,3 \cdot 10^{-7}$. Ce calcul valide également que les limites de quantification des substances du programme d'analyses ciblées sont suffisamment faibles.
- Composés non inclus dans le programme d'analyses ciblées : des screenings ont été réalisés pour détecter des substances non recherchées par les analyses ciblées. Ces analyses par screening ont confirmé la pertinence du programme d'analyses ciblant les traceurs de la pollution des déchets de la chimie baloise. Les screenings ont aussi montré que la charge organique ne provenant pas de substances du programme des analyses ciblées s'atténuait avec la distance à la décharge (notamment au-delà du point ES8). Les screenings ont toutefois conduit à intégrer dans l'EDR quelques substances ne faisant pas partie du programme d'analyses ciblées pour certains points (ES8 par exemple).
- Composés sans VTR : en pratique, des VTR ont été recherchées pour toutes les substances détectées et des VTR ont été développées pour certaines familles de substances pour lesquelles des concentrations importantes ont été mesurées (chloroanilines, barbitals). La mise en œuvre d'une mesure de gestion a également été préconisée pour restreindre (1) l'accès au pied du talus de la décharge et au vallon en aval et (2) l'usage des eaux du Roemislochbach. Cette mesure permettra de réduire l'exposition et donc de maîtriser une incertitude sur les niveaux de risque.
- Non prise en compte des substances dont la constante de Henry est inférieure à $1 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{mole}$ pour l'exposition par inhalation. Cette hypothèse est cependant supportée par la non-détection de ces substances peu volatiles dans les analyses de gaz du sol et dans l'air ambiant.

- Exclusion de l'exposition par ingestion et contact cutané avec les sédiments dans le cas des scénarios d'exposition dans le vallon du Roemislochbach (ES-DECH, ES-DECH2, ES8).

Un calcul majorant a été effectué à partir des informations disponibles sur les sédiments de l'ancienne mare en pied de décharge, qui ont été décapés et éliminés (résultats d'analyses joints en annexe F3 dans le volet 4 [56]). Les concentrations prises en compte sont les concentrations moyennes mesurées sur les échantillons de sédiments pour les substances détectées, et la LIQ pour les substances recherchées mais non détectées. Pour les substances analysées par familles, c'est la VTR de la substance la plus pénalisante qui a été retenue dans les calculs (VTR du benzène pour les BTEX, du benzo(a)pyrène pour les HAP, etc.). Les feuilles de calcul sont jointes en annexe L7 (volet 4, [56]). Pour l'ingestion les niveaux de risques calculés sont : $IR = 3,2 \cdot 10^{-2}$ et $ERI = 1,5 \cdot 10^{-7}$; pour le contact cutané $IR = 6,4 \cdot 10^{-3}$ et $ERI = 2,6 \cdot 10^{-9}$.

Ces indices de risques sont sans doute beaucoup plus faibles au niveau des points ES-DECH2 et ES8, où les eaux sont circulantes (la stagnation au niveau de la mare favorisait sans doute l'accumulation de substances sur les sédiments) et nettement moins polluées, et en conséquence les sédiments aussi. Ce calcul valide le fait que l'exposition aux sédiments ne porte qu'un faible niveau de risque, et justifie qu'elle n'ait pas été prise en compte en ES-DECH2 et ES8.

7.3.1.2. Facteurs de surestimation

Ces derniers peuvent être énumérés comme suit :

- Choix de Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) conservatoires.
- Dans un groupe de composés donné, application à tout le groupe de la VTR du composé ayant la valeur toxicologique la plus contraignante. C'est le cas de la 3,4-dichloroaniline pour les dichloroanilines, de la 2,4,6-trichloroaniline pour les trichloroanilines, et du barbital pour les barbituriques sans VTR.
- Prise en compte des concentrations maximales observées comme étant les concentrations d'exposition, et considérées comme constantes sur toute la durée de l'exposition.
- Pour les screenings, prise en compte de la valeur haute des fourchettes de concentrations estimées, et intégration des substances détectées par les screenings réalisés en 2002 et en 2006 (cas des substances détectées en 2002 mais pas en 2006).

- Prise en compte des LIQ dans certains calculs des risques (dans le cas de substances recherchées mais non détectées, c'est-à-dire dont la concentration est inférieure à la LIQ, on suppose que la substance est présente à une concentration égale à la LIQ).
- Prise en compte de concentrations mesurées sur le site comme représentatives pour les points d'exposition en dehors du site (scénario promenade sur le chemin d'Oberwil : prise en compte des concentrations au droit de la décharge).
- Pour les scénarios d'ingestion de végétaux, prise en compte des facteurs de bioaccumulation calculés à partir des coefficients de partage eau octanol Kow, en l'absence de mesures directes.

7.3.2. Analyse de sensibilité

Comme indiqué précédemment, des hypothèses sécuritaires ont été systématiquement retenues dans une estimation initiale des niveaux de risque.

Pour certains scénarios d'exposition, les niveaux de risque sont nettement inférieurs aux critères d'acceptabilité des risques. Ces scénarios sont les suivants :

- L'exposition lors de travaux en forêt,
- L'exposition lors de promenade sur le chemin d'Oberwil,
- L'exposition lors de jeux d'enfants au bord des cours d'eau en aval du point ES8 sur le Roemislochbach.

Considérant les hypothèses retenues pour ces scénarios et les niveaux de risque calculés, il n'est pas jugé pertinent d'effectuer une analyse de sensibilité de ces calculs car il est improbable que des hypothèses différentes induisent des niveaux de risque inacceptables pour ces scénarios.

Les calculs de risque effectués ont montré que deux situations d'exposition pourraient inclure des incertitudes plus importantes et donc induire des niveaux de risque proches des critères d'acceptabilité si des hypothèses différentes étaient retenues :

• **L'exposition lors de jeux d'enfants dans le ravin du Roemisloch au pied de la décharge (ES-DECH).**

D'une part, ce scénario d'exposition est très hypothétique considérant que :

- Le fond du ravin au pied de la décharge est difficilement accessible,
- Des panneaux, le long du chemin d'Oberwil, indiquent la présence du dépôt de déchets,
- Il est improbable que des adultes accompagnant des enfants en bas âges (moins de 6 ans – il est improbable qu'ils ne soient pas accompagnés), et ayant connaissance de la présence des déchets, les laissent jouer (de surcroît régulièrement) dans le ravin du Roemisloch après un épisode pluvieux (donc sur un terrain boueux) lorsque de l'eau est présente au pied du talus.

D'autre part, une analyse des calculs d'exposition a fait apparaître que l'**inhalation** de vapeurs émanant d'émergences d'eau (dont les concentrations ont été estimées par modélisation) est prépondérante dans la valeur de l'IR. Cette exposition résulte d'hypothèses de calcul concernant la volatilisation des composés de l'eau du suintement vers l'air ambiant. Ainsi les composés contribuant le plus à l'IR par l'inhalation sont la 3,4-dichloroaniline et le monochlorobenzène.

Le tableau ci-après illustre l'aspect sécuritaire des hypothèses de calcul en comparant pour quelques substances les concentrations mesurées et calculées pour l'air ambiant (les concentrations mesurées proviennent du prélèvement d'air ambiant réalisé au pied du dépôt).

	Constante de Henry Pa.m ³ /mole	Concentration max. / moy. mesurée dans l'eau ESDECH µg/l	Concentration calculée dans l'air à partir de conc. max. eau µg/m ³	Concentration mesurée dans l'air µg/m ³
3,4-Dichloroaniline	50	165 / 61	2,6	Non détecté
Monochlorobenzène	311	1316 / 249	420	Non détecté

Les niveaux de détection pour les mesures dans l'air ambiant étaient de l'ordre de quelques µg/m³. Le monochlorobenzène aurait donc dû être détecté mais la concentration calculée en 3,4-dichloroaniline est comparable au seuil de détection. Considérant les valeurs de la constante de Henry pour les deux substances, il est probable que le calcul surestime encore plus la concentration dans l'air de la 3,4-dichloroaniline.

Les calculs de risque ont été effectués sur la base de la valeur la plus élevée entre la concentration calculée et la concentration mesurée dans l'air ambiant.

On rappelle que les autres chloroanilines n'ont pas été prises en compte car elles sont moins volatiles ($H < 1 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{mole}$) et elles n'ont pas été décelées dans les gaz du sol au droit de la décharge et dans l'échantillon d'air ambiant au pied du talus.

On notera enfin la valeur très faible de la VTR développé par le GIDRB pour les dichloroanilines ($0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

En conclusion, les hypothèses du calcul initial sont sécuritaires pour l'évaluation de l'exposition par inhalation et les niveaux de risques calculés représentent une sur-estimation des niveaux réels les plus probables.

Il existe également des incertitudes pour les exposition par **ingestion** et par **contact cutané**. Notamment aucun screening de l'eau des points ESDECH et ESDECH2 n'a été effectué pour évaluer la présence d'autres substances et il n'existe pas de VTR pour toutes les substances présentes ou qui auraient pu être décelées par un screening (notamment pour le contact cutané).

La méthodologie pour l'évaluation de l'exposition par contact cutané présente également des incertitudes. Elle fait intervenir un facteur de perméation cutané variant selon le Kow et elle montre des variations importantes des doses d'exposition selon ce facteur alors que les doses pour les autres voies d'exposition (pour lesquelles les substances ont aussi à traverser des membranes de l'organisme) sont insensibles à ce facteur. L'analyse des doses d'exposition calculées dans l'Annexe L_ indique que cette approche est sécuritaire (à très sécurité) pour des Kow élevés ($\text{Log}(\text{Kow}) > 3$).

Ces différentes incertitudes ont conduit à préconiser de restreindre l'accès de la zone au pied de la décharge dans le ravin du Roemisloch.

- **L'exposition par ingestion de végétaux irrigués avec de l'eau puisée dans le Roemislochbach ou le Neuwillerbach.**

Les calculs d'exposition reposent aussi sur un modèle de transfert (formule de Briggs) couramment utilisé mais dont la validité est incertaine pour des substances complexes et de poids molaires importants. Il est généralement admis que cette formule fournit une estimation par excès des concentrations dans les végétaux.

Les calculs effectués initialement ont supposé que l'eau dans le sol avait une concentration égale aux concentrations maximales dans les cours d'eau (ES5 pour le Neuwillerbach) pendant toute la période de croissance, sans atténuation liée à la dégradation, la volatilisation et la dilution avec l'eau déjà présente dans le sol et l'eau de pluie. Cette approche est sécuritaire.

*Groupement d'Intérêt pour la sécurité des Décharges de la Région de Bâle (GIDRB)
Ancienne décharge du Roemisloch à NEUWILLER (68)
Volet 3 : Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé humaine*

A47863/A

Une analyse critique a été effectuée pour les concentrations prises en compte dans le Neuwillerbach. Cette analyse a conduit à conclure que les niveaux de risque sont nettement inférieurs aux critères d'acceptabilité si l'on exclut deux valeurs anciennes et paraissant anormales au regard des autres données disponibles.

Considérant les imprécisions intrinsèques aux calculs de modélisation des transferts, il n'est pas jugé pertinent de mener d'autres calculs de sensibilité et de privilégier une recommandation de restriction d'usage de l'eau du Roemislochbach.

8. Conclusions – Recommandations

Dans la configuration actuelle du site et dans l'état actuel des connaissances, l'analyse du risque sanitaire du site du Roemisloch à Neuwiller montre que les scénarios examinés **ne présentent pas de niveaux de risques *inacceptables* pour les risques chroniques, toxiques et cancérigènes.**

Plusieurs scénarios ont été étudiés pour évaluer l'exposition de la population locale :

- aux émanations gazeuses provenant des déchets chimiques (exposition par inhalation) lors de la promenade sur le chemin d'Oberwil (adultes et enfants), du jeu sur la décharge (enfants), ou des travaux forestiers sur la décharge (adultes) ;
- aux composés des eaux de surface du Roemislochbach en aval de la décharge (exposition des enfants lors du jeu dans le vallon du Roemislochbach, par inhalation des substances volatiles, ingestion contact cutané avec l'eau, ingestion et contact cutané avec les sédiments) ;
- aux composés des eaux de surface du Neuwillerbach (exposition des enfants lors du jeu par inhalation des substances volatiles, ingestion d'eau et contact cutané, et exposition par ingestion de végétaux feuillus et racinaires arrosés avec l'eau de la rivière) ;
- aux eaux des fontaines communales (ingestion, contact cutané, inhalation de substances volatiles lors du jeu des enfants), dans lesquelles on ne détecte aucun des traceurs de la décharge ;
- par ingestion d'eau de boisson et consommation de légumes du potager arrosés avec l'eau du « puits HOLNER » situé dans le village.

En outre, les scénarios *transfert vers le lait et/ou la viande de bovins abreuvés par des eaux contaminées*, et *transfert vers le lait et/ou la viande de bovins en pâture sur les sols contaminés* ont été écartés car non pertinents en raison du faible potentiel de bioaccumulation des substances détectées (cf. chapitre 3.4.2.2).

Pour tous ces scénarios, compte tenu des hypothèses conservatoires retenues dans la présente étude, les résultats des calculs des risques (modélisation des expositions) et l'analyse des incertitudes ne font pas apparaître d'éventuelles erreurs de mesures ou d'appréciation dissimulant un risque inacceptable.

Rappelons par ailleurs que l'évaluation détaillée des risques pour la ressource en eau (cf. volet 2, rapport ANTEA A46776/A, [54]) montre notamment **l'absence d'impact de la décharge sur la qualité des eaux des captages AEP de NEUWILLER.**

Compte tenu des résultats de l'évaluation des risques et des hypothèses faites, il apparaît nécessaire de mettre en œuvre les mesures suivantes :

- Maintenir une surveillance de l'état du site afin d'identifier toute dégradation des conditions actuelles.
- Maintenir une surveillance semestrielle des eaux souterraines au voisinage de la décharge à partir des piézomètres existants. Le programme d'analyses ciblées est pertinent pour suivre les impacts de la décharge. Ce programme pourrait être revu selon les résultats disponibles afin d'en faciliter la mise en œuvre.
- Restreindre l'accès au vallon du Roemisloch en aval de la décharge.
- Restreindre l'usage de l'eau du Roemislochbach afin qu'elle ne soit pas utilisée pour l'irrigation de champs agricoles, de pâturages ou de jardins potagers, ainsi que pour l'abreuvement d'animaux d'élevage.
- Veiller au maintien de l'information acquise au cours des 7 dernières années et aux résultats de la surveillance afin de revoir périodiquement les données acquises et d'identifier le cas échéant des situations d'augmentation de l'exposition nécessitant la mise en œuvre de mesures de gestion.
- Mettre en œuvre des servitudes d'usage des terrains et des restrictions d'usage des eaux souterraines au droit de la décharge et en aval (vallée du Roemislochbach), jusqu'à la section busée du cours d'eau au niveau du village de Neuwiller.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'ANTEA ne saurait engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Il est rappelé que les résultats de la reconnaissance s'appuient sur un échantillonnage et que ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du milieu naturel ou artificiel étudié.



Fiche signalétique

Rapport

Titre : *Ancienne décharge du Roemisloch à NEUWILLER (Haut-Rhin) -
Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé humaine et la Ressource
en eau - Volet 3 : Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé
humaine*

Numéro et indice de version : *A47863/A*

Date d'envoi : *Mai 2008*

Nombre d'annexes dans le texte : *0*

Nombre de pages : *63*

Nombre d'annexes en volume séparé : *0*

Diffusion (nombre et destinataires) : *10 ex. client*

1 ex. service de documentation

2 ex. agence

Client

Coordonnées complètes : *Groupement d'Intérêts pour la sécurité des
Décharges de la Région Bâloise (GIDRB)*

Postfach

CH - 4002 BALE (Suisse)

Téléphone : 00 41 61 636 32 66

Télécopie : 00 41 61 636 60 95

Nom et fonction des interlocuteurs : *Dr R. HÜRZELER*

ANTEA

Unité réalisatrice : *Agence EST*

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Alain TALBOT, responsable du projet

Norbert KLEINMANN, auteur

Yolande KINDMANN, secrétaire

Qualité

Contrôlé par : *Alain TALBOT*

Date : *15 mai 2008 - Version A*

N° du projet : *STRP060316*

Références et date de la commande : *n° 3-4911763324 du 21/02/2007*

Mots-clés: *DECHARGE, EDR, IMPACT, NEUWILLER, HAUT-RHIN.*