



RAPPORT D'ÉTUDE
N° DRC-08-94497-02650-C

13 juin 2008

**Tierce-expertise des rapports (volets 1 à 4)
réalisés par ANTEA en mai 2008 relatifs à
l'évaluation détaillée des risques pour la santé
humaine de l'ancienne décharge du Letten à
Hagenthal-le-Bas (68)**

Version finale



*maîtriser le risque |
pour un développement durable |*

Tierce-expertise des rapports (volets 1 à 4) réalisés par ANTEA en mai 2008 relatifs à l'évaluation détaillée des risques pour la santé humaine de l'ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68)

Version finale

Hagenthal-le-Bas, Haut-Rhin (68)

Client : Groupement d'Intérêt pour la sécurité des Décharges de la Région de Bâle (GIDRB)

PREAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.


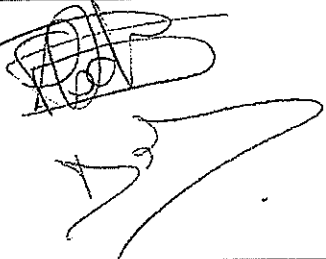
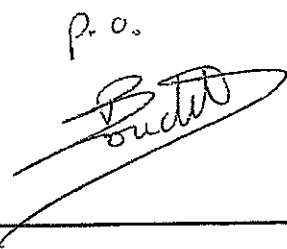
	Rédaction	Vérification	Approbation
Nom	Guillaume GAY	Adeline FLOCH-BARNEAUD Sébastien DENYS	Jacques BUREAU
Qualité	ingénieur à l'unité Impact Sanitaire et Expositions	ingénieurs à l'unité Impact Sanitaire et Expositions	responsable du pôle Risques et Technologies Durables
Visa			

TABLE DES MATIERES

RESUME	5
GLOSSAIRE	6
1. INTRODUCTION	7
1.1 Contexte	7
1.2 Documents consultés	8
1.3 Contenu de la tierce-expertise.....	9
2. CARACTÉRISATION DU SITE	12
2.1 Etude documentaire	12
2.1.1 Historique.....	12
2.1.2 Géologie, hydrogéologie, hydrographie	12
2.1.3 Climatologie	13
2.1.4 Aménagements, environnement et cibles potentielles	13
2.2 Investigations de terrain - Qualité des milieux	14
2.2.1 Généralités.....	14
2.2.2 Nature des substances à rechercher	16
2.2.3 Investigations des sols de surface	19
2.2.4 Investigations des sols profonds	19
2.2.5 Investigations des eaux de surface	20
2.2.6 Investigations des eaux souterraines	20
2.2.7 Investigations de l'air du sol	21
2.2.8 Investigations de l'air atmosphérique	22
2.2.9 Bilan sur la caractérisation de la qualité des milieux.....	22
3. EVALUATION DE LA TOXICITÉ	25
3.1 Généralités	25
3.2 Potentiel dangereux.....	25
3.3 Relations dose-effet et dose-réponse	26
3.3.1 Précisions de toxicologie.....	26
3.3.2 Principes de sélection des relations dose-effet et dose-réponse	26
3.3.3 Choix des relations dose-effet et dose-réponse des substances	27
4. EVALUATION DES EXPOSITIONS	28
4.1 Sélection des substances pour l'étape de quantification	28
4.2 Schéma conceptuel des milieux sources et des transferts	29

4.3 Schéma conceptuel des voies d'exposition, cibles et scénarios	30
4.3.1 Identification et sélection des voies d'exposition.....	30
4.3.2 Identification et sélection des cibles.....	31
4.3.3 Définition des scénarios d'exposition.....	31
4.4 Représentation des sources.....	31
4.4.1 Source « sol superficiel ».....	31
4.4.2 Source « gaz du sol »	32
4.4.3 Source « eaux superficielles »	32
4.5 Modélisation des transferts et des expositions	33
4.5.1 Paramètres physico-chimiques des substances	33
4.5.2 Paramètres des compartiments environnementaux.....	34
4.5.3 Phénomènes de dégradation.....	35
4.5.4 Exposition aux sols et aux eaux de surface	35
4.5.5 Transfert de vapeurs.....	36
4.6 Modélisation des cibles	38
4.6.1 Cibles sur site	38
4.6.2 Cibles hors site	39
4.7 Calcul des doses d'exposition et des concentrations inhalées.....	39
5. CARACTÉRISATION DU RISQUE	40
5.1 Adéquation des données toxicologiques et des données d'exposition.....	40
5.2 Quantification du risque.....	40
5.2.1 Principes de la quantification du risque	40
5.2.2 Résultats de la quantification du risque	41
5.3 Evaluation des incertitudes	41
6. CONCLUSIONS	42
6.1 Avis global sur les rapports expertisés	42
6.2 Propositions de gestion du site d'étude.....	43
7. RÉFÉRENCES	43

RESUME

Le GIDRB (Groupement d'intérêt pour la sécurité des décharges de la région bâloise) a été fondé en 2001 par sept sociétés chimiques de la région de Bâle en Suisse dans le but de mener des études relatives à la sécurité de onze anciennes décharges de la région trinationale autour de Bâle. Ces anciennes décharges de déchets mixtes ont reçu des déchets en provenance, entre autres, de l'industrie chimique bâloise entre 1950 et 1960. En France, le site alsacien du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) est concerné. L'Etat français et le GIDRB, en étroite collaboration avec la DRIRE Alsace, ont signé le 23 février 2005 une convention encadrant les actions du GIDRB. Suite à cette convention, le GIDRB a fait réaliser par ANTEA [2005a] une évaluation détaillée des risques sur la santé humaine et la ressource en eau pour l'ancienne décharge du Letten. Conformément à la convention, le GIDRB a soumis cette évaluation détaillée des risques à une tierce-expertise indépendante de l'INERIS pour le volet relatif à la santé humaine. Différents défauts et problèmes de conformité ne permettaient pas à l'INERIS [2007a, 2007b] de valider les rapports d'évaluations détaillées des risques réalisés par ANTEA [2005a]. Le GIDRB a alors demandé à ANTEA de réviser son évaluation détaillée des risques en tenant compte des apports de la tierce-expertise, en intégrant les résultats des dernières campagnes de surveillance et en réorganisant la présentation des rapports. Cette nouvelle version de l'évaluation détaillée des risques de l'ancienne décharge du Letten a fait l'objet de rapports d'étape à l'automne 2007 sur lesquels l'INERIS a émis un avis préliminaire, dans le cadre d'une démarche progressive souhaitée par le GIDRB.

La présente tierce-expertise de l'INERIS sur la version révisée de l'évaluation détaillée des risques pour la santé humaine du site de l'ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) présentée dans les rapports d'ANTEA de mai 2008 [2008a, 2008b, 2008c, 2008d, 2008e] montre une **bonne maîtrise de la démarche** d'évaluation détaillée des risques menée par ANTEA. Elle a mis également en évidence **quelques défauts et problèmes de lisibilité** qui ne compromettent pas la bonne compréhension des documents. Les rapports d'EDR ne comportent **pas de défaut ou de problème de conformité**, par rapport aux référentiels en vigueur, ayant un impact significatif sur les résultats de la quantification des niveaux de risques. **L'INERIS peut donc valider globalement la démarche menée par ANTEA.**

En l'absence d'action sur les sources primaires de pollution (les déchets déposés sur le site de l'ancienne décharge du Letten), l'INERIS estime qu'une **surveillance de la qualité des eaux souterraines et superficielles** sur l'ensemble du site d'étude est indispensable. Cette surveillance des eaux souterraines et superficielles sera exploitée par une analyse des tendances se dégageant des concentrations mesurées. La périodicité de la surveillance des eaux souterraines et superficielles doit pouvoir être adaptée aux circonstances : si une fréquence semestrielle apparaît suffisante pour un suivi régulier dans le cadre des analyses ciblées, cette fréquence doit pouvoir être augmentée (jusqu'à un suivi hebdomadaire en cas de besoin) en cas de tendance à l'augmentation des concentrations mesurées et/ou en cas de forts épisodes pluvieux susceptibles d'entraîner des lixiviations importantes des massifs de déchets présents au droit du site du Letten. Par ailleurs, l'INERIS recommande de **restreindre l'accès au site de l'ancienne décharge du Letten**, par exemple par la pose d'une clôture.

GLOSSAIRE

ATSDR : agency for toxic substances and disease registry
BRGM : bureau de recherche géologique et minière
BTEX : benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes
CAS : chemical abstracts service
CAV : composés aromatiques volatils
CI : concentration moyenne inhalée
CIRC : centre international de la recherche pour le cancer (IARC : international agency for research on cancer)
COHV : composé organohalogéné volatil
CPG/MS : chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse
DGS : direction générale de la santé
DJE : dose journalière d'exposition
DJT : dose journalière tolérable
DRIRE : direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement
EDR : évaluation détaillée des risques
EQRS : évaluation quantitative des risques sanitaires
ERI : excès de risque individuel
ESR : évaluation simplifiée des risques
GIDRB : groupement d'intérêt pour la sécurité des décharges de la région bâloise
HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques
HCT : hydrocarbures totaux
INERIS : institut national de l'environnement industriel et des risques
InVS : institut national de veille sanitaire
IR : indice de risque (à remplacer maintenant par QD : quotient de danger)
IRIS : integrated risk information system
MATE : ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement
MEDD : ministère de l'écologie et du développement durable
MEDAD : ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables
OEHHA : office of environmental health hazard assessment
OMS : organisation mondiale de la santé
PEHD : polyéthylène haute densité
PVC : polychlorure de vinyle
RIVM : rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu / national institute of public health and environment in Netherlands
SAGE : schéma d'aménagement et de gestion des eaux
TOXNET : toxicology data network
US EPA : United States environmental protection agency
VCI : valeurs de constat d'impact
VLE : valeurs limites d'exposition
VME : valeurs moyennes d'exposition
VTR : valeur toxicologique de référence

1. INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

Le GIDRB (Groupement d'intérêt pour la sécurité des décharges de la région bâloise) a été fondé en 2001 par sept sociétés chimiques de la région de Bâle en Suisse dans le but de mener des études relatives à la sécurité de onze anciennes décharges de la région trinationale autour de Bâle. Ces anciennes décharges de déchets mixtes ont reçu des déchets en provenance, entre autres, de l'industrie chimique bâloise entre 1950 et 1960. En France, le site alsacien du Letten à Hagenthal-le-Bas est concerné.

Les activités de production ayant généré ces déchets chimiques ont été exercées à l'étranger sans être, de ce fait, soumises à la législation française relative aux installations classées pour la protection de l'environnement. De plus, les actuels membres du GIDRB n'ont pas effectué eux-mêmes ces dépôts anciens, et n'en sont ni propriétaires ni exploitants. Face à ce contexte délicat, l'Etat français et le GIDRB, en étroite collaboration avec la DRIRE Alsace, ont signé le 23 février 2005 une convention encadrant les actions du GIDRB.

Avant la signature de cette convention, le GIDRB a conduit, à titre volontaire, des investigations historiques, géologiques et hydrogéologiques, étayées par des campagnes de contrôle analytique périodique de la qualité des eaux depuis janvier 2000. Ces études techniques ont été réalisées par le bureau d'études ANTEA, et compilées dans des rapports de synthèse individuels.

Suite à cette convention, le GIDRB a fait réaliser en avril 2005 par ANTEA, sur la base des investigations précédentes, une évaluation détaillée des risques (EDR) sur la santé humaine et la ressource en eau pour l'ancienne décharge du Letten [ANTEA, 2005a]. Conformément à la convention, le GIDRB a soumis cette EDR à une tierce-expertise indépendante : le BRGM pour le volet relatif à la ressource en eau et l'INERIS pour le volet relatif à la santé humaine.

Pour la décharge du Letten, les rapports de tierce-expertise de l'INERIS [2007a, 2007b] ont mis en évidence des défauts et problèmes de lisibilité ainsi que des défauts et problèmes de conformité, par rapport à la méthodologie en vigueur, dont les impacts sur les résultats de la quantification des niveaux de risques n'ont pas toujours pu être évalués. Ces différents défauts et problèmes ne permettaient pas à l'INERIS de valider les rapports d'évaluations détaillées des risques réalisés par ANTEA.

Suite à la tierce-expertise de l'INERIS, le GIDRB a demandé à ANTEA de réviser son évaluation détaillée des risques en tenant compte des apports des tiers-experts, en intégrant les résultats des dernières campagnes de surveillance et en réorganisant la présentation des rapports. Cette nouvelle version de l'évaluation détaillée des risques de l'ancienne décharge du Letten a fait l'objet de rapports d'étape à l'automne 2007 sur lesquels l'INERIS a émis un avis préliminaire, dans le cadre d'une démarche progressive souhaitée par le GIDRB.

Le présent document constitue le rapport de tierce-expertise de l'INERIS relative à la version finale de l'évaluation détaillée des risques pour la santé humaine du site de l'ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68), telle

que présentée dans les documents de mai 2008 [ANTEA, 2008a, 2008b, 2008c, 2008d, 2008e]¹.

1.2 DOCUMENTS CONSULTÉS

L'étude détaillée des risques pour la santé humaine du site de l'ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68), réalisée par ANTEA dans le cadre de la convention du 23 février 2005 et donc soumise à la présente tierce-expertise, fait l'objet des rapports :

- « Ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68), évaluation détaillée des risques pour la santé humaine et la ressource en eau. Volet 1 : investigations réalisées », rapport d'ANTEA de mai 2008 référencé A46162/A [ANTEA, 2008a] ;
- « Ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68), évaluation détaillée des risques pour la santé humaine et la ressource en eau. Volet 2 : état des connaissances », rapport d'ANTEA de mai 2008 référencé A47000/A [ANTEA, 2008b] ;
- « Ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68), évaluation détaillée des risques pour la santé humaine et la ressource en eau. Volet 3 : évaluation détaillée des risques pour la santé humaine », rapport d'ANTEA de mai 2008 référencé A47862/A [ANTEA, 2008c] ;
- « Ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68), évaluation détaillée des risques pour la santé humaine et la ressource en eau. Volet 4 : résultats bruts et annexes », rapport d'ANTEA de mai 2008 référencé A47556/A [ANTEA, 2008d] ;
- « Anciennes décharges du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) et du Roemisloch à Neuwiller (68), évaluation détaillée des risques pour la santé humaine et la ressource en eau. Volet 5 : données toxicologiques et valeurs de référence des substances caractéristiques des émissions de déchets de la chimie bâloise », rapport d'ANTEA de mai 2008 référencé A47264/A [ANTEA, 2008e]¹.

En sus de ces documents, des sources complémentaires d'informations, spécifiques au site d'étude, ont été consultées :

- « Evaluation des impacts de l'ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) sur la qualité des eaux souterraines et superficielles. Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé. Actualisation, état décembre 2004 », rapport provisoire d'ANTEA d'avril 2005 référencé A/37648A [ANTEA, 2005a] ;
- « Evaluation détaillée des risques sur la Santé humaine et la ressource en eau de l'ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68). Rapport de synthèse. (Janvier 2000 - décembre 2004). Actualisation, état décembre 2004 », rapport provisoire d'ANTEA d'avril 2005 référencé A/37649A [ANTEA, 2005b] ;
- « Evaluation des impacts de l'ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) sur la qualité des eaux souterraines et superficielles. Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé. Données toxicologiques et valeurs de références

¹ La tierce-expertise du cinquième volet [ANTEA, 2008e] fait l'objet d'un rapport distinct [INERIS, 2008].

- des substances caractéristiques des émissions des déchets de la chimie bâloise », rapport d'ANTEA d'avril 2005 référencé A/37648A [ANTEA, 2005c] ;
- « Enlèvement des deux résidus chimiques et des déchets métalliques situés autour de la décharge du Letten a Hagenthal-le-Bas (68) », rapport de Pollution Service du 23 mai 2005 référencé 04140 [Pollution Service, 2005] ;
 - « Projet de programme de surveillance des anciennes décharges du Roemisloch à Neuwiller (68) et du Letten à Hagenthal-le-Bas (68), Argumentaire technique », rapport d'ANTEA d'octobre 2005 référencé A 39382/A [ANTEA, 2005d] ;
 - « Note de réponse aux questions de la DRIRE. Sites des anciennes décharges du Roemisloch à Neuwiller (68) et du Letten à Hagenthal-le-bas (68) », rapport d'ANTEA de novembre 2005 référencé A 39774/A [ANTEA, 2005e] ;
 - « Campagne semestrielle de surveillance des décharges du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) et du Roemisloch à Neuwiller (68) d'octobre 2005 », rapport d'ANTEA de mars 2006 référencé A40948/A [ANTEA, 2006a] ;
 - « Anciennes décharges du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) et du Roemisloch à Neuwiller (68). Campagne de surveillance du printemps 2006. Rapport d'étude intermédiaire destiné aux tiers-experts », rapports d'ANTEA de novembre 2006 référencés A44112/A, volumes 1, 3 et 4 [ANTEA, 2006b] ;
 - « Anciennes décharges du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) et du Roemisloch à Neuwiller (68). Campagne de surveillance d'octobre 2006. Rapport d'étude intermédiaire destiné aux tiers-experts », rapport d'ANTEA de février 2007 référencé A45439/A [ANTEA, 2007a] ;
 - « Anciennes décharges du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) et du Roemisloch à Neuwiller (68). Campagne de surveillance de mars 2007 », rapport d'ANTEA de septembre 2007 référencé A47278/A [ANTEA, 2007b] ;
 - « Puits Calonego à Schönenbuch ; étude du contexte hydrogéologique », rapport de CSD Ingénieurs et Géologues du 29 novembre 2007 [CSD, 2007].

1.3 CONTENU DE LA TIERCE-EXPERTISE

➤ Champ de la tierce-expertise

La tierce-expertise de l'INERIS consiste à s'assurer du respect des principes méthodologiques à appliquer pour l'étude détaillée des risques pour la santé humaine du site de l'ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas, et à vérifier la qualité des données disponibles, la logique du raisonnement et le bien-fondé des hypothèses définies. La tierce-expertise n'a pas pour but de refaire les études.

La prestation de l'INERIS porte sur les risques pour la santé humaine. Elle ne porte pas sur les risques pour la ressource en eau, les écosystèmes et les biens matériels.

➤ Référentiels utilisés

Les études d'ANTEA ayant été initiées avant la refonte de la méthodologie française de gestion des sites et sols pollués (en date du 08 février 2007), puis révisées après cette refonte, l'INERIS a réalisé sa tierce-expertise en s'appuyant à la fois sur les documents en vigueur avant et après cette refonte :

- [MATE, 1999] : circulaire du MATE, datée du 10 décembre 1999, « relative aux sites et sols pollués et aux principes de fixation des objectifs de réhabilitation » ;
- [MATE et al., 2000] : guide méthodologique du MATE, de l'INERIS et du BRGM, « Gestion des sites pollués ; Diagnostic approfondi et Evaluations détaillées des risques », version 0, juin 2000 (BRGM Editions) ;
- décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles (JO n°297 du 22 décembre 2001) ;
- [MEDD, 2003] : circulaire du MEDD, datée du 28 mars 2003, « relative aux installations classées, pollution des sols, surveillance des eaux souterraines, mise en sécurité » ;
- [MEDD, 2004] : circulaire du MEDD, datée du 25 octobre 2004, « relative à l'inspection des installations classées, plan national santé environnement » ;
- [MEDD, 2007a, 2007b] : circulaires du MEDD, datées du 08 février 2007, relatives aux « installations classées ; prévention de la pollution des sols ; gestion des sols pollués » et aux « sites et sols pollués ; modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués », ainsi que les guides méthodologiques associés publiés à ce jour.

En outre, cet avis est rendu :

- sur la base des connaissances et techniques disponibles au moment de sa réalisation ;
- sous réserve de la justesse des reports de valeurs et des calculs d'ANTEA (seuls quelques contrôles par sondage ont été réalisés).

En cohérence avec ces référentiels, les critères retenus pour cette tierce-expertise sont les suivants :

- principe de prudence scientifique, traduit ici par l'analyse du caractère sécuritaire de l'évaluation ;
- principe de proportionnalité, veillant à la cohérence entre l'approfondissement de l'étude et l'importance de la pollution et son incidence prévisible ;
- principe de spécificité, veillant à la pertinence de l'étude par rapport à l'usage et aux caractéristiques du site et de son environnement ;
- objectif de transparence, veillant, à travers l'explication et la justification des choix et des hypothèses, à la lisibilité de l'étude.

➤ Evaluation de l'impact des commentaires formulés sur les études

Dans le cadre de cette tierce-expertise, les commentaires de l'INERIS sont accompagnés d'une évaluation de l'impact des remarques formulées. En particulier, les termes suivants sont utilisés.

- Les notions de « lisibilité » et de « transparence »² font référence à ce qui permet le bon suivi et la bonne compréhension de l'étude, et notamment du

² Le terme « transparent » traduit le respect du principe de transparence tel que décrit précédemment, et également dans le guide du Ministère en charge de l'Environnement [MATE *et al.*, 2000b] : « Le choix des hypothèses, des outils à utiliser, du degré d'approfondissement nécessaire relève du jugement et du savoir-faire de l'évaluateur face à chaque cas d'étude particulier. La règle de l'évaluation des risques est que ces choix soient expliqués par l'évaluateur

bien-fondé des choix effectués. Seuls des défauts ou problèmes de lisibilité susceptibles d'affecter notablement le suivi du bien fondé de l'étude sont rapportés dans le cadre de la présente tierce-expertise. L'INERIS a introduit une gradation indicative dans ses appréciations :

- un « défaut de lisibilité » renvoie à une simple gêne du suivi ; ce peut être par exemple un mode de présentation des données non cohérent avec l'exploitation qui en est faite : le bon suivi de cette exploitation nécessiterait alors de reconstituer le traitement des données ;
 - un « problème de lisibilité » renvoie à une contradiction apparente de fond, qui serait susceptible de remettre en cause la conformité de l'étude.
- La notion de « conformité » renvoie à l'accord des résultats ou des conclusions des études au regard des connaissances et moyens disponibles, des pratiques et des règles de l'art en la matière. Elle n'indique pas d'avis sur la validation des moyens utilisés, ni sur la « validité absolue » des résultats qui pourront rester marqués d'incertitudes. L'INERIS a introduit une gradation indicative entre :
- un « défaut de conformité » sans incidence notable sur les résultats ;
 - un « problème de conformité » qui serait susceptible de remettre en cause la conformité de l'étude.

➤ Transparence de la démarche progressive

La présente tierce-expertise porte sur les versions finales de mai 2008 des rapports d'ANTEA. Dans le cadre d'une démarche progressive souhaitée par le GIDRB, en cohérence avec l'esprit des outils de gestion des sites pollués, ces versions finales sont basées sur les rapports d'étape réalisés par ANTEA à l'automne 2007 et sur l'avis préliminaire émis par l'INERIS sur ces rapports d'étape.

Pour garantir une totale transparence de la tierce-expertise, le présent document reprend les remarques émises dans le cadre de l'avis préliminaire sur les rapports d'étape de l'automne 2007, et commente si nécessaire les éventuelles modifications apportées par ANTEA entre l'automne 2007 et mai 2008. C'est pourquoi certaines remarques seront structurées de la sorte :

- présentation de la remarque émise dans le cadre de l'avis préliminaire sur les rapports d'étape de l'automne 2007 ;
- impact initial de cette remarque ;
- commentaire sur les éventuelles modifications apportées par ANTEA entre l'automne 2007 et mai 2008 ;
- impact final de cette remarque intégrant ces modifications.

et cohérents, afin que la logique du raisonnement puisse être suivie et discutée par les différentes parties intéressées et que l'objectif de transparence des termes de la conclusion de l'étude soit respecté ».

2. CARACTERISATION DU SITE

2.1 ETUDE DOCUMENTAIRE

2.1.1 HISTORIQUE

La liste des photographies aériennes, des cartes et documents consultés est rappelée par ANTEA [2008b]. Ces documents sont exploités et interprétés pour proposer un historique de l'ancienne décharge du Letten. Une représentation graphique explicite des différentes phases présumées de remplissage de la décharge est également réalisée.

Impact : transparent, conforme.

Les investigations réalisées, susceptibles de renseigner sur la nature des déchets enfouis dans l'ancienne décharge du Letten, sont rappelées [ANTEA, 2008a, 2008b, 2008d]. Les principaux résultats sont décrits et synthétisés, par exemple sous forme de coupe hydrogéologique. Ces résultats sont globalement cohérents avec les données historiques.

Impact : transparent, conforme.

Dans le volet 1 des rapports d'étape, ANTEA faisait référence à une étude réalisée en 1999 par les membres du GIDRB pour affirmer que les « déchets en provenance des établissements des membres du GIDRB ont été déposés entre 1957 et 1960 sur ce site, et que des déchets provenant d'autres origines, indépendantes des sociétés membres du GIDRB, ont également été stockés dans cette décharge en même temps que ceux des membres du GIDRB et ultérieurement. Cette décharge a été utilisée bien après 1960, date à laquelle les membres du GIDRB ont cessé tout envoi de déchets vers elle. Les déchets provenant des usines des membres du GIDRB ne représenteraient ainsi qu'une faible part des dépôts effectués : de l'ordre de 10% de la quantité totale des déchets stockés. » Les références de cette étude n'étaient pas reprises avec les autres références bibliographiques (volet 4 des rapports d'étape), mais étaient toutefois proposées dans le volet 2 des rapports d'étape en section 3.8.

Impact initial : défaut de lisibilité seul ; sans impact dans la mesure où les investigations réalisées permettaient de recouper les informations historiques de façon cohérente.

Dans la version finale des rapports, cette étude est citée par ANTEA [2008a], et ses références sont précisées avec les autres références bibliographiques [ANTEA, 2008d].

Impact final : transparent, conforme.

2.1.2 GEOLOGIE, HYDROGEOLOGIE, HYDROGRAPHIE

Les contextes hydrologique (caractéristiques du cours d'eau du Lertzbach), géologique (nature des horizons présents au droit de l'ancienne décharge du Letten) et hydrogéologique (caractéristiques des cinq aquifères locaux ainsi que des éventuels exutoires et sources associés) sont détaillés par ANTEA [2008b]. Une partie des résultats est déduite du croisement de plusieurs données d'origines différentes (informations historiques variées et investigations de terrain). Les inconnues persistant à l'issue de ce bilan sont présentées, et certaines hypothèses sont formulées à partir des données disponibles.

Des commentaires plus détaillés peuvent éventuellement être formulés dans le cadre de la tierce-expertise réalisée par le BRGM [2008].

Impact : transparent, conforme sur le principe.

Les investigations menées par ANTEA [2008b] ont permis de mettre en évidence une fenêtre graveleuse au sein des argiles compactes du Letten, correspondant à un ancien chenal identifié en 2002 [ANTEA, 2008d], qui mettrait en continuité physique et hydraulique les compartiments haut et bas des formations aquifères des sables et graviers de la Molasse Alsacienne. La présence de cette fenêtre graveleuse est cohérente avec d'autres données comme la présence de sources ou la contamination verticale jusqu'aux argiles de la Molasse Alsacienne.

Impact : transparent, conforme.

2.1.3 CLIMATOLOGIE

Le contexte climatique relatif à l'ancienne décharge du Letten est rappelé [ANTEA, 2008b], en se basant sur des données les plus spécifiques possibles au site. Les données pluviométriques sont extraites de la station Météo France la plus proche (Bâle-Mulhouse).

La direction et la vitesse des vents dominants ont été mesurées « spécifiquement » sur les sites du Letten et du Roemisloch (à Neuwiller). Cependant, dans le volet 2 des rapports d'étape d'ANTEA, les résultats de ces mesures étaient présentés de façon globalisée, sans justification, pour les deux sites : même direction des vents dominants et même vitesse.

Impact initial : défaut de lisibilité ; sans impact dans la mesure où la valeur de vitesse du vent sélectionnée dans les calculs était cohérente avec les mesures.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008b] précise que les résultats des mesures de direction et de vitesse du vent sont homogènes pour les sites du Letten et du Roemisloch.

Impact final : transparent, conforme.

2.1.4 AMENAGEMENTS, ENVIRONNEMENT ET CIBLES POTENTIELLES

La décharge en elle-même (distances et pentes remarquables) est bien décrite par ANTEA [2008b].

Impact : transparent, conforme.

Les autres sources potentielles de pollution aux alentours de l'ancienne décharge du Letten ont été recherchées [ANTEA, 2008b], en particulier par l'analyse des photographies aériennes.

Impact : transparent, conforme.

L'environnement du site est décrit de façon satisfaisante par ANTEA [2008b] : environnement immédiat de la décharge de nature forestière, terrains aux alentours exploités pour l'agriculture (fourrage, vergers, céréales) voire la pâture de bovins, chemins communaux desservant les lieux.

Les usages du site « d'accès aisé et non clôturé » et de son environnement proche sont également précisés [ANTEA, 2008b] : promenades des enfants et des adultes sur les chemins communaux et dans les bois, jeux des enfants dans les bois, travaux forestiers des adultes dans les bois, usages agricoles.

Impact : transparent, conforme.

Les usages des eaux superficielles sont rappelés [ANTEA, 2008b]. L'utilisation des résurgences à la source ES3 et voire au drain n°2 par des enfants pour leurs activités ludiques est évoquée.

Les usages pour l'alimentation en eau potable sont évoqués [ANTEA, 2008b] pour la molasse alsacienne (captage « Kappelmatten ») et pour les alluvions anciennes (sources « Milchhüsli » et « Brunnenmatten »). Le périmètre de protection rapproché du captage « Kappelmatten » est décrit, et la contribution du captage à l'alimentation en eau potable du district d'Allschwill est estimée : environ 5%. De la même façon, ANTEA [2008b] estime que les sources « Milchhüsli » et « Brunnenmatten » contribuent à plus de 90% de l'alimentation en eau potable du district d'Allschwill.

Les autres usages des eaux souterraines sont également décrits [ANTEA, 2008b] : puits privé agricole « Calonego » *a priori* plus utilisé, puits pour l'arrosage des green du golf d'Hagenthal-le-Bas. Les nappes de la molasse alsacienne et des alluvions anciennes ne font l'objet d'aucun SAGE (schéma d'aménagement et de gestion des eaux).

Impact : transparent, conforme.

Le volet 2 des rapports d'étape d'ANTEA renvoyait à la consultation de la coupe géologique du captage « Kappelmatten » en annexe C du volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA. Cependant, cette annexe ne contenait pas la coupe géologique de ce captage.

Impact initial : défaut de lisibilité seul.

Dans la version finale des rapports, la coupe géologique du captage « Kappelmatten » est présente en annexe C du volet 4 [ANTEA, 2008d].

Impact final : transparent.

ANTEA [2008b] fait état d'une étude mettant en évidence la présence d'une composante d'eau jeune dans les eaux captées par le puits « Kappelmatten » alors que celles-ci sont censées être issues d'horizons profonds. Pour interpréter ce fait, plusieurs hypothèses sont formulées et analysées, en se basant sur les résultats des observations géologiques, des analyses chimiques et d'une estimation de la géométrie de la zone d'emprunt du puits. ANTEA [2008b] en conclut que la molasse alsacienne sollicitée par le captage « Kappelmatten » est « peu vulnérable vis à vis de la décharge du Letten ».

De la même façon, la vulnérabilité des sources « Milchhüsli » et « Brunnenmatten » ainsi que du puits « Calonego » est analysée au vu des résultats analytiques et des contextes hydrogéologiques. Dans les trois cas, ANTEA [2008b] conclut que les aquifères sollicités sont « peu vulnérables vis à vis de la décharge du Letten ».

Des commentaires plus détaillés peuvent éventuellement être formulés dans le cadre de la tierce-expertise réalisée par le BRGM [2008].

Impact : transparent, conforme sur le principe.

2.2 INVESTIGATIONS DE TERRAIN - QUALITE DES MILIEUX

2.2.1 GENERALITES

Dans son premier volet, le volet 1 des rapports d'étape d'ANTEA définissait les valeurs de référence à utiliser dans ses études (pour interpréter les résultats analytiques sur les différents compartiments environnementaux, comme le

montrait l'annexe G du volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA) : concentrations de référence pour l'évaluation des atteintes portées aux eaux par les sites pollués (ordonnance fédérale Suisse OSites 814.680 du 26 août 1998 sur l'assainissement des sites contaminés) et valeurs de constat d'impact (VCI), pour les eaux et les sols, telles qu'anciennement (avant le 08 février 2007) définies dans le guide méthodologique Français de l'évaluation simplifiée des risques ou ESR [MATE *et al.*, 2000a].

Depuis le 08 février 2007, les VCI ont été supprimées des démarches françaises de gestion des sites pollués. Dans un contexte d'évaluation détaillée des risques, il n'est de toutes façons pas adapté de comparer des résultats analytiques aux VCI qui ont été conçues dans le strict cadre de l'ESR. Par ailleurs, cette comparaison pourrait être évitée pour le compartiment eau en privilégiant, en cohérence avec les circulaires du MEDD [2007a, 2007b], la comparaison avec des valeurs réglementaires de gestion qui sont souvent du même ordre de grandeur que les VCI. Pour le compartiment sol, ces circulaires préconisent la comparaison, quand elle est possible, à des concentrations dans des milieux environnants de même nature géologique.

Impact initial : défaut de lisibilité et problème de conformité potentiel dans l'interprétation du diagnostic ; sans impact dans la mesure où, dans le volet 3 des rapports d'étape, ANTEA avait décidé par la suite de sélectionner toutes les substances détectées.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008a, 2008d] fait référence aux valeurs de gestion réglementaires existantes pour les eaux. La sélection des substances inorganiques pour les expositions relatives aux sols de surface [ANTEA, 2008c] est basée sur une comparaison à deux valeurs de bruit de fond mesurées par ANTEA [2008b]. Cette démarche est cohérente avec les circulaires du MEDD [2007a, 2007b].

Impact final : transparent, conforme.

L'annexe G du volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA proposait des tableaux de synthèse des résultats analytiques sur les différentes matrices investiguées, sans fournir directement les bordereaux analytiques transmis par les différents laboratoires d'analyse. Ces bordereaux analytiques étaient pour certains disponibles en annexes des divers rapports relatifs aux campagnes de surveillance [ANTEA, 2005b, 2006a, 2006b, 2007a, 2007b]. Pour un suivi plus aisé dans le cadre d'une lecture approfondie, un renvoi vers les annexes des rapports d'étude d'ANTEA contenant déjà les bordereaux analytiques aurait pu être proposé à partir de l'annexe G du volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA.

Cependant, certains bordereaux analytiques (aussi bien pour les analyses chimiques que pour les screenings) n'étaient pas disponibles dans les rapports transmis à l'INERIS pour tierce-expertise. C'était le cas en particulier pour plusieurs matrices (sols de surface, sols profonds, fonds de fouille, déchets, gaz du sol), pour certains points de prélèvement (Plet10, Plet11, ancienne source AEP « Grien », source sud, drain n°1) et pour certaines substances (dioxines). Il était possible qu'une partie de ces bordereaux soit présente dans d'autres rapports d'ANTEA : bordereaux relatifs aux fonds de fouille et aux déchets dans les rapports spécifiques à la parcelle dite « Bubendorf » (références 57 à 59 selon la numérotation du volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA), bordereaux relatifs aux dioxines dans les rapports spécifiques du professeur W. Rotard (références 37 et 38 selon la numérotation du volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA). Cette hypothèse restait cependant à confirmer. Là encore, un renvoi aurait pu être

proposé. Dans les autres cas évoqués, ces bordereaux ne semblaient être proposés dans aucun des rapports d'ANTEA.

Les remarques précédentes étaient également valables pour les fiches de prélèvement de terrain : celles relatives aux sols de surface, fonds de fouille, déchets, gaz du sol, certaines eaux souterraines (pour les ouvrages Plet10 et Plet11) et certaines eaux superficielles (ancienne source AEP « Grien », source sud, drain n°1) n'étaient *a priori* disponibles dans aucun des rapports d'ANTEA.

Impact initial : défaut de lisibilité seul sur l'absence de renvoi aux annexes proposant les bordereaux analytiques et les fiches de prélèvement de terrain ; défauts de lisibilité seuls sur l'absence *a priori* de disponibilité dans les rapports d'ANTEA des bordereaux analytiques et fiches de prélèvement de plusieurs échantillons.

ANTEA a accompagné la rédaction de la version finale des rapports par l'édition d'un CD-Rom, diffusé à l'INERIS, regroupant tous les bordereaux analytiques relatifs aux matrices eaux souterraines ou eaux de surface. Pour certains autres éléments manquants mentionnés précédemment, des renvois vers d'autres rapports d'ANTEA ont été proposés dans la version finale des rapports [ANTEA, 2008a, 2008b]. Toutefois, certains renvois à des bordereaux analytiques ou des fiches de prélèvements de terrain restent inexistantes.

Impact final : défauts de lisibilité seuls sur l'absence *a priori* de disponibilité dans les rapports des bordereaux analytiques et fiches de prélèvement de plusieurs échantillons.

2.2.2 NATURE DES SUBSTANCES A RECHERCHER

2.2.2.1 MATRICES SOLS ET DECHETS

Le volet 1 des rapports d'étape d'ANTEA décrivait la chimie des colorants synthétiques, permettant d'appréhender les grandes familles de substances susceptibles d'être présentes au sein de la décharge et dans ses émissions.

Sur cette base, le volet 1 des rapports d'étape d'ANTEA proposait des critères pour sélectionner les substances à analyser : mobiles (solubles, volatiles), techniquement quantifiables en laboratoire, présentant des potentiels dangers intrinsèques élevés, présentant des indices de présence (sur la base d'analyses antérieures ou dans un autre compartiment, ou sur la base de screenings CPG/MS, ou sur la base de détection organoleptique), cohérentes avec la chimie des colorants.

Ce type d'approche est plutôt privilégié pour le choix des substances à sélectionner pour l'étape de quantification des risques, sur la base entre autres des résultats analytiques. Le choix des substances à analyser devrait plutôt se fonder sur la nature présumée des déchets.

Impact initial : défauts de lisibilité et de conformité dans la sélection des substances à analyser dans les sols ; sans impact dans la mesure où la liste des substances sélectionnées était globalement cohérente.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008a] s'appuie sur la complexité de la chimie des colorants synthétiques pour justifier la réalisation de screenings en complément de la recherche des principales substances identifiées. Il n'est plus fait référence à une liste de critères inadaptés.

Impact final : transparent, conforme.

A partir de ces critères, le volet 1 des rapports d'étape d'ANTEA proposait dans son tableau 10 un programme analytique pour les sols et les déchets. Certains choix de ce tableau n'étaient pas expliqués comme : l'absence d'analyse des cyanures dans les sols de surface, la restriction de la recherche analytique de HAP au naphthalène dans les sols de surface (alors d'une part que le naphthalène est semi-volatile et d'autre part que d'autres HAP comme le benzo[a]pyrène par exemple présentent un potentiel danger avéré). Concernant les autres HAP que le naphthalène, ils avaient été recherchés par screening dans les sols, ce qui peut être considéré comme suffisant en première approche.

Impact initial : problème de lisibilité dans la définition du programme analytique pour les sols de surface pouvant conduire à un problème de conformité par omission de substances pertinentes ; impact impossible à évaluer au vu des données disponibles en ce qui concerne l'absence de prise en compte des cyanures.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008a] précise que les cyanures ont été recherchés dans les déchets issus de la fouille dite « Bubendorf ». Sur la base des faibles concentrations mesurées, ANTEA [2008a] considère que les cyanures présents ne sont pas caractéristiques de la chimie bâloise et qu'il n'est donc pas proportionné de les analyser dans les autres milieux.

Impact final : transparent, conforme.

2.2.2.2 MATRICES EAUX SOUTERRAINES ET SUPERFICIELLES

Le programme analytique standard (appliqué de façon systématique et périodique aux points de surveillance) pour les eaux souterraines et superficielles a connu de nombreuses évolutions entre 2001 et 2007. ANTEA [2008a] propose d'une part des renvois vers d'autres rapports d'étude (références 21, 32, 37 à 40 et 45 selon la numérotation d'ANTEA [2008d]) pour expliquer et justifier ces évolutions, et d'autre part des tableaux de synthèse sur les différents programmes analytiques de 2001 à 2007.

Des analyses ponctuelles supplémentaires, toujours pour les eaux souterraines et superficielles, sont également justifiées dans le premier volet [ANTEA, 2008a].

Le programme analytique appliqué en 2007 aux eaux souterraines au droit de la décharge est celui de la campagne de surveillance généralisée de mars 2007 (les métaux et métalloïdes n'ayant été analysés lors de cette campagne qu'au niveau d'un seul ouvrage Plet5).

Impact : transparent.

Le principe et les limites de la méthode de screening CPG/MS sont rappelés par ANTEA [2008a]. Un bilan par matrice et par date des screenings réalisés dans les eaux souterraines ou superficielles est proposé. Les seuils de détection obtenus dans les matrices eaux sont précisés.

Impact : transparent.

Parmi les agents oxydants largement utilisés dans la chimie des colorants figure le chrome VI. Aucune donnée présentée dans le volet 1 des rapports d'étape d'ANTEA ne permettait d'exclure le rejet de chrome sous sa forme mobile et toxique de chrome VI. Or seul le chrome total avait été mesuré dans les eaux superficielles et souterraines.

Impact initial : problème de lisibilité pouvant conduire à un problème de conformité par la sélection d'une spéciation inappropriée du chrome ; impact discuté à la section 4.1 de la présente tierce-expertise.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008a] explique que, le chrome VI étant utilisé justement pour ses capacités oxydantes, les résidus des diverses réactions chimiques devraient se présenter sous forme de chrome III, ce qui justifie de ne pas analyser le chrome sous forme hexavalente. Les commentaires formulés à la section 4.1 de la présente tierce-expertise mettent en évidence que la présence effective de chrome VI n'aurait pas d'incidence sur la quantification des risques sanitaires dans la mesure où les valeurs toxicologiques de référence sélectionnées par ANTEA [2008e] pour le chrome III sont proches de celles considérées usuellement pour le chrome VI.

Impact final : transparent.

2.2.2.3 MATRICE GAZ DU SOL

Selon le volet 1 des rapports d'étape d'ANTEA, le choix des substances à analyser dans les gaz du sol résultait d'une approche de type présence / mobilité / toxicité. Ce type d'approche est plutôt privilégié pour le choix des substances à sélectionner pour l'étape de quantification des risques, sur la base entre autres des résultats analytiques. Le choix des substances à analyser devrait plutôt se fonder d'une part sur la nature présumée des déchets et d'autre part sur le caractère volatil des substances (sur la base par exemple de la constante de Henry).

La figure 9 du volet 1 des rapports d'étape d'ANTEA présentait d'ailleurs les valeurs de constantes de Henry sans dimension des substances supposées être présentes dans les déchets (ce qui rendait son titre inadéquat). Il semble que c'était sur cette base, et non sur une approche présence / mobilité / toxicité, qu'ANTEA avait sélectionné les substances à analyser.

Le calcul des constantes de Henry sans dimension faisait l'objet du tableau 17 du volet 1 des rapports d'étape d'ANTEA. Ce tableau introduisait d'autres notions qui n'étaient pas strictement utilisées pour la sélection des substances à analyser : VTR connues pour les effets à seuil et sans seuil, solubilité et « concentration équivalente à la solubilité » (qui devrait être qualifiée de concentration à saturation dans l'air). Les références des valeurs utilisées n'étaient pas mentionnées dans ce tableau ni à l'annexe K du volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA.

Impact initial : défauts de lisibilité et de conformité dans la sélection des substances à analyser dans les gaz du sol ; défaut de lisibilité dans l'absence de références pour les valeurs utilisées ; sans impact dans la mesure où la liste des substances sélectionnées était cohérente.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008a] précise que le programme analytique est basé sur la présence potentielle des substances dans les déchets et sur la volatilité des substances. Cette volatilité est jugée sur la base de la constante de Henry, présentée au tableau 17 et à la figure 9 [ANTEA, 2008a]. Les références des paramètres sont disponibles dans le volet 5 [ANTEA, 2008e].

Impact final : transparent, conforme.

Parmi les agents oxydants largement utilisés dans la chimie des colorants figure le mercure. Etant utilisé justement pour ses capacités oxydantes, les résidus des diverses réactions chimiques devraient se présenter sous forme de mercure Hg^0 qui est un élément volatil. Or aucune analyse de la spéciation du mercure ou aucune recherche de mercure volatil Hg^0 n'était mentionnée dans le volet 1 des rapports d'étape d'ANTEA dans les gaz du sol : seules des analyses de mercure total dans les eaux et les sols avaient été effectuées.

Impact initial : problème de lisibilité pouvant conduire à un problème de conformité par la sélection d'une spéciation inappropriée du mercure ; impact discuté à la section 4.1 de la présente tierce-expertise.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008b] confirme l'absence de mesure de mercure volatil dans les gaz du sol. Cependant, les émissions de mercure ont été estimées par un modèle de transfert depuis les concentrations moyennes observées sur la matrice sols/déchets vers le compartiment air ambiant extérieur, ce qui constitue *a priori* une approche majorante.

Impact final : transparent, conforme.

2.2.3 INVESTIGATIONS DES SOLS DE SURFACE

Dans la description des prélèvements des sols de surface du volet 1 des rapports d'étape d'ANTEA, il était écrit dans un premier paragraphe que les 5 premiers centimètres devaient être prélevés, et dans le paragraphe suivant que c'était l'horizon entre 5 et 20 cm qui avait été prélevé pour 11 échantillons. Dans le volet 2 des rapports d'étape d'ANTEA, l'horizon 0-5 cm était à nouveau mentionné. L'absence de fiches de prélèvement pour les sols de surface dans le volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA ne permettait pas de vérifier ce point.

Impact initial : défaut de lisibilité dans le choix de la profondeur de prélèvement des sols de surface ; impact impossible à évaluer au vu des données disponibles.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008a] précise que le prélèvement des sols de surface concerne effectivement l'horizon 0-5 cm, en cohérence avec le schéma conceptuel d'exposition et avec les voies d'exposition envisagées (le contact cutané direct et l'ingestion directe).

Impact final : transparent, conforme.

Dans le volet 1 des rapports d'étape, ANTEA avait mentionné le prélèvement de deux échantillons de sol de surface en dehors de la zone d'influence de la décharge pour estimer la contribution du fond géochimique.

Ces deux points étaient localisés uniquement sur une carte. Le volet 1 des rapports d'étape d'ANTEA ne proposait pas de discussion sur la pertinence de ces points : étaient-ils vraiment hors de l'impact de la décharge ?

Impact initial : défaut de lisibilité sur la justification des points de bruit de fond pouvant entraîner un problème de conformité par l'absence de sélection de certaines substances inorganiques ; impact discuté à la section 4.1 de la présente tierce-expertise.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008a] précise que ces échantillons ont été prélevés dans des horizons géologiques similaires aux sols de surface de la décharge.

Impact final : transparent, conforme.

2.2.4 INVESTIGATIONS DES SOLS PROFONDS

ANTEA [2008a] propose une description satisfaisante de la méthodologie et des travaux relatifs aux investigations menées sur les sols profonds : reconnaissance de la partie haute du corps de la décharge (parcelle dite « Bubendorf ») lors de la gestion des terres excavées et sondages de reconnaissance dans la partie de la décharge située au nord du chemin rural dit *Unterer Lettenweg*.

Cependant, les résultats analytiques des 11 échantillons de fond de fouille de la parcelle dite « Bubendorf » n'étaient pas disponibles en annexe G3 du volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA.

Impact initial : globalement transparent surtout en ce qui concerne la méthodologie et les travaux réalisés ; défaut de lisibilité suite à l'absence des résultats analytiques relatifs aux 11 échantillons de fond de fouille ; impact impossible à évaluer au vu des données disponibles.

Dans la version finale des rapports, les résultats analytiques des 11 échantillons de fond de fouille de la parcelle dite « Bubendorf » sont disponibles en annexe G3 [ANTEA, 2008d].

Impact final : transparent, conforme.

2.2.5 INVESTIGATIONS DES EAUX DE SURFACE

Des tableaux synthétiques résument les principes de surveillance et les modalités de prélèvements des campagnes de 2002 relatives aux eaux de surface [ANTEA, 2008a].

Certains points de prélèvement (essentiellement « Galg amont », et dans une moindre mesure « Drain n°1 », « EcEPI » et « fossé rejet ») n'étaient toutefois pas reportés sur la figure 7 du volet 1 des rapports d'étape d'ANTEA.

Impact initial : globalement lisible, à l'exception du défaut, sans impact, relatif à la représentation de certains points de prélèvement.

Dans la version finale des rapports, la figure 7 du volet 1 a été complétée avec les points « Galg amont » et « fossé rejet » [ANTEA, 2008a].

Impact final : lisible.

Le protocole opératoire pour le prélèvement et l'analyse des eaux superficielles est détaillé [ANTEA, 2008a]. Celui-ci porte sur les conditions de prélèvement et de conservation des échantillons.

Ce protocole comporte une étape de chauffage des flacons. La température de chauffage mentionnée n'était pas toujours la même dans le volet 1 des rapports d'étape d'ANTEA : 400°C ou 450°C.

Impact initial : globalement transparent et conforme, à l'exception du défaut de lisibilité, sans impact, relatif à la température de chauffage des flacons.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008a] précise que la température de chauffage des flacons est de 450°C.

Impact final : transparent, conforme.

2.2.6 INVESTIGATIONS DES EAUX SOUTERRAINES

ANTEA [2008a, 2008d] propose une description très complète de la méthodologie et des travaux relatifs à la pose des piézomètres.

Impact : transparent, conforme.

Lors de la discussion sur les incertitudes inhérentes au prélèvement dynamique des eaux souterraines, dans le volet 1 des rapports d'étape, ANTEA proposait une équation pour le calcul d'une concentration moyenne C_t pondérée par les débits Q_i de chaque horizon productif capté. L'équation proposée présentait une erreur : elle devait être $C_t = (C_1 \times Q_1 + C_2 \times Q_2 + C_3 \times Q_3) / Q_t$ au lieu de $C_t = C_1 \times Q_1 + C_2 \times Q_2 + C_3 \times Q_3 / Q_t$.

Impact initial : défaut de lisibilité seul.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008a] propose la formule correcte de cette équation.

Impact final : conforme.

Des tableaux synthétiques résumant les principes de surveillance et les modalités de prélèvements des campagnes de 2002 relatives aux eaux souterraines [ANTEA, 2008a].

Toutefois, les points de surveillance Plet10 et Plet11 étaient listés dans le tableau 6 du volet 1 des rapports d'étape d'ANTEA, mais n'étaient pas repris dans le corps du texte (à la section 4.1.1 du même volet 1). Par ailleurs, la figure 8 de ce même volet 1 ne proposait pas de légende (*a priori* la même que celle de la figure 6). Enfin, la date de prélèvement dans l'ouvrage Plet11 variait selon les volets des rapports d'étape d'ANTEA : 19 mars 2007 dans le volet 1, 15 mars 2007 dans le volet 2 et 21 mars 2007 dans le volet 4.

Impact initial : globalement lisible, à l'exception des trois défauts, sans impact, évoqués précédemment.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008a] fait référence aux piézomètres Plet10 et Plet11 dans la liste des points de surveillance et rajoute une légende pour la figure 8. La date de prélèvement dans l'ouvrage Plet11 est homogénéisée entre les différents volets [ANTEA, 2008a, 2008b, 2008d] : il s'agit du 21 mars 2007.

Impact final : transparent.

Les autres prélèvements effectués dans les eaux souterraines sont également décrits [ANTEA, 2008a] : échantillonnage des eaux dans la décharge suite à la sécurisation de la parcelle dite « Bubendorf », échantillonnage de contrôle des eaux de l'ouvrage Plet9, prélèvement des eaux de Plet9 et Plet9bis.

Impact : transparent.

Le protocole opératoire pour le prélèvement et l'analyse des eaux souterraines est détaillé [ANTEA, 2008a]. Celui-ci porte sur le flaconnage, la purge des piézomètres, les paramètres à suivre, le dispositif de prélèvement, le recours à des échantillons de référence (blanc). Ce protocole mentionne en particulier que les prélèvements doivent commencer par les ouvrages situés à l'aval éloigné pour se terminer par ceux situés à l'aval rapproché. L'utilisation d'une pompe distincte pour l'ouvrage Plet6bis, présentant des signes évidents organoleptiques de pollution, est également rapportée.

Impact : transparent, conforme.

2.2.7 INVESTIGATIONS DE L'AIR DU SOL

ANTEA [2008a, 2008d] apporte de nombreux détails sur la méthodologie et les travaux relatifs à la mise en place des puits à gaz. En particulier, le recours à une station météorologique a permis de recueillir des données aérologiques spécifiques au site et aux jours de prélèvement. Tous les prélèvements ont été accompagnés de tests d'extraction et d'un suivi en continu en laboratoire mobile. Des supports différents ont été utilisés en fonction des substances à analyser.

Toutefois, le tableau 1 du volet 1 des rapports d'étape d'ANTEA et l'annexe C3 du volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA mentionnaient que la partie crépinée du puits à gaz Le-MSG2 / Plet10 commence à 2 mètres sous la surface, alors que le tableau 4 du volet 1 des rapports d'étape d'ANTEA mentionnait un début de crépine à 1,5 mètres sous la surface.

Impact initial : globalement transparent (hormis le défaut de lisibilité sur le début de la partie crépinée de l'ouvrage Le-MSG2 / Plet10), conforme.

Dans la version finale des rapports, la position de la crépine au regard de la zone non saturée pour le puits à gaz Le-MSG2 / Plet10 est cohérente entre les rapports concernés [ANTEA, 2008a, 2008d].

Impact final : transparent, conforme.

Les puits à gaz mis en place en mars 2007 (Le-MSG1, Le-MSG2 / Plet10, Le-MSG3, Le-MSG4 / Plet11) ont été équipés par un tubage en PEHD, conformément aux recommandations en vigueur [ANTEA, 2008a].

Cependant, les prélèvements d'air du sol avaient également été réalisés dans deux autres ouvrages Plet5ter et Plet6bis plus anciens, conçus comme des piézomètres avec un tubage en PVC. Les interactions potentielles de ce matériau avec les substances à analyser n'étaient pas discutées dans les rapports d'étape d'ANTEA.

Impact initial : choix du matériau conforme pour les ouvrages Le-MSG1 à Le-MSG4 ; défaut de lisibilité sur les conséquences de la présence de PVC dans les ouvrages Plet5ter et Plet6bis ; impact impossible à évaluer au vu des données disponibles.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008a] précise que les dimensions restreintes des ouvrages et le volume relativement faible d'air pompé sont de nature à rendre non significatives les interactions entre les substances à analyser et la matériau des ouvrages Plet5ter et Plet6bis.

Impact final : transparent, conforme.

2.2.8 INVESTIGATIONS DE L'AIR ATMOSPHERIQUE

ANTEA [2008a] n'a pas réalisé d'analyses d'air atmosphérique au droit des points d'exposition concernés par la voie inhalation, et a préféré recourir à une modélisation des concentrations dans l'air ambiant à partir des concentrations mesurées dans les sols ou les gaz du sol. Cette démarche est en contradiction avec certains principes définis par ailleurs : « afin de limiter le cumul des incertitudes, on limitera les calculs de transfert en privilégiant si possible la mesure aux modèles de transfert » [ANTEA, 2008c].

Impact : défaut de lisibilité dans le recours à la modélisation, plutôt qu'à la mesure, pour l'estimation des concentrations dans l'air atmosphérique ; sans impact dans la mesure où les concentrations modélisées sont généralement majorantes par rapport aux concentrations mesurées.

2.2.9 BILAN SUR LA CARACTERISATION DE LA QUALITE DES MILIEUX

Les résultats analytiques sont interprétés en terme de mécanismes de transfert des substances de la décharge vers les milieux impactés [ANTEA, 2008b]. Plusieurs hypothèses sont proposées pour expliquer certains résultats, et chaque hypothèse est analysée en détails d'une part du point de vue de son réalisme sur le plan théorique et d'autre part par confrontation avec les données de terrain.

Des commentaires plus détaillés peuvent éventuellement être formulés dans le cadre de la tierce-expertise réalisée par le BRGM [2008].

Impact : transparent, conforme sur le principe.

2.2.9.1 SUBSTANCES PRESENTES DANS LES DECHETS ET MATERIAUX

Dans les échantillons de sol issus de la fouille « Bubendorf », les valeurs maximales en cyanures libres et totaux (respectivement 5,3 et 15,6 mg/kg) retenues dans le volet 2 des rapports d'étape d'ANTEA n'étaient pas conformes aux valeurs mentionnées (respectivement 25,9 et 31,2 mg/kg) dans les tableaux de synthèse du volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA.

Impact initial : problème de lisibilité pouvant conduire à un problème de conformité en cas d'utilisation d'une concentration inadaptée ; sans impact dans la mesure où les cyanures ne sont pas sélectionnés dans l'étape de quantification.

Dans la version finale des rapports, les valeurs relatives aux cyanures libres et totaux sont corrigées [ANTEA, 2008b].

Impact final : conforme.

ANTEA [2008b] propose une synthèse des concentrations observées dans les matrices de déchets et dans les sols en contact avec ces déchets.

Impact : transparent.

2.2.9.2 SUBSTANCES PRESENTES DANS LES EAUX SOUTERRAINES

ANTEA [2008b] propose une synthèse des concentrations observées dans les eaux des alluvions en aval de la décharge.

Impact : transparent.

Dans les eaux au cœur de la décharge, le volet 2 des rapports d'étape d'ANTEA mentionnait des concentrations au niveau de l'ouvrage Plet5ter en contradiction avec les valeurs des tableaux de synthèse du volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA, en particulier pour la 4-chloraniline et les dichlorobenzènes.

Impact initial : défauts de lisibilité dans les concentrations sélectionnées ; sans impact dans la mesure où le schéma conceptuel ne retenait pas d'exposition directe aux eaux présentes dans le cœur de la décharge.

Dans la version finale des rapports, les concentrations présentées dans le cadre de la description de la qualité des eaux souterraines des alluvions anciennes [ANTEA, 2008b] sont en cohérence avec les tableaux de synthèse [ANTEA, 2008d].

Impact final : conforme.

Dans le compartiment bas des alluvions anciennes, certaines concentrations mentionnée dans la description des résultats (volet 2 des rapports d'étape d'ANTEA) n'étaient pas en cohérence avec les tableaux de synthèse (volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA), en particulier en ce qui concernait le brome, le Surfynol 104, l'aniline et la 2-chloraniline.

Impact initial : défauts de lisibilité dans les concentrations et les substances sélectionnées ; sans impact dans la mesure où le schéma conceptuel ne retenait pas d'exposition directe aux eaux du compartiment bas des alluvions anciennes.

Dans la version finale des rapports, les incohérences signalées ci-avant ont été corrigées [ANTEA, 2008b, 2008d].

Impact final : conforme.

Dans le compartiment haut des alluvions anciennes, la liste des points surveillés (volet 2 des rapports d'étape d'ANTEA) n'incluait pas les ouvrages Plet6bis et Plet7, alors que certains de leurs résultats étaient utilisés pour interpréter la qualité des eaux de ce compartiment.

Par ailleurs, des incohérences étaient présentes entre la description des résultats (volet 2 des rapports d'étape d'ANTEA) et les tableaux de synthèse (volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA), en particulier en ce qui concernait les bromures, le 2,6-dinitrotoluène et le Surfynol 104.

Impact initial : défauts de lisibilité dans les concentrations et les substances sélectionnées ; impact potentiel, mais impossible à évaluer au vu des données disponibles, suite à l'absence de sélection des bromures au point d'exposition ES3.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008b] a modifié le mode de présentation relatif à la qualité des eaux souterraines, la nouvelle organisation permettant d'éviter des oublis ou des doublons dans les ouvrages de surveillance. Les incohérences signalées ci-avant ont été corrigées.

Impact final : conforme.

2.2.9.3 SUBSTANCES PRESENTES DANS LES EAUX SUPERFICIELLES

Dans les eaux de la molasse alsacienne, les concentrations évoquées dans le volet 2 des rapports d'étape d'ANTEA lors de la description des résultats étaient parfois incohérentes avec les tableaux de synthèse (volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA), en particulier en ce qui concernait le cobalt, les bromures, l'heptabarbital, l'aniline, le 4-chlorophénylméthylsulfone, le tétrachloroéthylène, le trichloroéthylène, le toluène, les m-p-xylènes, les phtalates, le 2-pyrrolidinon et le chlorobenzène.

Impact initial : défauts de lisibilité dans les concentrations et les substances sélectionnées ; sans impact dans la mesure où le schéma conceptuel ne retenait pas d'exposition directe aux eaux de la molasse alsacienne.

Dans la version finale des rapports, les incohérences signalées ci-avant ont été corrigées [ANTEA, 2008b, 2008d].

Impact final : conforme.

Dans les eaux du système de drains du Letten, quelques valeurs maximales et moyennes proposées à la figure 30 du volet 2 des rapports d'étape d'ANTEA n'étaient pas cohérentes avec les tableaux de synthèse du volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA, en particulier pour l'heptabarbital et le trichloroéthylène.

Impact initial : défauts de lisibilité dans les concentrations sélectionnées ; sans impact dans la mesure où la valeur maximale avait effectivement été utilisée dans les feuilles de calcul du volet 3 des rapports d'étape d'ANTEA.

Dans la version finale des rapports, les valeurs affichées dans la figure concernée (figure 29 [ANTEA, 2008b]) sont en cohérence avec les tableaux de synthèse [ANTEA, 2008d].

Impact final : transparent.

2.2.9.4 SUBSTANCES PRESENTES DANS LES GAZ DU SOL

ANTEA [2008b] propose une synthèse des résultats de caractérisation des gaz du sol en cohérence avec les tableaux du volet 4 [ANTEA, 2008d].

Impact : transparent, conforme.

3. EVALUATION DE LA TOXICITE

Les données relatives à la toxicologie sont présentées dans le volet 5 [ANTEA, 2008e]. Ce volet fait l'objet d'une expertise complète dans un rapport distinct [INERIS, 2008].

3.1 GENERALITES

ANTEA [2008a, 2008b, 2008c, 2008d, 2008e] a recours aux expressions « substances toxiques » et « substances cancérigènes génotoxiques » pour distinguer les substances ayant des effets à seuil des substances ayant des effets sans seuil.

D'une part, une même substance peut présenter à la fois des effets à seuil et sans seuil. D'autre part, l'adjectif « toxique » est beaucoup plus général que les effets à seuil des substances. De la même façon, les expressions « risque toxique » et « risque cancérigène génotoxique » ne sont pas adaptées.

Impact : défaut de lisibilité seul.

En introduisant les valeurs toxicologiques de référence, le volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA indiquait que « si ces dernières n'existent pas réglementairement, elles sont recherchées dans la littérature scientifique ». Le terme « réglementairement » n'est pas adapté : les valeurs toxicologiques de références (VTR) n'ont pas de statut réglementaire en France.

Impact initial : défaut de lisibilité seul.

Dans la version finale des rapports, la présentation des valeurs toxicologiques de référence est cohérente avec les connaissances actuelles.

Impact final : conforme.

3.2 POTENTIEL DANGEREUX

Le potentiel dangereux des substances chimiques est présenté dans le cinquième volet [ANTEA, 2008e], qui fait l'objet d'un rapport d'expertise distinct [INERIS, 2008]. Sauf mention contraire dans ce rapport, les éléments de base sur le potentiel dangereux des substances sont fournis.

Impact : globalement transparent et conforme, sous réserve des remarques émises dans le rapport d'expertise spécifique [INERIS, 2008].

Dans le volet 5 des rapports d'étape d'ANTEA, le classement de l'US-EPA et du CIRC pour les substances cancérigènes était présenté. Toutefois, la description du classement de l'US-EPA n'était pas complète, ce qui menait à une définition identique pour les classements B1 et B2.

Impact initial : défaut de lisibilité seul.

Dans la version finale des rapports, les phrases de classement complètes sont mentionnées pour les classements B1 et B2 :

- pour B1 : « substance probablement cancérigène pour l'Homme ; des données limitées chez l'homme sont disponibles » ;
- pour B2 : « substance probablement cancérigène pour l'Homme ; il existe des preuves suffisantes chez l'animal et des preuves non adéquates ou pas de preuves chez l'homme ».

Impact final : conforme.

3.3 RELATIONS DOSE-EFFET ET DOSE-REPNSE

3.3.1 PRECISIONS DE TOXICOLOGIE

ANTEA [2008a, 2008c, 2008d] ne fait pas de distinction entre les relations dose-effet et les relations dose-réponse. Les relations dose-effet sont relatives aux ratio entre les doses administrées et les effets apparaissant à partir d'un seuil de dose, tandis que les relations dose-réponse concernent les effets apparaissant sans seuil de dose [Bard et Cerf, 2007].

Impact : défaut de lisibilité seul.

Le volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA présentait les différentes appellations des VTR proposées par l'US-EPA, l'ATSDR et l'OMS pour les effets à seuil et sans seuil. Contrairement à la définition donnée par le volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA, le MRL de l'ATSDR n'est pas le « *maximum risk level* » (comme indiqué par erreur dans le guide de gestion des sites pollués [MATE et al. 2000b]) mais le « *minimal risk level* » [InVS, 2002].

Impact initial : défaut de lisibilité seul.

Dans la version finale des rapports, la définition correcte du MRL, proposée par l'InVS [2002] est reprise [ANTEA, 2008d].

Impact final : conforme.

ANTEA [2008a] introduit la notion de doses létales, dans la description de l'élaboration des VTR mais ces valeurs, correspondant à des expositions aiguës, ne doivent pas être utilisées pour dériver des VTR chroniques, valeurs qui intéressent l'évaluation quantitative des risques sanitaires [InVS, 2002].

De la même manière, ANTEA [2008a] introduit les valeurs limites d'exposition (VLE) et les valeurs moyennes d'exposition (VME) dans la partie sur les valeurs toxicologiques de référence, en indiquant « qu'il s'agit de notions réglementant l'exposition ». Cette démarche n'est pas conforme à la méthodologie de l'évaluation quantitative des risques sanitaires puisque ces valeurs sont des valeurs limites d'exposition en milieu professionnel.

Impact : défaut de lisibilité seul dans la mesure où ces valeurs ne sont pas utilisées par la suite pour des expositions chroniques.

3.3.2 PRINCIPES DE SELECTION DES RELATIONS DOSE-EFFET ET DOSE-REPNSE

Dans le volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA, les bases de données de l'US EPA, de l'ATSDR et de l'OMS pour la recherche des VTR étaient indiquées. Toutefois, les VTR présentées et parfois choisies dans le volet 5 des rapports d'étape d'ANTEA étaient également issues des bases de données de l'OEHHA, du RIVM et de Health Canada.

Impact initial : défaut de lisibilité seul.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008d, 2008e] présente l'ensemble des six bases de données parmi lesquelles des VTR ont été recherchées.

Impact final : transparent.

Dans le volet 5 des rapports d'étape d'ANTEA, les étapes de choix des relations dose-effet et dose-réponse étaient présentées en l'absence de VTR établie par un organisme de référence. Toutefois, les critères de choix lorsque plusieurs VTR existent dans la littérature n'étaient pas précisés dans le volet 5 des

rapports d'étape d'ANTEA. Le volet 3 des rapports d'étape d'ANTEA indiquait que les recommandations de la circulaire de la DGS [2006] étaient prises en compte, ce qui restait très général. L'absence de critères de choix présentés dans le volet 5 des rapports d'étape d'ANTEA, et rappelés spécifiquement pour chaque substance, rendait le choix des VTR difficile à apprécier. En outre, ces recommandations n'étaient pas toujours suivies dans le volet 5 des rapports d'étape d'ANTEA pour le choix des VTR.

Impact initial : problème de lisibilité pouvant avoir un impact, variable en fonction des substances, sur la quantification des risques.

Dans la version finale des rapports, la méthodologie de sélection des VTR est décrite de façon complète et appliquée de façon transparente pour chaque substance.

Impact final : transparent.

ANTEA [2008c] retient uniquement, pour la voie cutanée, les substances pour lesquelles l'US EPA propose des VTR dans la base de données RAIS et n'en dérive pas lui-même (ce qui serait contraire aux recommandations de la DGS). Ce choix reste pertinent, même si les VTR cutanées de la base de données RAIS ne sont plus communément utilisées dans les évaluations de risques sanitaires puisqu'elles sont pour la plupart dérivées des VTR élaborées pour une autre voie.

Impact : transparent.

3.3.3 CHOIX DES RELATIONS DOSE-EFFET ET DOSE-REPONSE DES SUBSTANCES

Un tableau de synthèse des VTR finalement sélectionnées est proposé par ANTEA [2008e], en annexe.

Impact : transparent.

La toxicité du cobalt et ses VTR n'étaient pas présentées dans le volet 5 des rapports d'étape d'ANTEA alors que cette substance contribuait au risque pour certaines voies d'exposition. Cette omission ne permettait pas de juger de la pertinence du choix de VTR retenue pour le cobalt.

Impact initial : problème de lisibilité pouvant avoir des impacts non quantifiables sur les résultats de l'EDR.

Dans la version finale des rapports, l'évaluation de la toxicologie du cobalt est intégrée aux rapports d'étude [ANTEA, 2008e].

Impact final : transparent, conforme.

Dans le volet 5 des rapports d'étape d'ANTEA, aucune DJT n'avait été calculée pour la voie cutanée « en raison du potentiel cancérigène et mutagène » du cobalt. Toutefois, aucun ERU n'était retenu pour la voie cutanée.

Impact initial : problème de conformité pouvant avoir un impact non quantifiable sur les résultats de l'EDR.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008a] ne retient aucune VTR par voie cutanée, en cohérence avec le principe de ne retenir que des VTR publiées dans la base de données RAIS.

Impact final : transparent.

Dans le volet 5 des rapports d'étape d'ANTEA, il était indiqué que l'absorption dermique du plomb était quasiment inexistante et aucune VTR n'était donc dérivée pour la voie cutanée. La source de cette information n'était pas précisée.

Impact initial : défaut de lisibilité pouvant avoir un impact non quantifiables sur les résultats de l'EDR.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008a] ne retient aucune VTR par voie cutanée, en cohérence avec le principe de ne retenir que des VTR publiées dans la base de données RAIS.

Impact final : transparent.

La sélection des VTR pour le benzo[a]anthracène réalisée dans le volet 5 des rapports d'étape d'ANTEA a été expertisée par l'INERIS [2008] qui a relevé plusieurs problèmes de conformité dont les impacts globaux ne sont pas quantifiables.

Impact initial : problème de conformité dans la sélection des VTR du benzo[a]anthracène ; impacts impossibles à évaluer au vu des données disponibles.

Dans la version finale des rapports, sur la base de l'absence de VTR établie par un organisme reconnu, ANTEA [2008a] ne retient aucune VTR pour les effets à seuil, en cohérence avec la méthodologie définie. Pour les effets sans seuil, ANTEA [2008a] utilise l'approche par FET (Facteur d'équivalence toxique) à partir des VTR du benzo[a]pyrène, en conformité avec les recommandations de l'INERIS [2003].

Impact final : conforme.

4. EVALUATION DES EXPOSITIONS

4.1 SELECTION DES SUBSTANCES POUR L'ETAPE DE QUANTIFICATION

Le volet 3 des rapports d'étape d'ANTEA proposait de retenir pour l'étape de quantification « toutes les substances détectées, sauf indication contraire ». Il n'était pas précisé à ce stade de l'étude une éventuelle limitation de l'étude aux seules substances émises par la chimie bâloise.

Une telle approche systématique conduit généralement à sélectionner plus de substances qu'une approche recourant à des critères de sélection usuels dans le cadre d'une EQRS pour un site pollué. Cette sélection systématique donne un caractère *a priori* majorant aux résultats.

Impact initial : conforme sur le principe.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008c] propose de sélectionner les substances détectées et quantifiées. Les substances non détectées seront intégrées, en supposant leur concentration égale à la limite de quantification, à la discussion des incertitudes.

Impact final : conforme.

Les substances sélectionnées pour les points d'exposition au drain n°2 et à la source ES3 [ANTEA, 2008c] sont *a priori* en cohérence avec le principe évoqué ci-avant.

Impact : conforme.

Les substances sélectionnées pour l'inhalation correspondent d'une part aux substances volatiles détectées dans les gaz du sol, mais également aux

substances non détectées dans les gaz du sol mais présentes dans les sols ou les déchets [ANTEA, 2008c]. Dans le premier cas, les valeurs maximales détectées ont été retenues, alors que dans le second cas, les valeurs moyennes observées ont été sélectionnées. Cette approche est majorante.

Impact : conforme.

Parmi les métaux et métalloïdes, ANTEA [2008c] ne retient que le cuivre car il « présente des écarts significatifs avec le bruit de fond ». Le zinc présente également des écarts significatifs avec le bruit de fond, de façon ponctuelle comme le cuivre, sans avoir été sélectionné.

Impact : problème de lisibilité et de conformité dans l'absence de prise en compte du zinc au niveau des sols de surface ; sans impact compte tenu des relativement faibles concentrations mesurées et de la faible toxicité du zinc.

ANTEA [2008c] a assimilé tout le chrome présent à du chrome III, moins mobile et moins toxique *a priori* que le chrome VI.

Cependant, les VTR retenues par ANTEA [2008e] pour le chrome III sont pénalisantes pour cette forme du chrome, et sont pratiquement du même niveau que les VTR usuellement considérées pour le chrome VI.

Impact : problème de lisibilité dans l'assimilation du chrome total au chrome III ; sans impact significatif dans la mesure où les VTR retenues pour le chrome III sont très proches de celles usuellement utilisées pour le chrome VI.

ANTEA [2008c] a assimilé le mercure présent sur le site à du chlorure de mercure, alors qu'il est plus usuel (en l'absence d'analyse plus poussée sur la spéciation du mercure) de l'assimiler à du mercure volatil Hg^0 pour la voie inhalation et à du méthylmercure pour la voie orale.

Cependant, les VTR retenues par ANTEA [2008e] pour le chlorure de mercure sont plus pénalisantes que celles usuellement utilisées pour les formes généralement considérées du mercure.

Impact : problème de lisibilité dans l'assimilation du mercure total au chlorure de mercure ; sans impact significatif dans la mesure où les VTR retenues pour le chlorure de mercure sont suffisamment précautionneuses par rapport aux formes usuellement considérées du mercure.

4.2 SCHEMA CONCEPTUEL DES MILIEUX SOURCES ET DES TRANSFERTS

Les différents milieux sources sont distingués [ANTEA, 2008c] : milieu source primaire (corps de l'ancienne décharge du Letten) et milieux sources secondaires (eaux souterraines, gaz du sol). Les interactions possibles entre ces différents milieux sources sont clairement identifiées [ANTEA, 2008b, 2008c].

Impact : conforme.

A partir des propriétés de transfert des substances chimiques détectées sur le site, les vecteurs de transfert vers les différents compartiments environnementaux sont identifiés [ANTEA, 2008c] : écoulement des eaux de surface, transport par les eaux souterraines, volatilisation depuis les gaz du sol, volatilisation depuis la surface libre d'un plan d'eau.

La volatilisation depuis les eaux souterraines a été estimée négligeable par rapport à la volatilisation depuis le massif de déchets.

Impact : conforme.

4.3 SCHEMA CONCEPTUEL DES VOIES D'EXPOSITION, CIBLES ET SCENARIOS

Le volet 3 des rapports d'étape d'ANTEA proposait une vision synthétique et explicite, en plan et en coupe, du schéma conceptuel de transfert et d'exposition. Néanmoins, une voie d'exposition non retenue par le volet 3 des rapports d'étape d'ANTEA, à savoir l'ingestion de produits animaux abreuvés par les eaux du drain n°2, figurait sur ce schéma conceptuel.

Impact initial : défaut de lisibilité ; sans impact dans la mesure où les calculs réalisés au volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA étaient cohérents avec les choix décrits dans le volet 3 des rapports d'étape d'ANTEA.

Dans la version finale des rapports, les différentes vues du schéma conceptuel de transfert et d'exposition [ANTEA, 2008b, 2008c] présentent des voies d'exposition en cohérence avec les choix réalisés.

Impact final : conforme.

4.3.1 IDENTIFICATION ET SELECTION DES VOIES D'EXPOSITION

En cohérence avec la présence de substances chimiques dans les horizons superficiels de sol, ANTEA [2008c] a sélectionné l'ingestion et le contact cutané à partir des sols de surface au droit de l'ancienne décharge.

De même, l'inhalation de substances volatiles a été considérée d'une part au droit de l'ancienne décharge du Letten et d'autre part au droit des eaux de surface (drain n°2 et source ES3) [ANTEA, 2008c].

Bien que le texte de la circulaire DGS [2006] indique qu'« en l'absence de procédures établies pour la construction de VTR pour la voie cutanée, les pétitionnaires ne doivent envisager aucune transposition à cette voie de VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire », ANTEA [2008c] a choisi de retenir la voie cutanée dans l'EDR, par souci d'homogénéité et de transparence avec les versions provisoires de l'EDR [ANTEA, 2005a].

Impact : transparent, conforme.

ANTEA [2008c] ne prend pas en compte le milieu eaux de surface du Lertzbach comme un milieu d'exposition pour plusieurs raisons : forte dilution des apports de la nappe atténuation naturelle (mises en évidence par les mesures), absence de rejets directs du site vers ces eaux, absence d'usage avéré.

Impact : transparent, conforme.

ANTEA [2008c] ne prend pas en compte les points d'accès aux nappes exploitées car les analyses effectuées sur les eaux souterraines « montrent l'absence de composés issus de l'ancienne décharge du Letten ». De fait, les eaux analysées ne révèlent que la présence de baryum, mais à des concentrations inférieures à la limite de qualité (de 100 µg/L) pour les substances chimiques dans les eaux destinées à la consommation humaine, à l'exception toutefois du puits « Calonego », contenant du trichloroéthylène et quelques autres substances proches de la limite de quantification, mais qui n'est *a priori* plus utilisé. La présence de trichloroéthylène dans le puits « Calonego » a été attribué à des « écoulements peu profonds dans les lehms d'altération, depuis un site d'artisanat ou de petite industrie de Schönenbuch, à l'amont hydraulique du puits, où cette substance a été ou est utilisée » [CSD, 2007] sur la base d'une analyse des données existantes et d'une confrontation de plusieurs hypothèses (dont l'une envisageait une contamination depuis l'ancienne décharge du Letten).

Impact : transparent, conforme.

ANTEA [2008c] propose de ne pas prendre en compte la contamination potentielle de la viande et du lait des bovins exposés aux eaux superficielles et/ou aux sols de surface. Les justifications d'ANTEA [2008e] reposent sur d'une part la faible capacité des substances principales présentes dans cette matrice (heptabarbital, amines aromatiques et solvants chlorés) à se bioaccumuler dans les tissus, et d'autre part sur la faible toxicité de l'heptabarbital. Par ailleurs, l'exposition des bovins aux eaux du drain n°2 peuvent être qualifiées de faibles compte tenu : du caractère temporaire de cette flaque d'eau et de l'existence d'un autre système d'abreuvement pérenne (alimenté par des eaux extérieures au site).

Cette démarche paraît proportionnée.

Impact : transparent, conforme.

L'inhalation de poussières provenant du réenrol des sols de surface n'est pas prise en compte par ANTEA [2008c], sur la base de la présence d'un couvert végétal de type forestier au droit du site d'étude.

Impact : transparent, conforme.

4.3.2 IDENTIFICATION ET SELECTION DES CIBLES

En cohérence avec la description des usages au droit et aux alentours du site [ANTEA, 2008b], les cibles suivantes sont identifiées [ANTEA, 2008c] : enfants (promenades et activités ludiques) et adultes (promenades, activités agricoles, travail en forêt).

Impact : conforme.

4.3.3 DEFINITION DES SCENARIOS D'EXPOSITION

ANTEA [2008c] a défini les scénarios d'exposition suivants : travail forestier des adultes conduisant à l'ingestion de sol de surface, au contact cutané avec le sol de surface et à l'inhalation de gaz émis par la décharge ; promenade des adultes et des enfants sur le chemin traversant la décharge) conduisant à l'inhalation de gaz émis par la décharge, à l'ingestion de sol de surface et au contact cutané avec le sol de surface ; activités ludiques des enfants (au voisinage de la source ES3 et du drain n°2) conduisant à l'ingestion d'eau superficielle, au contact cutané avec l'eau superficielle et à l'inhalation des gaz émis par l'eau superficielle.

Ces scénarios sont cohérents avec les choix réalisés par ANTEA [2008c], qui ont été analysés par l'INERIS dans les deux sections précédentes.

Impact : conforme sur le principe.

4.4 REPRESENTATION DES SOURCES

4.4.1 SOURCE « SOL SUPERFICIEL »

Les concentrations retenues pour les sols de surface dans les feuilles de calcul [ANTEA, 2008c] sont cohérentes avec celles mentionnées dans les tableaux de synthèse des résultats analytiques [ANTEA, 2008d].

Impact : conforme sur le principe.

4.4.2 SOURCE « GAZ DU SOL »

Pour réaliser les calculs de transfert des gaz du sol, au niveau du corps de la décharge, vers l'air extérieur, ANTEA [2008b] a retenu une profondeur de la source à 2 m, « représentative de la profondeur minimale de la partie supérieure des crépines ».

Un tel argument ne peut pas être retenu pour estimer la profondeur de la source. Une analyse des coupes des sondages réalisés dans le corps de la décharge [ANTEA, 2008a, 2008d] permettrait de mieux mettre en évidence la profondeur présumée de la source. Sur ces coupes, les déchets issus de la chimie bâloise (par opposition aux gravats et déblais de démolition) apparaissent généralement vers 3,5 m de profondeur, sauf au droit du point Le-MSG3 (situé à l'ouest de la décharge) où ils ne sont qu'à 1 m de profondeur, mais où les concentrations mesurées sont moins élevées qu'aux autres points.

Au final, la profondeur de la source pourrait être choisie en cohérence avec la localisation des points d'exposition sur le schéma conceptuel, ou sur la base d'une profondeur « moyenne » représentative d'une exposition « moyenne ». En ce sens, la profondeur de 2 m reste appropriée en considérant les éléments récapitulés ci-avant.

Impact : défaut de lisibilité et problème potentiel de conformité dans le choix de la profondeur de la source pour les gaz du sol ; sans impact dans la mesure où la profondeur de 2 m retenue est appropriée par rapport aux données disponibles.

Quand les concentrations dans l'air du sol sont disponibles à la fois sous forme de mesures directes et sous forme de calculs basés sur les concentrations dans les sols, ANTEA [2008b] ne précise pas quelle valeur est considérée pour représenter la source. Une analyse de l'annexe M du quatrième volet [ANTEA, 2008d] montre que les valeurs mesurées sont systématiquement privilégiées, même si les valeurs calculées sont plus importantes (comme c'est par exemple le cas pour le tétrachloroéthylène et certains chlorobenzènes).

S'agissant de mesures *a priori* réalisées dans le massif de déchets, c'est à dire au niveau de la source même de contamination, ces valeurs sont effectivement représentatives du terme source et donc moins sujettes à d'éventuelles variations par exemple de nature atmosphérique. L'utilisation systématique des valeurs mesurées dans ce cas est conforme à l'état de l'art.

Une discussion relative à la non utilisation de concentrations calculées, présentant parfois des valeurs plus élevées, aurait toutefois été souhaitable par exemple lors de la discussion des incertitudes au volet 3 des rapports d'étape d'ANTEA.

Impact initial : conforme sur le principe ; défaut de lisibilité seul dans l'absence de discussion sur l'utilisation systématique des valeurs mesurées.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008b] maintient le principe de sélection systématique des valeurs mesurées. La prise en compte des valeurs maximales entre les concentrations mesurées et les concentrations calculées est discutée lors de l'analyse des incertitudes [ANTEA, 2008c].

Impact final : transparent, conforme.

4.4.3 SOURCE « EAUX SUPERFICIELLES »

Les concentrations moyennes dans les eaux du drain n°2 reportées dans les feuilles de calcul de l'annexe M du volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA ne

correspondaient pas aux valeurs présentées dans le tableau synthétique de l'annexe G2 du même volet.

Après vérification, il apparaissait que les modes de calcul n'étaient pas les mêmes dans ces deux annexes : l'annexe G2 ne prenait pas en compte les valeurs inférieures à la limite de quantification, tandis que l'annexe M les intégrait. Le mode de calcul retenu à l'annexe G2 était plus rigoureux.

Impact initial : défaut de lisibilité dans l'utilisation de deux modes de calcul différents pour des concentrations moyennes ; sans impact dans la mesure où les conclusions de la quantification des risques étaient basées sur les calculs intégrant les concentrations maximales et non les concentrations moyennes.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008d] ne fait référence qu'aux valeurs maximales des concentrations mesurées dans les eaux du drain n°2.

Impact final : conforme.

4.5 MODELISATION DES TRANSFERTS ET DES EXPOSITIONS

4.5.1 PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DES SUBSTANCES

Dans l'annexe K du volet 4, ANTEA [2008d] propose des valeurs de log(Kow) sont pour des substances inorganiques (sulfates de cuivre, de chrome et de plomb). *A contrario*, certaines substances organiques ne disposent pas de valeurs de log(Kow) dans cette annexe.

Par ailleurs, l'estimation des facteurs de retard de certaines substances [ANTEA, 2008b] reprend quelques unes des caractéristiques de cette annexe K sous forme de tableau : des écarts sont à signaler entre certaines valeurs (solubilité, log(Kow)...).

Ce même tableau introduit les coefficients de partage Kd et Koc qui ne sont pas présentés en annexe K du volet 4 [ANTEA, 2008d]. Ces coefficients de partage sont définis [ANTEA, 2008b] et leur mode de calcul est précisé en annexe L du volet 4 [ANTEA, 2008d].

Impact : défauts et problèmes de lisibilité dans la description de certaines caractéristiques physico-chimiques des substances ; sans impact *a priori* sur la quantification du risque.

En l'absence d'informations sur les propriétés physico-chimiques du dichlorotoluène et du tétrachlorobenzène, ces substances avaient été assimilées respectivement au 1,4-dichlorobenzène et au 1,2,4-trichlorobenzène dans le volet 2 des rapports d'étape d'ANTEA, alors que des données spécifiques à ces substances étaient disponibles à partir de bases de données usuelles comme TOXNET (toxicology data network, <http://toxnet.nlm.nih.gov>).

Impact initial : défaut de conformité dans la recherche des propriétés physico-chimiques du dichlorotoluène et du tétrachlorobenzène ; impact par sous-estimation (facteur 1,7) de la volatilité pour le dichlorotoluène et par surestimation (facteur 1,4) de la volatilité du tétrachlorobenzène ; sans conséquence dans la mesure où ces deux substances ne contribuaient pas significativement aux niveaux de risque par inhalation.

Dans la version finale des rapports, ANTEA [2008b] a utilisé les valeurs spécifiques du dichlorotoluène et du tétrachlorobenzène pour ses calculs.

Impact final : conforme.

Les facteurs d'absorption retenus dans le volet 3 des rapports d'étape d'ANTEA dans le cadre du contact cutané avec les sols étaient différents selon les substances : 0,13 pour les HAP, 0,1 pour les autres substances organiques (sur la base des composés semi-volatils) et 0,03 pour les métaux (sur la base de l'arsenic).

Même si certaines substances organiques possèdent un facteur d'absorption plus important que 0,1, ce choix paraissait cohérent avec les substances sélectionnées pour la quantification des risques, et raisonnablement majorant par rapport aux recommandations de l'US EPA [2000] considérées par l'INERIS qui privilégient une valeur de 0,01 pour les substances organiques.

Pour les métaux, ce choix n'était pas cohérent avec les recommandations de l'US EPA [2000] considérées par l'INERIS qui privilégient une valeur de 0,001 (à l'exception effectivement de l'arsenic avec une valeur de 0,03 [US EPA, 2004] mais aussi du cadmium, non sélectionné dans le cadre de la quantification des risques d'ANTEA, avec une valeur de 0,01 [US EPA, 1992]). Par ailleurs, la valeur de facteur d'absorption du cuivre utilisée dans les feuilles de calcul du volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA était de 0,1, en contradiction avec le choix proposé par le volet 3 des rapports d'étape d'ANTEA.

Impact initial : conformité du choix des facteurs d'absorption pour les substances organiques ; problème de conformité du choix des facteurs d'absorption pour les substances inorganiques par surestimation d'un facteur 30 ; problème de conformité dans la valeur de facteur d'absorption utilisée pour le cuivre par surestimation d'un facteur 100 ; sans impact dans la mesure où la voie d'exposition par contact cutané avec les sols ne contribuait pas significativement aux niveaux de risque.

Dans la version finale des rapports, les facteurs d'absorption pour les substances inorganiques sélectionnées ont été pris égaux à 0,001, en cohérence avec les éléments présentés ci-avant.

Impact final : conforme.

4.5.2 PARAMETRES DES COMPARTIMENTS ENVIRONNEMENTAUX

L'origine des paramètres (densité, porosité efficace, fraction de matière organique, teneur en air de la partie non saturée) utilisés pour décrire le compartiment « remblais et gravats » n'est pas précisée [ANTEA, 2008b].

Impact : défaut de lisibilité dans le choix des paramètres spécifiques aux remblais et gravats ; sans impact dans la mesure où les valeurs retenues sont cohérentes avec ce type d'horizon.

La longueur de la zone polluée (50 m) prise en compte [ANTEA, 2008b] pour représenter la décharge dans les calculs de volatilisation depuis les sources de déchets est cohérente.

La longueur de la flaque (10 m en ES3 et 1 m au drain n°2) prise en compte [ANTEA, 2008d] pour représenter la source d'eau superficielle dans les calculs de volatilisation n'est pas expliquée par rapport à des données de terrain. Dans les deux cas, la longueur semble être raisonnablement majorante.

Impact : défaut de lisibilité relatif au choix de la longueur de flaque pour ES3 et drain n°2 ; sans impact dans la mesure où le choix semble cohérent.

4.5.3 PHENOMENES DE DEGRADATION

Les calculs relatifs aux facteurs de retard [ANTEA, 2008b] sont expliqués dans le quatrième volet [ANTEA, 2008d].

Impact : transparent.

Ces facteurs de retard sont limités aux phénomènes physiques de sorption sur les surfaces minérales du sol, et excluent les mécanismes de dégradation biologique [ANTEA, 2008d], même si ANTEA [2008b] a mis en évidence par ailleurs des indices d'une telle dégradation biologique.

Même si l'absence de considération des phénomènes de biodégradation n'est pas systématiquement une hypothèse conservatoire dans la mesure où certains produits de dégradation peuvent s'avérer plus toxiques et/ou plus mobiles que les substances mères (notamment pour les solvants chlorés), le choix d'ANTEA reste cohérent avec les connaissances scientifiques en vigueur qui ne permettent pas de proposer de modèles satisfaisants pour prendre en compte ces phénomènes.

Impact : transparent.

4.5.4 EXPOSITION AUX SOLS ET AUX EAUX DE SURFACE

Les équations proposées par ANTEA [2008d] pour le calcul des DJE relatives à l'ingestion directe de sol de surface ou d'eau superficielle sont cohérentes avec l'état de l'art.

Impact : conforme.

Les équations proposées par ANTEA [2008d] pour le calcul des DJE relatives au contact cutané direct avec le sol de surface ou l'eau superficielle proviennent des travaux de l'US EPA [2004].

Impact : conforme.

Pour le contact cutané avec les eaux de surface, l'équation retenue par ANTEA [2008d] implique le recours à un coefficient de perméabilité cutané (en m/h) spécifique à chaque substance. Pour calculer ce paramètre, ANTEA [2008d] reprend la formule empirique proposée par l'US EPA [2004]. Cependant, cette formule empirique n'est valable que pour des substances organiques satisfaisant certaines conditions par rapport à leurs valeurs de masse molaire ou de K_{ow} . Ces restrictions du domaine d'utilisation de l'équation empirique ne sont pas rappelées par ANTEA [2008d].

Les substances organiques ne satisfaisant pas à ces conditions sont listées aux annexes B2 et B3 du rapport de l'US EPA [2004] : beaucoup de ces substances sont présentes dans les eaux du Letten. Pour ces substances, l'US EPA [2004] convient cependant que la formule empirique proposée peut fournir une première estimation du coefficient de perméabilité cutané.

Impact : problème de lisibilité dans le recours à une équation empirique sans en préciser les limites d'utilisation ; sans impact pour les substances organiques compte tenu de l'état de l'art actuel.

Pour les inorganiques et pour le méthylmercure, l'US EPA [2004] propose dans son tableau 3-1 des valeurs par défaut pour les coefficients de perméabilité cutané de certaines substances. Ces valeurs par défaut étaient reprises, dans les feuilles de calcul du volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA, pour l'arsenic et le cobalt, mais pas pour le chrome III pour lequel le recours à l'équation empirique évoquée

précédemment conduisait à un coefficient de perméabilité plus important que celui préconisé par l'US EPA [2004].

Impact initial : défaut de conformité dans le choix du coefficient de perméabilité cutané pour le chrome ; impact par surestimation des niveaux de risque associés au chrome qui contribuait majoritairement aux effets à seuil par contact cutané direct avec les eaux de surface, mais peu aux effets cumulés des différentes voies d'exposition.

Dans la version finale des rapports, la valeur du coefficient de perméabilité cutané pour le chrome [ANTEA, 2008d] est cohérente avec celle proposée par l'US EPA [2004].

Impact final : conforme.

4.5.5 TRANSFERT DE VAPEURS

4.5.5.1 MODELISATION DE L'EQUILIBRE MULTIPHASIQUE

Les relations entre les concentrations en substances volatiles dans les différents compartiments (air du sol, nappe, sol) [ANTEA, 2008d] sont basées sur le modèle de Jury *et al.* [1983] similaire au modèle de fugacités, en cohérence avec les connaissances scientifiques en vigueur.

Impact : conforme.

4.5.5.2 MODELISATION DE LA DIFFUSIVITE EFFECTIVE DES VAPEURS

Le calcul des coefficients de diffusion effectifs [ANTEA, 2008d] est basé sur le modèle de Millington and Quirk [1961], en cohérence avec les connaissances scientifiques en vigueur.

Impact : conforme.

Une seule couche de sol est retenue par ANTEA [2008b] pour le transfert des substances volatiles depuis le sol vers l'air extérieur, correspondant à une couche de gravats et remblais. Cette approche est *a priori* majorante.

Impact : conforme.

4.5.5.3 TRANSFERT DE VAPEURS DES SOLS PROFONDS VERS L'AIR EXTERIEUR

L'équation utilisée pour calculée l'atténuation depuis une source profonde vers l'air ambiant atmosphérique [ANTEA, 2008d] est extraite du guide RCBA [Connor *et al.*, 1998], en cohérence avec les connaissances scientifiques en vigueur.

Impact : conforme.

Les feuilles de calcul intermédiaires en annexe M du volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA présentaient des erreurs relatives aux concentrations calculées dans l'air ambiant. En revanche, les concentrations calculées reportées à la figure 40 du volet 2 des rapports d'étape d'ANTEA étaient correctes. Toutefois, les concentrations utilisées dans les feuilles de calcul, au volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA, étaient celles issues de l'annexe M.

Impact initial : problème de conformité dans les calculs intermédiaires dans l'air ambiant à partir des sols profonds ; impact faible par sous-estimation des niveaux de risque d'un facteur 1,24.

Dans la version finale des rapports, l'annexe M des feuilles de calcul [ANTEA, 2008d] est en cohérence avec la figure 40 du volet 2 [ANTEA, 2008b].

Impact final : conforme.

4.5.5.4 TRANSFERT DE VAPEURS DES EAUX DE SURFACE VERS L'AIR EXTERIEUR

Pour estimer le transfert de vapeurs depuis des eaux de surface vers l'air atmosphérique, ANTEA [2008d] s'inspire des équations du modèle BP RISC [Spence and BP Oil, 2001] relatives à la volatilisation lors des douches et lors de l'irrigation. En l'absence d'autres modèles véritablement spécifiques à la volatilisation des eaux de surface, ce choix paraît cohérent avec les connaissances scientifiques en vigueur.

Impact : conforme.

Les vérifications ponctuelles réalisées par l'INERIS sur les calculs relatifs à la volatilisation depuis les eaux de surface du drain n°2 n'ont pas mis en évidence d'erreurs dans l'annexe M du quatrième volet [ANTEA, 2008d].

En revanche, la synthèse qui en était donnée dans le volet 2 des rapports d'étape d'ANTEA n'était pas en cohérence avec les résultats de ces calculs. Cette incohérence se retrouvait dans l'échelle de la figure n°42.

Impact initial : problème de lisibilité dans la présentation des calculs de volatilisation depuis le drain n°2 ; sans impact dans la mesure où les concentrations de l'annexe M avaient bien été utilisées dans les feuilles de calcul du volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA.

Dans la version finale des rapports, l'annexe M des feuilles de calcul [ANTEA, 2008d] est en cohérence avec la figure 41 du volet 2 [ANTEA, 2008b].

Impact final : conforme.

En cohérence avec les substances détectées dans les eaux souterraines du compartiment haut des alluvions anciennes, le volet 2 des rapports d'étape d'ANTEA incluait le 1,2-dichloro-benzène et le tétrachloroéthylène dans la figure n°42 (qui présentait par ailleurs une erreur d'échelle) récapitulant les concentrations inhalées au droit de la source ES3. Ces deux substances n'apparaissaient toutefois pas dans l'annexe M du volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA détaillant le calcul de ces concentrations.

Impact initial : défauts de lisibilité dans le détail des calculs de concentrations en ES3 pour le 1,2-dichloro-benzène et le tétrachloroéthylène, et dans la présentation synthétique sous forme de figure de l'ensemble des concentrations ; sans impact dans la mesure où les calculs vérifiés par l'INERIS étaient valides.

Dans la version finale des rapports, l'échelle de la figure n°42 [ANTEA, 2008b] est correcte, et les calculs relatifs aux concentrations inhalées au droit de la source ES3 pour le 1,2-dichlorobenzène et le tétrachloroéthylène sont présentés à l'annexe M du volet 4 [ANTEA, 2008d].

Impact final : conforme.

4.5.5.5 DILUTION ATMOSPHERIQUE SUR LE SITE

La vitesse du vent (1 m/s) retenue pour les calculs de dispersion atmosphérique [ANTEA, 2008b] est cohérente. Les hauteurs de la zone de mélange pour l'adulte (1,5 m) et l'enfant (1 m) correspondent aux pratiques en vigueur.

Impact : conforme.

4.6 MODELISATION DES CIBLES

4.6.1 CIBLES SUR SITE

Pour les enfants dans le cadre de leurs activités ludiques, ANTEA [2008c] propose les fréquences et durées d'exposition suivantes sur le chemin traversant la décharge : 1 heure par jour, 2 jours par semaine, 24 semaines par an, pendant 6 ans. Pour les activités ludiques aux points d'exposition ES3 et drain n°2, les expositions sont considérées être moins fréquentes : 1 jour par semaine.

Pour les adultes dans le cadre de leurs promenades, ANTEA [2008c] propose les fréquences et durées d'exposition suivantes : 1 heure par jour, 183 jours par an, pendant 30 ans.

Pour les adultes dans le cadre de leurs travaux forestiers, ANTEA [2008c] propose les fréquences et durées d'exposition suivantes : 8 heures par jour, 60 jours par an, pendant 30 ans.

Ces valeurs sont raisonnablement majorantes.

Impact : transparent, conforme.

Les poids corporels retenus par ANTEA [2008c], soit 15 et 70 kg pour l'enfant et l'adulte respectivement, sont conformes à l'état de l'art.

La quantité d'eau ingérée lors des activités ludiques des enfants retenue par ANTEA [2008c] est de 10 mL/h. Comme indiqué par ANTEA [2008c], la seule valeur d'exposition disponible à la date de l'étude dans la littérature en ce qui concerne les activités en lien avec les eaux de surface est une valeur de 50 mL d'eau ingérée par heure de nage [US EPA, 1989]. Dans le cadre de l'étude, les enfants ne nagent pas dans les eaux de surface mais jouent au bord, une quantité d'eau ingérée pendant une heure de jeu, inférieure à la quantité d'eau ingérée pendant une heure de nage est pertinente. Les connaissances actuelles ne permettent pas de définir plus précisément ce paramètre d'exposition qui doit faire l'objet d'une hypothèse.

Les quantités de sol ingéré retenues par ANTEA [2008c] sont de 50 mg/j et de 150 mg/j pour l'adulte et l'enfant respectivement, en cohérence avec l'état de l'art.

Impact : transparent, conforme.

Les facteurs d'adhérence retenus par ANTEA [2008c] correspondent aux données disponibles [US EPA, 2004] : les valeurs du 95^{ème} percentile ont été privilégiées par rapport aux valeurs moyennes.

Toutefois, dans le volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA, la feuille de calcul relative au contact cutané des adultes avec le sol au niveau du drain n°2 utilisaient le facteur d'adhérence de la cible enfant à la place de celui de la cible promeneur.

Impact initial : choix des valeurs transparent et conforme sur le principe ; problème de lisibilité et de conformité dans l'utilisation d'une valeur inadaptée pour l'adulte dans l'un des scénarios ; impact par surestimation d'un facteur 60 des niveaux de risque correspondants.

Dans la version finale des rapports, le facteur d'adhérence adapté a été utilisé pour l'adulte dans le cadre du contact cutané avec le sol au niveau du drain n°2 [ANTEA, 2008d].

Impact final : conforme.

Au final, le volet 3 des rapports d'étape d'ANTEA considérait que les surfaces corporelles exposées aux eaux contaminées se limitent aux mains et aux bras, tandis que celles exposées aux sols contaminés comprenaient les mains, les

bras, les jambes et le visage. La limitation aux mains et aux bras pour les expositions aux eaux était pertinente. En ce qui concerne les expositions aux sols, l'US EPA [2004] suggère qu'elles se fassent pour les mains, les avant-bras (et non pas l'intégralité des bras), les mollets (et non pas l'intégralité des jambes) et le visage. Pour ce qui est des sols, les valeurs retenues ne correspondaient ni aux choix évoqués dans le volet 3 des rapports d'étape d'ANTEA ni à la suggestion de l'US EPA [2004], mais à la surface corporelle totale. Cette valeur de surface corporelle totale se retrouvait d'ailleurs dans le volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA, au niveau des feuilles de calcul aux points d'exposition « toit de décharge », « pied de décharge » ou « drain n°2 » pour l'adulte.

Impact initial : problème de conformité par surestimation des surfaces corporelles d'exposition (d'un facteur 3,8 pour l'enfant, d'un facteur 2,7 en théorie et 3,7 en pratique pour l'adulte) ; problème de lisibilité dans l'utilisation d'une valeur de paramètre non conforme à celle annoncée ; sans impact dans la mesure où la voie d'exposition par contact cutané avec les sols ne contribuait pas significativement aux niveaux de risque.

Dans la version finale des rapports, les surfaces corporelles considérées pour l'enfant et l'adulte respectivement sont de 0,173 et 0,485 m² [ANTEA, 2008c], en cohérence avec les données de l'US EPA [2004]. Les erreurs relatives à la surface corporelle des adultes dans les feuilles de calcul [ANTEA, 2008d] ont été corrigées.

Impact final : transparent, conforme.

4.6.2 CIBLES HORS SITE

Pour les scénarios hors site (promenades des adultes et activités ludiques des enfants hors de l'emprise même de l'ancienne décharge du Letten), les fréquences et durées d'exposition sont identiques à celles définies sur le site.

Impact : conforme.

4.7 CALCUL DES DOSES D'EXPOSITION ET DES CONCENTRATIONS INHALEES

ANTEA [2008d] propose des équations pour le calcul des doses journalières d'exposition (DJE) et des concentrations moyennes inhalées (CI). Ces équations sont homogènes dans leurs unités, et conduisent à des résultats cohérents. Néanmoins, les définitions de la fréquence d'exposition FE et de la période de moyennation T_m diffèrent des définitions usuelles. Dans l'annexe N du quatrième volet [ANTEA, 2008d], FE est exprimé en jours/an et T_m en jours, alors qu'il est d'usage que FE soit sans unité et que T_m soit exprimé en années [InVS, 2000 ; MATE *et al.*, 2000b].

Impact : défaut de lisibilité ; sans impact sur la quantification des risques.

Dans le volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA, pour la feuille de calcul relative au contact cutané avec le sol pour les adultes au toit de la décharge, au pied de la décharge et au niveau du drain n°2, la durée d'exposition considérée était de 6 ans au lieu des 30 ans envisagés par le volet 3 des rapports d'étape d'ANTEA.

Impact initial : problème de conformité dans l'utilisation d'une durée d'exposition inadaptée pour l'adulte dans les feuilles de calcul relatives au contact cutané avec le sol ; impact par sous-estimation d'un facteur 5 des niveaux de risque des effets sans seuil au toit et au pied de la décharge.

Dans la version finale des rapports, la durée d'exposition adaptée aux adultes est utilisée dans les feuilles de calcul concernées [ANTEA, 2008d].

Impact final : conforme.

Des calculs ponctuels réalisés par l'INERIS n'ont pas mis en évidence d'erreurs de calcul ou de transposition de valeurs pour les voies « ingestion d'eau de surface » ou « inhalation de vapeurs ».

Impact : conforme sur le principe.

Dans le volet 4 des rapports d'étape d'ANTEA, pour les feuilles de calcul de contact cutané des enfants avec les eaux de surface [ANTEA, 2007f], la fréquence d'exposition utilisée était exprimée en « équivalent j/an » alors que l'équation donnant la DJE faisait déjà intervenir le paramètre de temps de contact en h/j. Cette erreur se retrouve dans toutes les feuilles concernées par le contact cutané des enfants avec les eaux de surface : source ES3 et drain n°2.

Impact initial : problème de conformité dans la valeur attribuée à la fréquence d'exposition qui conduisait à une double prise en compte du temps de contact ; impact par sous-estimation des niveaux de risque d'un facteur 12 pour les enfants au niveau de la source ES3 et du drain n°2.

Dans la version finale des rapports, la fréquence d'exposition adaptée est utilisée pour le contact cutané des enfants avec les eaux [ANTEA, 2008d].

Impact final : conforme.

5. CARACTERISATION DU RISQUE

5.1 ADEQUATION DES DONNEES TOXICOLOGIQUES ET DES DONNEES D'EXPOSITION

Cette première phase de la caractérisation du risque n'a pas été formalisée par ANTEA [2008c]. Cette phase vise à s'assurer que les données recueillies d'une part lors de l'évaluation de la toxicité et d'autre part lors de l'évaluation de l'exposition sont adéquates entre elles pour la réalisation de la quantification du risque. Il s'agit de vérifier : l'adéquation des VTR aux durées d'exposition, l'adéquation des VTR aux voies d'administration, et les ajustements liés aux phénomènes d'absorption.

Impact : problème de lisibilité, sans impact, dans l'absence de formalisation d'une phase de l'étude ; les remarques concernant ces points sont formulées dans le rapport d'expertise distinct [INERIS, 2008] relatif aux aspects toxicologiques.

5.2 QUANTIFICATION DU RISQUE

5.2.1 PRINCIPES DE LA QUANTIFICATION DU RISQUE

Les équations de calcul des niveaux de risque pour les effets à seuil et sans seuil sont rappelées par ANTEA [2008d].

Impact : transparent, conforme.

Les principes d'additivité des niveaux de risque sont précisés par ANTEA [2008c] qui privilégie une addition systématique des niveaux de risque de chaque substance et chaque voie d'exposition.

Cette démarche est cohérente avec l'état de l'art pour les effets sans seuil. Elle correspond à une première approche majorante, non fondée sur le plan toxicologique, pour les effets à seuil.

Impact : transparent, conforme sur le principe.

5.2.2 RESULTATS DE LA QUANTIFICATION DU RISQUE

Des calculs ponctuels réalisés par l'INERIS n'ont pas mis en évidence d'erreurs de calcul ou de transposition de valeurs pour les différents niveaux de risque à seuil ou sans seuil.

Impact : conforme sur le principe.

Pour chacun des points d'exposition, les résultats de la quantification du risque sont présentés sous forme de tableaux en distinguant les cibles enfants et adultes, et en distinguant les effets à seuil et les effets sans seuil [ANTEA, 2008c].

La contribution de chaque voie d'exposition aux niveaux de risque globaux est systématique proposée. La contribution de chaque substance aux niveaux de risque globaux est systématique détaillée dans les feuilles de calcul [ANTEA, 2008d] et synthétisée dans la présentation des tableaux [ANTEA, 2008c].

Impact : transparent, conforme.

5.3 EVALUATION DES INCERTITUDES

ANTEA [2008c] énumère plusieurs facteurs d'incertitudes en les classant en trois catégories : facteurs de sous-estimation, facteurs de surestimation et facteurs d'effet inconnu. Un certain nombre de facteurs est pertinent et bien commenté : synergies éventuelles entre substances, exclusion potentielle de substances non détectées, cinétique d'évolution de la pollution des eaux...

Impact : transparent, conforme.

ANTEA [2008c] ne propose pas de discuter des incertitudes relatives à la sélection des substances, en particulier en ce qui concerne l'éventuelle présence de métabolites complexes susceptibles d'être d'ores et déjà présents ou d'apparaître ultérieurement. En effet, les teneurs en CH₄ et CO₂ dans les gaz du sol indiquent que les fractions organiques sont encore en cours de biodégradation [ANTEA, 2008a, 2008b, 2008c], ce point étant confirmé par les résultats de screenings. La gestion de ces métabolites complexes passe par une surveillance régulière de l'environnement, incluant la réalisation de screenings.

Impact : défaut de lisibilité dans l'absence de discussion relative aux métabolites complexes ; sans impact compte tenu des mesures de gestion (et en particulier de la surveillance environnementale) envisagées.

Par ailleurs, le volet 3 des rapports d'étape d'ANTEA affirme que les VTR retenues sont conservatoires. Les commentaires de l'INERIS sur le choix de ces VTR sont regroupés à la section 3.3.3 de la présente tierce-expertise.

Impact : impact discuté à la section 3.3.3 de la présente tierce-expertise.

Les résultats de la quantification des risques au droit et au pied de la décharge sont analysés sur la base des principales substances contributrices [ANTEA, 2008c]. Cette analyse met en évidence que les substances contribuant principalement aux niveaux de risque n'ont pas été détectées dans les gaz du sol

mais uniquement dans les sols et les déchets [ANTEA, 2008d]. Cette analyse atteste du caractère majorant de la démarche conduite.

Impact : conforme.

Au point ES3, ANTEA [2008c] propose d'analyser la prise en compte des substances non détectées en ES3 et au drain n°2 mais présentes par ailleurs dans les eaux souterraines, en prenant pour ces substances une concentration égale à la limite de quantification analytique.

La liste des substances ainsi ajoutées n'est pas précisée par ANTEA [2008c], et les calculs correspondant ne sont pas détaillés [ANTEA, 2008d].

Impact : conforme sur le principe ; défaut de lisibilité seul dans l'absence de présentation des détails de ces calculs.

6. CONCLUSIONS

Le présent avis est rendu :

- sous réserve de la justesse des reports de valeurs et de l'exactitude des calculs réalisés par ANTEA, seuls quelques contrôles ponctuels ayant été réalisés ;
- sur la base des connaissances et des techniques disponibles au moment de sa réalisation.

Pour mémoire, la présente tierce-expertise porte sur les versions finales de mai 2008 des rapports d'ANTEA. Dans le cadre d'une démarche progressive souhaitée par le GIDRB, en cohérence avec l'esprit des outils de gestion des sites pollués, ces versions finales sont basées sur les rapports d'étape réalisés par ANTEA à l'automne 2007 et sur l'avis préliminaire émis par l'INERIS sur ces rapports d'étape.

6.1 AVIS GLOBAL SUR LES RAPPORTS EXPERTISES

Les études réalisées par ANTEA [2008a, 2008b, 2008c, 2008d, 2008e] présentent de nombreux points maîtrisés :

- étude historique, contexte géologique et hydrogéologique, climatologie, analyse de l'environnement du site et des cibles potentielles ;
- nombreuses investigations de terrain, selon un protocole évolutif tenant compte des résultats précédents, sur plusieurs compartiments environnementaux ;
- schéma conceptuel synthétisant les connaissances acquises sur les sources, les voies de transfert et les cibles (sous réserve de quelques remarques) ;
- quantification des risques sanitaires et analyse des incertitudes.

Comme toutes les études complexes relatives à la gestion des sites et sols pollués, ces études présentent néanmoins quelques défauts et problèmes de lisibilité. La bonne structuration de ces études fait que ces défauts et problèmes n'entravent pas globalement la lecture des rapports, et que la quantification des impacts des remarques formulées dans le cadre de la présente tierce-expertise reste possible.

Les études d'ANTEA dans leur version de mai 2008 ne présentent pas de défaut ou problème de conformité ayant un impact significatif sur la quantification des risques. **L'INERIS peut donc valider globalement la démarche menée**

dans le cadre des études d'ANTEA [2008a, 2008b, 2008c, 2008d, 2008e] en l'état actuel.

6.2 PROPOSITIONS DE GESTION DU SITE D'ETUDE

Les propositions de gestion du site d'étude par ANTEA [2008c] incluent : une limitation des expositions (par exemple par une meilleure gestion des restrictions d'accès à la décharge ou des possibilités d'émergence et de stagnation des eaux), l'amélioration de l'isolement des déchets sur le talus de la décharge et une surveillance semestrielle des eaux. Ces recommandations sont partagées par l'INERIS.

Quand elle est possible, la réduction des expositions doit être privilégiée en cohérence avec les nouveaux textes de gestion des sites et sols pollués [MEDD, 2007a, 2007b]. Cette réduction des expositions devrait inclure une restriction des accès à l'ancienne décharge du Letten, par exemple par la pose d'une clôture.

En l'absence d'action sur les sources primaires de pollution (les déchets déposés sur le site de l'ancienne décharge du Letten), l'INERIS estime qu'une surveillance, au moins sur le moyen terme, de la qualité des eaux souterraines et superficielles, en tant que vecteurs de la pollution, sur l'ensemble du site d'étude est indispensable. Cette surveillance des eaux souterraines et superficielles sera exploitée par une analyse des tendances se dégageant des concentrations mesurées. La périodicité de la surveillance des eaux souterraines et superficielles doit pouvoir être adaptée aux circonstances : si une fréquence semestrielle (pour les analyses ciblées) apparaît suffisante pour un suivi régulier, cette fréquence doit pouvoir être augmentée (jusqu'à un suivi hebdomadaire en cas de besoin) en cas de tendance à l'augmentation des concentrations mesurées et/ou en cas de forts épisodes pluvieux susceptibles d'entraîner des lixiviations importantes des massifs de déchets présents au droit du site du Letten. Au programme régulier d'analyses ciblées devra s'ajouter, par exemple tous les trois ans, la réalisation de screenings sur un ensemble plus large de substances.

7. REFERENCES

ANTEA, 2005a. *Evaluation des impacts de l'ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) sur la qualité des eaux souterraines et superficielles. Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé. Actualisation, état décembre 2004.* Rapport provisoire A/37648A d'avril 2005, 43 pages plus annexes.

ANTEA, 2005b. *Evaluation détaillée des risques sur la Santé humaine et la ressource en eau de l'ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68). Rapport de synthèse. (Janvier 2000 - décembre 2004). Actualisation, état décembre 2004.* Rapport provisoire A/37649A d'avril 2005, 139 pages plus annexes.

ANTEA, 2005c. *Evaluation des impacts de l'ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) sur la qualité des eaux souterraines et superficielles. Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé. Données toxicologiques et valeurs de références des substances caractéristiques des émissions des*

- déchets de la chimie bâloise. Rapport A/37648A d'avril 2005, 119 pages plus annexes.
- ANTEA, 2005d. *Projet de programme de surveillance des anciennes décharges du Rœmisloch à Neuwiller (68) et du Letten à Hagenthal-le-Bas (68), Argumentaire technique*. Rapport A 39382/A d'octobre 2005, 69 pages.
- ANTEA, 2005e. *Note de réponse aux questions de la DRIRE. Sites des anciennes décharges du Rœmisloch à Neuwiller (68) et du Letten à Hagenthal-le-bas (68)*. Rapport A 39774/A de novembre 2005, 28 pages plus annexe.
- ANTEA, 2006a. *Campagne semestrielle de surveillance des décharges du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) et du Rœmisloch à Neuwiller (68) d'octobre 2005*. Rapport A40948/A de mars 2006, 65 pages plus annexes.
- ANTEA, 2006b. *Anciennes décharges du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) et du Rœmisloch à Neuwiller (68). Campagne de surveillance du printemps 2006. Rapport d'étude intermédiaire destiné aux tiers-experts*. Rapports A44112/A de novembre 2006 : volume 1 « investigations réalisées », 38 pages ; volume 3 « résultats relatifs au site du Letten et leur interprétation », 70 pages ; volume 4 « annexes relatives aux sites du Rœmisloch et du Letten », 3 pages plus annexes.
- ANTEA, 2007a. *Anciennes décharges du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) et du Rœmisloch à Neuwiller (68). Campagne de surveillance d'octobre 2006. Rapport d'étude intermédiaire destiné aux tiers-experts*. Rapport A45439/A de février 2007, 69 pages plus annexes.
- ANTEA, 2007b. *Anciennes décharges du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) et du Rœmisloch à Neuwiller (68). Campagne de surveillance de mars 2007*. Rapport A47278/A de septembre 2007, 77 pages plus annexes.
- ANTEA, 2008a. *Ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68), évaluation détaillée des risques pour la santé humaine et la ressource en eau. Volet 1 : investigations réalisées*. Rapport A46162/A de mai 2008, 77 pages.
- ANTEA, 2008b. *Ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68), évaluation détaillée des risques pour la santé humaine et la ressource en eau. Volet 2 : état des connaissances*. Rapport A47000/A de mai 2008, 198 pages.
- ANTEA, 2008c. *Ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68), évaluation détaillée des risques pour la santé humaine et la ressource en eau. Volet 3 : évaluation détaillée des risques pour la santé humaine*. Rapport A47862/A de mai 2008, 57 pages.
- ANTEA, 2008d. *Ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68), évaluation détaillée des risques pour la santé humaine et la ressource en eau. Volet 4 : résultats bruts et annexes*. Rapport A47556/A de mai 2008, 15 annexes non paginées.
- ANTEA, 2008e. *Anciennes décharges du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) et du Rœmisloch à Neuwiller (68), évaluation détaillée des risques pour la santé humaine et la ressource en eau. Volet 5 : données toxicologiques et valeurs de référence des substances caractéristiques des émissions de déchets de la chimie bâloise*. Rapport A47264/A de mai 2008, 709 pages plus annexes.

- BARD Denis et CERF Olivier, 2007. Relations dose-effet et dose-réponse. *Environnement, Risques & Santé*, vol. 6 (n°5), p. 382.
- BRGM, 2008. *Expertise des Evaluations Détaillées des Risques sur les ressources en eau. Sites du Rœmisloch à Neuwiller et du Letten à Hagenthal-le-Bas (68)*. Rapport provisoire BRGM/RC-55947-FR de janvier 2008, 121 pages avec annexes.
- CONNOR John A., BOWERS Richard L., NEVIN J. Peter, and FISHER R. Todd, 1998. *Guidance manual for RBCA Tool Kit for chemical releases*. Groundwater services, Inc.
- CSD, 2007. *Puits Calonego à Schönenbuch ; étude du contexte hydrogéologique*. Rapport du 29 novembre 2007, 26 pages plus annexes.
- DGS, 2006. Circulaire du Ministère de la Santé et des Solidarités relative à « *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* », référencée DGS/SD7B/2006/234 et datée du 30 mai 2006.
- INERIS, 2001. *Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact dans les sols*. Rapport INERIS-DRC-01-25587/DESP-R01, novembre 2001, 29 pages plus annexes.
- INERIS, 2007a. *Tierce-expertise du rapport d'ANTEA A37648/A d'avril 2005 relatif à l'évaluation détaillée des risques pour la santé humaine de l'ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68)*. Rapport d'étape à fin 2006 DRC-07-77208-00980-B du 10 mai 2007, 43 pages.
- INERIS, 2007b. *Tierce-expertise du rapport d'ANTEA A37648/A d'avril 2005 relatif aux données toxicologiques et aux valeurs toxicologiques de l'évaluation détaillée des risques pour la santé de l'ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68)*. Rapport d'étape à fin 2006 DRC-07-77208-00984-B du 10 mai 2007, 31 pages.
- INERIS, 2008. *Tierce-expertise du volet 5 réalisé par ANTEA en mai 2008 relatif aux données toxicologiques et aux valeurs de référence des substances caractéristiques des émissions des déchets de la chimie bâloise pour l'évaluation détaillée des risques pour la santé des anciennes décharges du Letten à Hagenthal-le-Bas et du Rœmisloch à Neuwiller (68)*. Rapport en version finale DRC-08-94497-00232-C du 11 juin 2008, 28 pages avec annexe.
- InVS, 2000. *Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact*. Institut national de Veille Sanitaire, février 2000, 49 pages avec annexes.
- InVS, 2002. *Valeurs toxicologiques de référence : méthodes d'élaboration*. Institut national de Veille Sanitaire, janvier 2002, 84 pages avec annexes.
- JURY William A., SPENCER William F. and FARMER Walter J., 1983. Use of models for assessing relative volatility, mobility and persistence of pesticides and other trace organics in soil systems. *Hazard Assessment of Chemicals: Current Developments*, vol. 2, pp. 1-43.
- MATE, 1999. Circulaire du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement portant sur les « *principes de fixation des objectifs de réhabilitation pour les sites et sols pollués* », datée du 10 décembre 1999.

- MATE, BRGM et INERIS, 2000a. *Gestion des sites (potentiellement) pollués : visite préliminaire, diagnostic initial et évaluation simplifiée des risques*. BRGM éditions, version 2 de mars 2000 (partiellement révisée en décembre 2002).
- MATE, INERIS et BRGM, 2000b. *Gestion des sites pollués : diagnostic approfondi, évaluations détaillées des risques*. BRGM éditions, version 0 de juin 2000.
- MEDD, 2003. Circulaire du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable relative à « *Installations classées – Pollution des sols, surveillance des eaux souterraines, mise en sécurité* », datée du 28 mars 2003.
- MEDD, 2004. Circulaire du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable relative à « *Inspection des installations classées – Plan national santé environnement (PNSE)* », datée du 25 octobre 2004.
- MEDD, 2005. Circulaire du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable relative à « *Inspection des installations classées – Surveillance des eaux souterraines* », datée du 05 octobre 2005, référencée BPSPR/2005-306/TJ.
- MEDD, 2007a. Circulaire du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable relative aux « *Installations classées ; prévention de la pollution des sols ; gestion des sols pollués* », datée du 08 février 2007.
- MEDD, 2007b. Circulaire du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable relative aux « *Sites et sols pollués ; modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués* », datée du 08 février 2007.
- MILLINGTON R. J. and QUIRK J. M., 1961. Permeability of porous solids. *Transactions Faraday Society*, vol. 57, pp. 1200-1207.
- POLLUTION SERVICE, 2005. *Enlèvement des deux résidus chimiques et des déchets métalliques situés autour de la décharge du Letten a Hagenthal-le-Bas (68)*. Rapport 04140 du 23 mai 2005, 5 pages plus annexes.
- SPENCE Lynn R. and BP Oil, 2001. *Risc-Intergrated Software for Clean-ups - RISC User's Manual - version 4*. GroundwaterSoftware.com.
- US EPA, 1989. *Risk Assessment Guidance for Superfund. Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part A)*. Interim Final report EPA/540/1-89/002, December 1989.
- US EPA, 1992. *Dermal exposure assessment: principles and applications*. Interim report EPA/600/8-91/011B.
- US EPA, 2000. *Supplemental guidance to RAGS: Region 4 Bulletins, Human Health Risk Assessment Bulletins*. <http://www.epa.gov/region4/waste/oftecser/healthbul.htm> website version last updated May 2000.
- US EPA, 2004. *Risk Assessment Guidance for Superfund. Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment)*. Final report EPA/540/R/99/005, July 2004.



INERIS

*maîtriser le risque |
pour un développement durable |*

Institut national de l'environnement industriel et des risques

Parc Technologique Alata
BP 2 - 60550 Verneuil-en-Halatte

Tél. : +33 (0)3 44 55 66 77 - Fax : +33 (0)3 44 55 66 99

E-mail : ineris@ineris.fr - Internet : <http://www.ineris.fr>