



Expertise des Evaluations Détailées des Risques sur les ressources en eau Sites du Roemisloch à Neuwiller et du Letten à Hagenthal-le-Bas (68)

Rapport final

BRGM/RC-55947-FR
Juin 2008

A. Archambault

Vérificateur :

Nom : BLANCHARD F.

Date : 21/06/08

Signature :

Approbateur :

Nom : GABORIAU H.

Date : 22/06/08

Signature :

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

Mots clés : Expertise, Evaluation Détaillée des Risques, Eaux souterraines, Eaux de surface, GIDRB, Neuwiller, Hagenthal-le-Bas, Haut-Rhin, Sundgau.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :
Archambault A. (2008) – Expertise des Evaluations Détaillées des Risques sur les ressources en eau – Sites du Roemisloch à Neuwiller et du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) – Rapport final.
BRGM/RC-55947-FR. 121 p., 5 fig., 3 ann.

Synthèse

Le Groupement d'Intérêt pour la sécurité des Décharges de la Région de Bâle (GIDRB) souhaite évaluer les impacts actuels et à long terme d'anciennes décharges sur les eaux de surface, les eaux souterraines, les captages d'alimentation en eau potable et la santé humaine.

Les sites concernés par la présente tierce-expertise, et qui ont reçu des déchets de l'industrie chimique bâloise dans les années 1950 et 1960, sont les suivants :

- la décharge du Letten située sur la commune de Hagenthal-le-Bas (68),
- la décharge du Roemisloch sur la commune de Neuwiller (68).

Ces sites ont fait l'objet, depuis janvier 2000, d'investigations historiques, géologiques et hydrogéologiques. Les résultats de ces investigations ont constitué les données d'entrée pour une Evaluation Détaillée des Risques (EDR) pour la santé humaine et les ressources en eau.

Ces sites ne sont pas considérés comme des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) selon la réglementation française.

Afin de réaliser la tierce-expertise des dossiers d'études de chaque site, le GIDRB a fait appel :

- à l'NERIS pour ce qui concerne le volet sanitaire et risques pour la santé humaine ;
- au BRGM pour les aspects méthodologiques, réglementaires, historiques, géologiques et hydrogéologiques.

Les tierce-expertises des études et travaux réalisés à fin 2006 sur les deux zones pour le compte du GIDRB ont été menées par l'NERIS et le BRGM et présentées aux services de l'état dans des rapports provisoires en janvier 2007. Ces rapports présentent un certain nombre de recommandations pour compléter les investigations et les études menées par le GIDRB et réduire les incertitudes sur les risques liés à la pollution des sites. Le GIDRB a mandaté ANTEA en 2007, pour compléter la démarche des études de risques dans le sens des recommandations des tiers-experts.

Suite à la réunion GIDRB/ANTEA/NERIS/BRGM dans les locaux de la DRIRE à Colmar le 25 septembre 2007, il a été convenu de réaliser la phase 2 de la tierce-expertise sur la base des études de synthèse d'ANTEA (rapports d'octobre et novembre 2007), ces rapports prennent en compte l'ensemble des investigations réalisées jusqu'à fin 2006 et des compléments réalisés en 2007.

Le présent rapport constitue la tierce-expertise des études de synthèses relatives aux sites du Roemisloch et du Letten et mandatées par le GIDRB ou l'AUE BL (« Amt für Umweltschutz und Energie Baselland ») en 2007 (études ANTEA (F), HOLINGER AG (CH) et CSD (CH) portées à la connaissance du BRGM).

La tierce-expertise distingue les deux sites étudiés :

Site du Roemisloch

Pour la décharge du Roemisloch, il apparaît que la pollution des eaux de surface et des eaux souterraines est bien caractérisée à proximité du site (plusieurs campagnes à minima semestrielles depuis 2001 sur divers points) et que le schéma des transferts dans les eaux est valide et suffisamment précis vis-à-vis des cibles mises en évidence.

Des incertitudes demeurent sur la connaissance des transferts dans les eaux souterraines en aval de la décharge (Alluvions au Nord-Ouest dont puits Holner, Molasse superficielle au Nord de la décharge), notamment en ce qui concerne la prédiction des concentrations attendues à moyen et long terme, qui n'est pas possible sur la base des connaissances actuelles. Il semble cependant difficile, dans le cadre du contexte hydrogéologique local et complexe étudié (aquifère multicouche, nappes semi-captives en communication, inversion des différences de pression dans le temps et dans l'espace) de quantifier plus finement ces phénomènes en restant dans une étude d'ampleur réaliste et proportionnée au contexte de pollution.

Il y a donc lieu, de poursuivre une surveillance précise et ciblée de l'évolution de la qualité des eaux souterraines et des eaux de surface en aval et autour du site (Alluvions et Molasse). Cette surveillance pourrait être associée à une gestion de la pollution sur site (confinement physique) permettant de limiter la mobilisation des polluants des déchets et les transferts de ces derniers dans les eaux (notamment via les infiltrations des précipitations et l'ennoyage des déchets par remontée de nappe en hautes eaux).

Dans l'état actuel de la pollution du site, il est proposé de compléter le programme de surveillance proposé par ANTEA par les points suivants :

- un suivi semestriel identique au programme proposé par ANTEA devrait être mis en place sur la source de la fontaine de Neuwiller (notée ES12), ainsi que sur les eaux superficielles du Neuwillerbach au droit des zones amont et aval de la confluence avec le Roemislochbach ;
- le programme de surveillance devrait être revu de manière à ajouter au programme analytique actuel les BTEX, le naphatène ainsi que le chlorure de vinyle.

Nous rappelons que, dans l'état actuel du constat de pollution des eaux souterraines au droit et à proximité de la décharge, il y a lieu de maintenir le suivi de la qualité des eaux souterraines et de prévoir la mise en place d'un dispositif réglementaire de restriction d'usage des eaux souterraines au voisinage immédiat de la décharge et en aval dans l'axe du Roemislochbach (servitudes). Une option permettant de réduire la superficie de la zone de restriction d'usages pourrait être la mise en place d'au moins 1 piézomètre supplémentaire de suivi dans l'axe du Roemislochbach. Ce piézomètre

devera permettre de surveiller l'éventuel panache de pollution qui pourrait s'étendre entre Proe7 et le puits Holner. A noter que seul un triplet de piézomètres (piézomètre rive gauche, piézomètre axial et piézomètre rive droite) permettrait de délimiter l'emprise de la bande d'aquifère, de part et d'autre du ruisseau, pour laquelle une éventuelle restriction d'usage serait préconisée, compte tenu du caractère vraisemblablement drainant du Roemislochbach à l'égard de la nappe des Alluvions.

Le milieu d'exposition « eaux de surface » devrait également être géré par l'intermédiaire d'actions permettant d'en limiter les usages (clôture de la zone de suintement, aménagement des bords du Roemislochbach, busage, lit de graviers...) et/ou d'établissement de servitudes (restriction d'usage des eaux de surface du Roemislochbach) et/ou d'une gestion de la source de pollution.

Site du Letten

Pour la décharge du Letten, il apparaît que la pollution des eaux de surface et des eaux souterraines est bien caractérisée à proximité du site (plusieurs campagnes à minima semestrielles depuis 2001 sur des points pertinents) et que le schéma conceptuel des transferts dans les eaux est valide et suffisamment précis vis-à-vis des cibles mises en évidence.

Des inévitables incertitudes demeurent sur la connaissance des transferts dans les eaux souterraines en aval de la décharge dans la Molasse, notamment du fait de la complexité du système hydrogéologique qui entraîne une difficulté d'approche des directions d'écoulement et des relations hydrauliques entre les différentes couches aquifères de la Molasse alsacienne. A ces incertitudes s'ajoutent le fait que le puits AEP « Kappelmatten » de Schönenbuch (CH), captant spécifiquement les horizons marno-gréseux profonds de la Molasse, serait perméable aux eaux de niveaux aquifères supérieurs à ceux sollicités initialement pour l'AEP.

Cependant, d'après les connaissances actuelles obtenues par divers bureaux d'études et expertisées (ANTEA, HOLINGER AG, CSD), le captage AEP reste peu vulnérable à la pollution du site du Letten, il n'est actuellement pas impacté par la pollution du site (captage mis en route depuis plus de 30 ans) et sa vulnérabilité à long terme serait de faible ampleur. De plus, les vitesses de transfert étant faibles, un réseau de surveillance adapté associé à une étude démontrant les potentialités de l'atténuation naturelle du panache et/ou une étude isotopique approfondie entre le site et le captage, pourrait permettre de suivre et de contrôler les transferts depuis le site. Une étude de traitement de la ressource (étude de mise en place d'un traitement par charbon actif en cas de détection de polluants) pourrait permettre, en cas d'évolution du panache de prendre des mesures ne générant pas l'arrêt du pompage.

De plus, il y aurait lieu de poursuivre une surveillance précise de l'évolution de la qualité des eaux souterraines et des eaux de surface en aval et autour du site ainsi que dans le voisinage du captage AEP « Kappelmatten » de Schönenbuch (CH). Dans ce cadre, les suivis piézométriques et analytiques pourraient être réalisés de manière simultanée et conjointe sur le réseau de l'AUE BL (côté suisse) et du GIDRB (côté français). Cette surveillance pourrait être associée à une gestion de la pollution sur site

(recouvrement, confinement) permettant de limiter la mobilisation des polluants renfermés dans les déchets et les transferts dans les eaux (notamment via les infiltrations des précipitations sur et en amont du site).

Dans l'état actuel de la pollution du site, il est proposé de compléter le programme de surveillance par les éléments suivants :

- Un suivi de la qualité des eaux devrait être mis en place plus spécifiquement sur les ouvrages Plet9, Plet9bis et le captage AEP « Kappelmaten » de manière à surveiller la ressource en eau potable de Schönembuch, en complément au programme de surveillance réalisé ;
- le piézomètre Plet1 devrait être intégré au suivi (il est situé dans la nappe de la Molasse associée au Lertzbach et en aval de la zone d'infiltration) ;
- de manière à affiner la connaissance des transferts et à compléter le réseau de surveillance, un ou deux nouveaux piézomètre(s) de surveillance devraient être mis en place au droit et en aval du panache supposé situé en rive droite du Lertzbach (zone du drain et en aval de cette zone) ;
- le programme de surveillance devrait être revu de manière à ajouter au programme analytique actuel les BTEX, le naphthalène ainsi que le chlorure de vinyle.

Nous rappelons que, dans l'état actuel du constat de pollution des eaux souterraines au droit et à proximité de la décharge, il y a lieu de maintenir le suivi de la qualité des eaux souterraines et de prévoir la mise en place d'un dispositif réglementaire de restriction d'usage des eaux souterraines au voisinage immédiat de la décharge (servitudes). Ce dispositif pourrait entraîner la réalisation de piézomètres de suivi complémentaires en aval du site, comme ceux recommandés plus haut.

Le milieu d'exposition « eaux de surface » devrait également être géré par l'intermédiaire d'actions permettant d'en limiter l'usage (aménagement de la zone d'émergence du drain n° 2) et/ou des servitudes (restriction d'usage des eaux de surface) et/ou une gestion de la source de pollution.

De manière générale, nous indiquons que les recommandations ci-dessus se limitent au cadre de la présente tierce-expertise qui concerne plus spécifiquement l'Evaluation Détaillée des Risques sur les ressources en eau. Dans ce cadre, aucune recommandation n'est proposée concernant les autres aspects du risque, notamment les risques sanitaires liés au contact direct (ou exposition par inhalation) avec des sols pollués. Ces aspects sont traités dans le rapport de tierce-expertise réalisé par l'INERIS.

Sommaire

1. Introduction	11
1.1. CONTEXTE ET OBJET DU RAPPORT	11
1.2. DOCUMENTS VISES PAR L'ETUDE	12
1.3. CADRE GENERAL DE L'EXPERTISE	14
1.3.1. Cadre des expertises réalisées par le BRGM	14
1.3.2. Cadre général des expertises	14
1.3.3. Déroulement de l'étude	15
1.4. CHAMP D'APPLICATION DE LA TIERCE-EXPERTISE DES ETUDES ANTEA ET CSD	16
2. Tierce-expertise des études mandatées par le GIDRB sur la décharge du Roemisloch à Neuwiller (68)	17
2.1. METHODOLOGIE GENERALE	17
2.2. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL	17
2.2.1. Contexte hydrologique et climatique	17
2.2.2. Contexte géologique et hydrogéologique	21
2.3. RECONNAISSANCE DU CORPS DE LA DECHARGE (TERME SOURCE)	25
2.3.1. Etude historique	25
2.3.2. Reconnaissance directe du corps de la décharge	26
2.3.3. Eaux souterraines	27
2.4. ETUDE DES VOIES DE TRANSFERT VIA LES EAUX	28
2.4.1. Méthodologie retenue par ANTEA	28
2.4.2. Campagnes de prélèvements et de suivis	28
2.4.3. Interprétation des résultats d'analyses dans les eaux souterraines	30
2.4.4. Voies de transfert étudiées	34
2.4.5. Etude de la qualité des eaux superficielles	37
2.4.6. Qualité des sources et fontaines communales	38
2.5. ANALYSE DE L'IMPACT SUR LES CIBLES POTENTIELLES	39
2.5.1. Usages des eaux souterraines et de surface	39
2.5.2. Vulnérabilité des eaux superficielles et souterraines	40

2.5.3. Schéma conceptuel des transferts.....	41
2.6. CONCLUSIONS SUR LES ETUDES MANDATEES PAR LE GIDRB POUR LA DECHARGE DU ROEMISLOCH - RECOMMANDATIONS	42
3. Tierce-expertise des études mandatées par le GIDRB et l'AUE sur la décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas.....	45
3.1. METHODOLOGIE GENERALE	45
3.2. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL.....	46
3.2.1. Contexte hydrologique et climatique.....	46
3.2.2. Contexte géologique et hydrogéologique.....	51
3.3. RECONNAISSANCE DU CORPS DE LA DECHARGE (TERME SOURCE)....	60
3.3.1. Etude historique	60
3.3.2. Reconnaissance directe du corps de la décharge	60
3.3.3. Eaux souterraines au droit de la décharge	62
3.4. ETUDE DES VOIES DE TRANSFERT VIA LES EAUX.....	63
3.4.1. Méthodologie retenue par ANTEA.....	63
3.4.2. Campagnes de prélèvements et de suivis	64
3.4.3. Interprétation des résultats d'analyses dans les eaux souterraines.....	65
3.4.4. Etude de la qualité des eaux superficielles	70
3.4.5. Voies de transfert étudiées	71
3.5. ANALYSE DE L'IMPACT SUR LES CIBLES POTENTIELLES	74
3.5.1. Usages des eaux souterraines et de surface	74
3.5.2. Vulnérabilité des eaux superficielles et souterraines	75
3.5.3. Schéma conceptuel des transferts.....	77
3.6. CONCLUSIONS SUR LES ETUDES MANDATEES PAR LE GIDRB POUR LA DECHARGE DU LETTEN - RECOMMANDATIONS.....	79

Liste des illustrations

Figure 1 : Localisation des points de prélèvement, selon ANTEA [29].....	19
Figure 2 : Points d'accès aux nappes et réseau de surveillance du site du Roemisloch (vue rapprochée), selon ANTEA [29].....	20
Figure 3 : Réseau de surveillance de la qualité des eaux du site du Letten, selon ANTEA ([30]).....	47
Figure 4 : Point d'accès aux nappes et réseau de surveillance du site du Letten (vue rapprochée), selon ANTEA ([30]).....	48
Figure 5 : Coupe hydrogéologique interprétative du site du Letten, selon ANTEA ([32]).....	49

Liste des annexes

Annexe 1 GLOSSAIRE.....	81
Annexe 2 REFERENCES.....	85
Annexe 3 Traduction de l'Allemand au Français du rapport HOLINGER AG , octobre 2007.....	91

1. Introduction

1.1. CONTEXTE ET OBJET DU RAPPORT

Les anciennes décharges du Letten sur la commune de HAGENTHAL-LE-BAS et du Roemisloch sur la commune de NEUWILLER (Haut-Rhin) ont été utilisées par des entreprises chimiques de la région de Bâle à la fin des années 1950.

Le Groupement d'intérêt pour la Sécurité des Décharges de la Région de Bâle (GIDRB) a été créé pour évaluer les effets de ces anciennes décharges sur les eaux souterraines et superficielles, les captages d'alimentation en eau potable et la santé humaine.

Le GIDRB a confié à ANTEA la réalisation des investigations et des études de risques des deux anciennes décharges précitées.

Ces sites ont fait l'objet depuis janvier 2000 d'investigations historiques, géologiques et hydrogéologiques. Les résultats de ces investigations ont constitué les données d'entrée pour une Evaluation Détaillée des Risques (EDR) pour la santé humaine et la ressource en eau.

Ces sites ne sont pas considérés comme des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) selon la réglementation française.

Afin de réaliser la tierce-expertise des dossiers d'études de chaque site, le GIDRB a fait appel :

- à l'INERIS pour ce qui concerne le volet sanitaire et risques pour la santé humaine ;
- au BRGM pour les aspects méthodologiques, réglementaires, historiques, géologiques et hydrogéologiques.

Les tierce-expertises des études et travaux réalisés à fin 2006 sur les deux zones pour le compte du GIDRB ont été menées par l'INERIS et le BRGM et présentées aux services de l'état dans les rapports suivants :

- BRGM : Expertise des Evaluations Détaillées des Risques sur les ressources en eau, et des avis des parties prenantes – Sites du Roemisloch à Neuwiller et du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) – Rapport d'étape à fin 2006 – BRGM/RC-55306-FR de janvier 2007 ;
- INERIS : 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. Rapport DRC-07-77208-00980-B du 10 mai 2007 ;

- INERIS : Tierce-expertise du rapport 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. Rapport DRC-07-77208-00984-B du 10 mai 2007 ;
- INERIS : Tierce-expertise du rapport d'ANTEA A37647/A d'avril 2005 relatif à l'évaluation détaillée des risques pour la santé humaine de l'ancienne décharge du Roemisloch à Neuwiller (68). Rapport d'étape à fin 2006. Rapport DRC-07-77208-01101-B du 10 mai 2007 ;
- INERIS : Tierce-expertise du rapport ANTEA A37647/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 Roemisloch à Neuwiller (68). Rapport d'étape à fin 2006. Rapport DRC-07-77208-01102-B du 10 mai 2007.

Ces rapports présentent un certain nombre de recommandations pour compléter les investigations et les études menées par le GIDRB et réduire les incertitudes sur les risques liés à la pollution des sites. Le GIDRB a mandaté ANTEA en 2007, pour compléter la démarche des études de risques dans le sens des recommandations des tiers-experts.

Suite à la réunion GIDRB/ANTEA/INERIS/BRGM dans les locaux de la DRIRE à Colmar le 25 septembre 2007, il a été convenu de réaliser la phase 2 de la tierce-expertise sur la base des études de synthèse ANTEA (rapports d'octobre et novembre 2007), ces rapports prennent en compte l'ensemble des investigations réalisées jusqu'à fin 2006 et des compléments réalisés en 2007.

Le présent rapport constitue la tierce-expertise des études de synthèses sur les sites du Roemisloch et du Letten mandatées par le GIDRB en 2007 (études ANTEA portées à la connaissance du BRGM).

1.2. DOCUMENTS VISES PAR L'ETUDE

L'analyse critique porte spécifiquement sur les documents suivants, remis au BRGM par le GIDRB (rapports de synthèse ANTEA et CSD réalisés pour le compte du GIDRB en 2007) :

- [28] ANTEA, septembre 2007 : Anciennes décharges du Letten à Hagenthal-le-Bas et du Roemisloch à Neuwiller (68) – Campagne de surveillance de mars 2007 – A 47278/A ;
- [29] ANTEA, septembre 2007 : Ancienne décharge du Roemisloch à Neuwiller (68) – Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé humaine et la Ressource en eau – Volet 1 : Investigations réalisées – A46195/A ;
- [30] ANTEA, septembre 2007 : Ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) – Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé humaine et la Ressource en eau – Volet 1 : Investigations réalisées – A46162/A ;

- [31] ANTEA, octobre 2007 : Ancienne décharge du Roemisloch à Neuwiller (68) – Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé humaine et la Ressource en eau – Volet 2 : Etat des connaissances – A46776/A ;
- [32] ANTEA, octobre 2007 : Ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) – Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé humaine et la Ressource en eau – Volet 2 : Etat des connaissances – A47000/A ;
- [33] ANTEA, novembre 2007 : Ancienne décharge du Roemisloch à Neuwiller (68) – Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé humaine et la Ressource en eau – Volet 3 : Evaluation Détaillée des Risques pour la santé humaine – A47863/A ;
- [34] ANTEA, décembre 2007 : Ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) – Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé humaine et la Ressource en eau – Volet 3 : Evaluation Détaillée des Risques pour la santé humaine – A47862/A ;
- [35] ANTEA, décembre 2007 : Ancienne décharge du Roemisloch à Neuwiller (68) – Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé humaine et la Ressource en eau – Volet 4 : Résultats bruts et annexes – A47555/A ;
- [36] ANTEA, décembre 2007 : Ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) – Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé humaine et la Ressource en eau – Volet 4 : Résultats bruts et annexes – A47556/A ;
- [37] ANTEA, octobre 2007 : Ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas et du Roemisloch à Neuwiller (68) – Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé humaine et la Ressource en eau – Volet 5 : Données toxicologiques et valeurs de références des substances caractéristiques des émissions des déchets de la chimie baloïse – A47264/A ;
- [38] CSD, novembre 2007 : Puits Calonego à Schönenbuch – Etude du contexte hydrogéologique.
- [39] HOLLINGER AG, octobre 2007 : AEP de Schönenbuch – Exposition et impact par le blais des décharges en Alsace – Résultats des investigations hydrogéologiques complémentaires. Traduction de l'Allemand au Français par le BRGM, avril 2008.

Les documents [1] à [27] expertisés dans le rapport d'étape à fin 2006 (BRGM, janvier 2007) et dont les références sont présentées en annexe 2 sont également considérés dans la présente étude.

La traduction du rapport [39] est présentée en annexe 3.

1.3. CADRE GENERAL DE L'EXPERTISE

1.3.1. Cadre des expertises réalisées par le BRGM

Le cadre de réalisation des expertises au titre du Service Public par le BRGM est le suivant :

- le champ d'application de la tierce-expertise doit être préalablement fixé au cours d'une réunion de phase préparatoire, et sera confirmé lors d'une réunion d'avancement ;
- l'expertise consiste en un avis rendu en toute impartialité sur la situation exposée dans les documents visés ;
- l'expertise est produite sur la base :
 - des éléments du dossier, des constatations, des écrits, des notes ou tout autre document communiqué au début du projet,
 - des éléments acquis lors d'une visite du site dans certains cas, pour une meilleure compréhension de la situation et constatations nécessaires,
 - de calculs rapides de vérification pour valider des hypothèses et des propositions à analyser et évaluer l'importance d'éléments manquants ou non par rapport aux conclusions présentées.

1.3.2. Cadre général des expertises

L'étude vise d'une part à examiner les documents soumis à expertise en analysant les modalités d'étude au regard :

- des exigences établies dans les guides méthodologiques du MEEDDAT¹ en vigueur au moment de leur réalisation ;
- de l'usage futur envisagé et connu des terrains, des sols et du sous-sol au moment de l'étude.

L'étude vise d'autre part à examiner les données et résultats de l'étude sous un angle scientifique et technique, considérant l'état des connaissances et l'état de l'art au moment de la réalisation de l'étude.

Ainsi, dans le principe, dès lors qu'une partie de l'étude vise à examiner des situations existantes ou futures en faisant par exemple appel à des modèles (équations, codes de calculs numériques...), il convient que l'ensemble des hypothèses soient :

¹ Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire

- argumentées : elles doivent se fonder sur les données disponibles, en intégrant la fiabilité et/ou l'incertitude de ces dernières,
- justifiées : elles doivent être fondées sur des concepts et des comportements scientifiquement fondés et techniquement adaptés.

Les éléments présentés par la suite traitent des lacunes ou insuffisances du dossier sur ces aspects.

1.3.3. Déroulement de l'étude

Le déroulement de l'étude a été le suivant :

- I) Réunion de phase préparatoire (Administration, Industriel et BRGM) avec pour objectifs
 - préciser le champ de la tierce-expertise,
 - faire connaître tous les enjeux réels de la demande,
 - faire connaître les attentes des parties intéressées.
- II) Réunion d'avancement après l'examen préliminaire du dossier avec pour objectifs :
 - redéfinir au besoin le cadre de la tierce-expertise,
 - hiérarchiser les questions initiales,
 - faire ressortir les paramètres importants à prendre en considération,
 - identifier les éléments flagrants manquants qui devraient nécessiter des réponses complémentaires.
- III) En cours d'analyse, le BRGM s'est laissé la possibilité :
 - de demandes d'informations complémentaires afin d'obtenir les informations nécessaires à l'avis sur l'un ou l'autre des points majeurs à traiter dans le cadre de la tierce-expertise,
 - de demandes de justifications vis-à-vis de manques identifiés dans le rapport d'étude en cours d'expertise, ces éventuelles justifications sont rajoutées au rapport final d'étude.
- IV) Lors de la remise du rapport et en réunion, les demandes d'éclaircissements et/ou de précisions sur le rapport BRGM sont possibles.

1.4. CHAMP D'APPLICATION DE LA TIERCE-EXPERTISE DES ETUDES ANTEA ET CSD

L'analyse critique des documents s'attache aux aspects méthodologiques, réglementaires, géologiques et hydrogéologiques de ces études.

Sur la base des documents fournis par le GIDRB, le BRGM a veillé à :

- vérifier que la démarche générale mise en œuvre dans les investigations est adaptée au contexte des sites étudiés et à la réglementation française ;
- préciser si les différentes parties de la démarche et leur enchaînement permettent d'identifier l'ensemble des dangers potentiels présentés par les sites vis-à-vis de la ressource en eau ;
- évaluer l'exhaustivité et la pertinence des risques mentionnés dans les rapports d'étude ;
- évaluer la pertinence et la représentativité des conditions hydrogéologiques et géologiques retenues dans le cadre des études ;
- analyser la représentativité et la pertinence des scénarios d'émissions et d'expositions retenus pour l'étude d'impacts ;
- analyser les performances et l'adéquation de la méthodologie et des techniques employées au contexte de chaque site ;
- vérifier la conformité de l'étude avec la réglementation française en vigueur ;
- procéder à l'analyse critique de la politique de surveillance de la nappe.

Le BRGM précise que seuls les documents en langue française et présentant un contenu scientifique et technique sont soumis à l'analyse critique.

Les études menées par le GIDRB depuis l'année 2000 sont basées sur la méthodologie française de caractérisation et de gestion des sites pollués en vigueur à cette date, elles sont notamment en cohérence avec les recommandations du guide *DIAGNOSTIC APPROFONDI ET EVALUATION DETAILLEE DES RISQUES* (version 0 de juin 2000 du MATE /MEDD - Editions du BRGM). Nous notons que les textes réglementaires français concernant la gestion des sites et sols pollués ont évolué au cours de l'année 2007 (note du Ministère du 8 février 2007).

En accord avec la DRIRE, il a été convenu que l'ancienne méthodologie resterait applicable aux sites pour compléter les Evaluations Détaillées des Risques (EDR) initiées en 2005 et complétées en 2007, même si les EDR finalisées sont éditées après la note ministérielle de février 2007.

2. Tierce-expertise des études mandatées par le GIDRB sur la décharge du Roemisloch à Neuwiller (68)

2.1. METHODOLOGIE GENERALE

Le GIDRB a choisi de réaliser en 2007, par l'intermédiaire du bureau d'études ANTEA, une synthèse de l'ensemble des connaissances, des investigations et des analyses de risques menées sur le site du Roemisloch via un dossier présentant les Evaluations Détaillées des Risques pour la Santé humaine et les Ressources en eau organisé en cinq volets :

- Volet 1 : Synthèse des investigations réalisées ([29]),
- Volet 2 : Etat des connaissances ([31]),
- Volet 3 : Evaluations détaillées des risques ([33]),
- Volet 4 : Résultats bruts et annexes ([35]),
- Volet 5 : Toxicologie ([37]).

La tierce-expertise de l'Evaluation Détaillée des Risques (EDR) sur les ressources en eau concerne plus particulièrement les volets 1, 2 et 4. Les volets 3 et 5 présentent le détail des calculs de risques sur la santé humaine. Le BRGM a cependant également étudié ces volets pour obtenir d'éventuelles informations complémentaires à l'étude sur les ressources en eau.

ANTEA précise ([29]) que les études et notamment les EDR ont été réalisées conformément à la méthodologie française en vigueur au moment de ces études, et sont finalisées en continuité avec l'ancienne méthodologie française d'étude de risques (encadrée par la Circulaire du 10 décembre 1999). La finalisation des études ayant eu lieu pendant les évolutions récentes de l'approche française sur la gestion des sites pollués (note du Ministère du 8 février 2007), il est accepté que le dossier soit finalisé sur la base de l'ancienne méthodologie (voir paragraphe 1.4).

2.2. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

2.2.1. Contexte hydrologique et climatique

Le rapport de synthèse [31] indique que l'ancienne décharge est localisée en tête du ravin et du ruisseau du Roemislochbach et qu'elle s'avance dans le ravin. Les cartes de localisation des investigations présentées dans le rapport font apparaître le réseau hydrologique local : le Roemislochbach, le Neuwillerbach ainsi que le point de confluence situé dans la partie nord du village de Neuwiller.

Le débit du Roemislochbach dans sa partie amont est évalué entre 1 et 3 litres par minutes selon ANTEA (évaluation en amont de l'arrivée de l'ancienne canalisation de trop plein des anciennes sources AEP issues des Alluvions anciennes). Les diverses alimentations du ruisseau sont précisées par ANTEA (ruissellement, ancienne canalisation, émergences des Alluvions anciennes).

ANTEA précise qu'aucune mesure n'a été réalisée pour évaluer le débit du Neuwillerbach. Les fiches de prélèvements associées aux rapports des campagnes de surveillance ([28]) indiquent cependant la largeur et la profondeur moyenne des ruisseaux au droit des zones de prélèvements.

Le contexte pluviométrique est présenté dans le rapport [31], la station pluviométrique la plus proche (station de l'aéroport de Bâle-Mulhouse) est retenue. Les périodes particulièrement pluvieuses sont mises en évidence et permettront à ANTEA de construire une corrélation entre les événements émissifs des pollutions dans les eaux superficielles et la pluviométrie.

La description du contexte environnemental et climatique est jugée suffisante pour la réalisation de l'EDR sur les ressources en eau.

Les deux cartes suivantes (figures 1 et 2) donnent au lecteur les indications principales concernant la localisation et le contexte environnemental de la décharge du Roemisloch.

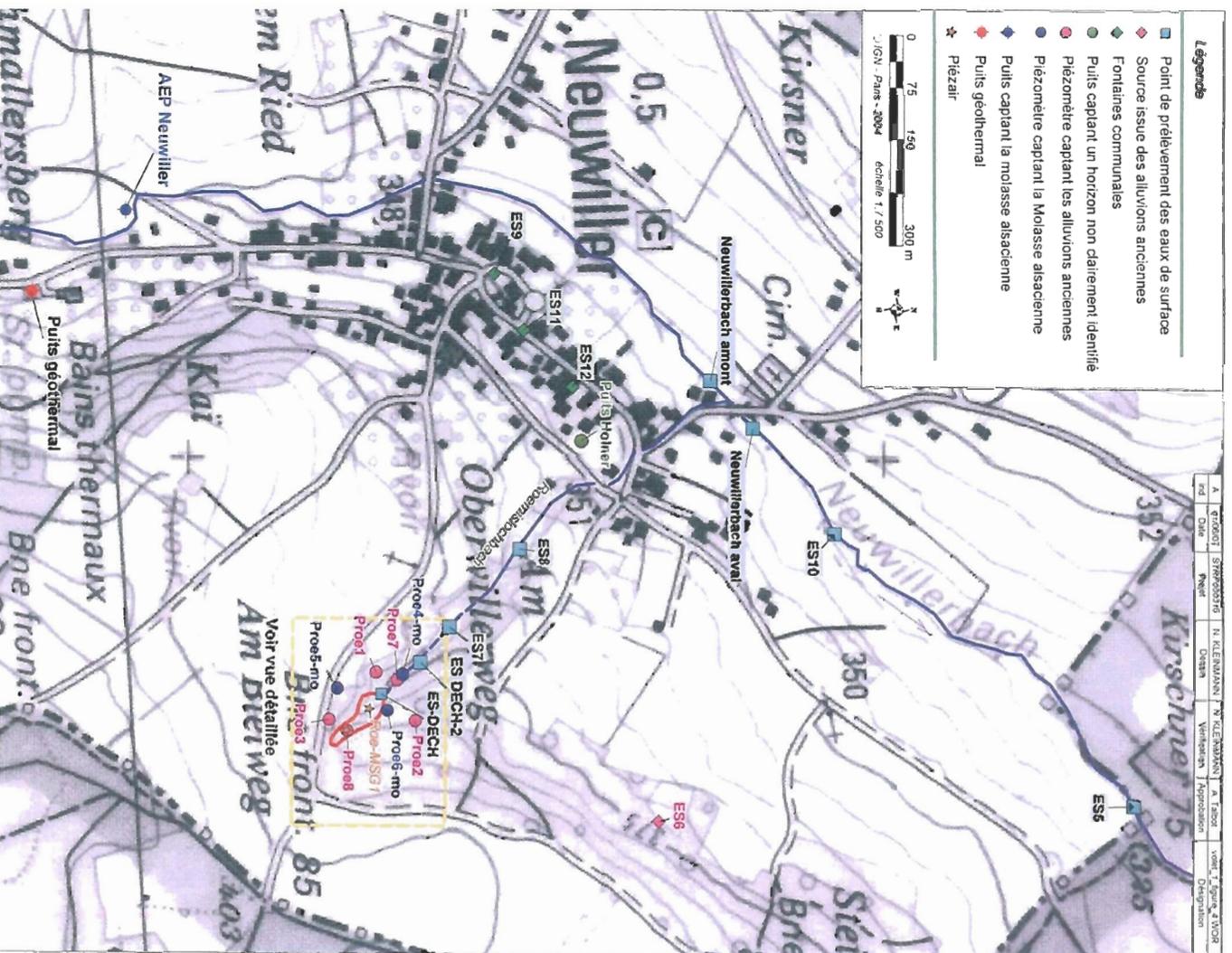


Figure 1 : Localisation des points de prélèvement, selon ANTEA [29]

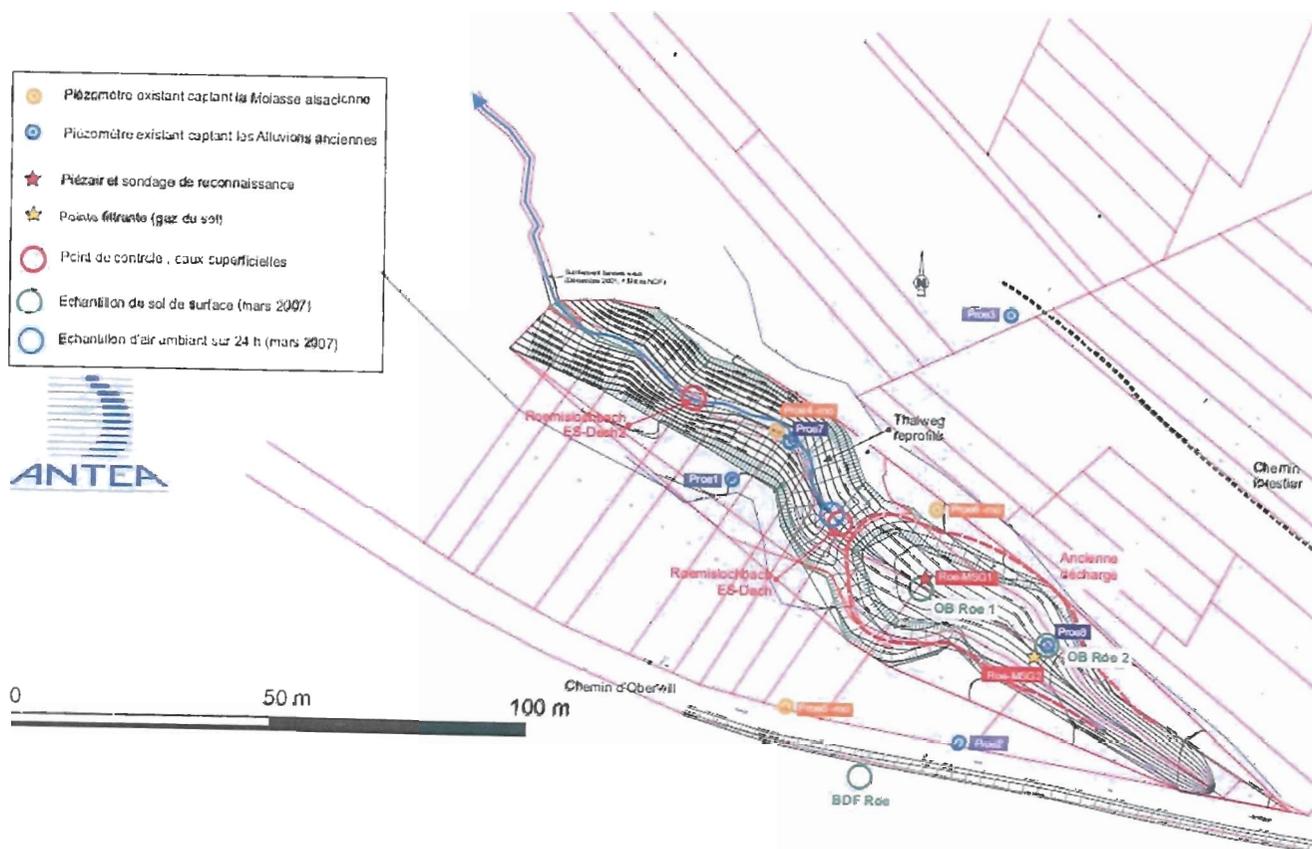


Figure 2 : Points d'accès aux nappes et réseau de surveillance du site du Roemisloch (vue rapprochée), selon ANTEA [29]

2.2.2. Contexte géologique et hydrogéologique

Contexte géologique

Connaissances acquises lors des études

Les études et investigations menées par ANTEA (rapports [31] et coupes du rapport [35]) montrent que le site de la décharge est situé sur deux formations géologiquement distinctes :

1/ Les Alluvions anciennes des plateaux en contact avec le corps de la décharge.

Les investigations réalisées par ANTEA autour de la décharge mettent en évidence la nature des formations, il s'agit de sables argileux et graveleux. Ces Alluvions peuvent être recouvertes par un manteau de loess de puissance métrique (0 à 3 m). La puissance des Alluvions anciennes autour de la décharge est de l'ordre de 12 m. Les Alluvions anciennes sont reconnues par 7 sondages équipés en piézomètres (Proe 1 à 7), dans un rayon de 100 m autour de la décharge.

2/ La Molasse alsacienne.

La Molasse alsacienne a été reconnue par 3 sondages équipés en piézomètres (Proe4-mo, Proe5-mo, Proe6-mo) jusqu'à 25 m de profondeur maximum (cote +360 m NGF au plus profond). Les formations reconnues sont des sables fins argileux et des argiles sableuses. Le toit de cette formation a un pendage général régional orienté vers le Nord-Est.

De plus, en mars 2007, le corps de la décharge a été investigué par deux sondages carottés au carottier battu (Proe8 et Roe-MSG1). Proe8 est descendu jusqu'au toit de la Molasse alsacienne (10,5 m de profondeur, rebouché jusqu'à 9 m). Il a été équipé en piézomètre. Le sondage Roe-MSG1 qui doit servir de piézomètre air a permis de réaliser une coupe géologique au droit de la décharge jusqu'à 10 m de profondeur dans les Alluvions anciennes (équipé jusqu'à 3 m de profondeur et rebouché jusqu'à 10 m).

Ces deux sondages permettent à ANTEA de décrire plus précisément le corps de la décharge qui n'avait jusque là jamais été investigué. Les déchets chimiques sont de nature hétérogène, dans des terrains de granulométrie à dominante sablo graveleuse. Ils sont recouverts par 1,5 à 2,5 m de remblais (gravats...). Dans la partie Nord-Ouest de la décharge, l'épaisseur de déchets serait de l'ordre de 5 m (Roe-MSG1) et s'amenuiserait vers l'Est (Proe8).

Les déchets sont pour l'essentiel saturés en eau par la nappe des Alluvions anciennes dont le niveau est situé à 3 m environ sous la surface du sol.

Commentaires

L'ensemble des investigations géologiques réalisé a été effectué dans la règle de l'art d'après leur description dans le rapport [29]. La technique au carottier battu utilisée pour la mise en place des piézomètres Proe4 à Proe8 et Roe-MSG1 permet notamment de conserver la structure géologique des terrains et d'effectuer des observations et un échantillonnage de qualité.

Le contexte géologique à l'échelle de la décharge est décrit ([31]) et connu à partir des coupes géologiques des 7 piézomètres mis en place autour du corps de la décharge (trayon d'investigation de 100 m autour de la décharge). Cette approche a été complétée par deux sondages au droit de la décharge.

Pour les deux sondages réalisés au droit de la décharge, les indices organoleptiques de pollution (couleur, aspect, odeurs) relevés pendant la foration montrent que les sables et graviers formant la base des déchets présentent des indices de pollution jusqu'à plus de 9 m de profondeur ([35]), soit à plus de 5 m de profondeur sous la base de la décharge. Cependant, les analyses réalisées sur les deux échantillons prélevés sous la décharge (respectivement 5 et 3,3 m sous la base de la décharge selon les coupes géologiques) montrent une atténuation importante des teneurs entre la décharge et les terrains plus profonds (voir paragraphe 2.3.2).

L'interprétation réalisée par ANTEA des formations géologiques dans l'environnement proche de la décharge est décrite par une coupe synthétique (page 19 du rapport [31]). Cette interprétation est valide vis-à-vis des informations géologiques et topographiques connues. La connaissance géologique au voisinage de la décharge semble suffisante pour mener l'EDR sur les ressources en eau.

Le contexte géologique à l'échelle de l'étude des transferts vers les cibles aurait pu être complété par l'intégration au rapport d'une carte géologique permettant au lecteur de mieux identifier dans l'espace les diverses formations et notamment la localisation des cibles « eaux souterraines » par rapport à ces formations. Ce défaut de lisibilité n'a pas d'impact sur l'étude des risques.

Le rapport [31] présente (figures 8 et 46) des coupes interprétatives géologiques et hydrogéologiques, d'une part au droit de la décharge et dans son environnement proche, et d'autre part, entre la décharge et le captage d'Alimentation en Eau Potable (AEP) de Neuwiller (coupe Nord-Est/Sud-Ouest). Les principales structures géologiques connues y sont figurées, la profondeur de la zone de captage de l'AEP de Neuwiller (zone crépinée entre +310 et +345 m NGF) est également positionné par rapport aux investigations géologiques de la décharge (cote la plus profonde investiguée de +360 m NGF). La coupe géologique au droit du site est précise et conforme aux résultats des investigations. La coupe entre la décharge et le captage AEP présente plus d'incertitudes, mais elle reste valide pour présenter, de manière globale, l'enjeu de l'étude de risques.

Contexte hydrogéologique

Connaissances acquises lors des études

La décharge est située au sein d'une dépression du réservoir des Alluvions anciennes des plateaux et prolonge artificiellement ce réservoir, siège de la nappe des Alluvions anciennes des plateaux. Cette dernière surmonte la nappe de la Molasse alsacienne. Les Alluvions anciennes et la partie supérieure de la Molasse alsacienne (Oligocène) sont bien décrites autour de la décharge et reconnues par sept sondages géologiques équipés en piézomètres. De plus, un piézomètre a été installé au droit de la décharge en mars 2007 et un niveau piézométrique supplémentaire a été relevé dans la décharge au droit du sondage Roe-MSG1.

Les informations obtenues par ANTEA sont synthétisées ci-après.

1/ Nappe des Alluvions anciennes : cette formation renferme une nappe libre superficielle [31] qui peut se mettre en charge en période de très hautes eaux. Son contact avec les marnes du Tertiaire est souligné par une ligne de sources. Les campagnes piézométriques montrent qu'au droit de la décharge, les écoulements sont orientés vers l'Ouest puis le Nord-Ouest selon la direction d'écoulement du ruisseau du Roemislochbach. En aval de la décharge, une zone de suintement a été mise en évidence, cette zone correspond à un exutoire de la nappe des Alluvions anciennes et du corps saturé de la décharge vers le ruisseau du Roemislochbach.

2/ Nappe de la Molasse alsacienne : cette formation constitue le réservoir multicouche hétérogène d'une nappe captive. Les horizons présentant des venues d'eau sont d'épaisseur métrique et séparés par des niveaux peu perméables, c'est un ensemble de nappes superposées captives à semi-captives ([31]). Au forage AEP de Neuwiller (de profondeur 45 m) la transmissivité est d'environ 4.10^{-4} m²/s et le coefficient d'emmagasinement de 10^{-4} est caractéristique d'une nappe captive. Les écoulements de l'aquifère supérieur de la Molasse alsacienne au droit de la décharge seraient orientés vers une direction Nord à Nord-Ouest selon les cartes piézométriques établies par ANTEA ([28, 31]).

Commentaires

Dans un rayon de 100 m autour de la décharge, l'implantation des piézomètres mis en place dans les Alluvions et dans la Molasse est cohérente avec la géométrie de la décharge et avec les écoulements supposés. De plus, l'installation des piézomètres est réalisée de manière itérative dans le temps, ce qui a permis de réduire progressivement les incertitudes sur la piézométrie du site en implantant les nouveaux piézomètres en fonction de ces incertitudes.

Nous notons que Les Alluvions du Neuwillerbach ainsi que la zone du Roemislochbach (en aval de la décharge) n'ont pas été reconnues par sondage géologique. Cette absence pourrait entraîner des incertitudes quand à l'état de la contamination de la nappe en aval de la décharge, ce point est discuté dans les paragraphes suivants.

L'ensemble des investigations hydrogéologiques réalisées a été effectué dans la règle de l'art d'après leur description dans le rapport de synthèse ([29]). Pour les piézomètres Proe4-mo, Proe5-mo et Proe6-mo, les techniques retenues ont notamment visé à limiter les connexions hydrauliques entre l'aquifère de la Molasse et celui des Alluvions anciennes.

En outre, nous notons que les crépines mises en place au droit des piézomètres Proe1, Proe2, Proe3, Proe7 et Proe8, qui sont les piézomètres captant les Alluvions, ne permettent pas de capter la surface de l'aquifère (crépines situées sous le niveau statique). Cette remarque pourrait avoir un impact sur les résultats d'analyses des eaux et leur interprétation s'il y avait une pollution en hydrocarbure avec présence d'une phase flottante. Cependant dans le cas présent, les investigations montrent qu'il n'y a pas de phase flottante détectable : coupes des forages avec indices organoleptiques, mesure des niveaux d'eau en trou nu à l'aide d'une sonde à interface. La position des crépines des piézomètres captant les Alluvions n'a donc pas d'impact sur les résultats d'analyses des eaux. L'absence de phase organique flottante est discutée dans le rapport de synthèse [31] et des justifications sont apportées concernant l'absence de phase organique (voir paragraphe 2.4.4 du présent rapport).

L'ensemble des piézomètres captant l'aquifère des Alluvions anciennes est ancré dans la Molasse sur au moins un mètre de profondeur. Ces piézomètres sont adaptés pour mettre en évidence une phase dense plongeante.

Ces investigations permettent d'affiner la connaissance du fonctionnement hydraulique du corps de la décharge vis-à-vis des entrées d'eau (pluviométrie), des transferts vers les Alluvions et la Molasse sous-jacentes et des sorties (zone de suintement). Le bloc diagramme du système hydrogéologique (page 50 du rapport [31] ainsi que les schémas conceptuels (pages 162 à 164 du rapport [31]) présentent une modélisation conceptuelle de l'hydrogéologie du site cohérente avec les informations obtenues (variations piézométriques, coupes géologiques, résultats des analyses).

Les cartes piézométriques de la nappe des Alluvions superficielles et de la Molasse alsacienne sont cohérentes vis-à-vis des mesures piézométriques réalisées et permettent une bonne lisibilité des résultats (échelles, direction du Nord, valeurs ponctuelles piézométriques).

Le schéma conceptuel établi en décembre 2004 par ANTEA était incomplet et présentait de nombreuses incertitudes, notamment en ce qui concernait la connaissance de la Molasse alsacienne et des transferts Alluvions / Molasse au droit de la décharge. Ce schéma conceptuel a été complété par ANTEA suite à l'implantation de trois piézomètres supplémentaires (Proe4-mo, Proe5-mo et Proe6-mo) interceptant les niveaux superficiels de la Molasse et d'un piézomètre supplémentaire au droit de la décharge. Ces investigations ont notamment permis de déterminer les sens d'écoulement de l'aquifère supérieur de la Molasse alsacienne ainsi que des Alluvions anciennes au droit de la décharge. La présence possible d'un « dôme piézométrique » localisé et ponctuel (période de pluie) au droit de la décharge est supposé par ANTEA. Cette hypothèse est valide et permet, avec le transfert de

polluant par diffusion, de justifier certaines concentrations traces obtenues autour de la décharge dans des directions latérales à l'écoulement principal.

Les transferts Alluvions / Molasses au droit de la décharge sont correctement renseignés par les campagnes piézométriques à différentes périodes (basses, moyennes, hautes eaux). Les investigations menées, restituées avec transparence, permettent d'avoir une connaissance appropriée du comportement respectif des deux nappes au niveau local.

La coupe géologique et hydrogéologique de la décharge et de son environnement proche (page 18 du rapport [31]) est cohérente avec les investigations géologiques et hydrogéologiques menées.

Nous notons que les niveaux de la Molasse exploités par le captage AEP de Neuwiller ne sont pas investigués directement, ce captage est situé latéralement par rapport aux écoulements du site. La campagne de suivi prend cependant en compte ce point d'échantillonnage. ANTEA réalise (rapport [31]) une étude des impacts potentiels de la décharge sur ce captage, ces éléments sont expertisés au paragraphe 2.5.2 du présent rapport.

2.3. RECONNAISSANCE DU CORPS DE LA DECHARGE (TERME SOURCE)

2.3.1. Etude historique

Une étude interne à la chimie bâloise (étude du 26 avril 1999) a tenté de tracer l'historique du stockage des déchets des industries de la chimie bâloise. Cette étude ne fait pas partie des documents remis au BRGM pour expertise, mais le rapport [31] en détaille les principaux aspects. La présente tierce-expertise ne peut vérifier les éléments synthétisés par ANTEA, les sources et détails de l'analyse n'étant pas présentés dans l'étude.

Selon la synthèse ANTEA, les déchets chimiques ont été entreposés entre 1957 et 1960, la quantité de déchets chimiques entreposés est évaluée à 900 tonnes, ce qui correspondrait à 1/10 du volume total des déchets reçus par la décharge ([31]).

La connaissance géographique de l'emprise du stockage des déchets est reconstruite par ANTEA à partir de photographies aériennes et des observations de terrain ([31]). Le volume de déchets constituant le comblement du ravin est estimé à 6000 m³. Cette dernière information ne peut pas être vérifiée avec les éléments fournis (voir paragraphe 2.3.2). Cette remarque entraîne un défaut de lisibilité et de transparence sur la description de la source de pollution.

2.3.2. Reconnaissance directe du corps de la décharge

Géométrie

Le corps de la décharge a été reconnu au moyen de deux sondages carottés (Proe8 et Roe-MSG1), ils permettent d'appréhender la profondeur de la décharge et la profondeur impactée par les déchets au droit des deux secteurs investigués ([31] et [35]) dans l'axe de la décharge (axe de l'ancien thalweg). Les investigations réalisées ne permettent cependant pas d'évaluer la superficie de la décharge, même s'il est supposé qu'elle se limite à l'ancien ravin du Roemisloch. La puissance moyenne du corps de la décharge reconnue par ces deux sondages serait d'environ 5 m, la profondeur de terrains impactés sous les déchets serait supérieure à 4 m de profondeur sous les déchets (selon les indices organoleptiques).

Nous notons que les différentes cartes présentées dans le rapport [31] montrent une superficie moyenne de la décharge de 3000 m². Le volume de la décharge est estimé à 6000 m³ (source d'information ou d'évaluation non mentionnée par ANTEA).

Des investigations à la pelle mécanique auraient permis de caractériser plus précisément la source de pollution (volume de la zone source et de la phase organique éventuelle), ainsi que d'appréhender la surface réelle du corps de la décharge.

Résultats d'analyses des déchets et matériaux constituant la décharge

Les commentaires d'ANTEA par rapports aux résultats d'analyses des trois échantillons de déchets prélevés sont globalement conformes aux résultats d'analyses.

Les résultats analytiques concernant le screening CPG/MS sur l'échantillon Roe-MSG-1b sont commentés par ANTEA ([31]), les bordereaux de résultats bruts du laboratoire ne sont pas présentés. Selon ANTEA, le screening montre qu'une partie des substances identifiées (proposition d'identification) ne serait pas quantifiée par les analyses ciblées (environ 1/3 de la masse des polluants contenus dans les déchets). De manière générale, dans le cadre d'une étude de risques, la liste des substances recherchées ne représente souvent qu'une partie du panache des composés organiques réellement présents et ceci est d'autant plus vrai que la source de pollution est complexe et qu'on est rapidement confrontés aux limites techniques des analyses par chromatographie CPG/MS. Parmi ces substances, il est nécessaire dans le cadre d'une étude de risques sur les eaux, d'étudier les traceurs les plus mobiles (solubilité élevée, coefficient de retard faible...) et les plus persistants. Cette méthodologie est suivie par ANTEA dans la suite de l'étude de risque sur les ressources en eau.

Résultats d'analyses des sols de surface

Les trois échantillons de sols de surface prélevés ne présentent pas de détection pour les composés analysés. Ces sols ont été analysés pour quantifier le risque sanitaire par voie d'exposition directe (partie expertisée par l'INERIS).

Résultats d'analyses des sols naturels sous les déchets

Les indices organoleptiques présentés sur les coupes géologiques des deux sondages ([35]) montrent que les terrains sous la décharge sont pollués sur au moins 4 m de profondeur sous la base de la décharge.

Les commentaires réalisés par ANTEA sur les résultats d'analyse de deux échantillons de terrain sous la décharge sont valides vis-à-vis des résultats analytiques.

Les analyses réalisées sur les échantillons de terrains situés sous la décharge (RoemSG-1c à 10 m de profondeur et RoemSG-2b à 8 m de profondeur, soit respectivement à 2,5 et 3,3 m sous la décharge selon les coupes géologiques du rapport [35]) montrent une atténuation importante des concentrations en polluants entre le corps de la décharge et les terrains sous-jacents.

2.3.3. Eaux souterraines

Les investigations réalisées par ANTEA (prélèvements sur Proe8 et Roe-MSG1 au droit de la décharge) ont permis de définir les caractéristiques chimiques des eaux souterraines au sein de la décharge.

Nous notons que cette campagne de prélèvements a été réalisée en période de hautes eaux; la quasi-totalité de l'épaisseur des déchets chimiques est saturée. Les résultats obtenus sont donc caractéristiques de la signature chimique des eaux souterraines de la quasi-totalité du volume de la décharge (ces analyses au droit de la décharge sont intégrateurs de l'ensemble du volume de déchets saturé).

Les commentaires réalisés par ANTEA sur les résultats d'analyse des deux échantillons d'eaux souterraines de la décharge sont valides.

Nous notons que les métaux, les BTEX et les HAP n'ont pas été analysés dans les eaux souterraines au droit de la décharge alors qu'ils ont été détectés en concentration non négligeable, notamment pour les BTEX et les HAP, dans les sols de la décharge. Cependant, nous notons que les métaux, les BTEX et les HAP ont été analysés en mars 2007 en aval de la décharge dans les eaux souterraines et les eaux de surface, ce qui est valide vis-à-vis de l'étude des transferts dans les eaux. Ces analyses auraient pu être réalisées au droit de la décharge pour évaluer les concentrations dans la source de pollution. Cependant, les screenings montrent que ces composés ne sont qu'un faible pourcentage de l'ensemble de la charge en polluants organiques reconnue dans les eaux souterraines. Cette remarque est un défaut de conformité qui n'a pas d'incidence notable sur la démarche poursuivie dans l'étude de risques.

2.4. ETUDE DES VOIES DE TRANSFERT VIA LES EAUX

2.4.1. Méthodologie retenue par ANTEA

La méthodologie retenue pour l'EDR sur les ressources en eau est valide vis-à-vis du guide méthodologique sur les EDR (version 0 de juin 2000 du MATE /MEDD - Editions du BRGM). C'est une appréciation des risques sur la base de « mesures des concentrations dans les milieux en prenant en compte les évolutions spatiales et temporelles » et sur la base de « simples calculs » à partir des équations de transfert (définition de l'« évaluation de première approche » du Guide, Editions du BRGM, 2000). En effet, le contexte géologique et hydrogéologique (multicouche, aquifères semi-capitifs, drainage de la nappe par le Roemischloch...) ne se prête pas ou difficilement à une modélisation numérique des transferts. L'établissement d'un schéma conceptuel sur la base des informations de terrain et des calculs en ordre de grandeur semble suffisant pour approcher les risques sur les cibles eaux.

Ainsi, la démarche adoptée par ANTEA dans son rapport de synthèse [31] est valide et proportionnelle à ce type de pollution et de contexte.

2.4.2. Campagnes de prélèvements et de suivis

Fréquence des campagnes de mesures

De nombreuses campagnes de prélèvements ont été réalisées depuis mars 2001, en période de basses et de hautes eaux. Ces campagnes concernent les milieux eau souterraine et eau superficielle. Elles permettent d'avoir une image représentative des variations des concentrations en fonction de la pluviométrie.

Depuis novembre 2005, un programme d'échantillonnage et d'analyses de fréquence semestrielle a été mis en place. De plus, ANTEA propose de réaliser des prélèvements périodiques plus fréquents sur les eaux superficielles en période de hautes eaux (périodes de « bouffées polluantes » lors de la remontée de la nappe dans le massif des déchets). Ceci doit permettre de surveiller d'une part les variations des concentrations en polluants durant un cycle d'un évènement pluvieux et d'autre part de juger de l'effet bénéfique (écrêtage des pics de concentration) de l'aménagement récent du thalweg au pied de décharge.

La fréquence des campagnes est cohérente et satisfaisante pour ce type d'étude.

Protocole opératoire

La méthodologie de prélèvement, le conditionnement des échantillons et leur envoi au laboratoire sont décrits clairement par ANTEA ([29]), les protocoles mis en œuvre apparaissent valides vis-à-vis de l'état de l'art.

Programmes analytiques retenus

Le programme analytique est justifié par ANTEA dans son rapport [29].

Le programme analytique retenu depuis octobre 2003 et jusqu'en novembre 2004 a été élaboré conjointement par l'université de Bâle (Pr. Oehme) et par ANTEA sur la base des résultats de campagnes antérieures (depuis 2001) et des analyses par CPG/MS. Le programme analytique choisi à partir d'octobre 2005 est expliqué de manière transparente dans le rapport ANTEA [8], il est réalisé notamment sur la base des éléments suivants :

- de critères de présence lors des investigations précédentes et des empreintes chromatographiques CPG/MS réalisées antérieurement,
- de critères de mobilité,
- de la nature de la substance en tant que traceur de la chimie bâloise.

Le choix des polluants est transparent et cohérent avec les résultats analytiques obtenus pendant les investigations antérieures. Cependant, pour certaines familles de polluants, les produits de dégradation n'étaient pas retenus dans le programme initial 2003-2004. C'est le cas par exemple de la famille des COHV, le dichloroéthylène et le chlorure de vinyle (cv) auraient dû être inclus au programme analytique.

Nous notons que les dernières campagnes de prélèvement (printemps et octobre 2006 ainsi que mars 2007) prennent en compte des paramètres supplémentaires :

- le Cis 1,2 dichloroéthylène comme produit de dégradation des PCE et TCE ;
- des barbituriques supplémentaires (mephobarbital et aprobarbital), leur prise en compte est justifiée dans le rapport [28] par le développement de la méthode d'analyse des barbituriques ;
- le surfynol 104 a également été recherché lors de la campagne de printemps 2006, ce paramètre fait l'objet de rapports du bureau d'étude suisse BMG (voir document [21], annexe 2).

Certains composés présents en aval de la décharge n'ont pas été retenus car ils ne seraient pas issus des déchets de l'industrie bâloise (benzène, xylènes...) selon les études du GIDRB. Ces substances sont pourtant des traceurs de la décharge au sens large et doivent être caractérisés dans le cadre d'une EDR sur les ressources en eau.

C'est pourquoi, en mars 2007, les BTEX, les HAP et les métaux ont été ajoutés dans le programme analytique, à la demande des tiers experts INERIS et BRGM (rapports d'étape 2007) de manière à compléter les EDR. Nous notons cependant que le CV, produit de dégradation des composés chlorés PCE et TCE n'a pas été analysé systématiquement en mars 2007.

Hormis ce point, la démarche générale adoptée pour mettre en évidence et pour suivre les principaux traceurs de la décharge reste globalement adaptée et conforme aux règles de bonne pratique.

2.4.3. Interprétation des résultats d'analyses dans les eaux souterraines

Alluvions anciennes

L'ensemble des résultats d'analyses est synthétisé sous forme de tableau dans le rapport [35]. Les résultats sont brièvement commentés par ANTEA ([31]).

Les concentrations dans les eaux souterraines sont comparées aux concentrations maximales admissibles (CMA) du Code de la Santé Publique (Arrêté du 11 janvier 2007) qui définit la conformité de l'eau destinée à la consommation humaine. Nous rappelons que l'approche française actuelle (Circulaire du 8 février 2007) considère en effet que l'état des milieux considéré doit être comparé :

- aux concentrations de référence des milieux naturels voisins des zones d'investigations, tenant compte des concentrations géochimiques naturelles et des « anomalies » géochimiques locales.
- aux valeurs réglementaires en France, en cohérence avec les usages des eaux définis dans le schéma conceptuel.

Les valeurs de références retenues par ANTEA sont des valeurs réglementaires valables pour un usage « eau potable ». Pour les autres usages (abreuvement d'animaux, irrigation...), nous rappelons que la qualité des cours d'eau et des eaux souterraines était évalué en France par des systèmes d'Evaluation de la Qualité des Eaux (SEQ). Actuellement ces systèmes sont progressivement abandonnés du fait de la transcription de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE n° 2000/60/CE) qui doit définir des Systèmes d'Evaluation de l'Etat des Eaux (SEEE).

Les valeurs de références présentées par ANTEA ([35]) sont uniquement retenues, à titre indicatif, comme valeur de comparaison objective des résultats analytiques. Elles ne sont pas utilisées dans le but d'établir une éventuelle relation avec des risques sanitaires, en effet les usages des eaux souterraines au droit et au voisinage de la décharge ne correspondent pas aux usages des valeurs de référence retenues (usage domestique, eau potable).

Nous notons qu'ANTEA a pris également en compte l'approche suisse qui définit des valeurs de référence pour l'évaluation des atteintes portées aux eaux par un site pollué (référence de l'OSites). Ce sont des valeurs d'intervention, elles sont données à titre indicatif, en cas d'absence de valeurs françaises.

L'approche choisie par ANTEA pour l'interprétation des résultats analytiques et les valeurs de référence retenues sont majorantes et valides via à vis de l'approche française.

Nous notons que la valeur de référence présentée dans les tableaux d'analyses ([35]) pour la somme des HAP (0,1 µg/l) concerne en fait la somme (benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, indéno(1,2,3-cd)pyrène). Cette remarque n'a pas d'impact sur les interprétations des résultats réalisées par ANTEA.

Les métaux

Des métaux sont détectés dans les eaux souterraines des Alluvions, les résultats d'analyse de 2007 ne mettent pas en évidence d'impact de la décharge en métaux sur les eaux souterraines des Alluvions.

Les composés organiques

Les piézomètres situés en aval de la décharge dans les Alluvions sont Proe 1 et Proe 7, ce sont les deux piézomètres les plus impactés par les polluants présents dans la décharge. ANTEA note la présence en concentrations non négligeables pour les composés suivants :

- Amines aromatiques,
- Chlorobenzène,
- Heptabartital,
- 4-chlorphénylméthylsulfone,
- 1,4-dioxane.

Les remarques suivantes sont relevées par ANTEA :

- Parmi les Amines, ce sont les **monochloroanilines** et les **dichloroanilines** qui prédominent dans la nappe des Alluvions. Il est noté également la présence des composés suivants en concentration particulièrement élevée sur Proe7 en mars 2007 : **chlorobenzène** (5525 µg/l), **benzène** (176 µg/l), **heptabartital** (241 µg/l).
- De plus, sur Proe7 qui est le piézomètre le plus impacté par la décharge (en aval immédiat), les concentrations ne sont pas négligeables en COHV (PCE, TCE, CisDCE et CV), en naphthalène, en crotamiton et plus ponctuellement en 1-chlor-4-nitrobenzène (15 µg/l en mars 2007).
- Les concentrations en chlorure de vinyle, TCE et benzène dépassent les valeurs guides françaises et OMS dans les Alluvions en aval immédiat (vérifié pour la campagne de mars 2007).

L'ancienne source AEP ES6 n'a pas été analysée en 2007, cette démarche est bien justifiée par ANTEA (voir paragraphe 2.4.6).

ANTEA note une corrélation possible entre la charge en composés organiques et le niveau piézométrique, en effet pour Proe7, la concentration augmente avec le niveau piézométrique. Pour les autres piézomètres (Proe1, Proe2, Proe3) cette corrélation est moins évidente.

Le surfnol est détecté dans les alluvions en aval direct de la décharge et n'est pas détecté dans les piézomètres latéraux. La présence de cette molécule dans les eaux souterraines en aval pourrait donc être liée à la présence de la décharge comme le mentionne ANTEA ([31]). Les concentrations sur Proe7 en aval immédiat sont inférieures à 2,2 µg/l (trois campagnes d'analyses).

Dans les eaux de surface, cette molécule est également détectée en aval immédiat de la décharge (concentration maximale de 1,4 µg/l)

Cependant, nous notons que la campagne d'analyses menée sur les eaux souterraines au droit de la décharge n'a pas mise en évidence de surfynol sur Proe8 (une analyse).

Molasse alsacienne

L'ensemble des résultats d'analyses est synthétisé sous forme de tableau dans le rapport [35]. Les résultats sont brièvement commentés par ANTEA ([31]).

La méthodologie de comparaison des résultats d'analyses à des valeurs guides est la même que pour les Alluvions (voir remarque précédente).

Les métaux

Des métaux sont détectés dans les eaux souterraines de la Molasse, les résultats d'analyse de 2007 ne mettent pas en évidence d'impact de la décharge en métaux sur les eaux souterraines de la Molasse.

Les composés organiques

ANTEA note l'existence d'un impact localisé de la décharge sur les eaux de la Molasse; cet impact est mis en évidence par les principaux composés détectés sur Proe6-mo, situé en aval immédiat de la décharge :

- Amines aromatiques,
- Composés aromatiques chlorés,
- 4-chlorphénylméthylsulfone,
- COHV,
- BTEX,
- HAP,
- Biocides (crotamiton, desmetryne)

Nous notons que, dans la nappe de la Molasse comme dans la nappe des Alluvions, ce sont les **monochloroanilines** et les **dichloroanilines** qui prédominent parmi les Amines ; et c'est le **chlorobenzène** qui prédomine parmi les composés aromatiques chlorés (980 µg/l en mars 2007 sur Proe6-mo).

Nous notons également la présence en concentration non négligeable d'**heptabarbital** (45 µg/l en mars 2007 sur Proe6-mo), de **benzène** (28 µg/l en mars 2007 sur Proe6-mo) et de **4-chlorphénylméthylsulfone** (55 µg/l en mars 2007 sur Proe6-mo).

Les valeurs guides sont dépassées sur Proe6-mo pour : benzène, 1,4-dichlorobenzène, et desmetryne.

Problématique concernant les dioxines

Les points prélevés pour analyse de dioxines en octobre 2005 sont les deux piézomètres en aval de la décharge dans les Alluvions (Proe1 et Proe7), le piézomètre en aval de la décharge dans la Molasse (Proe4-mo), le captage AEP et les eaux du Roemislochbach. La présence de traces est mise en évidence sur les deux piézomètres captant la nappe des Alluvions en aval de la décharge ([31]). ANTEA indique, sur la base de l'expertise du Professeur Rotard (Rotard, 2006), que les analyses réalisées ne permettent pas de juger de l'impact de la décharge sur la concentration en dioxines en aval de la décharge.

Selon le document du Professeur Rotard, les dioxines détectées dans les eaux souterraines peuvent provenir de la décharge aussi bien que des terrains naturels argileux (processus biogènes).

En effet, vu les faibles concentrations de dioxines détectées dans les eaux en aval immédiat du site (maximum de 1,5 pgTEQ/l dans les eaux superficielles du Roemisloch, échantillon ES8) et vu l'absence de prélèvement et d'analyse en amont du site permettant d'estimer le bruit de fond géochimique ou anthropique, l'origine des

dioxines n'est pas interprétable (retombées atmosphériques, décharge, lixiviation des sols naturels argileux...). Pour comparaison, la réglementation de l'Ontario (Canada) fixe à 15 pgTEQ/l la norme de qualité de l'eau potable pour l'Equivalent Toxique des dioxines. Les concentrations détectées en aval immédiat de la décharge sont inférieures à cette norme de qualité.

2.4.4. Voies de transfert étudiées

Connaissances acquises lors des études

Les voies de transfert étudiées par ANTEA par l'intermédiaire d'investigations de terrain et d'analyses en laboratoire sont les eaux de surface (Roemislochbach et Neuwillerbach jusqu'à la frontière suisse) et les eaux souterraines dans un rayon de 100 m autour de la décharge (8 piézomètres). Deux points extérieurs à ce rayon (puits Holner et captage AEP) ont également été inclus dans les campagnes de prélèvements.

Les voies de transfert mises en évidence et discutées sont les suivantes ([31]) :

- transfert dans les eaux de surface en période de hautes eaux,
- transfert verticaux et latéraux dans la nappe des Alluvions anciennes par convection (direction Nord-Ouest) et diffusion moléculaire,
- transferts verticaux et latéraux dans la nappe de la Molasse par convection (direction Nord à Nord-Ouest) et diffusion moléculaire.

La migration verticale et latérale d'une éventuelle phase organique dense et non miscible (DNAPL) est également discutée.

L'étude des transferts est associée à un modèle hydrogéologique présenté sur les figures 11 et 14 du rapport [31] (coupe et bloc diagramme).

Commentaires

La coupe et le bloc diagramme synthétiques ont été réalisés par ANTEA pour faciliter la compréhension de la géométrie des diverses structures géologiques et hydrogéologiques présentes autour du corps de la décharge. Les éléments présentés sont valides, conformes aux résultats des investigations réalisées et permettent une bonne lisibilité des commentaires concernant l'étude des transferts.

Les commentaires d'ANTEA sur le transfert éventuel d'une phase organique dense sont valides vis-à-vis des observations faites lors des investigations sur site et des résultats d'analyses sur les eaux souterraines. Selon les études réalisées par ANTEA, il est peu probable qu'il y ait la présence d'une phase dense importante, cependant, il est toujours possible qu'on soit en présence de petites poches très localisées de phases organiques au sein des déchets.

Transferts verticaux (phase aqueuse)

Les mesures piézométriques réalisées sur la nappe des Alluvions et sur la nappe de la Molasse mettent en évidence un différentiel de pression qui, en période de hautes eaux, tend à induire un flux de polluants dissous *per descensum* au travers des horizons semi-perméables situés entre les deux couches. Ce différentiel de pression serait lié au fait qu'en période de forte pluviométrie, l'aquifère des Alluvions se recharge plus vite que l'aquifère de la Molasse ([31]). Ce schéma de transfert est valide et cohérent avec les cartes piézométriques établies et l'évolution de la piézométrie observée.

L'utilisation de la loi de Darcy pour évaluer les vitesses de transfert verticales des eaux est conforme (tableau 12 du rapport [31]), les hypothèses retenues concernant les perméabilités et les porosités sont valides, cependant la source de ces hypothèses aurait pu être mentionnée par ANTEA et des calculs avec différentes porosités cinématiques auraient pu être réalisés. Le calcul du gradient hydraulique vertical (entre alluvions et molasses) est une approche en ordre de grandeur qui est cohérente avec l'agencement des piézomètres dans le voisinage de la décharge. Les résultats obtenus sur les vitesses verticales sont des ordres de grandeur valides vis-à-vis de l'état de l'art.

L'hypothèse de la formation d'un dôme piézométrique ponctuel dans le corps de la décharge est expliquée (page 84 du rapport [31]) par un bilan en terme de flux d'eau (entrées/sorties). Ce bilan reste toutefois très hypothétique et incomplet, le débit de résurgence des eaux de la décharge vers les eaux de surface du Roemischloch n'est en effet pas pris en compte dans ce bilan. Cependant, le schéma conceptuel est valide et il est jugé que l'établissement d'un bilan plus précis n'est pas possible dans l'état des connaissances actuelles et n'est pas proportionnel à l'étude de risque en jeu.

L'importance du transfert par convection par rapport au transfert par diffusion est évaluée par ANTEA sur la base du nombre de Peclet. La méthodologie générale adoptée est valide. Les calculs sont réalisés par ANTEA pour des argiles sableuses, ils donnent un nombre de Peclet de l'ordre de 5. En prenant l'hypothèse d'un sable fin, nous obtenons un nombre de Peclet de l'ordre de 10. De manière générale, l'évaluation du nombre de Peclet reste inférieure à 100, ce qui, dans le cas des hypothèses de perméabilité et de porosité retenues, met en évidence la dominance du phénomène de diffusion par rapport à celui lié à la convection (pour le transfert vertical).

Il est cependant clair qu'avec les incertitudes inhérentes à l'estimation de la perméabilité et de la porosité, les évaluations des transferts par convection et diffusion ne peuvent être précises et donnent juste des ordres de grandeur permettant de juger qualitativement des phénomènes de transfert.

Transferts latéraux

Les vitesses de migrations latérales dans la Molasse sont calculées par ANTEA pour deux hypothèses de perméabilité et de porosité. Les calculs de vitesse effective sont

conformes aux méthodologies (loi de Darcy), ils permettent d'apprécier la sensibilité de ces calculs qui donnent des vitesses très différentes en fonction des hypothèses retenues.

Dans la Mollasse, la vitesse de migration latérale serait inférieure au mètre par jour ; dans les Alluvions elle serait de quelques mètres par jour, selon les hypothèses de calculs retenues.

Les commentaires réalisés par ANTEA sur les directions d'écoulement principaux et l'explication donnée pour les traces de polluants observées dans les zones latérales à la décharge sont valides (dôme piézométrique localisé et ponctuel, transfert par diffusion).

Facteurs d'atténuation

ANTEA discute de l'importance des facteurs d'atténuation potentiels :

- Dispersion et dilution :

Le taux de dilution du panache de polluants serait accentué selon ANTEA par le fait que le Roemislochbach constitue un axe de drainage de l'aquifère des alluvions. En effet, selon les cartes piézométriques des alluvions, le Roemislochbach constitue un axe de drainage en aval immédiat de la décharge. L'ordre de grandeur du taux de dilution présenté dans le tableau 15 du rapport [31] est cohérent avec la géométrie du site.

- Sorption (facteur de retard) :

Les calculs des facteurs de retard (tableau 16 du rapport [31]) sont valides et permettent, pour les traceurs de la décharge de mettre en évidence les polluants les plus mobiles. Il en est déduit que la vitesse de transfert des polluants est inférieure au mètre par jour. Avec les données actuelles (incertitudes sur les perméabilités et porosité), il n'est pas possible d'affiner ce calcul.

- Biodégradation :

De manière générale, les mécanismes de biodégradation devraient être étudiés en considérant trois faisceaux de preuves (BRGM, 2005) :

- l'analyse de la présence dans les eaux souterraines de produits de dégradation des composés organiques identifiés. Cette première étape permet de déterminer si des processus de dégradation bactérienne sont en cours ;
- l'analyse de paramètres physico-chimiques en vue d'appréhender l'aptitude du milieu à la biodégradation naturelle ;
- l'analyse de paramètres microbiologiques concernant la densité de population bactérienne et l'identification des populations présentes sur le site.

Dans le cas de la décharge du Roemisloch, il existe en effet des preuves d'une biodégradation des COHV au sein de la décharge, comme le note ANTEA : présence de métabolites, conditions anaérobies, concentrations en méthane dans les gaz du sol.

Cependant, dans le cas présent, les concentrations en accepteurs d'électrons, excepté la concentration en oxygène, n'ont pas été mesurées (fer III, sulfates, nitrates...) et les conditions de biodégradation des composés organiques polluants principaux (amines et chlorobenzène) sont, dans la littérature, peu connus, ce qui rend l'analyse difficile. De plus, dans le cas d'une pollution complexe comportant diverses familles de polluants, l'évaluation de l'atténuation naturelle est rendue plus complexe.

Les commentaires d'ANTEA sur la biodégradation sont valides, cependant les investigations n'ont pas été réalisées dans le but d'évaluer la biodégradation des composés mais dans le but de diagnostiquer cette pollution et son extension. Nous notons d'ailleurs qu'ANTEA ne retient pas le processus de biodégradation pour l'évaluation des impacts sur les cibles potentielles.

Nous notons que les différents rapports présentent les paramètres physico-chimiques pour les prélèvements d'eaux souterraines, excepté pour les deux réalisés au droit de la décharge (pH, potentiel redox, concentration en oxygène). Cette remarque entraîne un défaut de lisibilité sans impact sur la cohérence de l'étude.

2.4.5. Etude de la qualité des eaux superficielles

L'ensemble des résultats d'analyses est synthétisé sous forme de tableau dans le rapport [35]. Les résultats sont brièvement commentés par ANTEA ([31]).

La méthodologie de comparaison des résultats d'analyse à des valeurs guides est la même que pour les eaux souterraines (voir remarque du paragraphe 2.4.3).

Les métaux

Des métaux sont détectés dans les eaux superficielles, les résultats d'analyses de 2007 montrent que les concentrations en nickel et en baryum en aval immédiat de la décharge sont supérieures aux concentrations dans les autres échantillons. Cependant, comme le précise ANTEA, les concentrations dans les eaux superficielles restent de l'ordre de grandeur des valeurs obtenues dans les eaux souterraines du secteur.

Les composés organiques

Les composés principaux détectés dans les eaux de surface du Roemislochbach en aval immédiat de la décharge sont présentés par ANTEA : amines aromatiques (chloroanilines et dichloroanilines), monochlorobenzène, 1,4-dioxane, 4-chlorophénylméthylsulfone et heptabarbital ; COHV et nitroaromatiques en faible concentration. Nous ajoutons que le crotamion est également détecté en concentration non négligeable.

Comme le précise ANTEA, les concentrations obtenues sur les eaux superficielles mettent en évidence une pollution du ruisseau par des émissions plus concentrées en période de hautes eaux.

ANTEA précise également que les composés retrouvés dans le Roemislochbach sont les plus solubles et les plus persistants. Nous notons que, les dichloroanilines et l'heptabarbital, qui sont relativement moins solubles (solubilité inférieure à 1000 mg/l) que les anilines et chloroanilines (solubilité supérieure à 1000 mg/l), sont retrouvés en concentration élevée dans les eaux de surface en aval de la décharge (voir les résultats en ES DECH2 où les concentrations en dichloroanilines, notamment 2,3-dichloroaniline sont supérieures aux concentrations en aniline et chloroanilines). En ES8, les amines aromatiques détectées principalement sont des **dichloroanilines**, les autres composés détectés en concentration non négligeable sont **heptabarbital** et **1,4-dioxane**.

Sur le Neuwillerbach, le prélèvement retenu par ANTEA en amont de la confluence avec le Roemislochbach depuis octobre 2002 est justifié dans le rapport, il pourrait cependant être placé un peu plus en amont de manière à éviter l'impact des éventuels transferts depuis les terrains sous-jacents au Roemislochbach. La concentration élevée ponctuelle en TCE détectée en mars 2002 sur ES5 n'est pas interprétable car aucun prélèvement amont n'avait été effectué de manière concomitante. De plus, nous notons qu'aucun prélèvement n'est prévu en aval immédiat de la confluence avec le Roemislochbach dans le programme de suivi, ce qui manque à l'analyse de risques sur le Neuwillerbach.

Comme le note ANTEA ([31]), la signature hydrogéochimique des Alluvions et des eaux superficielles en aval immédiat de la décharge est différente, cependant, nous notons que les amines aromatiques sont les polluants principaux dans les deux milieux.

2.4.6. Qualité des sources et fontaines communales

Les sources communales de Neuwiller ont été analysées en 2001, 2002 et/ou 2007. Les traceurs de la décharge (notamment amines aromatiques) n'ont jamais été détectés sur ces points.

La source ES6 (ancien captage AEP) a été analysée en 2001, nous notons que les amines aromatiques n'ont jamais été analysées sur cette source. Selon des documents obtenus par ANTEA pour son étude des cibles potentielles, la décharge était située dans l'ancien Périmètre de Protection Rapproché de cette source (les justifications scientifiques de ce périmètre sont inconnues). Cependant, les connaissances sur l'hydrogéologie locale développées suite aux études menées par ANTEA montrent l'absence de relation entre la décharge et cette source. C'est pourquoi ANTEA n'a pas jugé utile d'inclure cette source dans le suivi, cette démarche nous semble justifiée.

2.5. ANALYSE DE L'IMPACT SUR LES CIBLES POTENTIELLES

2.5.1. Usages des eaux souterraines et de surface

Usages des eaux en général

Le Schéma Directeur d'Aménagement de Gestion des Eaux (SDAGE) ainsi que le Schéma d'Aménagement de Gestion des Eaux (SAGE) est précisé sur le site, conformément à ce qui est proposé dans la démarche EDR.

Usages des eaux souterraines

Une enquête de terrain pour localiser les ouvrages de prélèvements sur les eaux souterraines semble avoir été réalisée même si cette démarche n'est pas mentionnée dans les différents rapports. L'étude n'indique pas d'usages sensibles des eaux souterraines sur le site ou à proximité immédiate.

Divers ouvrages sont localisés hors site (captages AEP, Alimentation en Eau Agricole-AEA, anciennes sources).

Pour les captages AEP, les formations exploitées ainsi que les périmètres de protection sont bien précisés par ANTEA ([31]). D'après le rapport, les anciennes sources AEP ne sont plus utilisées, elles seraient drainées par une canalisation qui alimente le Roemislochbach.

Dans le cas du puits Holner (AEA occasionnel), la nature de l'aquifère exploité ne peut être déterminée puisque la coupe géologique de l'ouvrage n'a pas été retrouvée. Vu la profondeur de l'ouvrage mentionnée (8 m de profondeur), ce puits ne capte que la zone superficielle de l'aquifère de la Molasse.

Les sources communales ES9, ES11 et ES12 seraient alimentées par des niveaux proches de ceux du puits Holner.

Les expositions sont bien précisées par ANTEA pour chacune des cibles (ex : contact possible avec adultes et enfants dans le cas des sources communales).

Usages des eaux superficielles

L'étude de risques prend en compte les usages des cours d'eau et notamment du Roemislochbach :

- il est accessible aux promeneurs sur certaines parties (il est busé au droit du village),
- il traverse des pâturages et pourrait être utilisé pour l'abreuvement des bovins,
- il passe à proximité de potagers et pourrait servir pour l'arrosage.

Le rapport de synthèse [31] précise que le Neuwillerbach fait l'objet, sur sa partie suisse (zone en aval, secteur d'Allschwil), d'un projet de retenue d'eau avec la création d'une zone de protection du biotope. Des informations complémentaires auraient pu être mentionnées sur ce projet et sur sa réglementation.

2.5.2. Vulnérabilité des eaux superficielles et souterraines

Captage d'Alimentation en Eau Potable

La vulnérabilité du captage AEP de Neuwiller est évaluée par ANTEA par l'intermédiaire de considérations hydrogéologiques, chimiques et d'un calcul de l'ordre de grandeur de la largeur du front d'appel ([31]).

Les éléments présentés sont justifiés et militent en faveur d'un captage peu vulnérable à la pollution du site. En effet :

- le captage est en situation latérale vis-à-vis des écoulements souterrains par rapport au site, à environ 800 m,
- les niveaux exploités sont situés à 30 m sous la décharge,
- le piézomètre intermédiaire entre la décharge et le captage présente des traces de polluants (Proe5-mo situé à 70 m de la décharge).

Le calcul réalisé pour évaluer la largeur du front d'appel utilise la méthode de Wyssling, cette méthode est valide pour un aquifère confiné mais suppose une transmissivité uniforme dans l'aquifère, ce qui est une approximation pour le captage de Neuwiller. Les résultats obtenus doivent donc être utilisés avec précaution. Les vérifications réalisées montrent que les calculs réalisés par ANTEA sont valides, une étude de sensibilité est menée sur les paramètres transmissivité et gradient. La principale incertitude reste le gradient hydraulique, aucune source d'information n'est donnée par ANTEA pour évaluer ce paramètre.

Les résultats montrent que la décharge est située hors de la zone d'appel du captage en supposant que le débit d'exploitation reste le même dans le futur (15 m³/h). La vérification réalisée estime une distance de la décharge au rayon d'action un peu plus faible que celle présentée par ANTEA (600 m contre 400 m), cependant, vu les incertitudes inhérentes à cette évaluation, nous estimons que l'ordre de grandeur estimé par ANTEA est valide et prend bien en compte la marge d'incertitudes.

Sources communales et puits agricole Holner

ANTEA précise que ces ouvrages captant approximativement le même horizon, il est supposé que le degré de vulnérabilité est semblable. Cette hypothèse est valide dans l'état des connaissances actuelles.

Les hypothèses concernant la justification des traces de composés détectés sur le puits Holner et susceptibles de provenir de la décharge sont présentées par ANTEA : artefact analytique ou transfert via les eaux superficielles ou souterraines.

ANTEA tendrait plutôt à supposer un artefact analytique en comparant les concentrations en ES8 et celles du puits Holner, nous attirons l'attention sur le fait que les résultats d'analyses simultanés sur le puits Holner et sur les eaux superficielles ES8 ne devraient pas être comparées puisque les temps de transfert des polluants entre ces deux points et la décharge sont certainement très différents (phénomènes d'infiltration, de relargage progressif...).

Ces incertitudes pourraient être affinées par la poursuite du suivi des eaux de surface du Roemislochbach, du puits Holner, des sources communales et d'un éventuel piézomètre placé entre la décharge et le puits Holner dans la vallée du Roemislochbach.

Eaux de surface

Les eaux de surface sont jugées vulnérables car elles drainent, notamment en période de hautes eaux, le corps de la décharge et des Alluvions. L'évaluation réalisée par ANTEA sur la base des nombreux suivis chimiques et piézométriques est valide. Le milieu eau de surface est vulnérable vis-à-vis de la pollution du site.

2.5.3. Schéma conceptuel des transferts

Le schéma conceptuel des transferts dans les eaux souterraines des Alluvions, de la Molasse et des transferts dans les eaux superficielles présenté par ANTEA est valide et cohérent avec les résultats de suivi analytique et piézométrique depuis 2001 (figures 49 du rapport [31]).

Des essais de quantification de ces transferts ont été réalisés en ordre de grandeur. Les phénomènes présentés et les méthodologies retenues (Darcy, Pecllet...) sont valides. Il semble difficile, dans le cadre du contexte étudié (aquifère multicouche, nappes semi-captives en communication, inversion des différences de pression dans le temps et dans l'espace) de quantifier plus finement ces phénomènes en restant dans le cadre d'une étude proportionnée au contexte.

Les éléments présentés sont transparents et les investigations réalisées sont itératives et proportionnelles aux risques supposés.

Les incertitudes, suite à l'EDR sur les ressources en eau, résident principalement sur la connaissance de l'impact des eaux souterraines en aval de la décharge sur les niveaux d'eau situés à proximité du Roemislochbach. Ces niveaux d'eau sont cependant actuellement très peu exploitées (un captage AEA utilisé occasionnellement).

2.6. CONCLUSIONS SUR LES ETUDES MANDATEES PAR LE GIDRB POUR LA DECHARGE DU ROEMISLOCH - RECOMMANDATIONS

La présente tierce-expertise a été réalisée par le BRGM mandaté par le GIDRB à cet effet. Le champ d'application de la présente tierce-expertise a été défini lors de la réunion du groupe de travail d'information du 21 avril 2006 et de la réunion du GIDRB/ANTEA/NERIS/BRGM dans les locaux de la DRIRE à Colmar le 25 septembre 2007. Pour le BRGM, le champ d'application concerne l'analyse critique des aspects méthodologiques, réglementaires, géologiques et hydrogéologiques des études réalisées par le bureau d'étude ANTEA sur ce site.

Au terme de cette analyse critique, il apparaît que la pollution des eaux de surface et des eaux souterraines est bien caractérisée à proximité du site (plusieurs campagnes à minima semestrielles depuis 2001 sur divers points) et que le schéma des transferts dans les eaux est valide et suffisamment précis vis-à-vis des cibles mises en évidence.

Des incertitudes demeurent sur la connaissance des transferts dans les eaux souterraines en aval de la décharge (Alluvions au Nord-Ouest dont puits Holner, Molasse superficielle au Nord de la décharge), notamment en ce qui concerne la prédiction des concentrations attendues à moyen et long terme, qui n'est pas approchable sur la base des connaissances actuelles. Il semble cependant difficile, dans le cadre du contexte hydrogéologique local et complexe étudié (aquifère multicouche, nappes semi-captives en communication, inversion des différences de pression dans le temps et dans l'espace) de quantifier plus finement ces phénomènes en restant dans une étude d'ampleur réaliste et proportionnée au contexte de pollution.

Il y a donc lieu, de poursuivre de façon réaliste une surveillance précise et ciblée de l'évolution de la qualité des eaux souterraines et des eaux de surface en aval et autour du site (Alluvions et Molasse). Cette surveillance pourrait être associée à une gestion de la pollution sur site (confinement physique) permettant de limiter la mobilisation des polluants des déchets et les transferts de ces derniers dans les eaux (notamment via les infiltrations des précipitations et l'ennoyage des déchets par remontée de nappe en hautes eaux).

Dans l'état actuel de la pollution du site, il est proposé de compléter le programme de surveillance proposé par ANTEA par les points suivants :

- un suivi semestriel identique au programme proposé par ANTEA devrait être mis en place sur la source de la fontaine de Neuwiller (notée ES12), ainsi que sur les eaux superficielles du Neuwillerbach au droit des zones amont et aval de la confluence avec le Roemischlochbach ;
- le programme de surveillance devrait être revu de manière à ajouter au programme analytique actuel les BTEX, le naphtalène ainsi que le chlorure de vinyle.

Nous rappelons que, dans l'état actuel du constat de pollution des eaux souterraines au droit et à proximité de la décharge, il y a lieu de maintenir le suivi de la qualité des eaux souterraines et de prévoir la mise en place d'un dispositif réglementaire de restriction d'usage des eaux souterraines au voisinage immédiat de la décharge et en aval dans l'axe du Roemischlochbach (servitudes). Une option permettant de réduire la

superficie de la zone de restriction d'usages pourrait être la mise en place d'au moins 1 piézomètre supplémentaire de suivi dans l'axe du Roemislochbach. Ce piézomètre devra permettre de surveiller l'éventuel panache de pollution qui pourrait s'étendre entre Proe7 et le puits Holner. A noter que seul un triplet de piézomètres (piézomètre rive gauche, piézomètre axial et piézomètre rive droite) permettrait de délimiter l'emprise de la bande d'aquifère, de part et d'autre du ruisseau, pour laquelle une éventuelle restriction d'usage serait préconisée, compte tenu du caractère vraisemblablement drainant du Roemislochbach à l'égard de la nappe des Alluvions.

Le milieu d'exposition « eaux de surface » devrait également être géré par l'intermédiaire d'actions permettant d'en limiter les usages (clôture de la zone de suintement, aménagement des bords du Roemislochbach, busage, lit de graviers...) et/ou d'établissement de servitudes (restriction d'usage des eaux de surface du Roemislochbach) et/ou d'une gestion de la source de pollution.

Nous indiquons que les recommandations ci-dessus se limitent au cadre de la présente tierce-expertise qui concerne l'Evaluation Détaillée des Risques sur les ressources en eau. Dans ce cadre, aucune recommandation n'est proposée concernant les autres aspects du risque, notamment les risques sanitaires liés au contact direct (ou exposition par inhalation) avec des sols pollués. Ces aspects sont traités dans le rapport de tierce-expertise réalisé par l'INERIS.

3. Tierce-expertise des études mandatées par le GIDRB et l'AUE sur la décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas

3.1. METHODOLOGIE GENERALE

Le GIDRB a choisi de réaliser en 2007, par l'intermédiaire du bureau d'études ANTEA, une synthèse de l'ensemble des connaissances, des investigations et des analyses de risques menées sur le site du Letten via un dossier présentant les Evaluations Détaillées des Risques pour la Santé humaine et les Ressources en eau organisé en cinq volets :

- Volet 1 : Synthèse des investigations réalisées ([30]),
- Volet 2 : Etat des connaissances ([32]),
- Volet 3 : Evaluations détaillées des risques pour la santé humaine ([34]),
- Volet 4 : Résultats bruts et annexes ([36]),
- Volet 5 : Toxicologie ([37]).

La tierce-expertise de l'Evaluation Détaillée des Risques sur les ressources en eau concerne plus particulièrement les volets 1, 2 et 4. Les volets 3 et 5 présentent le détail des calculs de risques sur la santé humaine. Le BRGM a cependant également étudié ces volets pour obtenir d'éventuelles informations complémentaires à l'étude sur les ressources en eau.

ANTEA précise ([30]) que les études et notamment les EDR ont été réalisées conformément à la méthodologie française en vigueur au moment de ces études, et sont finalisées en continuité avec l'ancienne méthodologie française d'étude de risques (encadrée par la Circulaire du 10 décembre 1999). La finalisation des études ayant eu lieu pendant les évolutions récentes de l'approche française sur la gestion des sites pollués (note du Ministère du 8 février 2007), il est accepté que le dossier soit finalisé sur la base de l'ancienne méthodologie (voir paragraphe 1.4).

Le rapport CSD (CH) de novembre 2007 ([38]) et HOLINGER AG (CH) d'octobre 2007 ([39]) a également été pris en compte pour compléter cette tierce-expertise.

3.2. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

3.2.1. Contexte hydrologique et climatique

Le rapport de synthèse [32] présente la localisation du site et son environnement hydrologique à l'aide de cartes qui permettent de localiser le cours d'eau principal (le Lertzbach), les drains agricoles et le canal de rejet au Lertzbach ainsi que les sources de résurgence des Alluvions anciennes.

Les sources et les écoulements superficiels n'ont pas fait l'objet de jaugeage pour la mesure précise des débits, cependant pour les sources et pour le drain agricole n° 2 les débits sont estimés, ce qui permet à ANTEA de réaliser un bilan hydrologique en ordre de grandeur utile à la compréhension des phénomènes ([32]). Par contre, dans le cas du Lertzbach, les différentes campagnes analytiques n'indiquent pas d'ordre de grandeur des débits (même si les fiches de prélèvements donnent une estimation de la largeur et de la profondeur du cours d'eau, [28]), des évaluations de débit auraient apporté une information complémentaire sur le système hydrologique. Cette information n'est cependant pas utile à l'estimation des bilans hydrologiques puisque la totalité des eaux issues des drains s'infiltre avant leur exutoire au Lertzbach selon les observations d'ANTEA.

Le contexte pluviométrique est présenté dans le rapport [32], la station pluviométrique la plus proche (station de l'aéroport de Bâle-Mulhouse) est retenue. Des essais de corrélation sont effectués entre la pluviométrie et les niveaux des nappes d'eaux souterraines ([28], [32]). Cette information est utilisée pour la réalisation du schéma conceptuel hydrogéologique et pour juger de la sensibilité des aquifères à la pluviométrie.

La description du contexte environnemental et climatique est jugée suffisante pour la réalisation de l'EDR sur les ressources en eau.

Les deux cartes et la coupe interprétative suivantes donnent au lecteur les indications principales concernant la localisation et le contexte environnemental de la décharge du Letten.

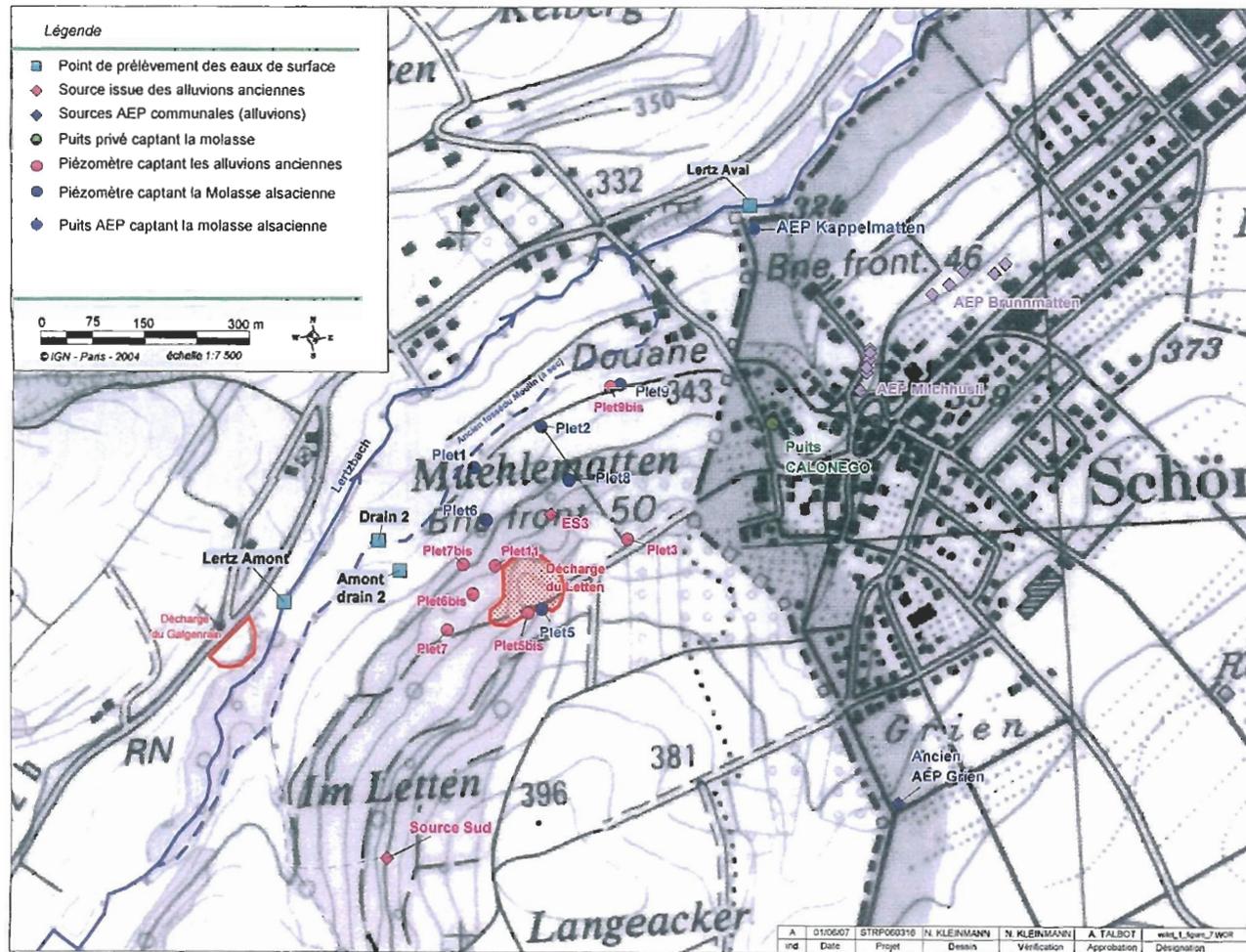


Figure 3 : Réseau de surveillance de la qualité des eaux du site du Letten, selon ANTEA ([30])

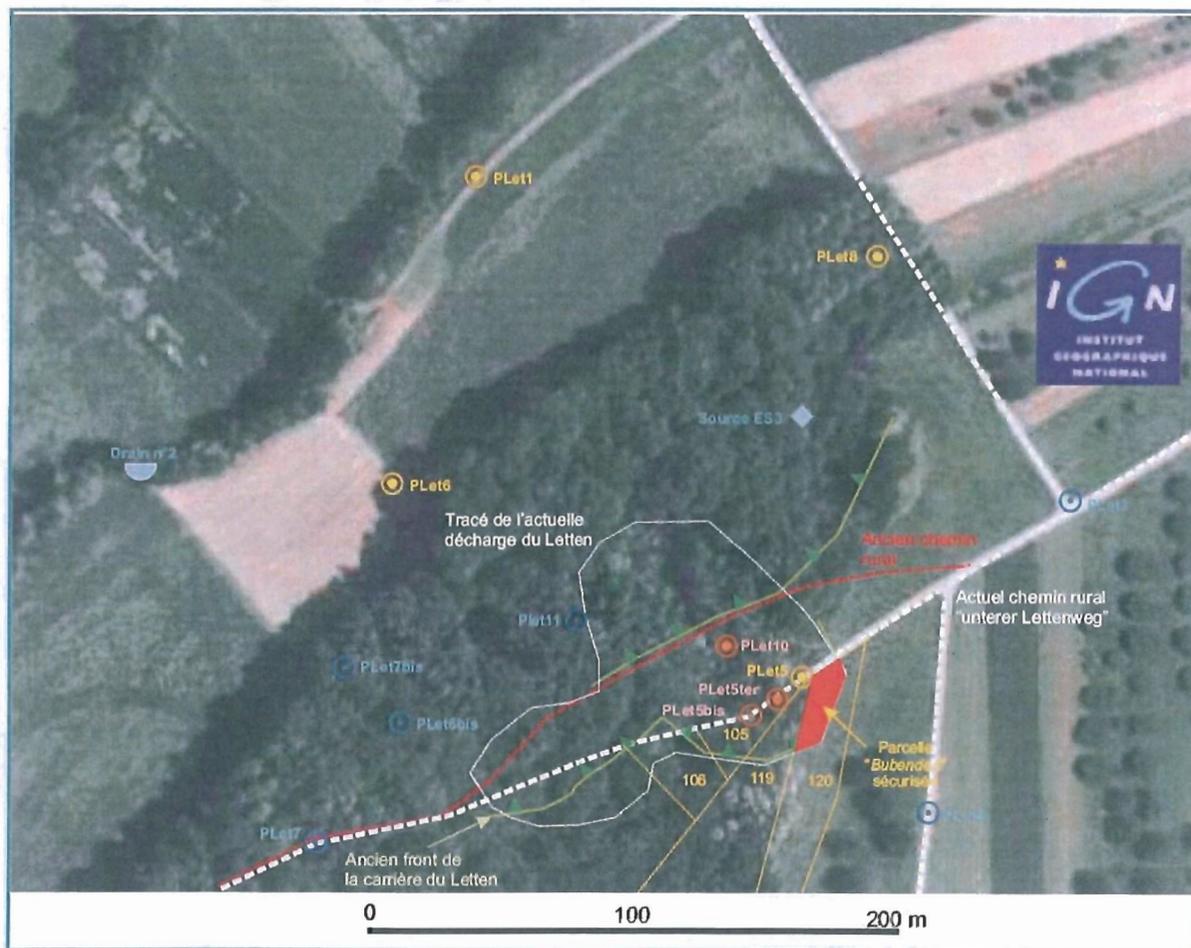


Figure 4 : Point d'accès aux nappes et réseau de surveillance du site du Letten (vue rapprochée), selon ANTEA ([30])

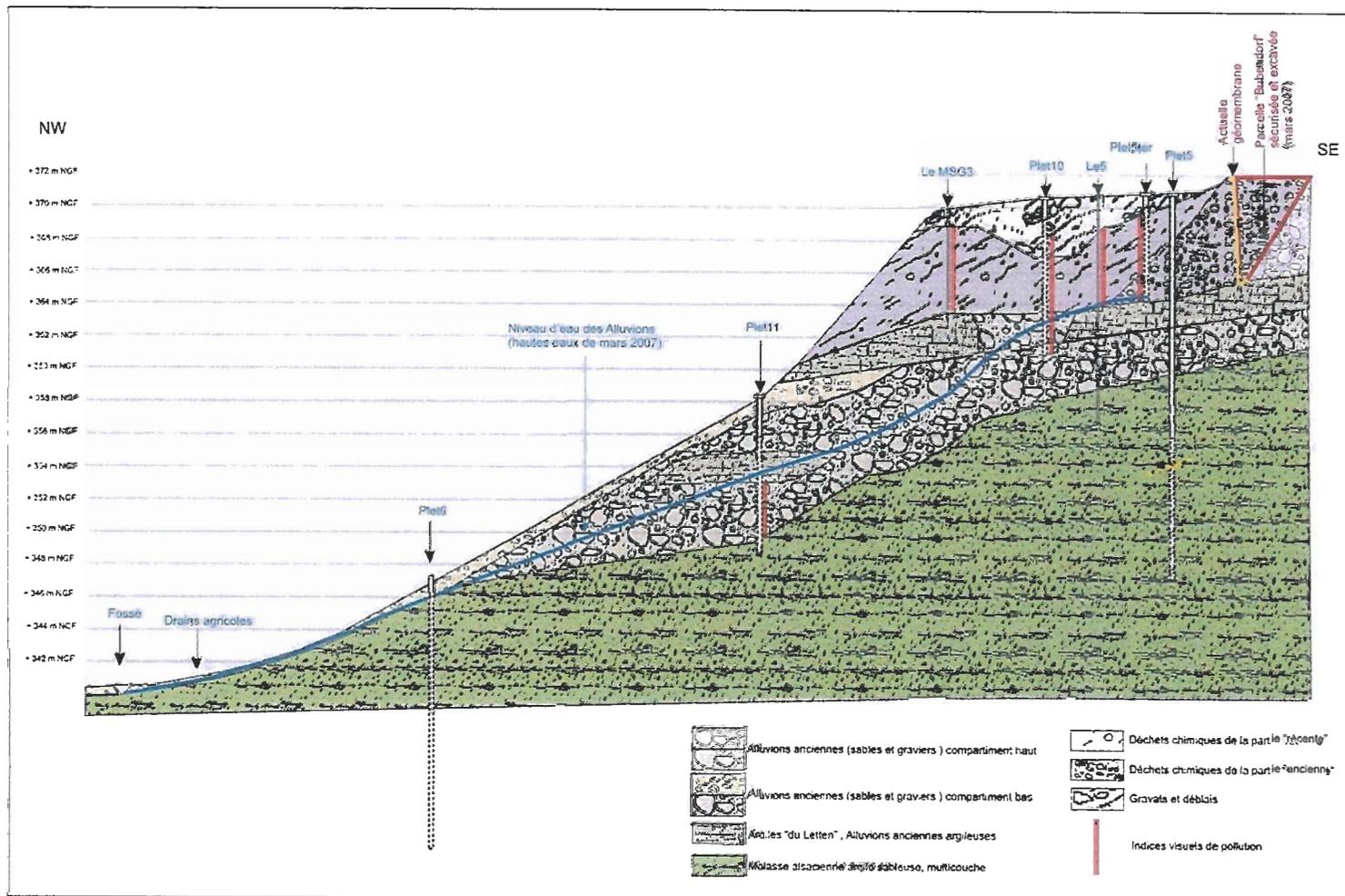


Figure 5 : Coupe hydrogéologique interprétative du site du Letten, selon ANTEA ([32])



3.2.2. Contexte géologique et hydrogéologique

Connaissances acquises lors des études ANTEA

Sur la base d'investigations et d'observations de terrain ainsi que de recherches bibliographiques, ANTEA décrit, dans le rapport de synthèse [32], la géologie et l'hydrogéologie de la zone d'étude.

• L'aquifère des Alluvions anciennes (« Deckenschotter ») - nappe perchée

Ce réservoir aquifère est constitué de dépôts fluviaux de galets, graviers et sables avec des niveaux argileux. Les perméabilités y sont hétérogènes et les écoulements souterrains sont drainés par un complexe de chenaux. Cette nappe est libre et est drainée, pour partie, par des zones de sources (exutoires de l'aquifère).

Les Alluvions anciennes s'étalent sur une largeur de 1,5 à 3 km, avec un pendage du substratum vers le Nord-Ouest (selon la tendance géologique régionale et la tomographie électrique réalisée dans le cadre de l'étude ANTEA, rapport [32]).

A l'Ouest de la décharge, les cartes piézométriques établies par ANTEA mettent en évidence un écoulement de la nappe globalement vers le Nord-Ouest avec une augmentation du gradient hydraulique au niveau de la pente.

Au vu des sondages réalisés, ANTEA propose de subdiviser les Alluvions anciennes du secteur d'études en trois termes.

Compartment supérieur

Le compartiment supérieur des Alluvions anciennes est de nature sablo-graveleuse plus ou moins argileuse, son épaisseur serait d'environ 10 m et forme le plateau au Sud-Est de la décharge. Ce compartiment est reconnu au droit des piézomètres Plet3 (11 m de profondeur), Plet4 (14 m de profondeur) et Plet5bis (12 m de profondeur). Il présente une nappe libre.

Les battements de la nappe sont sensibles aux variations pluviométriques. Les mesures piézométriques montrent une forte sensibilité de l'aquifère aux pluies et aux périodes de fonte des neiges (printemps 2006).

Argiles compactes intermédiaires (« argiles du Letten »)

Elles sont sous-jacentes au compartiment sablo-graveleux supérieur, l'épaisseur observée sur les différents sondages est de 1,1 à 2,2 m.

Le sondage Plet 10 montre que le niveau intermédiaire argileux est discontinu entre les niveaux perméables inférieurs et supérieurs, ce sondage présente des alluvions anciennes de type graveleuses sans niveau intermédiaire argileux.

Compartment inférieur

Le compartiment bas des Alluvions anciennes présente un faciès plus grossier qui repose sur la Molasse argileuse (des sables graveleux aux galets et blocs). Ce compartiment est reconnu au droit des piézomètres Plet6bis (10 m de profondeur), Plet 7bis (7 m de profondeur), Plet 7 (12 m de profondeur) et Plet 11 (9 m de profondeur). Il présente une nappe libre. Il est marqué dans l'axe Plet 6bis-Plet 11 par un chenal graveleux qui aurait été exploité (ainsi que exploitation éventuelle des argilles du « Letten ») en carrière au droit de la zone d'étude.

Exutoires des Alluvions anciennes

Les deux exutoires connus des Alluvions anciennes seraient les deux zones de sources (sources ES3 et Letten Sud) situées respectivement à la cote +356 et +357 m NGF de part et d'autre de la décharge du Letten.

De plus, un ensemble de drains agricoles, dont un seul (le drain agricole n° 2 sectionné à mi hauteur en avril 2006) a pu être observé en fonctionnement, permet de drainer les terrains. Les écoulements sont orientés vers le Nord-Ouest ([32]). L'exutoire de ce drain est une zone d'infiltration bien décrite par ANTEA au niveau de l'ancien canal du Moulin (paragraphe 3.3.4.2 du rapport [32]).

Dans l'environnement proche de la décharge, les écoulements de la nappe des Alluvions sont orientés globalement vers le Nord-Ouest. Selon la carte piézométrique de mars 2007, la décharge et le village de Schönenbuch (CH) seraient séparés par une crête piézométrique.

La nappe est sensible aux variations pluviométriques, excepté pour Plet6bis dont le niveau serait réglé par l'exutoire final constitué par les drains agricoles.

Le gradient hydraulique est élevé au droit de la pente puis diminue entre Plet6bis et Plet7bis.

ANTEA évalue sur la base des observations de terrain et des données de littérature, la perméabilité de ce corps graveleux entre 10^{-2} et 10^{-3} m/s et la porosité à 15 % ([32]).

• **L'aquifère de la Molasse alsacienne - multicouche captive**

La Molasse alsacienne est constituée de dépôts fluviaux et lacustres : alternance de marnes à concrétions calcaires, de marnes sableuses et de sables et grès. Elle est le réservoir d'un ensemble de nappes superposées captives à semi-captives (aquifère multicouche). Selon les données de la littérature, l'écoulement régional des eaux souterraines est de direction Nord.

Les études ANTEA mettent en évidence deux faciès au sein de la Molasse dans l'environnement de la décharge (horizons superficiels et horizons profonds).

Le pendage de ces terrains est de direction Nord-Ouest.

Horizons superficiels de la Molasse

Cet horizon est reconnu par les piézomètres Plet 1, Plet 2, Plet 5, Plet 6, Plet 8 et Plet 9bis entre 0,5 (pour Plet 1 et Plet 2) et 50 m de profondeur. Ceci a permis de reconnaître deux faciès :

- un faciès dominant sur Plet 5, Plet 6, Plet 8 représenté par des argilles compactes, finement sableuses (faciès peu perméable),
- un faciès perméable essentiellement sableux dans la vallée du Lertzbach sur Plet 1, Plet 2 et P1galg (piézomètre de surveillance de la décharge du Galgenrain situé au Sud-Ouest de la décharge du Letten).

Ces deux horizons seraient séparés par une série argileuse de 20 m d'après ANTEA (page 20 du rapport [32]). Selon les coupes obtenues lors de la campagne géophysique, cette épaisseur est variable et de l'ordre de 15 m (figure 8, [32]).

Cet aquifère présente un caractère semi-captif et est peu sensible aux variations saisonnières de pluviométrie (0,7 à 1 m), battement plus faible que pour la nappe des Alluvions.

L'horizon superficiel peu perméable (sous-jacent aux Alluvions) présente une nappe captive (ou un ensemble de nappes captives superposées) reconnue au droit des piézomètres Plet6 (30 m de profondeur), Plet8 (30 m de profondeur) et Plet5 (50 m de profondeur). Cet horizon est surmonté par des niveaux argileux peu perméables. La charge ascensionnelle serait de 5 à 10 m.

Au droit de la décharge, les niveaux d'eau dans cet horizon sont inférieurs de 8 à 9 m environ aux niveaux d'eau dans les Alluvions anciennes. Cette différence de charge hydraulique est susceptible de provoquer des transferts d'eau « *per descensum* » depuis les Alluvions vers l'aquifère de la Molasse.

Le sens d'écoulement de la nappe superficielle de la Molasse observé par ANTEA est de direction **Ouest-Nord-Ouest** avant de se raccorder au Lertzbach qui draine les eaux souterraines en direction du **Nord-Est** (figure 9 du rapport [32], niveaux d'eaux des piézomètres, supérieurs à la cote du cours d'eau).

Horizons profonds de la Molasse

L'horizon profond (cotes +256 à +282 m NGF) qui est exploité par le captage d'Alimentation en Eau Potable (AEP) de « Kappelmaten » à Schönenbuch (CH) a été investigué par ANTEA via le piézomètre Plet9. La Molasse alsacienne profonde serait majoritairement formée par une alternance de sables et grès fins, de calcaires lacustres et de marnes.

Cet aquifère présente un réservoir captif à semi-captif exploité notamment par le forage de Schönenbuch. Le niveau aquifère capté est constitué de matériaux gréseux, calcaireux et argilo-sableux surmonté de 40 m de terrains à dominante argileuse peu perméables. A la foration, le puits AEP était artésien (6 m au dessus du niveau du sol,

soit +332 m NGF). En pompage, ANTEA note un niveau dynamique à une profondeur de 41,7 m par rapport au sol (+285 m NGF, mesure du 28 mars 2001).

La perméabilité de la tranche productive captive est de l'ordre de 1 à $3 \cdot 10^{-5}$ m/s ([32]). Le gradient sans pompage évalué par ANTEA serait de 6 %.

Commentaire du tiers expert sur les investigations réalisées par ANTEA et leurs interprétations

Géologie

L'ensemble des investigations géologiques réalisées a été effectué dans la règle de l'art d'après leur description dans le rapport de synthèse [30]. Les coupes géologiques présentées dans les annexes [36] sont bien décrites et suffisamment précises.

Le contexte géologique à l'échelle de la décharge est bien décrit ([32]) et connu à partir des coupes géologiques des 19 sondages mis en place dans et autour du corps de la décharge (rayon d'investigation maximal de 300 m entre la décharge et le captage AEP « Kappelmatten ») et de la campagne de reconnaissance géoélectrique de 2002 (3 sondages et 4 profils).

ANTEA indique que le niveau géologique le plus profond investigué est situé à la cote +259 m NGF (Plet9), soit au même niveau que les crêpines du captage AEP « Kappelmatten ». La figure 7 du rapport [32] présente de manière synthétique les cotes des différents ouvrages.

La coupe géologique du captage AEP « Kappelmatten » a été remise par ANTEA sur demande du BRGM le 22 novembre 2007, ce qui complète les coupes géologiques des sondages présentées dans le rapport annexe ([36]). Cette coupe est placée en annexe ([36]) de la version finale des documents.

En outre, l'intégration au rapport de quelques coupes géologiques synthétiques à l'échelle des cibles potentielles identifiées, aurait permis de mieux décrire l'agencement des diverses formations géologiques depuis la décharge jusqu'aux cibles potentielles. Cette remarque n'a pas d'impact sur la validité de l'étude de risques.

Hydrogéologie

De manière générale, l'ensemble des investigations hydrogéologiques réalisées ont été effectuées dans la règle de l'art d'après leur description dans le rapport de synthèse [30]. Elles ont été réalisées de manière itérative et logique pour répondre à la problématique de l'Evaluation Détaillée des Risques sur les ressources en eau.

Seul le piézomètre Plet5ter se retrouve sec en période de basses eaux et présente en période de hautes eaux, une faible hauteur d'eau qui ne permet pas d'avoir un prélèvement représentatif. Cette information est indiquée par ANTEA, les résultats des deux prélèvements réalisés sont commentés avec les précautions nécessaires.

Pour les piézomètres Plet5, Plet6, Plet 8 et Plet 9, les techniques utilisées ont notamment permis d'éviter les connexions hydrauliques entre l'aquifère de la Molasse et les écoulements dans les Alluvions anciennes. Nous notons que les crépines des piézomètres réalisés au droit et en aval immédiat de la décharge sont bien placées vis-à-vis de la surface de l'aquifère et permettent ainsi de capter toute la hauteur d'eau et de vérifier l'absence de phase flottante. Seules les crépines des piézomètres Plet1 et Plet2 ne permettent pas de capter la surface de l'aquifère (crépines situées sous le niveau statique), mais ces piézomètres étant éloignés de la décharge (piézomètres situés à l'extérieur du site, à 200 m au Nord du site), ceci n'a pas d'impact sur la validité des mesures et des prélèvements.

En outre, nous indiquons qu'il aurait été intéressant de noter de manière systématique sur les coupes géologiques, les profondeurs des entrées d'eau, quand la technique de forage le permet.

Certaines entrées d'eau sont indiquées dans le rapport mais de manière peu synthétiques et donc peu lisibles. Ainsi, ces entrées d'eau sont notées vers 15 m de profondeur dans le cas des piézomètres Plet 5, Plet 6 et Plet 8 ([32]). Les entrées d'eau sont notées vers 7 m de profondeur pour Plet 1 et Plet 2 et s'équilibrent à 2 m de profondeur (aquifère capif de la Molasse sableuse proche du Lertzbach). Dans le cas de Plet 5, d'après les coupes géologiques et les niveaux d'eau dans Plet 5bis et Plet5ter, il paraît probable qu'il y ait des entrées d'eau supérieures à 15 m de profondeur, ces données ne sont pas indiquées clairement dans le rapport. Pour les piézomètres profonds, la comparaison des différentes entrées d'eau et de la charge statique finale aurait pu être analysée.

L'ensemble des piézomètres captant l'aquifère des Alluvions anciennes est ancré dans la Molasse sur au moins un mètre de profondeur sauf pour le piézomètre Plet6bis qui n'atteint pas le fond de l'aquifère et est ainsi moins bien adapté à la mise en évidence d'une phase plongeante. Cependant, aucune phase plongeante n'a été mise en évidence sur les autres piézomètres, la présence d'un volume significatif de phase plongeante semble peu probable d'après les observations de terrain (coupes des piézomètres) et les résultats d'analyses (voir paragraphe 3.4.5).

Ces investigations permettent d'avoir une connaissance du fonctionnement hydraulique du corps de la décharge vis-à-vis des entrées d'eau (pluviométrie), des transferts vers les Alluvions et la Molasse et des sorties (zone des drains et zones des sources).

De manière générale, les cartes piézométriques établies différencient les écoulements de la Molasse alsacienne des écoulements des Alluvions anciennes, ce qui est cohérent puisque les deux nappes seraient dissociées hydrauliquement.

Pour les Alluvions, les écoulements interprétés sont cohérents avec les connaissances hydrogéologiques actuelles du site.

Les cartes piézométriques établies pour l'état de mars 2007 sont cohérentes avec les mesures piézométriques présentées (rapport [28]). Pour les Alluvions anciennes, la

carte distingue les écoulements dans le compartiment haut au Sud de la décharge et dans le compartiment bas à l'Ouest et au Nord de la décharge.

Le rapport [32] présente une piézométrie interprétative des Alluvions, cette piézométrie accentue l'effet de drainage par un chenal vers l'Ouest/Nord-Ouest (courbes de la zone Plet6bis/Plet7/Plet7bis/Plet11 très incurvées). Notre interprétation serait un peu différente de celle présentée par ANTEA : direction d'écoulement Nord-Ouest avec des courbes piézométriques moins incurvées que celles présentées par ANTEA (rôle moins important du chenal).

Pour la Molasse, les écoulements présentés sont des écoulements moyens qui ne peuvent pas prendre en compte les caractéristiques de l'aquifère multicoche (écoulement supposé globalement en direction du Nord-Ouest). Les directions d'écoulement identifiées par ANTEA sont des interprétations hydrogéologiques valides mais contestables (un seul piézomètre dans l'environnement proche de la décharge), en effet il pourrait également être supposé une direction d'écoulement vers le Nord-Est sur la base des mêmes données piézométriques. Cette remarque montre toute la difficulté de l'étude d'un aquifère multicoches, certains niveaux seraient indépendant hydrauliquement des autres niveaux.

Les cartes ne différencient pas les écoulements de la Molasse alsacienne intermédiaire des écoulements de la Molasse alsacienne de la vallée du Lertzbach, alors que les coupes géologiques et les investigations géophysiques laissent penser que ces deux nappes pourraient être déconnectées (niveau argileux intermédiaire).

Le cours d'eau n'a pas été nivelé, mais selon la carte topographique et les cotes connues des piézomètres, ANTEA indique que son niveau est compris entre +320 et +330 m NGF au Nord-Ouest de la décharge. Les niveaux statiques mesurés sur Plet 1 et Plet 2 indiquent donc que le Lertzbach draine les écoulements de la Molasse alsacienne de la vallée du Lertzbach.

Nous notons que la carte du rapport [28] ne prend pas en compte les niveaux sur les piézomètres Plet 9 et Plet 9bis. Ces piézomètres sont intégrés dans la carte piézométrique de la Molasse du rapport [32].

Il serait nécessaire de réaliser plusieurs campagnes piézométriques avec l'ensemble des ouvrages (AUE BL, GIDRB, privés), de manière à affiner la connaissance des directions d'écoulements, au sein des Alluvions, présentées en période de hautes et basses eaux.

En outre, la réalisation d'autres piézomètres dans la Molasse pour affiner les directions d'écoulement de cet aquifère multicoche ne paraît pas nécessaire au stade actuel de connaissance de l'impact du site sur son environnement (voir paragraphes suivants).

Investigations supplémentaires réalisées par le bureau d'études HOLINGER AG (CH), commentaires sur les résultats obtenus

Le bureau d'études HOLINGER AG (CH) a été mandaté par la commune de Schönenbuch et par l'AUE BL (« Amt für Umweltschutz und Energie Baselland », Administration pour la Protection de l'Environnement et l'Energie du canton de Bâle Campagne) pour réaliser une étude des impacts potentiels de la décharge du Letten sur les captages AEP de la commune. Une traduction du rapport [39] est présentée en Annexe 3.

L'AEP de la commune est constituée par divers captages :

- un ensemble de sources situées dans le village de Schönenbuch (25.A.2 à 25.A.6 et 25.3.A),
- le forage de Kappelmaten (25.A.1) captant les niveaux profonds de la Molasse (crépiné entre 42 et 67 m de profondeur).

Dans le cadre de l'étude HOLINGER [39], les investigations suivantes ont été réalisées :

- Foration de trois piézomètres supplémentaires situés entre 150 et 250 m à l'Est de Plet3 et Plet4 et essai de pompage sur ces trois piézomètres.
- Un essai de pompage sur le forage de Kappelmaten avec suivi des niveaux d'eaux sur tous les piézomètres interceptant la Molasse (les 8 piézomètres du GIDRB et le piézomètre de contrôle 25.C.1).
- Deux campagnes de mesures piézométriques intégrant l'ensemble des piézomètres du réseau AUE BL et GIDRB (octobre 2006 et avril 2007).
- Deux campagnes de prélèvements et d'analyses des eaux.

De plus, les résultats des investigations sur le forage de Kappelmaten (rapport TERRATEC non expertisé) sont rappelées (échantillonnages, mesure du débit artésien, inspection caméra). Ces résultats mettent notamment en évidence la diminution du débit spécifique du puits lié d'une part au colmatage des crépines par des oxy-hydroxydes de fer et d'autre part par à une diminution de la pression statique au droit de ce forage.

Ce captage aurait été mis en pompage en 1973 (réponse donnée par ANTEA suite à la demande du BRGM).

Les trois piézomètres supplémentaires ont été forés entre 6,5 et 11 m de profondeur, les terrains interceptés sont peu perméables (loess, Alluvions anciennes et Molasse supérieure). Les essais de pompage montrent de faibles perméabilités, comprises entre 10^6 et 4.10^{-7} m/s.

Essai de pompage sur le forage AEP

L'essai de pompage sur le forage AEP Kappelmatte consiste en deux arrêts et deux remises en route de pompe (avril 2007) à un débit variable de 350 à 450 l/min. Ces marches/arrêts correspondent aux phases d'une opération de maintenance sur le puits AEP. Les interprétations du bureau d'étude HOLLINGER AG sur cet essai sont valides. En outre, nous émettons les remarques suivantes sur ces interprétations :

- Les réactions du pompage sont en effet significatives sur le piézomètre de contrôle 25.C.1 et sur Plet9, cependant pour Plet9 la réaction à l'arrêt du pompage ne serait pas de 0,4m mais de 4 m (selon la figure en annexe du rapport HOLLINGER AG).
- Sur Plet5, les données piézométriques obtenues ne permettent pas de mettre en évidence l'impact du pompage (les variations piézométriques sont de trop faible ampleur pour valider une quelconque interprétation).
- Cet essai montre que le pompage sur le captage AEP n'a pas d'influence sur les pressions au sein des niveaux superficiels de la Molasse (Plet1, 2, 6, 8), excepté sur Plet9bis. La brusque diminution de la pression sur Plet9bis à l'arrêt du pompage pourrait être liée, comme le mentionne HOLLINGER, à un transfert de pression au sein de l'espace annulaire de Plet9 voisin.
- Les niveaux d'eau de la Molasse superficielle et donc des Alluvions sus-jacents ne sont pas influencés (de manière mesurable) par le pompage. Il n'y aurait donc pas de transfert de pression conséquent entre les Alluvions situés en contact avec la décharge et le pompage AEP de Kappelmatte.

Nous notons que le pompage du 26 avril a été suivi sur 3 jours et demi. A la fin du suivi, les stabilisations des niveaux piézométriques ne sont pas atteintes sur Plet9. Dans le cas d'un pompage AEP constant, les transferts de pression au sein de la Molasse peuvent donc être supérieurs à ceux mesurés lors de cet essai.

Etablissement des cartes piézométriques

Les cartes piézométriques présentées pour les campagnes d'octobre 2006 et d'avril 2007 sont cohérentes vis-à-vis des mesures piézométriques. Elles confirment les directions d'écoulements au sein des Alluvions présentées par ANTEA. Pour l'aquifère multicouche de la Molasse les mêmes incertitudes existent que pour la piézométrie d'ANTEA, ces incertitudes sont liées au manque de points de mesures sur cet aquifère complexe.

Résultats des Analyses

Les analyses en quelques composés organiques réalisées sur les ouvrages du quaternaire ne montrent aucun impact de la décharge sur les captages AEP ainsi que sur le puits privé 25.E.1 (nommé Calonego dans l'étude ANTEA).

Les analyses réalisées sur le puits AEP Kappelmatte et sur le piézomètre profond de contrôle 25.C.1 (situé à quelques mètres du captage) montrent que le puits AEP, en comparaison au piézomètre de contrôle, présente des concentrations plus élevées en

oxygène, chlorures, nitrates et sulfates. Comme le conclut HOLLINGER, le puits AEP drainerait également des eaux des niveaux superficiels impactées par des activités anthropiques.

Représentativité du point de contrôle du puits Calonego

L'analyse de HOLLINGER est justifiée et valide : selon les cartes piézométriques du quaternaire (Alluvions et colluvions) et les résultats d'analyses des eaux, le puits Calonego ne serait pas situé en aval hydraulique de la décharge.

Bassin versant des sources AEP

L'étude du bassin versant des sources réalisée par HOLLINGER ainsi que les résultats d'analyses montrent qu'une relation hydraulique entre la décharge et les sources serait totalement exclue. Les justifications apportées par HOLLINGER sont valides.

Origine des composantes jeunes des eaux du puits profond AEP Kappelmatten

La comparaison des résultats d'analyses du forage AEP et du piézomètre de contrôle montre que les eaux jeunes proviendraient des niveaux supérieurs de la molasse traversée par la partie pleine du tubage.

D'autre part, selon HOLLINGER, les analyses réalisées sur les eaux du forage AEP en pompage et sans pompage (artésien, cote du sol à +325,75 m) présenteraient la même signature d'eaux jeunes (résultats d'analyses sans pompage non présentées dans le rapport expertisé). Les arrivées d'eaux jeunes proviendraient donc de niveaux supérieurs ou égaux à la cote de pression des eaux du forage artésien (cote non mentionnée dans le rapport HOLLINGER, mais cote supérieure à +325,75 m). Les arrivées d'eaux jeunes ne proviendraient pas, dans l'environnement immédiat du puits, d'eaux de surface ou d'eaux des formations aquifères superficielles quaternaires présentant des cotes inférieures au niveau de pression de l'artésianisme.

Les éléments apportés par HOLLINGER pour localiser l'origine des composantes eaux jeunes du puits profond AEP sont justifiés et valides.

3.3. RECONNAISSANCE DU CORPS DE LA DECHARGE (TERME SOURCE)

3.3.1. Etude historique

Une étude interne à la chimie bâloise (étude du 26 avril 1999) a tenté de tracer l'historique du stockage des déchets des industries de la chimie bâloise. Cette étude ne fait pas partie des documents remis au BRGM pour expertise, mais le rapport [32] en détaille les principaux aspects. L'étude documentaire se base également sur le rapport ANRED/BRGM (novembre 1991) ainsi que sur diverses cartes. La présente tierce-expertise ne peut vérifier les éléments synthétisés par ANTEA, les sources et détails de l'analyse n'étant pas présentés dans l'étude.

Selon la synthèse ANTEA, les déchets chimiques ont été entreposés entre 1957 et 1960 dans une ancienne carrière de sables et graviers, la quantité de déchets chimiques entreposés correspondrait à 1/10 du volume total des déchets reçus par la décharge ([30]).

La connaissance géographique de l'emprise du stockage des déchets est reconstituée par ANTEA à partir de photographies aériennes et des observations de terrain, les travaux de sécurisation de la parcelle « Bubendorf » et les investigations complémentaires sur les sols réalisées en 2007 ont notamment permis d'apprécier la nature des déchets chimiques et de différencier un massif de déchets anciens à l'Est (parcelle « Bubendorf ») et un massif plus récent dans la partie Ouest ([32]).

L'étude historique réalisée par ANTEA entre 2001 et 2007 sur la base des documents disponibles est cohérente avec une approche de type EDR sur les ressources en eau.

3.3.2. Reconnaissance directe du corps de la décharge

Géométrie

Le corps de la décharge a été reconnu par ANTEA au moyen de ([30]) :

- quatre forages équipés en piézomètres installés au droit de la décharge (Plet 5, 5bis, 5ter et Plet 10),
- un sondage de reconnaissance de 14 m de profondeur (Le5),
- deux sondages de 10 et 8 m de profondeur équipés en piézairs (Le-MSG1 et Le-MSG3),
- une campagne de reconnaissance géoélectrique constituée de quatre profils électriques et de trois sondages géoélectriques,

- les investigations et travaux (excavation) de sécurisation sur la parcelle « Bubendorf ».

Ces investigations permettent d'appréhender la profondeur de la décharge et la profondeur impactée par les déchets au droit des secteurs investigués ([32] et [36]). Les investigations réalisées ne permettent cependant pas d'évaluer de manière précise la superficie totale de la décharge, même si cette superficie a été reconstituée d'après les photographies aériennes. Le volume de la décharge est évalué à 30 000 m³, le massif de déchet étudié présente une puissance comprise entre 3 et 6,6 m, la profondeur maximale de reconnaissance des déchets est de 9 m ([32]).

Des investigations à la pelle mécanique auraient permis de caractériser plus précisément la source de pollution (volume de la zone source et de la phase organique éventuelle), ainsi que d'appréhender la surface et le volume du corps de la décharge.

Résultats d'analyses des sols dans les déchets

La parcelle dite « Bubendorf » mise en sécurité en 2007 a été reconnue par 8 échantillons de type mélange dans les déchets (partie ancienne). Onze échantillons de fond de fouille ont été réalisés à l'issu de la fouille et de l'évacuation de 1000 tonnes de déchets et matériaux souillés. Dans la partie plus récente de la décharge (partie ouest), 11 échantillons de déchets et sols ont été analysés.

Les commentaires d'ANTEA par rapports aux résultats d'analyses des trois échantillons de déchets prélevés (partie récente) sont conformes aux résultats d'analyses obtenus.

Il est fait une comparaison des résultats sur la partie récente et la partie ancienne, les compositions de ces deux massifs de déchets sont différentes (des nitrobenzènes sont détectés sur la partie ancienne, les HAP et les phénols sur la partie récente...).

Nous notons que les cyanures n'ont été analysés que sur la partie récente de la décharge.

Les tableaux en annexe ([36]) présentent à titre indicatif les anciennes valeurs guides (VDSS², VCI³), ces valeurs qui ont été éliminées du système français de valeurs guides (valeurs limitées à la seule mise en œuvre de l'outil d'Evaluation Simplifiée des Risques, ESR), ne sont pas utilisées dans l'étude des résultats. Cette approche reste cohérente.

Les résultats analytiques concernant les screening CPG/MS sont commentés par ANTEA ([31]), les bordereaux de résultats bruts du laboratoire ne sont pas présentés. Nous notons que, de manière générale, dans le cadre d'une étude de risques, la liste des substances recherchées ne représente souvent qu'une partie du panache des

² Valeur de Définition Source Sol

³ Valeur de Constat d'Impact

composés organiques réellement présents et ceci est d'autant plus vrai que la source de pollution est complexe. Parmi ces substances, il est nécessaire dans le cadre d'une étude de risques sur les eaux, d'étudier si possible, dans la limite des connaissances des propriétés physico chimiques de très nombreuses substances, les traceurs les plus mobiles (solubilité élevée, coefficient de retard faible...) et les plus persistants. Cette méthodologie est suivie par ANTEA dans la suite de l'étude de risques sur les ressources en eau.

Résultats d'analyses des sols de surface

Onze échantillons ont été prélevés en surface dont un échantillon de sol dans la zone de rejet du drain n° 2. Deux échantillons ont été prélevés hors zone d'impact de la décharge pour évaluer le bruit de fond. Les résultats des échantillons pris hors zone d'influence de la décharge servent de valeurs de comparaison des sols de surface, ce qui est valide par rapport à la méthodologie de diagnostic de pollution des sols.

Ces sols ont été analysés pour quantifier le risque sanitaire par voie d'exposition directe (partie expertisée par l'INERIS).

Résultats d'analyses des sols sous les déchets

Les résultats d'analyses des échantillons prélevés en fond de fouille suite au décaissement des déchets sur la parcelle « Bubendorf » (Le-FF1 à Le-FF5) montrent que la pollution liée aux déchets de la partie ancienne de la décharge s'atténue rapidement en fonction de la profondeur.

Trois sondages ont fait l'objet d'analyses au droit de la partie plus récente de la décharge (Le-MSG1, Le-MSG2, Le-MSG3) et un sondage a fait l'objet d'analyses en aval immédiat de la décharge (Le-MSG4).

Les indices organoleptiques présentés sur les coupes géologiques des deux sondages ([36]) montrent que les terrains sous la décharge présentent des indices organoleptiques de contamination sur au moins 2 m de profondeur sous la base de la décharge.

Les résultats des analyses montrent que deux échantillons sur trois, prélevés sous les déchets (entre 1 et 2,5 m de profondeur sous les déchets) sont contaminés par une charge organique non négligeable mais atténuée par rapport aux résultats d'analyse des sols dans les déchets : heptabarbital, di-trichlorobenzène, aniline et dichloroaniline.

3.3.3. Eaux souterraines au droit de la décharge

Les investigations réalisées par ANTEA (prélèvements sur Plet5ter, Plet5bis et Plet10 au droit de la décharge) ont permis de définir les caractéristiques chimiques des eaux souterraines sous la décharge (la base de la décharge n'est baignée par la nappe qu'en période de hautes eaux).

Les résultats sont commentés de manière valide, les composés détectés dans les eaux de la décharge sont : les anilines, chloroanilines di/trichloroanilines, le chlorobenzène et les dichlorobenzènes, les COHV (PCE, TCE, Cis DCE), le xylène et le naphthalène ainsi que le phénol et l'heptabarbital.

ANTEA aurait pu cependant ajouter dans son commentaire une remarque sur les différences de charge organique entre les deux piézomètres interceptant la décharge (Plet5ter présente une représentativité limitée car hauteur d'eau faible) :

- Plet5bis qui est situé dans la partie Sud de la décharge présente des charges organiques faibles (Plet 5bis capte une partie latérale de la décharge dans laquelle aucun déchet chimique n'a été reconnu, mais uniquement des gravats de démolition),
- Plet10 situé dans la partie centrale de la décharge présente des charges organiques très élevées.

Nous notons que, dans le corps des déchets (partie récente), ce sont les **amines aromatiques** et les **chlorobenzènes** qui prédominent parmi les composés organiques.

Nous notons que les HAP (excepté le naphthalène) ne sont pas analysés dans les eaux souterraines au droit de la partie centrale de la décharge (Plet10) alors qu'ils ont été détectés dans les sols de la décharge. Cependant, il semblerait d'après les résultats d'analyses et les screenings que les HAP ne sont qu'un pourcentage très faible de la charge de polluants organiques présente dans les eaux souterraines.

3.4. ETUDE DES VOIES DE TRANSFERT VIA LES EAUX

3.4.1. Méthodologie retenue par ANTEA

La méthodologie retenue pour l'EDR sur les ressources en eau est valide vis-à-vis du guide méthodologique sur les EDR (version 0 de juin 2000 du MATE /MEDD - Editions du BRGM). C'est une appréciation des risques sur la base de « mesures des concentrations dans les milieux en prenant en compte les évolutions spatiales et temporelles » et sur la base de « simples calculs » à partir des équations de transfert (définition de l'« évaluation de première approche » du Guide, Editions du BRGM, 2000).

En effet, le contexte géologique et hydrogéologique (multicouche, aquifères semi-capifs, drainage de la nappe par le Lertzbach...) se prêterait très difficilement à une modélisation numérique des transferts. L'établissement d'un schéma conceptuel sur la base des informations de terrain et des calculs en ordre de grandeur semblent suffisants pour approcher les risques sur les cibles eaux.

Ainsi, la démarche adoptée par ANTEA dans son rapport de synthèse [32] est valide et proportionnée à ce type de pollution et de contexte.

3.4.2. Campagnes de prélèvements et de suivis

Fréquence des campagnes de mesures

De nombreuses campagnes de prélèvements ont été réalisées depuis mars 2001, en période de basses et de hautes eaux. Ces campagnes concernent les milieux eaux souterraines et eaux superficielles. Elles permettent d'avoir une image représentative des variations des concentrations en fonction de la pluviométrie.

Depuis octobre 2005, un programme analytique de fréquence semestrielle a été mis en place ([30]).

La fréquence des campagnes, de type semestrielle, est cohérente et satisfaisante pour ce type d'étude.

Protocole opératoire

La méthodologie de prélèvement, le conditionnement des échantillons et leur envoi au laboratoire sont décrits clairement par ANTEA ([30]), les protocoles mis en œuvre apparaissent valides vis-à-vis de l'état de l'art.

Programmes analytiques retenus

Le programme analytique est justifié par ANTEA dans son rapport [30].

Les programmes analytiques retenus sont identiques pour la décharge du Roemisloch et pour la décharge du Letten, les déchets chimiques mis en stockage sur les deux sites ayant la même origine selon ANTEA.

Le premier programme analytique retenu et maintenu jusqu'en novembre 2004 a été élaboré conjointement par l'université de Bâle (Pr. Oehme) et par ANTEA ([3]). Certains polluants comme le naphtalène, les xyènes, certains chlorobenzènes, le tétrachloroéthylène et les produits de dégradation du trichloroéthylène n'avaient pas été retenus dans le programme d'analyses initial. Ces substances ont par la suite été analysées sur certains ouvrages.

Le programme analytique choisi à partir d'octobre 2005 est expliqué de manière claire ([30]), il est réalisé sur la base :

- de critères de présence lors des investigations précédentes et des empreintes chromatographiques CPG/MS réalisées antérieurement,
- de critères de mobilité,
- de la nature de la substance en tant que traceur de la chimie bâloise.

Le choix des polluants est transparent et cohérent avec les résultats analytiques obtenus pendant les investigations antérieures. Cependant, pour certaines familles de polluants, les produits de dégradation ne sont pas retenus dans ce programme. C'est

le cas par exemple de la famille des COHV, le dichloroéthylène et le chlorure de vinyle auraient dû être inclus au programme analytique. Le programme analytique prévoit cependant la réalisation d'un screening CPG/MS qui, selon ANTEA, permet de suivre la signature chimique des émissions de la décharge.

Nous notons que les dernières campagnes de prélèvement (printemps et octobre 2006 ainsi que mars 2007) prennent en compte des paramètres supplémentaires :

- Le Cis 1,2 dichloroéthylène comme produit de dégradation des PCE et TCE ;
- des barbituriques supplémentaires (mephobarbital et aprobarbital), leur prise en compte est justifiée dans le rapport [28] par le développement de la méthode d'analyse des barbituriques ;
- le surfynol 104 a également été recherché lors de la campagne de printemps 2006, ce paramètre fait l'objet de rapports du bureau d'étude suisse BMG (document [21], annexe 2).

Certains composés présents en aval de la décharge n'avaient pas été retenus car ils ne seraient pas nécessairement issus des déchets de l'industrie bâloise (benzène, xyènes...) selon les études du GIDRB. Ces substances sont pourtant des traceurs de la décharge au sens large et doivent être caractérisés dans le cadre d'une EDR sur les ressources en eau.

C'est pourquoi, en mars 2007, les BTEX, les HAP et les métaux ont été ajoutés dans le programme analytique, à la demande des tiers experts INERIS et BRGM (rapports d'étape 2007) de manière à compléter les EDR.

Nous notons que lors de la campagne de mars 2007 les BTEX et HAP n'ont pas été analysés sur tous les points de suivi. Le CV, produit de dégradation des composés chlorés PCE et TCE, aurait pu être analysé au droit (Plet10) et en aval direct de la décharge (Plet11).

Hormis ce point, la démarche générale adoptée pour mettre en évidence et pour suivre les principaux traceurs de la décharge reste globalement adaptée et conforme aux règles de bonne pratique.

3.4.3. Interprétation des résultats d'analyses dans les eaux souterraines

Les résultats des analyses sur la période 2002-2007 sont synthétisés et commentés dans le volet 2 (rapport [32]), les tableaux d'analyses sont présentés dans le volet 4 (rapport [36]). Les éléments présentés par ANTEA dans son analyse des résultats, et notamment les conclusions émises, sont valides et permettent d'affiner la connaissance des relations hydrauliques autour de la décharge. Les commentaires suivants permettent de dégager certains points importants soulevés à la lecture de l'étude ANTEA.

Alluvions anciennes

Les concentrations dans les eaux souterraines sont comparées aux concentrations maximales admissibles (CMA) du Code de la Santé Publique (Arrêté du 11 janvier 2007) qui définit la conformité de l'eau destinée à la consommation humaine. Nous rappelons que l'approche française actuelle (Circulaire du 8 février 2007) considère en effet que l'état des milieux considéré doit être comparé :

- aux concentrations de référence des milieux naturels voisins des zones d'investigations, tenant compte des concentrations géochimiques naturelles et des « anomalies » géochimiques locales.
- aux valeurs réglementaires en France, en cohérence avec les usages des eaux définis dans le schéma conceptuel.

Les valeurs de références retenues par ANTEA sont des valeurs réglementaires valables pour un usage « eau potable ». Pour les autres usages (abreuvement d'animaux, irrigation...), nous rappelons que la qualité des cours d'eau et des eaux souterraines était évalué en France par des systèmes d'Evaluation de la Qualité des Eaux (SEQ). Actuellement ces systèmes sont progressivement abandonnés du fait de la transcription de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE n° 2000/60/CE) qui doit définir des Systèmes d'Evaluation de l'Etat des Eaux (SEEE).

Les valeurs de références présentées par ANTEA ([36]) sont uniquement retenues, à titre indicatif, comme valeur de comparaison objective des résultats analytiques. Elles ne sont pas utilisées dans le but d'établir une éventuelle relation avec des risques sanitaires, en effet les usages des eaux souterraines au droit et au voisinage de la décharge ne correspondent pas aux usages des valeurs de référence retenues (usage domestique, eau potable).

Nous notons qu'ANTEA a pris également en compte l'approche suisse qui définit des valeurs de référence pour l'évaluation des atteintes portées aux eaux par un site pollué (référence de l'OSites). Ce sont des valeurs d'intervention, elles sont données à titre indicatif, en cas d'absence de valeurs françaises.

L'approche choisie par ANTEA pour l'interprétation des résultats analytiques et les valeurs de référence retenues sont majorantes et valides via à vis de l'approche française.

Nous notons que la valeur de référence présentée dans les tableaux d'analyses ([35]) pour la somme des HAP (0,1 µg/l) concerne en fait la somme (benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, indéno(1,2,3-cd)pyrène). Cette remarque n'a pas d'impact important sur les interprétations des résultats réalisées par ANTEA.

Les métaux et ions

Des métaux sont détectés dans les eaux souterraines des Alluvions, les résultats d'analyse de 2007 ne mettent pas en évidence d'impact de la décharge en métaux sur les eaux souterraines des Alluvions.

Cependant, nous notons qu'un panache de bromure est présent dans la partie Nord de la décharge (Plet10) et en aval immédiat. Il pourrait être un bon traceur du panache lié à la décharge.

Les composés organiques

Les piézomètres situés en aval direct du compartiment récent de la décharge dans les Alluvions sont Plet6bis, Plet7bis et Plet11 et dans une moindre mesure Plet7 (aval latéral). Nous notons la présence en concentrations non négligeables des composés suivants :

- Amines aromatiques (aniline, di/trichloroanilines, toluïdines et 4-chlorométhylaniline),
- Chlorobenzène et dichlorobenzènes,
- Trichloroéthylène,
- Benzène,
- Dinitrotoluène,
- Heptabarbital,
- 4-chlorophénylméthylsulfone,
- 1,4-dioxane.

Les commentaires réalisés par ANTEA sont cohérents et valides par rapport aux résultats d'analyses.

Nous ajoutons quelques commentaires sur les résultats d'analyses au droit et en aval immédiat de la décharge :

Au droit de la décharge, nous notons que les piézomètres Plet5bis (partie Sud de la décharge) et Plet10 (partie Nord de la décharge) présentent des charges organiques très différentes, Plet10 présentant des concentrations très élevées en polluants organiques. Ces deux piézomètres sont situés l'un de l'autre à environ 25 m de distance mais Plet10 recoupe les déchets sur environ 4 m alors que Plet5bis ne recoupe pas les déchets selon les coupes géologiques présentées dans le rapport [36]. D'autre part, d'après la reconstitution de la mise en décharge, Plet 5bis serait situé en aval hydraulique de la partie ancienne de la décharge alors que Plet 10 serait situé au droit de la partie récente de la décharge. Ces remarques peuvent justifier les différences de concentrations rencontrées entre ces deux piézomètres.

D'autre part, Le surfynol est détecté dans les piézomètres au droit de la décharge (Plet 10), en aval direct de la décharge (Plet 11, Plet6bis) et en concentrations moindre dans les piézomètres latéraux. La présence de cette molécule dans les eaux souterraines serait donc bien liée à la présence de la décharge. Les concentrations sur Plet 10 au droit de la décharge sont comprises entre 0,95 et 4,7 µg/l (deux campagnes d'analyses). Dans les eaux de surface, cette molécule n'est pas détectée.

Nous notons que, dans la nappe des Alluvions en aval immédiat du site, ce sont **l'aniline, les monochloroanilines, les dichloroanilines, le chlorobenzène, le**

trichloroéthylène, le 4-chlorophénylméthylsulfone et l'heptabarbital qui prédominent parmi les composés organiques.

Nous notons que les concentrations en **TCE** et **benzène** dépassent les valeurs guides françaises et OMS dans les Alluvions en aval immédiat de la décharge (Plet6bis notamment).

Dans la nappe des Alluvions en amont et sur les cotés de la décharge, comme le mentionne ANTEA, le piézomètre Plet3 situé latéralement par rapport à la décharge présente des détections en composés traceurs de la décharge (dichloroaniline, PCE, BTEX, HAP). Le piézomètre Plet4 situé en amont de la décharge présente des traces de chlorobenzène (0,25 µg/l) et de HAP (concentration maximale de 0,5 µg/l pour la somme des HAP). Ces deux piézomètres présentent des concentrations pour la somme des 4 HAP (**benzol[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, benzo[ghi]pérylène, indéno[1,2,3-cd]pyrène**) supérieures à la limite de qualité française pour les eaux potables. Les HAP n'ont pas été analysés sur Plet10 au droit de la décharge, les analyses en aval immédiat de la décharge (Plet6bis) n'indiquent pas de dépassement de la limite de qualité.

La source ES3 présente des traces proches des limites de quantification en PCE, dichlorobenzène, 4-chlorphénylméthylsulfone, heptabarbital et HAP. Mais les concentrations sont inférieures aux limites de qualité françaises (contrairement à ce que mentionne ANTEA pour les HAP). Pour cette source, les concentrations en bromures sont ponctuellement supérieures à 100 µg/l.

Comme le mentionne ANTEA, des traceurs de la décharge sont mis en évidence sur la source ES3 en concentrations traces. Pour Plet4, l'état des connaissances ne permet pas d'indiquer l'origine des HAP détectés. Pour Plet 3, certains composés détectés en traces (TCE notamment) pourraient provenir de la décharge.

Molasse alsacienne

L'ensemble des résultats d'analyse est synthétisé sous forme de tableau dans le rapport [36]. Les résultats sont commentés par ANTEA ([32]).

La méthodologie de comparaison des résultats d'analyse à des valeurs guides est la même que pour les Alluvions (voir remarque précédente).

Les métaux et ions

Des métaux sont détectés dans les eaux souterraines de la Molasse, les résultats d'analyse de 2007 ne mettent pas en évidence d'impact de la décharge en métaux sur les eaux souterraines de la Molasse. Les points suivants sont à noter :

- Du cobalt est détecté sur Plet 1 mais est certainement sans relation avec la décharge.
- Des bromures sont détectés dans les eaux de la molasse mais uniquement sur Plet6 au Nord-Ouest de la décharge. Les bromures n'ont pas été analysés sur Plet1. Cet indice pourrait indiquer que le piézomètre Plet6 qui atteint les niveaux de

Molasse supérieure dans l'environnement proche de la décharge (Nord-Ouest) est impacté par des composés issus de la décharge. Cette remarque est confirmée par les analyses de composés organiques (présence en traces de composés traceurs de la décharge).

Les composés organiques

ANTEA note l'existence d'un impact de la décharge sur les eaux de la Molasse dans l'environnement proche du site, cet impact est mis principalement en évidence par les composés traceurs détectés sur :

- Plet5, situé au droit de la décharge
- sur Plet6 situé au Nord-Ouest de la décharge,
- et dans une moindre mesure sur Plet8 au Nord-Est de la décharge.

Ces composés susceptibles de provenir de la décharge sont :

- Amines aromatiques (chloroanilines, dichloroanilines),
- Composés aromatiques chlorés (chlorobenzène, dichlorobenzènes),
- 4-chlorophénylméthylsulfone,
- PCE, TCE,
- Toluène, xylène,
- Naphtalène,
- Heptabarbital.

Cet impact est toutefois limité, nous notons que le traceur mesuré en concentration la plus élevée est le **chlorobenzène** (5 µg/l sur Plet 5 / 1,3 µg/l sur Plet 6 et 2,6 sur Plet8).

Sur le piézomètre Plet 9 situé dans la Molasse entre le site et le captage AEP, le seul composé détecté pouvant être issu de la décharge est le xylène (une seule analyse). Cependant ce composé est détecté en concentration de l'ordre de grandeur de la limite de quantification et cette « trace » peut être liée à une contamination lors du prélèvement ou de l'analyse. Aucun impact de la décharge sur ce piézomètre ne peut donc être défini à partir de cette campagne de prélèvement.

Problématique concernant les dioxines

Les points prélevés pour analyse de dioxines en septembre 2005 sont le piézomètre en aval de la décharge dans les Alluvions (Plet6bis), le piézomètre situé latéralement à la décharge dans la Molasse (Plet8), le captage AEP « Kappelmaten », la source AEP « Milchusli » et les eaux du drain n° 2. La présence de traces (concentrations comprises entre 0,2 et 0,4 pgTEQ/l) est mise en évidence sur tous les points. ANTEA indique, sur la base de l'expertise du Professeur Rotard (Rotard, 2006), que les analyses réalisées ne permettent pas de juger de l'impact de la décharge sur la concentration en dioxines en aval de la décharge.

Selon le document du Professeur Rotard, les dioxines détectées dans les eaux souterraines peuvent provenir de la décharge aussi bien que des terrains naturels argileux (processus biogènes).

En effet, vu les faibles concentrations de dioxines détectées dans les eaux en aval immédiat du site et vu que des traces sont également retrouvées sur les captages AEP qui ne sont pas impactés par la décharge (voir les résultats d'analyses de ces captages pour les traceurs de la décharge), l'origine des dioxines n'est pas interprétable (retombées atmosphériques, décharges, lixiviation des sols naturels argileux, autres sources anthropiques...). A titre de comparaison, la réglementation de l'Ontario (Canada) fixe à 15 pgTEQ/l la norme de qualité de l'eau potable pour l'Equivalent Toxique des dioxines. Les concentrations détectées en aval immédiat de la décharge sont inférieures à cette norme de qualité.

3.4.4. Etude de la qualité des eaux superficielles

L'ensemble des résultats d'analyses est synthétisé sous forme de tableau dans le rapport [36]. Les résultats sont brièvement commentés par ANTEA ([32]).

La méthodologie de comparaison des résultats d'analyse à des valeurs guides est la même que pour les eaux souterraines (voir remarque au paragraphe 3.4.3).

Lertzbach

Les métaux et ions

Des métaux sont détectés dans les eaux superficielles, les résultats d'analyse de 2007 ne mettent pas en évidence d'impact de la décharge en métaux sur les eaux superficielles.

Les composés organiques

Les commentaires présentés par ANTEA sur les résultats d'analyses du Lertzbach sont valides. Sur le point aval du Lertzbach, des traces de dinitrotoluène, 4-chlorophénylméthylsulfone, atrazine, naphthalène et phénanthrène sont détectés ponctuellement. Nous notons que sur le point amont, du naphthalène avait également été détecté simultanément au point aval.

Systèmes de drains

Les métaux et ions

Des métaux sont détectés dans les eaux superficielles, les résultats d'analyse de 2007 ne mettent pas en évidence d'impact de la décharge en métaux sur les eaux superficielles.

Les composés organiques

Les commentaires d'ANTEA concernant les résultats d'analyses sont globalement valides, le système de drains est impacté par la décharge. Les points suivants importants sont soulevés sur les commentaires d'ANTEA :

- le cortège organique n'est pas dominé par les chlorobenzènes mais par les amines aromatiques (**anilines, di/trichloroanilines**) ;
- le **TCE** est présent ponctuellement en concentration supérieure aux CMA dans les eaux potables (valeurs françaises et OMS).

Comme le note ANTEA, les autres traceurs principaux de la décharge détectés dans les eaux du système de drains sont le **4-chlorophénylméthylsulfone** et l'**heptabarbital**.

D'après les investigations et les résultats obtenus, le drain n° 2 constitue clairement un exutoire du compartiment bas des alluvions impacté par la décharge.

3.4.5. Voies de transfert étudiées

Connaissances acquises lors des études

Les voies de transfert étudiées par ANTEA par l'intermédiaire d'investigations de terrain et d'analyses en laboratoire sont les eaux de surface et les eaux souterraines dans un rayon de 300 m autour de la décharge (16 piézomètres) ainsi que vers deux points extérieurs à ce rayon (puits et captage AEP).

Les voies de transfert mises en évidence et discutées sont les suivantes ([31]) :

- transfert dans les eaux de surface via le drain n° 2 et la source ES3,
- transfert verticaux et latéraux dans la nappe des Alluvions anciennes par convection (direction Nord-Ouest) et diffusion moléculaire,
- transferts verticaux et latéraux dans la nappe de la Molasse par convection (direction Ouest à Nord-Ouest) et diffusion moléculaire.

La migration verticale et latérale d'une éventuelle phase organique dense et non miscible (DNAPL) est également discutée.

L'étude des transferts est associée à un schéma conceptuel présenté sur les figures 47 et 48 du rapport [32] et sur la figure 5 du présent rapport (coupe géologique et hydrogéologique à proximité du site).

Commentaires

La coupe hydrogéologique synthétique a été réalisée par ANTEA pour faciliter la compréhension de la géométrie des diverses structures géologiques et hydrogéologiques présentes autour du corps de la décharge. Les éléments présentés

sont valides, conformes aux résultats des investigations réalisées et permettent une bonne lisibilité des commentaires concernant l'étude des transferts.

Les commentaires d'ANTEA sur le transfert éventuel d'une phase organique dense sont valides vis-à-vis des observations faites lors des investigations sur site et des résultats d'analyses sur les eaux souterraines. Selon les études réalisées par ANTEA, il est peu probable qu'il y ait la présence d'une phase dense importante, cependant, il est toujours possible qu'on soit en présence de petites poches très localisées de phases organiques piégées dans la porosité des terrains et ayant subit (ou pouvant subir) un transfert vertical via la fenêtre graveleuse.

Transferts verticaux (phase aqueuse)

Les mesures piézométriques réalisées sur la nappe des Alluvions et sur la nappe de la Molasse mettent en évidence un différentiel de pression qui tend à induire un flux de polluants dessous *per descensum* au travers des horizons semi-perméables situés entre les deux couches. La différence de pression entre l'aquifère de la Molasse et celui des Alluvions est de l'ordre de +9m au droit de la décharge. Ce schéma de transfert est valide et cohérent avec les cartes piézométriques établies et l'évolution de la piézométrie observée.

L'utilisation de la loi de Darcy pour évaluer les vitesses de transfert des eaux est conforme (tableau 27 du rapport [32]), les hypothèses retenues concernant les perméabilités et les porosités sont valides, cependant la source de ces hypothèses (notamment pour la porosité cinématique) aurait pu être mentionnée par ANTEA.

D'après nos vérifications, avec les hypothèses et méthodologies présentées, les vitesses verticales évaluées sont valides. Les vitesses verticales de drainage à travers les niveaux argileux de la Molasse seraient faibles, de l'ordre de quelques millimètres par jour pour des sables fins argileux.

L'hypothèse de la formation d'un dôme piézométrique ponctuel dans le corps de la décharge est expliquée (page 148 du rapport [32]) par un bilan en terme de flux d'eau (entrées/sorties). Ce bilan reste toutefois très hypothétique et incomplet, le débit de résurgence des eaux de la décharge vers les eaux de surface (drains, source) n'est en effet pas pris en compte dans ce bilan. Cependant, le schéma conceptuel est valide et il est jugé que l'établissement d'un bilan plus précis n'est pas possible dans l'état des connaissances actuelles et n'est pas proportionnel à l'étude de risque en jeu.

L'importance du transfert par convection par rapport au transfert par diffusion est évaluée par ANTEA sur la base du nombre de Peclet. La méthodologie générale et les hypothèses retenues pour la Molasse sont valides. Les conclusions tendent à montrer la dominance du phénomène de transfert par diffusion dans les terrains argilo-sableux de la Molasse.

De manière générale, ces calculs restent très théoriques. En effet, avec les incertitudes inhérentes à l'estimation de la perméabilité et de la porosité, les évaluations des vitesses de transferts par convection et diffusion ne peuvent être précises et donnent

juste des ordres de grandeur permettant de juger qualitativement des phénomènes de transfert.

Transferts latéraux

Les vitesses de migrations latérales sont calculées par ANTEA pour diverses hypothèses de perméabilité et de porosité. Les calculs de vitesse effective sont conformes aux méthodologies et valides (les vérifications réalisées évaluent les mêmes ordres de grandeur des vitesses). Les temps de transferts théoriques calculés par ANTEA sont également valides.

Les commentaires réalisés par ANTEA sur les vitesses verticales et latérales au sein de la Molasse (vitesse faibles à très faibles) sont valides vis-à-vis des observations géologiques et hydrogéologiques, des résultats analytiques et des calculs théoriques réalisés. L'aquifère de la Molasse semble en effet cloisonné (aquifère composés de différentes couches séparées hydrauliquement entre elles). Cependant, nous estimons que les données des suivis piézométriques de la Molasse sont trop faibles pour pouvoir déterminer de manière fiable le ou les sens d'écoulement possibles de cet aquifère multicouche.

Facteurs d'atténuation

ANTEA discute de l'importance des facteurs d'atténuation potentiels :

- Dispersion et dilution :

Le taux de dilution du panache de polluants est difficile à établir, vu la complexité hydrogéologique du site.

- Sorption (facteur de retard) :

Les calculs des facteurs de retard (tableau 31 du rapport [321]) sont valides et permettent, pour les traceurs de la décharge de mettre en évidence les polluants les plus mobiles. Il en est déduit que la vitesse de transfert des polluants est inférieure au mètre par jour. Avec les données actuelles (incertitudes sur les perméabilités et porosité), il n'est pas possible d'affiner ce calcul.

- Biodégradation :

De manière générale, les mécanismes d'atténuation naturelle devraient être étudiés en considérant trois faisceaux de preuves (BRGM, 2005) :

- l'analyse de la présence dans les eaux souterraines de produits de dégradation des composés organiques identifiés. Cette première étape permet de déterminer si des processus de dégradation bactérienne sont en cours ;
- l'analyse de paramètres physico-chimiques en vue d'appréhender l'aptitude du milieu à la biodégradation naturelle ;
- l'analyse de paramètres microbiologiques concernant la densité de population bactérienne et l'identification des populations présentes sur le site.

Les processus d'atténuation naturelle des COHV et des BTEX sont bien connus dans la littérature. Dans le cas de la décharge du Letten, il existe en effet des preuves d'une biodégradation des composés organiques comme le note ANTEA : présence de métabolites, potentiels redox, concentrations en méthane dans les gaz du sol. Cependant, la biodégradation des COHV ne semble pas très efficace, en effet les concentrations restent très élevées en TCE au droit et en aval immédiat de la décharge, et le métabolite mesuré (Cis1,2 DCE) est présent en faible concentration. De plus les concentrations en oxygène restent supérieures à 0,5 mg/l, ce qui n'est pas favorable à la déchloration réductrice des PCE et TCE.

Les concentrations en accepteurs d'électrons, excepté la concentration en oxygène, n'ont pas été mesurées (fer III, sulfates, nitrates...) et les conditions de biodégradation des composés organiques polluants principaux (amines et chlorobenzène) sont, dans la littérature, peu connus, ce qui rend l'analyse difficile. De plus, dans le cas d'une pollution complexe comportant diverses familles de polluants, l'évaluation de l'atténuation naturelle est rendue plus complexe.

Les investigations n'ont pas été réalisées dans le but d'évaluer la biodégradation des composés mais dans le but de diagnostiquer cette pollution et son extension. Nous notons d'ailleurs qu'ANTEA ne retient pas le processus de biodégradation pour l'évaluation des impacts sur les cibles potentielles.

3.5. ANALYSE DE L'IMPACT SUR LES CIBLES POTENTIELLES

3.5.1. Usages des eaux souterraines et de surface

Usages des eaux en général

Les éventuels Schéma Directeur d'Aménagement de Gestion des Eaux (SDAGE) et Schéma d'Aménagement de Gestion des Eaux (SAGE) ont été recherchés, il n'en n'existe pas sur la zone d'étude.

L'étude n'indique pas d'usage sensible de type Alimentation en Eau Potable (AEP) des eaux souterraines et de surface sur le site ou à proximité immédiate. Cependant, l'accès au site, aux sources et aux drains par des promeneurs (adultes et enfants) est totalement libre, un contact direct peut donc être supposé entre ces eaux et des cibles adultes ou enfants.

Usages des eaux souterraines

Une enquête de terrain pour localiser les ouvrages de prélèvement sur les eaux souterraines semble avoir été réalisée même si cette démarche n'est pas mentionnée dans les différents rapports. L'étude n'indique pas d'usage sensible des eaux

souterraines sur le site ou à proximité immédiate du site. L'enquête de terrain ne s'est pas étendue aux Alluvions de la vallée du Lertzbach.

Divers ouvrages sont localisés hors site (captage AEP « Kappelmatten », sources AEP, puits Calonego, anciennes sources). Pour les puits et forages, la profondeur des ouvrages et la hauteur crépinée sont précisées (quand elles sont connues).

Les expositions sont précisées par ANTEA pour chacune des cibles (ex : contact possible avec adultes et enfants dans le cas des sources communales).

Le périmètre de protection du captage AEP « Kappelmatten » est indiqué, un calcul de rayon d'action du captage a été estimé par ANTEA (voir paragraphe suivant). La coupe géologique de ce captage a été fournie par ANTEA au BRGM suite à notre demande de novembre 2007 et ajoutée en annexe ([36]). Nous notons que la décharge du Letten est située à l'extérieur des périmètres de protection des captages AEP de Schönenbuch.

Usages des eaux superficielles

L'étude de risque prend en compte les usages des eaux superficielles (drain n° 2 et ES3) qui sont accessibles aux promeneurs (ingestion, inhalation, contact cutané)

ANTEA indique que le canal du moulin et le Lertzbach ne présentent pas d'usage spécifique.

3.5.2. Vulnérabilité des eaux superficielles et souterraines

Captage d'Alimentation en Eau Potable

La vulnérabilité du captage AEP « Kappelmatten » est évaluée par ANTEA par l'intermédiaire de considérations hydrogéologiques, chimiques et d'un calcul de la largeur du front d'appel en ordre de grandeur et sur la base de trois hypothèses potentielles d'impact du captage ([32]).

Les éléments présentés sont justifiés et militent en faveur d'un captage peu vulnérable à la pollution du site. Les principaux éléments de justification présentés sont d'une part les concentrations faibles mesurées dans la molasse et d'autre part l'étude des relations hydrauliques entre la source de pollution et le captage.

Les justifications liées aux concentrations et à la dilution/biodégradation des polluants sont valides, les 3 hypothèses présentées sur les relations hydrauliques potentielles et leurs justifications sont également cohérentes avec les écoulements superficiels et souterrains présentés.

Le calcul de la largeur du front d'appel du captage AEP est basé sur diverses hypothèses discutées par ANTEA (calcul majorant, minorant). Une étude de sensibilité des paramètres est réalisée.

Le calcul réalisé pour évaluer la largeur du front d'appel utilise la méthode de Wyssling, cette méthode est valide pour un aquifère confiné mais suppose une transmissivité uniforme dans l'aquifère, ce qui est une approximation pour le captage AEP. Les résultats obtenus doivent donc être utilisés avec précaution.

Les résultats d'ANTEA montrent que la décharge est située hors de la zone d'appel du captage en supposant que le débit d'exploitation reste identique (26 m³/h). Les hypothèses retenues sont valides, cependant les connaissances actuelles du milieu et les incertitudes inhérentes à sa complexité ne permettent pas d'affirmer que la décharge reste à l'extérieur de la zone d'appel du captage.

Les connaissances acquises lors des études ANTEA et HOLINGER permettent de montrer que le captage AEP « Kappelmaten » est peu vulnérable à la pollution de la décharge. Les principaux éléments validés par cette expertise et allant dans le sens d'une faible vulnérabilité sont les suivants :

- épaisseur importante de terrains argileux entre le site et la Molasse profonde captée,
- absence de réponse mesurable sur les pressions de la Molasse superficielle lors des essais de débit réalisés sur le captage profond AEP,
- atténuation naturelle du panache,
- concentrations sur les piézomètres Plat9 et Plat9bis.

Cependant, les incertitudes sur les relations hydrauliques entre la décharge et le captage (incertitudes sur les directions d'écoulement de la Molasse, sur les relations hydrauliques entre les couches de la Molasse, sur les relations hydrauliques entre l'ouvrage et des eaux de niveaux supérieurs à l'aquifère de la Molasse profonde) ne permettent pas de conclure de manière certaine à l'absence d'impact sur le long terme de la source de pollution sur ce captage AEP.

Sources AEP « Milchüsli » et « Brunnenmaten » de Schönenbuch

Les éléments avancés par ANTEA pour justifier de la non vulnérabilité des sources AEP sont valides (étude des écoulements souterrains). Ces éléments sont notamment l'absence de relation hydraulique entre les sources et la décharge puisque le bassin d'alimentation des sources serait déconnecté du système hydraulique influencé par la décharge ([32]). La présence d'une crête piézométrique entre la décharge (dans la configuration supposée actuellement) et le village de Schönenbuch avait également été mise en évidence dans l'étude du bureau Holinger pour le compte de l'AUEBL (2006) et du bureau CSD pour le compte du GIDRB ([38]).

Selon les connaissances piézométriques présentées dans ces différentes études, il est valide de conclure à la non vulnérabilité des sources vis-à-vis de la décharge du Letten.

Puits Calonego

Les éléments avancés par ANTEA pour justifier de la non vulnérabilité du puits privés Calonego vis-à-vis de la décharge sont valides (étude des écoulements souterrains). Ces éléments sont notamment l'absence de relation hydraulique entre les sources et la décharge puisque le bassin d'alimentation du puits serait déconnecté du système hydraulique influencé par la décharge ([32]). Selon les données piézométriques mesurées par le GIDRB et l'AUEBL et les éléments synthétisés dans le rapport [38], le puits Calonego est situé en aval de l'ancien atelier métallurgique et de l'ancienne décharge du Grien, il est de plus situé à proximité d'une voirie. Ces éléments permettraient d'expliquer les concentrations « traces » obtenues ponctuellement sur ce puits.

Selon les divers éléments présentés dans les études ANTEA et CSD, il est valide de conclure à la non vulnérabilité du puits Calonego vis-à-vis de la décharge du Letten.

Eaux de surface

Les eaux de surface définies par ES3 et le drain en aval de la décharge sont jugées par ANTEA comme des milieux d'exposition, dans ce cadre elles sont retenues dans l'EDR sanitaire expertisée par l'INERIS. Le drain est l'exutoire le plus impacté par la décharge, le calcul de risque réalisé sur ce point ([34]) est donc majorant vis-à-vis des éventuels autres points d'accès aux eaux superficielles. Malgré les faibles débits de ces exutoires, les eaux de surface drainant le corps de la décharge sont donc vulnérables vis-à-vis de la pollution du site. La dilution et la biodégradation des polluants entraînent l'absence d'impact de la décharge dans sa configuration actuelle sur les eaux du Lertzbach.

3.5.3. Schéma conceptuel des transferts

Le schéma conceptuel des transferts dans les eaux souterraines des Alluvions, de la Molasse et des transferts dans les eaux superficielles présenté par ANTEA est valide et cohérent avec les résultats de suivi analytique et piézométrique depuis 2001 (figures 47 et 48 du rapport [32]).

Les éléments présentés sont transparents et les investigations réalisées sont itératives et proportionnelles aux risques supposés.

Des essais de quantification de ces transferts ont été réalisés mais présentent des incertitudes liées à la complexité du système hydrogéologique. Cependant, les phénomènes présentés et les méthodologies retenues (Darcy, Pecllet, Wyssling...) sont valides. Il semble difficile, dans le cadre du contexte étudié (aquifère multicouche, nappes semi-captives en communication) de quantifier plus finement ces phénomènes en restant dans le cadre d'une étude proportionnelle au contexte.

Il est possible de conclure comme le fait ANTEA à la non vulnérabilité du puits Calonego et des sources AEP « Milchhüsli » et « Brunnenmatten » de Schönenbuch qui appartient à un autre bassin versant que celui concerné par la décharge.

Les éléments exposés au paragraphe 3.5.2 montrent que le captage AEP profond de Kappelmatte est peu vulnérable à la pollution du site mais que des incertitudes résident (liées à la complexité du milieu souterrain et à l'intrusion dans le captage d'eaux jeunes issues de niveaux supérieurs à la Molasse profonde), ainsi les éléments présentés ne permettent pas de conclure de manière certaine en l'absence d'impact sur le long terme de la source de pollution sur ce captage AEP.

3.6. CONCLUSIONS SUR LES ETUDES MANDATEES PAR LE GIDRB POUR LA DECHARGE DU LETTEN - RECOMMANDATIONS

La présente tierce-expertise a été réalisée par le BRGM mandaté par le GIDRB à cet effet. Le champ d'application de la présente tierce-expertise a été défini lors de la réunion du groupe de travail d'information du 21 avril 2006 et de la réunion du GIDRB/ANTEA/NERIS/BRGM dans les locaux de la DRIRE à Colmar le 25 septembre 2007. Pour le BRGM, le champ d'application concerne l'analyse critique des aspects méthodologiques, réglementaires, géologiques et hydrogéologiques des études réalisées par le bureau d'étude ANTEA, HOLINGER AG et CSD sur ce site.

Au terme de cette analyse critique, il apparaît que la pollution des eaux de surface et des eaux souterraines est bien caractérisée à proximité du site (plusieurs campagnes à minima semestrielle depuis 2001 sur des points pertinents) et que le schéma conceptuel des transferts dans les eaux est valide et suffisamment précis vis-à-vis des cibles mises en évidence.

Des inévitables incertitudes demeurent sur la connaissance des transferts dans les eaux souterraines en aval de la décharge dans la Molasse, notamment du fait de la complexité du système hydrogéologique qui entraîne une difficulté d'approche des directions d'écoulement et des relations hydrauliques entre les différentes couches aquifères de la Molasse alsacienne. A ces incertitudes s'ajoutent le fait que le puits AEP « Kappelmaten » de Schönenbuch (CH), captant spécifiquement les horizons marno-gréseux profonds de la Molasse, serait perméable aux eaux de niveaux aquifères supérieurs à ceux sollicités initialement pour l'AEP.

Cependant, d'après les connaissances actuelles obtenues par divers bureaux d'études et expertises (ANTEA, HOLINGER AG, CSD), le captage AEP reste peu vulnérable à la pollution du site du Letten, il n'est actuellement pas impacté par la pollution du site (captage mis en route depuis plus de 30 ans) et sa vulnérabilité à long terme serait de faible ampleur. De plus, les vitesses de transfert étant faibles, un réseau de surveillance adapté associé à une étude démontrant les potentialités de l'atténuation naturelle du panache et/ou une étude isotopique approfondie entre le site et le captage, pourrait permettre de suivre et de contrôler les transferts depuis le site. Une étude de traitement de la ressource (étude de mise en place d'un traitement par charbon actif en cas de détection de polluants) pourrait permettre, en cas d'évolution du panache de prendre des mesures ne générant pas l'arrêt du pompage.

De plus, il y aurait lieu de poursuivre une surveillance précise de l'évolution de la qualité des eaux souterraines et des eaux de surface en aval et autour du site ainsi que dans le voisinage du captage AEP « Kappelmaten » de Schönenbuch (CH). Dans ce cadre, les suivis piézométriques et analytiques pourraient être réalisés de manière simultanée et conjointe sur le réseau de l'AUE BL (côté suisse) et du GIDRB (côté français). Cette surveillance pourrait être associée à une gestion de la pollution sur site (recouvrement, confinement) permettant de limiter la mobilisation des polluants renfermés dans les déchets et les transferts dans les eaux (notamment via les infiltrations des précipitations sur et en amont du site).

Dans l'état actuel de la pollution du site, il est proposé de compléter le programme de surveillance par les éléments suivants :

- Un suivi de la qualité des eaux devrait être mis en place plus spécifiquement sur les ouvrages Plet9, Plet9bis et le captage AEP « Kappelmaten » de manière à surveiller la ressource en eau potable de Schönenbuch, en complément au programme de surveillance réalisé ;
- le piézomètre Plet1 devrait être intégré au suivi (il est situé dans la nappe de la Molasse associée au Lertzbach et en aval de la zone d'infiltration) ;
- de manière à affiner la connaissance des transferts et à compléter le réseau de surveillance, un ou deux nouveaux piézomètre(s) de surveillance devraient être mis en place au droit et en aval du panache supposé situé en rive droite du Lertzbach (zone du drain et en aval de cette zone) ;
- le programme de surveillance devrait être revu de manière à ajouter au programme analytique actuel les BTEX, le naphthalène ainsi que le chlorure de vinyle.

Nous rappelons que, dans l'état actuel du constat de pollution des eaux souterraines au droit et à proximité de la décharge, il y a lieu de maintenir le suivi de la qualité des eaux souterraines et de prévoir la mise en place d'un dispositif réglementaire de restriction d'usage des eaux souterraines au voisinage immédiat de la décharge (servitudes). Ce dispositif pourrait entraîner la réalisation de piézomètres complémentaires en aval du site, comme ceux recommandés plus haut.

Le milieu d'exposition « eaux de surface » devrait également être géré par l'intermédiaire d'actions permettant d'en limiter l'usage (aménagement de la zone d'émergence du drain n° 2) et/ou des servitudes (restriction d'usage des eaux de surface) et/ou une gestion de la source de pollution.

Nous indiquons que les recommandations ci-dessus se limitent au cadre de la présente tierce-expertise qui concerne l'Evaluation Détaillée des Risques sur les ressources en eau. Dans ce cadre, aucune recommandation n'est proposée concernant les autres aspects du risque, notamment les risques sanitaires liés au contact direct (ou exposition par inhalation) avec des sols pollués. Ces aspects sont traités dans le rapport de tierce-expertise réalisé par l'INERIS.

Annexe 1

GLOSSAIRE



AEA	: Alimentation en Eau Agricole
AEP	: Alimentation en Eau Potable
AUE	: Amt für Umweltschutz und Energie
BTEX	: Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes
CMA	: Concentration Maximale Admissible
DRIRE	: Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement
ESR	: Evaluation Simplifiée des Risques
EDR	: Evaluation Détaillée des Risques
GLDRB	: Groupement d'intérêt pour la sécurité des anciennes décharges de la région de Bâle
HAP	: Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
IGN	: Institut Géographique National
INERIS	: Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
Kd	: Coefficient de partage solide/liquide
LID	: Limite inférieure de détection
MEDD	: Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
NGF	: Nivellement Général Français
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
PCE	: Tétrachloroéthylène
PPE	: Périmètre de Protection Eloigné
PPR	: Périmètre de Protection Rapproché
TCE	: Trichloroéthylène
TEQ	: Toxic Equivalent Quantity (somme des concentrations des 17 congénères toxiques pondérées d'un "facteur d'équivalence de toxicité")
VCI	: Valeur de Constat d'Impact
VDSS	: Valeur de Définition de Source Sol

Annexe 2

REFERENCES



Rapports mandatés par le GIDRB expertisés dans le rapport de tierce-expertise du BRGM de janvier 2007 (rapport d'étape à fin 2006) :

- [1] 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 – Rapport ANTEA A37648/A – Avril 2005 ;
- [2] 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 ANTEA A37648/A – Avril 2005 ;
- [3] Evaluation Détaillée des Risques sur la santé humaine et les ressources en eau de l'ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) – Rapport de synthèse – Rapport ANTEA A/37649A – Avril 2005 ;
- [4] Evaluation des impacts de l'ancienne décharge du Roemisloch à Neuwiller (68) sur la qualité des eaux souterraines et superficielles – Rapport de synthèse - Rapport ANTEA A37650/A – Avril 2005 ;
- [5] Evaluation des impacts de l'ancienne décharge du Roemisloch à Neuwiller (68) – 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 ANTEA A37647/A – Avril 2005 ;
- [6] Evaluation Détaillée des Risques sanitaires de l'ancienne décharge du Roemisloch à Neuwiller (68) – Eaux de surface – Rapport ANTEA A37647/A – Avril 2005 ;
- [7] Projet d'aménagement du pied de l'ancienne décharge du Roemisloch à Neuwiller (68) – Rapport ANTEA A39084/A – Septembre 2005 ;
- [8] Projet de programme de surveillance des anciennes décharges du Roemisloch à Neuwiller (68) et du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) – Argumentaire technique – Rapport ANTEA A39382/A – Octobre 2005 ;
- [9] 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 ANTEA A39774/A – Novembre 2005 ;
- [10] Renforcement du réseau de surveillance piézométrique de l'ancienne décharge du Roemisloch à Neuwiller (68) – Compte rendu des travaux – Rapport ANTEA A39772/A – Novembre 2005 ;
- [11] Enlèvement des deux résidus chimiques et des déchets métalliques situés autour de la décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) – Rapport Pollution Service n° 05 027 D1132 – Mai 2005 ;

- [12] Recalibrage du fond du talweg situé au pied de l'ancienne décharge du Roemisloch à Neuwiller (68) – Rapport Pollution Service n° 05 028 D1130 – Décembre 2005 ;
- [13] Campagne semestrielle de surveillance des décharges du Letten à Hagenthal-le-bas (68) et du Roemisloch à Neuwiller (68) – Rapport ANTEA A40948/A – Février 2006.
- [14] Campagne de surveillance du printemps 2006 : Rapport d'étude intermédiaire destiné aux Tiers Experts, volets 1 à 4 – Rapport ANTEA A44112/A – Novembre 2006 ;
- [27] Campagne de surveillance d'octobre 2006 : Rapport d'étude intermédiaire destiné aux Tiers Experts – Rapport A45439/A – Février 2007.
- [21] Expertise sur la découverte de Surfynol dans le secteur de la décharge de Letten – BMG – août 2006.

Rapports des parties prenantes pour lesquels le BRGM a fait une analyse critique dans son rapport de tierce-expertise de janvier 2007 (rapport d'étape à fin 2006) :

- [15] Compte-rendu de la réunion du groupe de travail sur les anciennes décharges chimiques de Neuwiller et Hagenthal-le-Bas, 21 avril 2006 comprenant :
- La présentation du GIDRB (annexe 1),
 - La présentation de la DRIRE Alsace (annexe 2),
 - L'évaluation des impacts de l'ancienne décharge du Roemisloch à Neuwiller sur la qualité des eaux souterraines et superficielles – Professeur Walter Wildi (annexe 3),
 - La présentation de l'expertise concernant le rapport de synthèse Antea A37649A sur la décharge du Letten – Martin Forter (annexe 4),
 - Le courrier d'Alsace Nature (annexe 5) ;
- [16] Courrier du 28 avril 2006 de l'association Défense et Information du Consommateur, 24 pages avec pièces jointes ;
- [17] Lettre du 27 avril 2006 du Comité d'Action « Chemiemüll weg », 15 pages avec annexes ;
- [18] Courrier du 24 avril 2006 de la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt, 1 page ;
- [19] Courrier du 4 mai 2006 de Greenpeace Suisse incluant 20 communiqués de presse, 5 rapports d'analyses, 3 lettres d'information, 3 rapports parmi lesquels :

- > Investigations sur des déchets trouvés en forêt sur le site de la décharge chimique du Letten à Hagenthal, Alsace, France – RWB SA – Février 2005 ;
 - > Dioxines et substances similaires aux dioxines dans les décharges industrielles de l'industrie chimique Bâloise – Martin Forter – septembre 2005 ;
 - [20] courrier du 28 avril 2006 de la commune d'Allschwill incluant 7 articles de presse, 5 rapports d'analyse, 3 documents relatifs à la liste des substances, 15 études parmi lesquelles :
 - > Evaluation préliminaire de la décharge du Roemisloch – Walter Wildi – Novembre 2004 ;
 - > Commentaire sur le rapport ANTEA « Evaluation détaillée des risques sur la santé humaine et la ressource en eau de l'ancienne décharge du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) » - Walter Wildi – Janvier 2006.
 - [22] Evaluation du programme de surveillance des anciennes décharges du Letten et du Roemisloch (Haut-Rhin, Alsace) – Dr. Marc Gugli – juillet 2006 ;
 - [23] Prise de position sur les analyses de dioxines dans les échantillons d'eau du secteur influencé par les décharges alsaciennes du Roemisloch et du Letten – Dr. Rotard – juin 2006 ;
 - [24] Importance des dioxines dans les décharges de la région de Bâle – Dr. Rotard – juin 2006 ;
 - [25] Evaluation de la qualité hydrobiologique du Neuwillerbach et du Roemislochbach aux alentours de l'ancienne décharge du Roemisloch – Centre d'analyses et de recherches - campagne de Mai 2006 ;
 - [26] Commentaire du GIDRB relatifs aux contributions des participants de la réunion du groupe de travail d'information et de suivi des anciennes décharges chimiques à Hagenthal-le-Bas et à Neuwiller du 21 avril 2006 - Rapport GIDRB – Août 2006.
- Rapport d'étape de tierce-expertise des dossiers à fin 2006 :**
- BRGM : Expertise des Evaluations Détaillées des Risques sur les ressources en eau, et des avis des parties prenantes – Sites du Roemisloch à Neuwiller et du Letten à Hagenthal-le-Bas (68) – Rapport d'étape à fin 2006 – BRGM/RC-55306-FR de janvier 2007 ;
 - INERIS : 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. Rapport DRC-07-77208-00980-B du 10 mai 2007 ;

- INERIS : Tierce-expertise du rapport 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. Rapport DRC-07-77208-00984-B du 10 mai 2007 ;
- INERIS : Tierce-expertise du rapport d'ANTEA A37647/A d'avril 2005 relatif à l'évaluation détaillée des risques pour la santé humaine de l'ancienne décharge du Roemisloch à Neuwiller (68). Rapport d'étape à fin 2006. Rapport DRC-07-77208-01101-B du 10 mai 2007 ;
- INERIS : Tierce-expertise du rapport ANTEA A37647/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 Roemisloch à Neuwiller (68). Rapport d'étape à fin 2006. Rapport DRC-07-77208-01102-B du 10 mai 2007.

Bibliographie complémentaire

- BRGM (2000). Classeur Gestion des Sites Pollués - Diagnostic Approfondi et Évaluations Détaillées des Risques – 2000, version 0.
- BRGM (2005). Etat des connaissances sur l'atténuation naturelle des hydrocarbures. BRGM/RP-53739-FR, avril 2005.
- Delleur (1999). The Handbook of Groundwater Engineering. Editor-in-Chief, Jacques W. Delleur, School of Civil Engineering, Purdue University, West Lafayette, Indiana – CRC Press.
- INERIS (2006). Synthèse des valeurs réglementaires pour les substances chimiques, en vigueur dans l'eau, l'air et les denrées alimentaires au 1^{er} mars 2006. N° INERIS-DRC-06-75999/DESP-R2a.
- MEDAD (2007). Courrier Ministériel du 08 février 2007. Annexes 1, 2 et 3.

Annexe 3

Traduction de l'Allemand au Français du rapport HOLINGER AG , octobre 2007



Remarque : Cette traduction a été réalisée en interne par le BRGM (mai 2008) à partir du document HOLINGER E-1563.1000 / BID du 23 octobre 2007. Cette traduction reprend le texte du rapport, elle ne conserve ni la mise en page, ni les illustrations. Le texte en italique renvoie à des illustrations ou à des références non intégrées à la traduction. Pour consulter ces éléments, il est demandé de se référer au rapport original en Allemand dont la référence est ci-dessous mentionnée :

Amt für Umweltschutz und Energie – Einwohnergemeinde Schönenbuch.
Grundwasserfassungen Schönenbuch. Exposition und Beeinflussung durch Deponien im Elsass. Ergebnisse ergänzender hydrogeologischer Untersuchungen. Rapport/Bericht HOLINGER AG, Büro Schmassmann, E-1563.1000/BID, Liestal, Okt. 2007, 40 p, ann.

AEP de SCHÖNENBUCH

Exposition et impact par le biais des décharges en Alsace

Résultats des investigations hydrogéologiques complémentaires

Rapport

1. Contexte et mandat

Il existe sur le ban de la commune de Schönenbuch des exfiltrations d'eau souterraine qui sont captées et qui sont utilisées par les communes de Schönenbuch et Alschwill pour l'alimentation en eau potable. D'anciennes excavations, comblées jusqu'à ce jour par des déchets, ont été identifiées sur le territoire alsacien, à proximité immédiate de la frontière et non loin des captages AEP. En raison des résultats des investigations sur ces anciens dépôts, les possibilités d'un éventuel impact des déchets sur les captages AEP côté suisse ainsi que leur ampleur doivent être étudiés.

Figure 1 : Localisation du secteur d'étude.

Dans un premier temps, les informations et données existantes ont été rassemblées et interprétées en termes d'impact des eaux infiltrées dans les déchets sur les eaux potables. Les résultats de cette étude font l'objet du rapport du 16 janvier 2006. Le rapport renferme, à côté des informations et de leur interprétation, une liste de questions ouvertes, ainsi que des propositions pour des investigations complémentaires visant à conclure sur les lacunes de l'état des connaissances.

Les études requises ont été finalement réalisées par HOLLINGER AG dans le cadre de plusieurs mandats par différents donneurs d'ordre.

Date du contrat	Donneur d'ordre	Objet	Projet	Date de l'offre
04/10/06	AUE	Source Milchhüsi/Brunnenmatten	Réalisation de sondages. Campagne de mesure piézométrique. Interprétation. Rapport	26/06/06
13/10/06	Commune	Puits AEP Kappelmaten	Prélèvements (pré étude)	13/10/06
19/12/06	Commune	Puits AEP Kappelmaten	Interprétation et analyse critique. Proposition d'avancement	19/12/06
04/04/07	Commune + AUE	Puits AEP Kappelmaten	Monitoring et suivi de l'arrêt du pompage	15/03/07
06/06/07	AUE	Piézomètres Le Letten	Contrôle de la position et des hauteurs	06/06/07

2. Méthodologie et concept de l'étude

2.1 Objectif et méthodologie

La justification de la méthodologie suivie pour les investigations est précisée dans le rapport intermédiaire du 16 janvier 2006. Une comparaison des investigations prévues et des investigations réellement réalisées est proposée dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Investigations

Question ouverte posée	Méthode d'investigation	Réalisation et écart
<p>Représentativité du point de surveillance Puits Zollstrasse (25.E.1)</p> <p>Délimitation de l'aire d'alimentation des sources Milchhüsi et Brunnenmatt (25.3-6A)</p>	<p>Réalisation 2-3 sondages de reconnaissance le long de la rue frontalière, et éventuellement équipement des sondages en piézomètres.</p> <p>Enquête sur les eaux de surface puis sur les drainages</p> <p>Réalisation de campagnes de mesures piézométriques (a minima deux correspondant aux deux états de la nappe) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Niveaux d'eau dans les puits et piézomètres, • Débits des sources et des eaux de surface, • Qualité des eaux (échantillonnage et analyse des eaux au laboratoire). <p>Délimitation de l'aire d'alimentation sur la base d'un bilan des débits du bassin versant ainsi que sur la répartition des charges piézométriques et des fractions dissoutes.</p>	<p>3 sondages avec équipement en piézomètre. Réalisation d'essais hydrauliques.</p> <p>Géochimie, chimie des isotopes et des composés organiques (uniquement en avril 2007)</p>
<p>Origine et cheminement des composantes eaux jeunes des eaux souterraines captées par le puits AEP profond Kappelmaten (25.A.1)</p>	<p>Dosage des isotopes stables de l'eau ainsi que du tritium et crypton-85 dans un échantillon d'eau du puits 25.A.1 en pompage.</p> <p>Mesure de la pression et/ou du débit artésien du puits à l'arrêt</p> <p>Observation en continu des niveaux piézométriques des piézomètres Plet1,2,5 et 8 pendant quelques cycles de fonctionnement marche/arrêt du puits 25.A.1.</p> <p>Mesure in situ dans le forage 25.C.1 pendant le pompage sur le puits 25.A.1.</p> <p>Réalisation d'un traçage combiné par injection d'un traceur dans le puits 25.C.1 et le Letzbach et surveillance de la qualité des débits pompés dans le puis 25.A.1.</p>	<p>Dosage des isotopes stables et du tritium d'un échantillon d'eau du puits 25.A.1 et du puits 25.C.1 en pompage et à l'arrêt (débit artésien). Mesure des débits artésiens.</p> <p>Mesures supplémentaires aux points 25.C.1, Plet9 et Plet9bis.</p> <p>Mesure in situ supplémentaire dans le puits 25.A.1.</p> <p>Renoncement à la réalisation de l'essai.</p>

Au vu des résultats des études préliminaires disponibles, la réalisation d'investigations complémentaires sur le puits profond concerné (dosage du crypton-85, traçage) ne s'est plus avérée nécessaire et pertinente.

2.2 Références des études réalisées à ce jour

3. Investigations de terrain

3.1 Résumé

Le Tableau 2 donne un aperçu du contenu et des délais de réalisation des investigations de terrain réalisées.

Tableau 2

Les investigations ont été réalisées avec la répartition suivante :

	Entreprise	Responsabilité
Sondages		
Réalisation & équipement	Glanzmann AG	RUF, P,
Mesures	HOLINGER AG	Bohren, D.
Essais hydrauliques	HOLINGER AG	HUG, R
Diagnostic du puits Kappelmatten		
Salinité, T°C, débit, Scanner TERRATEC, Heitersheim (D)		BRAUCH, K
Inspection caméra	AQUAPLUS, Kronach (D)	ALBRECHT
Surveillance de l'arrêt du pompage		
Mise en place et repli		
des sondes	HOLINGER AG	BIEHLER, D
Mise à disposition		
des sondes	AQUITRONIC, Kirchheim (D)	LEHMANN

	Entreprise	Responsabilité
Mise en sécurité de l'accès aux points de contrôle		
AEP Kappelmatten,		
Milchhäusli	Commune Schönenbuch	OSER, A
Source Brunnenmatten	Commune d'Allschwil	SCHÖNENBERGER
Piezomètre Le Letten	ANTEA	HUBE D.
Echantillonnage		
Réalisation de mesures	HOLINGER AG	HUG, R BIEHLER, D.
Mise à disposition, amené et rempli pompes	HOLINGER AG	HUG, R
Echantillonnage Plet4	ANTEA	HUBE D.
Contrôle qualité éch.	AUE, UAN	ARGENTON, H
Echantillonnage autres points	HOLINGER AG	HUG, R, BIEHLER D.
Analyses au laboratoire		
Geochimie et composés organiques	AUE, UAN	BACHMANN, R
Isotopes	HYDROISOTOP GmbH	EICHINGER, L
Piezométrie Le Letten		
Contrôle position et hauteurs	HOLINGER AG	BOHREN, D, BIEHLER D.

3.2 Enquête sur les usages des eaux

Le résultat de l'enquête avec sa vérification font l'objet du plan de localisation de l'Annexe 1. Il s'appuie sur les plans et les données mises à disposition par l'administration communale de Schönenbuch, de l'office cantonal de la mesure Basel Land, et des différents bureaux d'ingénieurs et de géomètres intervenant à Schönenbuch. Le cadastre des conduites et canalisations de la commune de Schönenbuch, en version digitalisée, constitue un document essentiel, car il recouvre l'ensemble de la zone habitée de Schönenbuch et a pu être complété par les plans des terrains agricoles attenants par le biais de la digitalisation :

Liste des plans

Les documents relatifs aux drainages sur le territoire alsacien voisin n'ont pas été systématiquement recherchés. Ces informations se limitent aux indications du prolongement des drains et canalisations de Schönenbuch (raccords) ainsi que par le relevé des regards et avaloirs visibles sur le terrain.

La continuité des canalisations a été vérifiée autant que faire se peut sur le terrain. La plupart des émissaires de rejets dans les eaux de surface, ainsi que quelques regards de visite, ont pu être localisés et être utilisés par la suite pour des mesures.

Les drainages, mis en place dans les années 40 dans le cadre des mesures d'amélioration des terres agricoles (« Melioration »), ont été modifiés suite au développement des zones loties. De telles modifications ont toutefois été reportées dans le plan uniquement dans les cas où ces dernières sont couvertes par un plan, comme par exemple dans le cas du drainage Grien (système « Im Grien » du projet 1 du drainage sol-Grien). Quelques modifications ont été apportées avec quasi certitude sur les drainages du secteur Pfeiffensack, mais n'ont pas été renseignées. Il est admis, que les tronçons situés au dessus de la rue de Hagenthal ont soit été raccordés à la canalisation de Schönenbuch soit été complètement déterrés, lors des travaux de viabilisation et de construction. Par un raccord à la canalisation (eaux de mélange), des venues d'eaux externes arrivent dans le secteur, ces venues d'eau de première importance ont été renseignées dans le cadre de l'enquête et des travaux pour le rapport sur l'état des eaux du plan général pour l'alimentation en eau (GEP) réalisée par Fa. SUTTER AG.

3.3 Equipement des piézomètres

3.3.1 Implantations

Le réseau de mesure devait être complété par des piézomètres supplémentaires dans le secteur compris entre les piézomètres existants du Letten (plet3 et plet4) et Schönenbuch (25.K.1, K2, 25.E.1 et 25.3.A). En conséquence de quoi, les aspects suivants ont été pris en compte pour le choix des implantations de ces nouveaux piézomètres :

- ✓ Réalisation d'un triangle hydrogéologique avec les piézomètres existants,
- ✓ Positionnement à l'écart des secteurs pollués,
- ✓ Eloignement suffisant des canalisations existantes.

L'implantation définitive des points de sondage a été avalisée conjointement avec un responsable de la commune de Schönenbuch par un procès verbal de visite en date du 4/08/06.

3.3.2 Réalisation des sondages

Les 3 sondages ont été réalisés entre le 2 et le 5 octobre 2006 par la société Glanzmann AG (Binningen) sous la coordination de HOLINGER AG. Les sondages ont été identifiés dans le cadastre cantonal sous les indices 25.J.2 (SB1), 25.J.3 (SB2) et 25.J.4 (SB3). Le plan en Annexe 2 positionne les nouveaux et anciens piézomètres. Les profils techniques et géologiques détaillés sont placés en Annexe 3. Le Tableau 3 rassemble les aperçus des successions lithologiques reconnues. Le Tableau 4 du corps du texte donne un aperçu des équipements des piézomètres. Les sondages 2 et 3 ont reconnus des eaux souterraines et ont été équipés de fait en piézomètre d'observation au moyen de tube PE de 4.5". Les deux piézomètres sont constitués par un bac à boue formé d'un tube plein de 2 m fermé par un bouchon de fond de trou, surmonté par un tube crépiné qui capte toute la hauteur du Quaternaire. Dans le sondage 3, la partie crépinée a été divisée en deux tronçons de 1 m de longueur séparés par un tube plein à l'espace annulaire étanché, de 1 m de longueur.

Dans le cas du sondage 1, seuls des terrains secs ont été reconnus. Il a été convenu après discussion avec le donneur d'ordre d'équiper ce sondage en tube d'observation par un équipement en tube PVC 2" pour lequel le bac à boue a été volontairement non intégré.

Tous les ouvrages ont été équipés d'une tête SEBA cadencassé disposée dans un regard au ras de sol de type routier.

A l'issu des travaux de forage et d'équipement, les deux piézomètres 4.5" ont été développés par pompage jusqu'à obtention d'une eau claire.

Tous les ouvrages ont été nivelés et positionnés en x, y et z par l'équipe de géomètre de HOLINGER AG.

Tableau 3 : Succession des formations lithologiques sur les nouveaux piézomètres

Tableau 4 : Equipements des piézomètres

3.3.3 Essais de pompage

A l'issu des travaux et du développement des ouvrages, des essais de pompage monitorés ont été réalisés sur les deux piézomètres 4.5" le 26 octobre 2006 par HOLINGER AG.

Dans le piézomètre 25.J.2, compte tenu des très mauvaises perméabilités attendues, un test de type Slug a été réalisé à la place d'un essai de pompage. Le Tableau 5 précise les conditions dans lesquelles les essais ont été réalisés.

Tableau 5 : Conditions de réalisation des essais

Les résultats des essais hydrauliques sur les deux piézomètres 25.j.2 et 4 montrent que les perméabilités dans le proche environnement des ouvrages sont très mauvaises (Tableau 6).

Tableau 6 : Evaluation des perméabilités autour des ouvrages

Lors du test de pompage sur l'ouvrage 25.J.3, un profil de température et de conductivité électrique a été réalisé avant la mise en marche de la pompe électrique immergée (profil à la descente). Durant les essais de pompage sur les deux piézomètres 4.5", parallèlement à la mesure des niveaux d'eau, les paramètres généraux physico chimiques des eaux ont été mesurés en continu. La qualité des eaux pompées a par ce moyen été régulièrement suivie. Un échantillon d'eau a été prélevé à chaque fois que la pompe immergée a été arrêtée.

3.4 Investigations sur l'état du puits profond

3.4.1 Contexte et réalisation

La motopompe immergée permanente du puits profond nécessitait après plusieurs années de fonctionnement continu une révision. Compte tenu du fait qu'une telle révision demande l'arrêt temporaire du puits et le retrait du puits de l'ensemble du dispositif d'exhaure, les investigations sur le puits ont été couplées dans le temps avec ces opérations. Le programme de mesure comporte des mesures sur le puits en pompage ainsi que sur le puits à l'arrêt après retrait de la pompe (Tableau 7).

Nos recommandations d'attendre la finalisation des piézomètres supplémentaires Plet9 et Plet9bis, ainsi que la réalisation de mesures et prélèvements dans le cadre de la seconde campagne de mesures piézométriques, ont été retenues et le programme de mesure s'est déroulé du 17 au 23 avril 2007 (puits à l'arrêt). Les mesures ont été réalisées par les sociétés spécialisées en mesures en puits TERRATEC (Heitersheim/D) ainsi que par la société sous traitante AQUAPLUS (Kronach/D).

Tableau 7 : Programme de mesure sur le puits profond et sur le puits de contrôle 25.C.1

	En marche	Arrêt
Puits profond	Niveau d'eau (relevé manuel ponctuel)	
	Mesure en puits des niveaux d'eau (jusqu'à profondeur maximale 36 – 71 m) de : <ul style="list-style-type: none"> • Cond/temp • Flowmètre Mesure en puits de la margelle du puits au sommet de la pompe (0 - 66 m) : inspection caméra	Mesure en puits des niveaux d'eau (depuis la margelle) jusqu'au fond (0 – 71 m) de : <ul style="list-style-type: none"> • Cond/temp, • Flowmètre • Scanner optique, • Scanner acoustique (sonic) Mesure du débit artésien Echantillonnage des eaux d'écoulement artésien
Environnement		Mesures dans le puits 25.C.1 de : <ul style="list-style-type: none"> • Mesure du débit artésien, • Echantillonnage des eaux d'écoulement artésien.
	Mesure en continu des niveaux d'eau dans tous les ouvrages disponibles captant la Molasse	

3.4.2 Résultats

Une présentation complète des données des mesures et leur interprétation font l'objet du rapport TERRATEC. Une comparaison des mesures dans le puits avec l'équipement du puits est donnée sur la Figure 3 dans le corps du texte.

Les apports essentiels de ces investigations sont les suivants :

- ✓ Débits d'alimentations du puits aux profondeurs [42-44], [48-51] et [58-60 m/margelle,
- ✓ Dépôts ocre rouille marqué à partir de 55 m de profondeur/margelle,
- ✓ Un niveau statique plus bas que celui de 1972 avec + 329,10 m.ü.M (référentiel suisse),
- ✓ Diminution du débit spécifique du puits lié de façon estimative, pour 2/3 au colmatage de la crépine par les oxy-hydroxydes de fer et pour 1/3 par la diminution de la pression statique,
- ✓ Les caractéristiques des eaux pompées et des eaux découlement artésien très peu dissemblables.

Figure 2

Figure 3

3.5 Surveillance de l'arrêt du pompage

3.5.1 Déroulement

Eiant donné que le fonctionnement du puits doit de toute façon être temporairement suspendu du fait de la révision de longue durée de la pompe du puits profond, il a été décidé de surveiller le comportement hydraulique du puits. Cet « essai » non prévu, s'est finalement déroulé de la manière suivante :

20 avril 2007 : 07 :25. Arrêt de la pompe après un fonctionnement continu à 321 l/min depuis le 30 mars 2007, puis mise au repos non perturbé sur le week-end jusqu'à l'obtention du débit artésien puis démontage de la pompe.

25 avril 2007 : 8 :45. Mise en route de la pompe révisée immédiatement après remise en place avec un débit de pompage plus élevé de 425 l/min puis finalement retour à 352 l/min.

26 avril 2007 : 7 :00. Arrêt de la pompe suite à un défaut sur l'alimentation électrique. 18 :15. Remise en route de la pompe après réparation avec un débit stabilisé à 456 l/min.

L'« essai » comporte ainsi finalement deux cycles de marche/arrêt.

3.5.2 Contenu de la surveillance

Du fait des travaux dans la colonne du puits lui-même, la surveillance s'est limitée à de simples mesures manuelles du niveau d'eau par Mr OSER (« Brunnenmeister⁴ »). Dans l'environnement du puits, c'est-à-dire dans le puits d'exploration 25.C.1 voisin immédiat du puits Kappelmatten, ainsi que dans les 7 piézomètres disponibles captant spécifiquement la Molasse dans le proche environnement de la décharge du Letten, les essais ont consisté en la mesure en continu et à l'enregistrement des niveaux d'eau au moyen de sondes automatiques. Seuls les piézomètres 25.C.1 et Plet9 sont crépinés aux mêmes profondeurs que le puits Kappelmatten, les autres ouvrages captent des horizons plus élevés correspondant à un système plus superficiel de la Molasse (Tableau 8).

Pratiquement, des sondes de type Aquilite de AQUITRONIC Messtechnik AG, qui permettent d'atteindre une résolution élevée dans le temps et l'espace (1 min, 1 mm), ont été mise en œuvre. La mise en place a été effectuée le 18 avril 2007 en concertation avec le GIDRB et l'accompagnement de la société ANTEA. La surveillance s'est achevée le 01 mai 2007, après 12 jours, par le retrait et le repli des sondes.

Tableau 8 : Profondeur et équipement des ouvrages

3.5.3 Résultats

Les résultats des 12 jours de mesure en continu d'avril 2007 sont représentés sous forme de chronogramme en Annexe 13.

Les apports marquant qu'il convient de souligner sont les suivants :

- Montée temporaire des niveaux d'eau dans les piézomètres Plet1, 2, 5 et 6 en début de surveillance suite à la mise en charge de la colonne d'eau au moment de l'installation des sondes (différente suivant le diamètre des ouvrages) et en partie liée au lent retour à l'équilibre du fait des mauvaises perméabilités (Plet1).
- Tendance générale à une baisse à long terme des niveaux d'eau dans tous les ouvrages jusqu'à 18 cm en 10 jours (Plet9bis).
- Variations rythmiques journalières des niveaux d'eau dans les piézomètres Plet1,2 et 6 jusqu'à 1 cm (Plet6).
- Perturbation du fait du maintien en continu de la pression de retour à l'équilibre dans Plet9 et Plet9bis après pompage par ANTEA dans Plet9 le 18 avril 2007.
- Réaction significative du piézomètre 25.C.1 (s=23 m), Plet9 (s~0.4 m), Plet5 (s~1 cm) et Plet8 (s~7 mm) lors du pompage sur le puits 25.A.1 (en particulier sur le cycle de marche/arrêt des 25/26 avril).

⁴ Littéralement « Maître des puits »

- Remontée durable des niveaux d'eau dans le piézomètre Plet5 le 23 avril 2007 de l'ordre de 1.5 cm suite au remblaiement de la fouille ouverte à proximité du piézomètre dans le cadre de la dépollution partielle du site.
- Brèves remontée répétées des niveaux d'eau dans le piézomètre Plet2 le 23 avril 2007 jusqu'à 1 cm suite à la circulation des poids lourds chargés dans le cadre des opérations de dépollution partielle (idem mais moins fréquents du 19 au 21 avril et le 24 avril 2007).

3.6 Contrôle de la position et de l'altitude des piézomètres du Letten

Il est connu que les cotes des niveaux varient de quelques centimètres entre Suisse et France du fait des différences de niveaux de référence entre les deux pays.

Le niveau de la mer du nivellement français se situe en moyenne à 14 cm, voire 20 cm au niveau de Bâle, plus bas que pour l'équivalent rapporté au nivellement suisse.

Compte tenu du fait que durant les investigations –au moins dans le cas des simples piézomètres-, les indications sur les écarts se sont multipliées, HOLINGER AG a proposé de vérifier les données mises à disposition par ANTEA et de rapporter l'ensemble des points à une même unité de référence en appliquant un point de base sur le territoire suisse. Les mesures des positions et altitudes de l'ensemble des points de référence utilisés ont été réalisées par l'équipe de mesure de HOLINGER AG le 7 juin 2007 sous mandat de l'AUE BL.

Tableau 9 : Mesures des cotes dans le système suisse des piézomètres du Letten

OK = OberKante = surface

Le Tableau 9 correspond à une compilation de l'ensemble des résultats de la mesure arrondis au centimètre. La Figure 4 est une comparaison des résultats de la mesure HOLINGER avec les données ANTEA. Cette dernière montre, en comparaison avec les données ANTEA rapportées au référentiel de nivellement français, une complète divergence vers le bas des altitudes :

- Pour tous les piézomètres entre 0.33 et 0.5 m et en moyenne 0.42 m,
- Pour le piézomètre Plet8, 6 m supplémentaires, soit environ 6.37 m.

Dans le cas de la grande majorité des piézomètres, on constate clairement un écart systématique, qui ne trouve pas son origine dans l'écart entre le niveau de référence suisse et français. Compte tenu du fait que les altitudes absolues par rapport au réseau suisse sont reliées à la base de référence fixe du canton NC15008 (349.806 m au dessus du niveau de la mer, RPN = 373.600 m) située à proximité du puits de la Zollstrasse (25.E.1) et que cette dernière peut être considérée comme sécurisée, une

erreur systématique du côté français constitue vraisemblablement la cause de l'écart observé. Seul le cas du piézomètre Plet8 s'écarte de l'erreur systématique du fait de l'erreur remarquable dont l'origine n'est pas expliquée (erreur de mesure, de transcription, de frappe).

Figure 4

Dans l'intérêt d'une comparaison, seuls seront dorénavant pris en considération, pour le calcul des hauteurs piézométriques et leurs répartitions, les positions et hauteurs reliées au réseau suisse du 07 juin 2007.

3.7 Campagne de mesure piézométrique

3.7.1 Date et conditions de réalisation

L'objectif était de pouvoir appréhender deux états différents contrastés durant une année par le biais de deux campagnes de mesures.

Ces deux campagnes ont été positionnées respectivement à la fin de l'été et au début du printemps, périodes durant lesquelles les conditions hydrogéologiques en règle générale sont bien différenciées (du début à la fin de la phase d'alimentation des aquifères).

La détermination définitive des dates des campagnes a été arrêtée en prenant en considération d'autres programmes, qui devaient être couplés avec les campagnes de mesures piézométriques :

- 24-25 octobre 2006 : tests de pompage sur les nouveaux piézomètres. Investigations préliminaires sur le Puits Kappelmaten.
- 17-19 avril 2007 : surveillance qualitative des eaux souterraines (Programme AUE BL). Investigations principales sur Kappelmaten. Echantillonnage pour screening GC/MS pour micropolluants organiques.

Afin d'écarter une influence directe des écoulements superficiels, les investigations ont volontairement été réalisées par temps sec.

En relation avec la pluviométrie, les conditions hydrogéologiques se sont écartées des conditions normales durant plusieurs mois précédant la date de la campagne d'échantillonnage d'octobre 2006 du fait principalement de valeurs pluviométriques bien au dessus de la moyenne. Avant la campagne d'avril 2006, à l'exception du mois de prélèvement à proprement parlé, la situation est caractérisée par des conditions normales (Figure 5 en haut).

Figure 5

Les données de débits ainsi que les données de niveaux d'eau montrent une tendance continue à la hausse du fait des niveaux de précipitation au dessus de la moyenne de début mars à début septembre 2006. Durant la période qui suit, les niveaux d'eau et

débîts montrent respectivement une légère baisse et une stagnation avant d'entamer une nouvelle hausse en février 2007. Dans le point de mesure Milchhüsi, ces variations sur le long terme ne sont presque pas masquées par des variations sur le court terme, alors que dans la même zone, en relation avec la réalisation des Slugtests, d'importantes variations à court termes ont été constatées sur un piézomètre 25.J.2 surveillé pendant un mois.

Les eaux souterraines ont été pompées quasiment en continu au niveau du captage Milchhüsi jusqu'en mars 2007, après quoi, à l'exception d'une courte période de fonctionnement pour l'échantillonnage en avril, le pompage a été mis à l'arrêt. L'arrêt du pompage a été effectué à la faveur de pompage sur les sources captées proches voisines Brunnenmatt (avant tout IV du groupe 1). L'effet est cependant de courte durée, car la forte baisse locale des débîts liée au mois d'avril exceptionnellement sec se fait ressentir au niveau du groupe de sources.

Les débîts d'écoulement gravitaire libre des eaux de la source Brunnenmatt au moment des deux mesures se situent, en comparaison avec les valeurs moyennes annuelles, dans les mêmes ordres de grandeur et sensiblement bien au dessus de la moyenne. Le débit de la source Grien, par contre, se situe dans les deux cas en dessous des valeurs moyennes annuelles, et de façon significative en octobre 2006 (Tableau 10).

Le débit de pompage sur le puits vertical de la source Milchhüsi se situe comme le débit de l'écoulement libre des sources Brunnenmatten 2006/07 au dessus de la valeur moyenne annuelle, alors que le pompage au puits profond Kappelmaten se situe plutôt sous la valeur moyenne annuelle.

Tableau 10 : Débit des captages

3.7.2 Piézomètres

Le Tableau 11 donne un aperçu des lieux et conditions des mesures dans le cadre des deux campagnes de prélèvement. Les ouvrages sont positionnés sur le plan de situation en Annexe 4.

Les mêmes ouvrages ont été prélevés lors des deux campagnes. Seuls les points 16, 24, 25 et 25.C.1 n'ont pas été prélevés durant la seconde campagne de prélèvement en comparaison à la première. Au lieu de cela, les points 1b, 1c et 17 ont été prélevés une seule et unique fois. Les points 25.J.3 et K1 ont été prélevés après écopage du fait de la mauvaise perméabilité des terrains encaissants.

Tableau 11 : Conditions des mesures

La proportion des eaux souterraines et des eaux d'infiltration qui s'écoulent via les canalisations EU/EP et eaux de mélange de la commune de Schönenbuch peut être estimée sur la base de mesures effectuées dans le cadre du plan général sur l'alimentation en eau (GEP). Une réactualisation de cette estimation a été écartée. L'autorisation de l'utilisation des piézomètres du proche environnement de l'ancienne décharge du Letten a été accordée par écrit par le GIDRDB (lettre du 22/10/06).

Les pré requis suivants valent au regard des conditions hydrogéologiques :

- 25.A.1 : échantillonnage à rabattement stationnaire stabilisé (pompage 25.A.1 en pompage permanent),
- Point de prélèvement canalisation : mesure/échantillonnage canalisation par temps sec et sans adduction des eaux pompées depuis les piézomètres,
- Renseignements sur l'échantillonnage dans les protocoles opératoires (fiches de prélèvements)

Dans le but d'une qualité optimale des échantillons, une attention particulière a été portée aux pré requis suivants :

- Pompe de prélèvement des piézomètres : pompage de 3 fois le volume de la colonne d'eau et stabilisation des paramètres généraux,
- Transport et stockage frigorifiés,
- Livraison des échantillons journalièrement au laboratoire d'analyse chimique.

Un inventaire des matériels mis en œuvre pour les tests de pompage est donné dans le Tableau 12. Les flacons d'échantillonnage (à l'exception des analyses isotopiques) ont été mis à disposition par l'UAN.

Tableau 12 : Inventaire des matériels mis en œuvre pour les tests de pompage

3.7.3 Programme analytique

Les échantillons d'eau ont été analysés par le service d'analyses en environnement UAN et Hydroisotop GmbH. Le programme analytique est présenté dans le Tableau 13.

Tableau 13 : Programme analytique des échantillons d'eau

Tableau 14 : Détail des analyses des composés organiques

Dans le cadre de la campagne d'avril 2007, par rapport à la première campagne, il a été procédé sur un choix de 16 échantillons à la réalisation d'analyses supplémentaires de composés organiques conformément au programme de surveillance des eaux souterraines et superficielles dans l'environnement de l'ancienne décharge du Letten en Alsace. Le programme analytique est précisé dans le Tableau 14.

Les limites de détection pour la détermination des composés organiques volatils par la méthode EPA Purge & Trap est de 0.05 µg/l. La limite de quantification de l'aniline est de 0.04 µg/l.

3.7.4 Résultats

3.7.4.1 Débits :

Le Tableau A-4 en annexe contient les résultats de l'ensemble des mesures de débit ainsi que l'ensemble des mesures des paramètres généraux qualitatifs acquises sur site réalisées durant les deux campagnes de mesures.

Le plan de l'Annexe 6 montre la distribution spatiale des débits. Le Tableau A-6 en Annexe rassemble les données relatives au bilan hydrique au moment de la mesure.

Les mesures ont été volontairement réalisées durant une journée dépourvue de précipitations. Les résultats des mesures sur les eaux de surface et sur les eaux des canalisations (eaux propres) sont représentatives respectivement des débits des eaux souterraines en période de temps sec sans contribution des écoulements/ruissellements superficiels.

- Dans certains bassins versants, comme celui du Chappelgrabenbach, le débit a été mesuré de façon spécifique et différencié spatialement, de sorte que les composantes unitaires ont pu être reprises à différents points de mesure :
- En octobre 2006, un débit de 16 l/min a pu être capté dans les formations superficielles du système quaternaire, dont un peu plus de la moitié (54 %) provient de la source captée,
- En avril 2007, le débit mesuré issu de la même zone s'élevait spécifiquement à encore pas moins de 12 l/min. Parce que le débit issu de la source capté est sensiblement supérieur à celui mesuré en octobre 2006, la contribution de cette dernière au débit total lors de cette campagne atteint la valeur nettement plus élevée de presque 80 %,
- Au moyen de la mesure spécifique, précise et spatialement différenciée des débits dans le bassin versant du Chappelgrabenbach en avril 2007, il a été possible d'estimer avec plus au moins de certitude l'origine de l'eau.

Les questions posées restées ouvertes sont : où sont raccordés les drains du système de drainage de Langeacker au réseau d'évacuation des eaux de Schönenbuch dans la zone frontalière d'Alsace ?, et où s'écoulent les débits des eaux souterraines nécessaires au bouclage du bilan hydrique du Chappelgrabenbach ?

3.7.4.2 Niveau d'eau

Les Tableaux A-2 et A-3 rassemblent les données relatives à la mesure des niveaux d'eau lors des deux campagnes de mesures piézométriques respectivement pour les Alluvions anciennes du Quaternaire et la Molasse alsacienne (uniquement mesures d'avril 2007).

La carte de l'Annexe 5 est une représentation des niveaux d'eau et niveaux de pressions en courbes isopièzes calculées à partir des données rassemblées dans le tableau précédemment cité. Les altitudes sont rapportées sans exception sur le Nouvel Horizon Suisse (RPN = 373,600 m). Les principaux apports et conclusions de ces résultats peuvent être résumés comme suit :

- Bien que le tracé des isopièzes soit mieux conforté par la densification ciblée du réseau de mesures, il n'apparaît pas nécessaire de réviser fondamentalement les anciennes cartes de répartition des pressions au sein du Quaternaire. Ainsi la crête piézométrique qui prend naissance dans les eaux souterraines au niveau de l'émergence du Chappelgrabenbach, suit presque le même tracé que sur la base des quelques données disponibles jusqu'alors,
- L'état d'avril 2007 n'est en principe pas très différent de celui d'octobre 2006, du fait que les altitudes absolues du niveau d'eau sont en relation directe avec les gradients,
- Toutefois, les écarts entre les états d'octobre 2006 et d'avril 2007 pour les piézomètres situés le long du Mitzlisgraben ont tendance à être entièrement différents de ceux du SW respectivement du NW des zones proches voisines de la décharge du Letten et des sources Brunnenmatten,
- Les circonstances pour lesquelles les niveaux d'eau dans le secteur du Mitzlisgraben au moment de la mesure en avril 2007 étaient différents et se situaient plus bas que pour les zones des sources et de la décharge en octobre 2006 est à rattacher à la conclusion selon laquelle le débit des eaux souterraines issues du bassin versant du Chappelgrabenbach était à ce moment là réduit,
- La répartition des pressions piézométriques dans le système superficiel de la Molasse dans le proche environnement de la décharge du Letten doit par contre, du fait de la correction à apporter sur l'altitude du point de référence de Ple18, être considérablement révisée sur les représentations antérieures.

3.7.4.3 Qualité des eaux

Le Tableau A-5 placé en Annexe est un rapport analytique rassemblant l'ensemble des données sur la qualité des eaux issues des deux campagnes de prélèvement. Les Figures en Annexe 7 (typologie des eaux) et Annexe 8 (Diagramme de distribution en échelle logarithmique) sont des présentations du faciès et des caractéristiques géochimiques des eaux échantillonnées. Les Annexes 9 et 10 sont des représentations de la distribution spatiale des concentrations en composés et constituants des eaux qui ont été sélectionnés.

Les conclusions, en ce qui concerne les caractéristiques des eaux échantillonnées issues des Alluvions anciennes du Quaternaire, pour les deux états investigués, sont sensiblement similaires, du moins pour les composés inorganiques. Ces conclusions sont les suivantes :

- L'activité du tritium, pour les eaux de la source Brunnenmatten (25.4-6) issue des Alluvions anciennes des plateaux, ainsi que pour celle du piézomètre 25.J.2 issues de la couverture loessique, montre des valeurs de temps de séjour au dessus de la moyenne⁵.
- La contamination anthropique des eaux souterraines des Alluvions anciennes de plateaux captées par les sources Brunnenmatten/Milchhüsi augmente du NE vers le SW, sur la base des mesures en chlorures, sulfates et nitrates,
- Les faibles duretés de l'eau, de même que les circonstances expliquant le fort enrichissement des eaux du piézomètre 25.K.1 en isotopes légers de l'oxygène et de l'hydrogène, témoignent d'une forte influence locale sur les eaux souterraines naturelles d'eau de condensation d'une unité de refroidissement. La teneur inhabituellement basse des eaux souterraines en sulfates et nitrates, l'indication de la présence d'ammonium, ainsi que la concentration élevée en fer dissous, mis en évidence par la teinte rouille des eaux, et non vérifiée par des analyses sur les échantillons, permettent de conclure à la présence de conditions réductrices. La concentration élevée en carbone organique dissous est d'une autre origine que l'occurrence des COHV qui ont été recherchés,
- Les valeurs élevées de la dureté de l'eau souterraine issue du piézomètre J.3 indiquent également, mais de manière pas aussi marquée, une perturbation des équilibres calco carboniques liées à la dégradation de matières organiques,
- Au moment des prélèvements en avril, l'aniline n'a pu être détectée dans aucun des points de mesure prélevés,
- Parmi les COV recherchés, des composés appartenant au groupe des BTEX et des COHV ont pu être détectés dans un certain nombre d'échantillons d'eau souterraine et dans quelques échantillons issus des canalisations prélevées en avril 2007. Les concentrations atteignent en règle générale au maximum 4 fois et dans un seul et unique cas 7 fois la limite de détection de 0,05 µg/l (voir Figure 6),
- Au sein du groupe des BTEX, il s'agit pour l'essentiel du toluène qui apparaît sur l'ensemble des échantillons prélevés le long du chemin du Mitzlisgraben (25.K.1, J3, J4) et dans les échantillons 25.K.2 et E1. Le xylène n'apparaît qu'une seule fois dans l'échantillon issu du nouveau piézomètre 25.J.4, en association avec le toluène,

⁵ Il s'agit dans le cas du tritium H3 d'un isotope radioactif de l'hydrogène, qui a été émis dans l'atmosphère essentiellement dans la seconde moitié des années 50 du 20^{ème} siècle lors des essais d'explosion nucléaire aériens et qui par la suite, pénétrèrent avec une intensité croissante dans l'hydrosphère par les eaux météoriques et ce bien que l'intensité décroît depuis 1963. Les circonstances de l'intensité décroissante et continue de l'activité du tritium dans les eaux météoriques permettent de déterminer le temps de séjour du tritium dans le milieu souterrain sur la base de modélisation de transport (Dispersion, Piston-Flow). La comparaison des valeurs actuelles de concentration en tritium dans les eaux souterraines avec celles des eaux de surface et des eaux d'infiltration permet déjà de réaliser une estimation qualitative du temps de séjour, compte tenu du fait que l'activité du tritium de ces eaux proches de la surface, dominées par leur faible temps de séjour, constitue l'activité moyenne en tritium des actuelles eaux météoriques. Actuellement, par rapport aux activités significativement élevées des eaux de surface (A>13 TU) qui permettent de conclure à un temps de séjour au dessus des valeurs moyennes, on dénote des valeurs sous les valeurs moyennes témoignant d'un mélange avec les eaux souterraines, qui ont été formées avant que le tritium ne soit libéré dans les eaux météoriques.

- Les COHV apparaissent différemment que les BTEX, de façon ponctuelle. Le 1,1,1-trichloréthane apparaît seul dans l'échantillon issu de l'arrivée d'eau 2a du captage Brunnenmatten (25.5.A-2a). A côté de cela, l'occurrence de trichloréthylène a pu être mis en évidence dans le puits privatif de la Zollstrasse (25.E.1), en association avec le toluène. La détection de 1,2dichloropropane se limite à l'échantillon issu du nouveau piézomètre 25.J.2, alors que le dichlorométhane (Chlorure de méthylène) a été quantifié dans la canalisation d'eau propre du chemin de Mitzlisgraben (8a) et la rue de Hagenthal (10b).

Figure 6

Les résultats les plus importants ayant trait aux investigations qualitatives sur l'AEP Kappelmaten peuvent se résumer comme suit :

- La colonne d'eau de 26,2 m de hauteur du puits de reconnaissance 25.C.1 était homogène et sans stratification au moment de la mesure le 24/10/06, en se basant sur les profils de conductivité électrique et de température,
- Les échantillons issus des forages et des sources sont en ce qui concerne leur composition très semblables mais aussi de façon bien marquée différents des échantillons d'eau souterraine issus de systèmes aquifères superficiels (Alluvions anciennes, couverture loessique) ou des eaux de surface. En accord avec les résultats des investigations antérieures, il s'agit d'eaux souterraines du faciès carbonate calcique magnésien riche en magnésium avec des concentrations extrêmement faibles en sulfates, chlorures et azote (nitrates, nitrites et ammonium),
- En dépit des ressemblances, il existe des différences entre les échantillons issus du puits profond AEP et se son puits d'exploration 25.C.1 :
 - ✓ Concentrations plus élevées en oxygène, sulfates, chlorures et nitrates dans le puits AEP,
 - ✓ Valeurs en O18 et H2 significativement plus faibles dans 25.C.1 par rapport à 25.A.1. Les différences avec les mesures effectuées dans les années 80 sont dans les gammes de valeurs des limites de sensibilité et sont de ce fait non significatives,
 - ✓ L'échantillon issu de l'AEP 25.A.1 renferme du tritium, alors que les deux échantillons issus du forage 25.C.1 en sont dépourvus (A<0,6 TU). L'activité du tritium des eaux captées et pompées par le puits AEP s'est quasiment réduite d'un facteur 10 par rapport à celle mesurée dans les années 80.

4. Hydrogéologie

L'explication et le développement suivants reposent sur le schéma conceptuel présenté en dans le rapport HOLLINGER (16 janvier 2006) qui a été adapté et affiné sur la base des résultats des investigations complémentaires réalisées. Il s'agit d'un système hydrogéologique multicouche et horizontalement stratifié comprenant 4 unités (cf. Tableau 15)

Tableau 15 : Unités du système hydrogéologique

Unité	Appellation	Caractéristiques hydrogéologiques	Captages
qL	Loess	Aquitard, faible perméabilité	-
q1	Alluvions anciennes	Perméable	25.3-6.A
OI3E	Molasse alsacienne	Alternance d'aquitards et d'horizons perméables	25.A.1
Toutes les unités sont recouvertes en discordance sur pente par leurs produits d'altération			
qHL	Colluvions de pente	Aquitard, faible perméabilité	25.1.A

4.1 Géométrie

La géométrie du modèle a pu être adaptée et affinée au vu des résultats des forages supplémentaires effectués (25.J.2-J4, Plet9-Plet11). La carte hydrogéologique placée en Annexe 14 est le résultat d'une compilation des informations disponibles en relation avec l'extension latérale et de l'altitude du substratum des Alluvions anciennes (toit de la Molasse). La base des Alluvions anciennes présente la forme d'une surface plane dans le modèle qui s'incurve en une cuvette ouverte contre la vallée du Letzbach et dont Schönenbuch marque le point le plus bas. L'hypothèse d'une extension de ce domaine au-delà d'une ligne Hagenthal-le-Bas-Neuwiller vers le Sud est controversée.

Les Alluvions anciennes ont été reconnues jusqu'à l'altitude 345 m (au dessus du niveau de la mer) (Plet6) au NW de la décharge du Letten au moyen de forages et de panneaux géoélectriques. Des justifications en faveur d'un prolongement latéral de cet affleurement profond d'alluvions parallèlement à la pente en direction de Schönenbuch (désignée par « chenal alluvial ») manquent encore jusqu'à présent. Il s'agit vraisemblablement, comme observé par ailleurs, du résultat d'un dépôt secondaire remanié suite à un glissement local.

Les forages Plet9 et Plet9bis apportent des informations supplémentaires en ce qui concerne la configuration du substratum pré quaternaire. La coupe en Annexe 15 montre que le forage Plet9, implanté au sein de la Molasse alsacienne à dominante marneuse, présente un horizon gréseux plurimétrique similaire à celui du captage AEP Kappelmatten et au même niveau que ce dernier.

4.2 Perméabilité

Les investigations complémentaires réalisées montrent que les perméabilités au sein des Alluvions anciennes sont marquées par une grande hétérogénéité de distribution. Les perméabilités très élevées n'ont été relevées dans les Alluvions que dans le proche environnement du captage Brunnenmatten 1 à 3 (25.4-6A). Les perméabilités diminuent déjà en direction du captage Milchhüsi (25.3.A) et n'atteignent dans les forages le long du Mitzlisgraben pas une fois la valeur de 10^{-5} m/s. D'après la réaction du système pendant le pompage réalisé à l'occasion de l'échantillonnage, une similaire mauvaise perméabilité a été reconnue dans le secteur du piézomètre existant 25.K.1, tout comme pour les piézomètres 25.J.3 et J.4, tandis que la perméabilité dans le secteur du piézomètre 25.K.2 se situe plutôt dans l'ordre de grandeur de celle des captages. L'hétérogénéité de distribution des perméabilités au sein des Alluvions trouverait son origine dans une distribution variable des fractions de fines de la matrice.

Les perméabilités des colluvions loessiques de pente et des lehms de pente attenants, en aval pente, sont encore plus mauvaises qu'au sein des Alluvions anciennes envahies par les limons. La perméabilité du piézomètre 25.J.2 captant spécifiquement les loess lehms est similaire à celle relevée dans le proche environnement du puits de la Zollstrasse (25.E.1). La perméabilité y a été estimée à $3,5 \cdot 10^{-7}$ m/s au moyen d'un essai de pompage (HOLINGER 2005).

Pour la Molasse alsacienne, il faut compter sur de mauvaises perméabilités du terrain, cette dernière pouvant cependant fortement varier spatialement du fait de la présence de composantes limono argileuses et sableuses. Du fait de la succession lithologique subhorizontale, la perméabilité horizontale doit être supérieure à la perméabilité verticale. Un horizon productif aquifère avec une extension latérale continue n'a été reconnu qu'à partir d'un niveau sous 280 m au dessus du niveau de la mer.

Système	Profondeur (m au dessus du niveau de la mer)	Caractéristiques		Piézomètre
		Lithologie	Perméabilité	
Superficiel	315-360	Alternance de sables et argiles	Hétérogène	Plet1, 2,5,6,8 et9bis
Profond	260-295	Marnes et grès	Quasi homogène	Plet9, 25.A.1, C.1

4.3 Ecoulements des eaux souterraines

La détermination des conditions d'écoulement des eaux souterraines se base sur la répartition spatiale des pressions, représentée en Annexe 5 et calculées à partir des mesures ponctuelles disponibles.

Les écoulements au sein des Alluvions anciennes (colluvions lehm de pente attenante compris) peuvent être dérivés de la distribution des pressions au moment des mesures d'octobre 2006 et avril 2007. Bien que les deux états représentent des situations hydrogéologiques séparées d'une demi-année, les deux états se distinguent peu et montrent des configurations analogues des écoulements. En particulier, la position de la crête piézométrique renvoie une image presque identique. Elle est de prime importance en ce qui concerne l'exposition des captages Brunnenmatten et Milchhüsi vis-à-vis de la décharge du Letten, elle délimite la zone d'alimentation du secteur qui alimente le Chappelgraben et le Lertzbach et qui s'y exfiltre de façon diffuse.

Jusqu'où les deux états déterminés par les mesures peuvent être considérés à long terme comme représentatifs dépend de l'écart qu'il peut y avoir entre l'état mesuré et des situations de baisse ou de hausse extrême des niveaux d'eau. Les situations extrêmes sont celles pour lesquelles, suite au déplacement de phase, les évolutions des niveaux d'eau et du débit dans le secteur des Alluvions anciennes sous couverture loessique et dans la zone faiblement perméables du Mitzlisgraben, respectivement des plus hautes et des plus basses eaux coïncident dans le temps.

Scénario	Régime		Effet sur la dynamique
	Alluvions anciennes	Mitzlisgraben	
1	Plus basses eaux	Plus hautes eaux	Création d'une zone de pressions supérieures à la moyenne dans le secteur de faible perméabilité du Mitzlisgraben, et par ce biais réduction, respectivement mise à l'écart des flux d'alimentations des eaux souterraines des Alluvions anciennes
2	Plus hautes eaux	Plus basses eaux	Intrusion convergente des eaux des Alluvions anciennes dans la zone de faible perméabilité du Mitzlisgraben. Stockage des eaux issues de la décharge du Letten dans la zone de faible perméabilité du Mitzlisgraben. Simultanément, accroissement du débit de fuite des Alluvions anciennes vers Schönenbuch via Chappelgrabenbach, et par ce biais divergence des captages Brunnenmatten/Milchhüsi

Compte tenu de la symétrie connue du système, il est attendu à ce que la ligne de partage des eaux souterraines entre le bassin versant des captages Brunnenmatten/Milchhüsi et du Lertzbach/Chappelmattengrabenbach, se déplace peu, également durant les situations extrêmes qui ont été schématisées. Les conditions du scénario 2 ont régné indistinctement au moment de la campagne d'échantillonnage d'avril 2007.

Au vu de son hétérogénéité, le système de la Molasse n'est pas capté de façon suffisante par le réseau en place (nombre de piézomètres trop faible, équipement inapproprié). La compartimentation des écoulements des eaux souterraines sur la base des mesures ponctuelles des pressions à différents horizons, dont les relations sont largement inconnues, n'est possible que sous certaines conditions. Les systèmes superficiels de la Molasse sont représentés par 5 piézomètres. Après correction de la cote erronée du point de référence de Plet8, les altitudes des niveaux de pression mesurées dans 4/5 piézomètres se situent dans un intervalle étroit de 339 m – 343 m au dessus du niveau de la mer. Le piézomètre Plet5 constitue une exception car présente une altitude plus élevée avec 354 m. Si l'on construit une carte en isopièzes sur la base de ces altitudes, on obtient de manière contrainte et forcée des isopièzes

concentriques centrées sur Plet5 et un écoulement radial divergent à partir de ce point. Jusqu'où cette image reflète la réalité est incertain.

Le système profond n'est capté que par l'AEP Kappelmaten et 2 forages. D'après les réactions marquées en pression du puits Kappelmaten lors de l'arrêt du pompage, ces derniers seraient en relation hydraulique par l'horizon gréseux entre 270-280 m au dessus du niveau de la mer. Dans le forage Plet9, le niveau statique se situe à quasiment 332 m au dessus du niveau de la mer et ainsi, avec ou sans pompage, à une altitude supérieure à celle du captage AEP Kappelmaten. Les écoulements des eaux souterraines dans les horizons gréseux profonds, indépendamment de l'usage, peuvent être approchés par une direction entre Nord et Est. On dispose de peu d'informations au sujet de l'existence et de la qualité de relations entre les systèmes. Dans l'hypothèse où de telles relations existeraient, il faudrait s'attendre à un gradient per descensum des pressions correspondantes (Alluvions → Molasse superficielle → Molasse profonde). Les différences significatives de la configuration géométrique des eaux souterraines dans les systèmes des Quaternaire et de la Molasse alsacienne permettent de conclure à une estimation quantitative du débit de drainage du Quaternaire vers la Molasse sous jacente pas très significative.

Les conclusions relatives aux relations entre les différents systèmes au sein de la Molasse constituent à nouveau des preuves et apportent des informations sur l'étendue des réactions de pression sur les pompages. Grâce à son caractère captif, la Molasse profonde réagit en effet de façon très sensible sur de longues distances à des modifications locales de pression. De même, elle réagit aussi de fait à des modifications de la charge sur la surface du sol.

Les causes de la réaction de la pression dans le piézomètre Plet9bis, crépiné dans la Molasse superficielle, suite au pompage dans le piézomètre Plet9, captant les horizons sableux profonds de la Molasse, permet de conclure à la présence de relations entre les deux horizons dans le proche environnement du doublet piézométrique. L'amplitude de la réaction laisse présager que le trou de forage du piézomètre Plet9, du fait d'une étanchéification insuffisante de l'espace annulaire, constitue lui-même le lien entre horizons. La réaction de la pression au sein des piézomètres Plet8 et Plet5 suite à l'arrêt du pompage dans l'AEP, se laisse interpréter comme une relation naturelle entre les compartiments, comme par exemple le long d'une zone de fracturation.

4.4 Débit/Bilan

Un bilan spatialement différencié, plus au moins bouclé, des débits en période de faible pluviométrie a été dérivé pour les deux états étudiés à partir des mesures d'octobre 2006 et d'avril 2007 (Tableau A-6). La fraction manquante dans le bilan, qui peut être mise en relation avec les eaux usées via les canalisations, peut être complétée par les données du rapport d'avancement GEP. D'après les informations fournies par les ingénieurs en charge de ce rapport, la proportion d'eau étrangère mesurée s'élève à 36 % soit 87 l/min, à l'occasion de quoi environ la moitié des eaux étrangères

pénètrent par le biais de défauts d'étanchéité et des défauts des manchons des tuyaux (12 points), en partie traitées. Le restant des quantités des eaux étrangères est délivré par des points d'entrée < 1l/min (également des points non étanches). Le Tableau 16 donne un aperçu des lieux et quantités des arrivées d'eaux étrangères.

Tableau 16 : Eaux étrangères (perte de la nappe vers les canalisations)

Pour les arrivées d'eau le long de la rue de Hagenthal, il s'agit des eaux souterraines de l'aquifère des Alluvions anciennes environnant, compte tenu de la situation relative de la canalisation et des Alluvions établie avec une certaine certitude.

Les arrivées d'eau restantes peuvent trouver par contre leur origine dans les formations de couverture peu perméables (loess de colluvions de pente, Lehm).

Les données de débit d'octobre 2006, visiblement représentatives, complétées par les données des débits via les canalisations, qui ont servi de base pour le calcul de l'extension du bassin versant des sources Brunnenmaten et Milchhüsi, ainsi que la prise en compte d'un flux d'alimentation spécifique au secteur d'étude de 10 l/s/km², ont abouti à un bilan hydrique actualisé du secteur d'étude (Tableau 17).

Il en ressort que 49 % du débit (respectivement 4.9 l/s/km²) s'écoule dans les Alluvions anciennes, ce qui requiert, pour un débit de 8.8 l/s une extension du bassin versant de 1.8 km² (Tableau 17).

Tableau 17 : Bilan hydrique du secteur d'étude

4.5. Typologie des eaux

La typologie des eaux souterraines dans les systèmes Quaternaire et de la Molasse sous-jacente (Tertiaire) se différencie fondamentalement.

En particulier la concentration en magnésium et la loi d'équivalence Ca/Mg correspondante sont typiques de la formation et peut être utilisée comme indice sur l'origine de ces eaux.

Les concentrations en composés dissous d'origine anthropique comme les sulfates, les chlorures et les nitrates varient au premier plan selon le temps de séjour et l'exposition aux conditions de la surface.

Les eaux souterraines dans le système superficiel de la Molasse, jusqu'alors représentées par les seuls échantillons issus des piézomètres Plet1, 2 et 5, sont marquées d'une part par un faciès du domaine magnésien typique de la Molasse, et montrent également simultanément – avec des variations locales- tout de même des influences anthropiques sous la forme de concentrations en sulfates, nitrates et chlorures.

5. Analyse critique

5.1 Représentativité du point de contrôle du puits de la Zollstrasse

Les assertions suivantes sont pertinentes pour l'analyse critique de l'adaptation du puits de la Zollstrasse (25.E.1) comme points de contrôle dans le cadre de la surveillance qualitative des eaux souterraines :

- ✓ Perméabilité au moyen de l'essai de pompage de 2005,
- ✓ Ecoulements des eaux souterraines au moyen de la carte de distribution des pressions d'octobre 2006 et avril 2007,
- ✓ Caractéristiques et typologie des eaux captées (échantillon de 2000).

Compte tenu de la faible variabilité dans le temps de la répartition des pressions dans les formations de couverture du Quaternaire, le puits de la Zollstrasse se situe au delà de la ligne de partage des eaux qui sépare l'aire d'alimentation des captages Brunnematten/Milchhüsi, de l'aire drainée par le Lertzbach/Chappelgrabenbach.

Les eaux captées par le puits de la Zollstrasse trouvent ainsi leur origine sur les hauteurs au Sud de la décharge du Letten (« Langeacker ») desquelles elles s'écoulent d'abord dans les Alluvions anciennes perméables, puis dans les colluvions loessiques de pente peu perméables, en direction du Chappelgrabenbach.

A partir de la frontière, les eaux souterraines traversent la zone bâtie avec résidences et bâtiments industriels/artisanaux ainsi que les infrastructures associées (routes, conduites EP/EU). Au vu de l'utilisation intensive des sols et du transport ralenti dans la zone d'appel proche voisine du puits, il n'est pas étonnant de constater à chaque fois des influences anthropiques diversifiés et systématiques sur les eaux pompées. Des concentrations élevées en sodium et chlorures ont ainsi été mis en évidence durant les investigations de 2006/2007 et dont la comparaison des relations équivalences semble indiquer une origine comme sel de déneigement et/ou sel de cuisine issu de la route proche voisine.

Bien que le puits se situe à l'Ouest de la ligne de partage des eaux, le puits peut être considéré comme non exposé à la décharge du Letten, pour la voie de transfert via les eaux souterraines, sur la base de la cartographie de la répartition des pressions.

Par contre, il est possible que le puits soit exposé de façon indirecte à la décharge par le ruissellement de surface, compte tenu que les eaux superficielles peuvent s'écouler des environs de la décharge via les chemins agricoles, et les canalisations d'eau propre qui y sont posées, en direction de Schönenbuch. Bien que la canalisation en question soit raccordée au système qui débouche dans le Chappelgrabenbach, elle traverse toutefois la zone d'appel du puits, de sorte que des eaux de surface du

secteur de la décharge peuvent en théorie pénétrer avec des eaux pluviales des routes, par infiltration au niveau des points de fuite des canalisations, dans le puits.

L'appréciation selon laquelle le puits ne peut être exposé directement est confortée par le fait qu'aucune substance traceur spécifique de la décharge, comme les chloranilines, les chlorobenzènes, le naphtalène, ou les xylènes, n'a été détecté dans les eaux de l'échantillon prélevé dans le puits dans le cadre de la campagne d'avril 2007. Par contre le trichloréthylène TCE, qui apparaît également au niveau de la décharge, a pu être détecté dans le puits de la Zollstrasse à plusieurs reprises. Une origine de la décharge apparaît cependant peu vraisemblable, car ce composé a été détecté jusqu'alors qu'au Nord-Ouest de la décharge et que le TCE est accompagné dans le puits de la Zollstrasse par le 1,2-dichloropropane et le toluène, qui n'ont pas encore été mis en évidence dans l'environnement de la décharge mais cependant au niveau d'autres piézomètres de Schönenbuch (J2, K1, K2, J3 et J4).

Etant donné d'une part la superposition d'influences locales (route, cana EP/EU) et d'autre part le comportement hydraulique peu propice du puits, caractérisé par sa faible productivité et son faible volume d'eau, le puits de la Zollstrasse apparaît comme peu approprié à la surveillance des émissions de la décharge du Letten. Dans ce contexte, le nouveau piézomètre 25.J.2, qui peut être positionné avec relativement de certitudes en amont du puits, en bordure Est du village, apparaît mieux adapté. Toutefois, des influences des usages des sols dans le proche environnement de ces points ne sont pas totalement à exclure compte tenu de la possibilité de migration de COV dans les gaz du sol à l'encontre des écoulements des eaux souterraines.

Etant donné le cas éventuel d'exposition indirecte du puits, la surveillance du puits apparaît être inutile au titre de l'exposition d'une cible environnementale.

5.2 Délimitation du bassin versant des sources Brunnenmatten et Milchüsi (25.3-6A)

Afin d'estimer la position et la délimitation des bassins versants des sources captées et les expositions qui y sont associées vis-à-vis de la décharge du Letten, les conclusions suivantes paraissent déterminantes :

- ✓ Extension des Alluvions anciennes,
- ✓ Ecoulements des eaux souterraines au moyen de la carte de distribution des pressions d'octobre 2006 et avril 2007,
- ✓ Extension spatiale du bassin versant déterminé par le bilan hydrique,
- ✓ Distribution des substances dissoutes (organiques et inorganiques),
- ✓ Distribution des âges.

Les captages captent des eaux souterraines des Alluvions anciennes des plateaux (q1) de sorte que le bassin versant de ces sources est tout d'abord à rechercher au sein des limites d'extension de cette formation. Ces dernières comprennent quasiment tout le plateau entre le Lertzbach et le Neuwillerbach des altitudes 340 m à 380 m au

dessus du niveau de la mer. Ces formations sont en partie cachées et recouvertes par une épaisse couche de lehm.

Selon la répartition des pressions, on peut estimer que le bassin versant des captages est limité à l'Ouest par une ligne de partage des eaux qui se situe dans le prolongement du Chappelgrabenbach. L'extension de la surface du bassin versant des sources résultant du bilan hydrique correspond presque exactement à la surface des Alluvions anciennes à l'Ouest de la ligne de partage des eaux citée ci avant. Le bassin versant comprend ainsi par conséquent exactement l'aire d'extension des Alluvions anciennes à l'Ouest de la ligne de partage des eaux et se laisse encore organiser sur la base de la répartition des débits des sources (Annexe 16). En conséquence, la question de la continuation des Alluvions anciennes vers le Sud ne doit plus être posée car ces Alluvions se situent en dehors du bassin versant des sources. La délimitation du bassin versant qui est proposée est confortée par la distribution des concentrations en composés inorganiques. Les typologies identiques des eaux des sources Brunnenmatten 1 à 2 et du piézomètre 25.K.2 confirment que ces eaux sont issues du même bassin versant. De même, le mélange avec des eaux souterraines jeunes, fortement anthropisées des eaux brutes de la source Brunnenmatten 3 (25.4.A) par le biais d'apports par les zones bordières faiblement perméables du Mitzlisgraben, peut être expliqué.

Une exposition des captages vis-à-vis de la décharge du Letten par la voie de transfert des eaux est dans ces conditions totalement exclue et ce, aussi bien par les eaux souterraines que par les eaux de surface.

Finalement, aucune substance traceur spécifique de la décharge du Letten n'a été détectée dans les eaux des captages durant les 7 années de contrôle qualitatif (comme les chloranilines, les chlorobenzènes, le naphthalène, ou les xyènes). Le TCE détecté dans les eaux de la source Brunnenmatten 2 en avril 2007 ne provient pas de la décharge du Letten, mais pourrait résulter de la déhalogénéation secondaire du tetrachloréthylène commercialisé de par le passé avec le 1,1,1-trichloréthane.

5.3 Origine et cheminement des composantes jeunes des eaux du puits profond AEP Kappelmatten (25.A.1)

Les informations suivantes ont été considérées en première importance pour l'analyse de l'origine des composantes jeunes des eaux du puits profond AEP :

- ✓ Caractéristiques et typologie actuelles des eaux des puits 25.A.1 et 25.C.1 en pompage et en débordement,
- ✓ Investigations et diagnostic des puits.

La conclusion des investigations 2006/2007 selon laquelle les eaux du puits en pompage et en débordement renferment des valeurs de concentrations en chlorures, nitrates, oxygène dissous et tritium qui méritent d'être soulignées, confirme l'hypothèse

avancée jusqu'alors selon laquelle les eaux du puits comportent une fraction d'eau jeune marquée par des influences anthropiques.

A l'opposé, les 3 échantillons d'eaux issus du forage 25.C.1, en pompage ou en débordement dans le cadre des investigations de 2006/2007 représentent des eaux souterraines profondes non perturbées. Il n'y a pas le moindre indice que le long du forage 25.C.1 des eaux jeunes proches de la surface pénètrent plus en profondeur dans le réservoir aquifère. L'arrivée des eaux jeunes doit avoir lieu dans le puits AEP lui-même, où elles se mélangent avec les eaux souterraines profondes avant d'être pompées.

La cause de l'activité du tritium des eaux de mélange qui s'approche de celle des eaux récentes (9 – 11 TU, 2006/2007) peut être attribuée à un temps de séjour plus élevé des composantes jeunes des eaux. Ceci, tout comme le fait que les concentrations en calcium et magnésium des eaux souterraines issues de l'AEP et du forage ne se laissent quasiment pas différenciées, laisse présager que la composante jeune des eaux proviendrait plutôt des niveaux superficiel de la Molasse et non des formations de couverture du Quaternaire ou encore des eaux de surface. La question se pose alors du rôle de la couche productive, formée de manière prépondérante de sables dans la tranche de terrain [308.14-310.14 m] au dessus du niveau de la mer, au sein de la formation marseuse de la Molasse.

Tableau 18

Figure 7

Une estimation précise de la fraction volumique des eaux jeunes dans les eaux du puits n'est pas envisageable sans leur caractérisation géochimique et isotopique, mais pourrait cependant se situer dans les ordres de grandeur de 10 – 20 % vol.

Le fait que les caractéristiques et la composition des eaux souterraines et les relations au sein du mélange sont quasiment identiques pour les eaux pompées et les eaux de débordement artésien doit être interprété comme un indice d'une origine de ces eaux d'un même horizon au sein de la Molasse. Une arrivée d'eau jeune n'est en effet possible dans ces conditions que si elle provient d'un système qui présente une charge analogue à celle du système profond. La provenance des eaux jeunes des formations quaternaires de couverture ou des eaux de surface proches voisines (Lertzbach, Chappelgrabenbach) n'est pas possible du fait de leurs niveaux hydrostatiques situés sous le niveau du sol au niveau du puits.

L'arrivée d'eau d'un système superficiel de la Molasse est rendue possible par le quasi continu comblement de l'espace annulaire du forage par des matériaux perméables. Le diagnostic du puits laisse en effet présager que les eaux suivent ce chemin avant d'entrer dans le puits : des venues d'eau ont été enregistrées en dessous de la cote du haut de la crépine alors que l'encalssant est encore formé à ce niveau par des terrains marneux de mauvaise perméabilité.

L'augmentation sur le long terme des concentrations en oxygène dissous permet de conclure à une influence toujours croissante de la fraction des eaux jeunes et un accroissement de la perméabilité de la relation hydraulique correspondante entre les systèmes, court-circuités dans le puits.

Au vu du contexte décrit dans le présent rapport, l'exposition directe du puits AEP Kappelmatten à des composés issus de la décharge du Letten, via le transfert par les eaux doit être analysée et appréciée.

La mise en évidence d'une relation hydraulique entre les systèmes profonds et superficiels au sein de la Molasse, ainsi que les gradients de pression per descensum entre les niveaux de la Molasse sont d'une importance primordiale pour cette analyse.

On ne peut pas à l'heure actuelle, estimer si, outre les relations hydrauliques artificielles (puits 25.A.1 et éventuellement Ple19), des relations hydrauliques naturelles existent et jouent un rôle ainsi que la qualité de ces relations.

Du fait du contexte : d'une part les eaux d'infiltration transitant par la décharge du Letten pour atteindre le puits AEP sont diluées à plusieurs reprises et d'autre part, le franchissement des barrières de perméabilité entre les niveaux au sein de la Molasse demande beaucoup de temps (adsorption et dégradation), on ne peut compter sur aucune pollution mesurable dans les eaux du puits. Cette affirmation est confortée par le fait qu'aucun composé spécifique de la décharge du Letten, ni même aucun autre polluant organique, n'ont été détectés jusqu'alors dans les eaux de mélange du puits AEP.

6. Résumé

Il existe quelques captages d'eau sur le territoire de la commune de Schönenbuch qui sont utilisés pour l'AEF des communes de Schönenbuch et d'Allschwil. A l'occasion de l'étude de sites de décharges anciennes près de la frontière côté alsacien, les données et informations disponibles sur la possibilité d'un impact des déchets sur les ressources en eau utilisées côté suisse avaient fait l'objet d'un premier examen.

Comme cet examen préliminaire ne permettait de conclure que pour un captage abandonné (source Grien, 25.1/2.A) et pour le reste restait sur des questions ouvertes, le rapport correspondant de janvier 2006 émettait des propositions concrètes d'investigations complémentaires ciblées.

Ces investigations ont été menées depuis en suivant largement les propositions du rapport. Les travaux de terrain ont consisté en :

- Réalisation de 3 forages et équipement en piézomètres, essais hydrauliques pour détermination de la perméabilité des terrains,
- Réalisation de mesures et de prélèvements d'échantillons pour des études chimiques et isotopiques dans le cadre de deux campagnes,
- Réalisation d'un pompage d'essai dans le puits de captage profond 25.A.1,
- Examen de l'état du puits profond 25.A.1.

Sur la base des résultats de ces investigations le modèle hydrogéologique conceptuel existant a pu être ajusté et affiné, un bilan hydrologique a pu être établi, et les zones d'alimentation des captages ont pu être délimitées de façon plausible. L'évaluation existante de l'exposition des captages et de l'impact potentiel de la décharge du Letten a été revue et précisée. En l'état des connaissances la situation est évaluée comme suit :

Captage	Voie d'exposition		Impact	
	Eaux superficielles	Eaux souterraines	Décharge	Autre, tierce
Puits Zollstrasse	Eventuelle indirecte	exclue	Question en suspens	Route, EU/EP
Sources Brunnenmatten/Milchhüsi	exclue	exclue	non	Agriculture
Puits Kappelmatten	exclue	indirecte	non	(agriculture)

7. Conclusion finale et recommandations

Nous considérons comme définitive l'évaluation détaillée dans le chapitre 5 et résumée dans le chapitre 6 sur l'exposition des captages et l'impact potentiel de la décharge du Letten. Cette évaluation se base sur l'état actuel des lieux et nécessiterait une révision seulement dans le cas où la décharge ferait l'objet de travaux de remédiation ou bien s'il y avait des modifications très importantes des écoulements dans le secteur compris entre la décharge et les captages.

Tant qu'aucune des deux éventualités ne se présentera, il n'est pas nécessaire, à notre avis, d'engager d'autres études hydrogéologiques. Dans l'intérêt d'une description complète de l'état initial, la surveillance devrait être poursuivie de façon adaptée.

	Sources Brunnenmatten/Michhüsi	AEP Kappelmatten
Mesures destinées à la protection du captage vis-à-vis de sites pollués	Poursuite de la surveillance en incorporant les nouveaux piézomètres 25.J.2 (et selon les cas 25.E.1) ainsi que compléter les mesures pour mieux appréhender l'état hydraulique (niveaux d'eau, débits)	Contrôle de l'étanchéité de l'espace annulaire du piézomètre Plet9
	Réalisation d'études préliminaires (suivant règlement AltIV) des sites potentiellement pollués dans l'aire d'alimentation des captages	
Mesures supplémentaires	Prélèvements des eaux depuis les parties profondes du captage AEP Milchhüsi pour une amélioration à court terme de la qualité des eaux qui se déversent vers les sources Brunnenmatten (protection contre les apports du SW)	Régénération du puits pour une amélioration de ses capacités de pompage
	A court terme (optimisation)	
	A moyen terme (protection des eaux contre des dégradations quantitatives et qualitatives)	Elaboration d'un concept transfrontalier pour l'exploitation des eaux souterraines de la Molasse sur la base d'un schéma conceptuel et éventuellement d'un modèle géométrique et dynamique numérique.



Centre scientifique et technique
Service Environnement & Procédés
3, avenue Claude-Guillemain
BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34

