

Document public

# Méthodes de recherche de l'origine de pollution(s) dans les sols ou dans les eaux souterraines

BRGM/RP-51260-FR  
août 2002



# Méthodes de recherche de l'origine de pollution(s) dans les sols ou dans les eaux souterraines

**BRGM/RP-51260-FR**  
août 2002

Étude réalisée dans le cadre des opérations  
de Service public du BRGM 2000-POL-209  
et de la convention MEDD/DE n° 47/2000

**L. Callier, B. Clozel, C. Nowak**



Mots clés : Méthode, Recherche, Origine, Pollution, Sols, Eaux souterraines.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Callier L., Clozel B. et Nowak C. (2002) - Méthodes de recherche de l'origine de pollution(s) dans les sols ou dans les eaux souterraines - BRGM RP-51260-FR, 133 p., 4 tabl., 4 ann.

© BRGM, 2002, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

La mise en œuvre de la politique nationale en matière de protection de la qualité des sols et de l'eau souterraine, se heurte souvent à des difficultés d'application, notamment en l'absence de l'identification de l'origine de la pollution qui contribuerait à connaître son, ou ses, responsable(s) et permettrait à l'administration de faire appliquer le principe « pollueur - payeur ».

Le BRGM a été sollicité par la Direction de l'Eau du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (convention n° 47/2000 du 3 novembre 2000 MEDD/DE-BRGM), pour proposer une méthode de recherche de l'origine d'une pollution, basée sur une enquête n'excluant aucune hypothèse *a priori*, qui, par étapes successives et progressives, permette de remonter de la cible impactée (homme, faune, végétaux, captage AEP...), via les voies de transfert et/ou d'exposition jusqu'à la (aux) source(s) de la pollution :

- dans le milieu « sol », telle que, par exemple, mise en évidence suite aux décès d'animaux ou à la présence de végétaux pollués ;
- dans le milieu « eaux souterraines », telle que, par exemple, mise en évidence lors du suivi ou de l'ouverture d'un forage d'Alimentation en Eau Potable (AEP).

Le repérage géographique d'une source polluante est plus difficile pour les cas de pollution des eaux souterraines que pour les cas de pollution des sols.

Le présent rapport réalisé par le BRGM dans le cadre de sa mission de Service public (opération 2000-POL-209) présente les premiers résultats de la réflexion méthodologique qui sont repris dans le cadre d'un groupe de travail nationale mis en place par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable en 2002.

### Les aspects méthodologiques

La méthodologie développée s'applique à la recherche de l'origine de contaminations ou pollutions, naturelles ou anthropiques, par polluants minéraux ou organiques, exclusion faite des pollutions diffuses et des contaminations bactériologiques. Elle ne garantit pas que l'origine d'une pollution sera systématiquement identifiée, néanmoins les quatre grandes étapes qui la composent sont indispensables à la réalisation d'une étude cohérente, à la suite de laquelle une hiérarchisation des pistes à suivre sera possible.

Ces quatre grandes étapes peuvent être résumées comme suit :

1. En premier lieu, une **étape de compilation documentaire** permet de rassembler et d'analyser les pièces du dossier détenu par le(s) service(s) compétent(s) ayant fait le constat de l'impact qui déclenche la recherche d'origine de la pollution : ICPE ou autres activités et polluants suspectés, constats de pollution et diagnostics déjà

réalisés, plaintes éventuelles et travaux d'affouillement récents, programme de travail à réaliser en fonction des hypothèses envisagées...

2. Il est ensuite nécessaire **de cibler la zone sur laquelle vont être approfondies les recherches**. Dans le cas particulier d'une pollution du milieu « sol », il est d'abord nécessaire d'éliminer les autres voies possibles de contamination des animaux ou végétaux (eau de consommation, pratique alimentaire, présence de peinture dans les locaux occupés...) avant d'engager la recherche sur le sol lui-même. Une fois celles-ci écartées, c'est sur une zone de sol où les animaux impactés ont évolué que l'étape trois va être réalisée. Dans le cas d'une pollution des eaux souterraines, cela consiste principalement à définir la zone d'appel du forage en utilisant les documents disponibles, voire en réalisant une carte piézométrique à partir de forages existants ou à créer si besoin.
3. La troisième étape vise à faire la **recherche de toutes les sources possibles de pollution**. Les contributions naturelles doivent aussi être envisagées pour certaines pollutions en métaux, métalloïdes (eau, sol) et certains hydrocarbures (sol). Cette étape est basée sur l'utilisation d'inventaires existants (BASIAS, BASOL...), d'enquêtes de terrain, d'étude de photos aériennes, de cartographie, de prélèvements et d'analyses d'échantillons de sols ou d'eau selon les cas, d'interprétation et de synthèse des résultats.
4. Une quatrième étape peut s'avérer nécessaire lorsque plusieurs sites sont identifiés pour être potentiellement à l'origine de la pollution, ce qui nécessite alors des prélèvements et analyses adaptés afin de **s'assurer de la corrélation entre les polluants provoquant l'impact et la (les) source(s) de pollution identifiée(s)**. Elles doivent être multiélémentaires, voire isotopiques et intégrer les produits de dégradation ou de transformation des substances originelles de la source pressentie. L'utilisation de modèles numériques par démarches inverses peut aussi être envisagée, ainsi que les techniques de traçage.

Dès la phase d'analyse des éléments du dossier et tout au long de la progression des connaissances sur les voies de transferts et d'exposition, il est nécessaire de **s'interroger sur l'éventuelle présence d'autres cibles**, aujourd'hui non impactées, mais qui pourraient ultérieurement être touchées, ou d'autres cibles déjà impactées, mais non ou mal surveillées et pour lesquelles l'impact ne serait pas connu.

### Les aspects réglementaires

Un survol des textes réglementaires visant à protéger les eaux souterraines ou les sols montre qu'ils relèvent du bon sens pour réduire autant que possible les effets négatifs sur l'environnement des activités humaines actuelles. Quand un effet négatif sur l'environnement se produit, du fait d'un accident, d'une mauvaise pratique ou est inhérent au fonctionnement de l'activité, les textes se basent sur **le principe fondamental du pollueur - payeur** qui suppose l'existence et l'identification d'un

responsable, qui supportera les frais résultant des diagnostics, des mesures de prévention et de réhabilitation de la qualité du milieu dégradé par la pollution constatée.

Dans le cas d'une pollution dont l'origine est inconnue il faut, pour appliquer le principe pollueur - payeur, **mener à terme deux étapes préliminaires relatives à l'identification du site source à l'origine de la pollution, puis du responsable de la pollution**. Des lacunes en terme de procédure et de textes réglementaires ou des limites des textes existants apparaissent à chacune de ces étapes, notamment pour ce qui concerne :

- l'amélioration du suivi de la qualité des nappes,
- la conservation de la mémoire d'un constat de pollution,
- les cas des pollutions où plusieurs sites peuvent être suspectée,
- les cas des pollutions naturelles ou relevant d'activités non classées ou historiques,
- la procédure de déclenchement de la recherche de l'origine d'une pollution et à l'identification du maître d'œuvre,
- un financement adapté pour mettre en œuvre les études adéquates avant l'identification des responsables.

Afin de pallier ces lacunes, plusieurs voies de réflexions à mener sont évoquées.

### **Propositions d'axes de réflexion**

**Pour mieux suivre la qualité de l'eau souterraine et ne pas perdre la mémoire d'un constat de pollution** l'application systématique des recommandations ci-après contribuerait à identifier les sources de la pollution et éviterait son extension. Par exemple, toute modification de la qualité de l'eau devrait induire :

- une augmentation de la fréquence des prélèvements et des analyses pour savoir si elle est liée à un artefact ou constitue les prémisses de dégradation ultérieures ;
- une adaptation du réseau de suivi en fonction de la nature de la pollution ;
- le déclenchement de diagnostic et d'évaluation simplifiée des risques (ESR) auprès des installations classées situées dans la zone d'appel du forage.

Par ailleurs, **le développement et le renforcement de bases de données** comme par exemple la base de données ADES, est aussi nécessaire.

**Pour les pollutions où plusieurs sites source peuvent être suspectés**, comme par exemple, dans le cas de zones industrielles ou, plus largement, d'exploitants dispersés sur un même bassin d'alimentation, une responsabilité conjointe préliminaire de l'ensemble des industriels présents pourrait être envisagée *a priori* afin de réaliser les études nécessaires jusqu'à la reconnaissance des contributions de chacun dans le système étudié.

**Pour le cas des pollutions naturelles ou liées à des activités non classées ou anciennes**, il n'y a pas de ligne budgétaire prévue, or il peut cependant s'avérer nécessaire de prendre des mesures de prévention et de réduction de la pollution, donc d'engager des frais. Si certaines mesures peuvent être engagées au titre de la protection des personnes, rien ne s'applique à la protection des eaux ou des écosystèmes.

**La mise en place d'une procédure de déclenchement** de recherche d'une pollution nécessite, à sa base, la mise en action des services compétents adaptés, **c'est-à-dire du maître d'œuvre**, ce qui en toute logique, nécessite qu'il soit déjà possible d'attribuer l'origine de la pollution. Ce point est résolu en cas d'impact du milieu « eau » car le décret 87-154 relatif à la coordination interministérielle et à l'administration dans le domaine de l'eau fonde le préfet de région dans la direction des actions de l'État dans le domaine de l'eau, soutenu par la DIREN qui peut alors faire appel aux concours des services déconcentrés. En l'absence d'un texte similaire couvrant le milieu « sol », la mobilisation des services compétents est actuellement plus difficile, ce qui est d'autant plus surprenant qu'une pollution du milieu « sol » va dans la majorité des cas, à terme, nuire à la qualité du milieu « eau ». Une extension des dispositions du précédent décret aux cas des sols pollués, permettrait une intervention rapide de l'administration pour lancer les investigations nécessaires afin d'anticiper et éviter la pollution des nappes.

En terme de coordination des études de recherche d'origine des pollutions, il n'apparaît pas de situation clairement établie. Il semblerait, de fait, que ce soit l'administration la plus directement concernée par la mise en évidence de la pollution qui prenne en charge le dossier. Ainsi, si l'origine d'une pollution est suspectée être d'origine industrielle, la DRIRE pourra assurer la coordination ; à l'inverse, dans le cas d'une pollution d'origine naturelle, ce sera la DDAFF ou la DDASS qui prendra en charge le dossier, en raison des risques potentiellement encourus pour la santé animale ou humaine. Dans tous les cas, ces administrations en réfèrent toujours au Préfet.

Si, une fois le pollueur identifié, les différents textes de lois stipulent que les frais inhérents aux analyses, études, ... peuvent lui être imputés, rien n'assure que le responsable sera systématiquement et de toute façon nécessite l'avance de fonds. Compte tenu de l'absence de budgets spécifiquement prévu à l'échelle nationale pour couvrir les frais que va engager l'étude de recherche de l'origine d'une pollution, **certaines pistes de financements possibles et de maîtres d'ouvrage partiels de ces études sont évoquées** ci-après.

**L'ADEME** peut dans le cadre de ses missions financer les études et les réhabilitation lorsque le responsable de la pollution n'existe plus ou n'est pas solvable.

**Les Agences de l'Eau** peuvent participer au financement de ces études par le biais de la part du FNSE alloué au Ministère chargé de l'Environnement (à la Direction de l'eau, dont la part est redistribuée pour partie auprès des DIREN), ou par le cofinancement d'études pour le compte de syndicats des eaux ou de collectivités locales.

**Le BRGM** : L'administration peut solliciter, au titre de la police de l'eau souterraine, les services géologiques régionaux du BRGM qui dispose, pour ses missions de Service Public, d'une ligne budgétaire consacrée à l'appui technique ponctuel des services de

l'État chargés d'assurer la police des eaux. Ces budgets sont cependant insuffisants pour couvrir tous les frais que peut générer la recherche de l'origine d'une pollution.

**Une collectivité locale ou un syndicat chargé de la gestion des eaux** confrontés à une pollution, ... peuvent financer ce type d'étude en sollicitant les compétences d'un bureau d'étude.

**Les pollueurs potentiels pressentis** pourraient être invités à faire la démonstration de leur innocence. Des textes de loi existent en ce sens mais ils sont toujours basés sur l'adéquation tacite entre le niveau de danger et la prescription de suivi, le pollueur potentiel bénéficiant toujours de la possibilité de faire appel des mesures qui lui sont demandées.

**NB : Les auteurs attirent l'attention sur le fait que cette étude constitue seulement une première réflexion qui met en exergue la complexité du problème de la recherche de l'origine d'une pollution.**

**Elle soulève de nombreuses questions qui sont reprises plus en détail dans le cadre d'un groupe de travail mis en place par le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable fin 2002.**

**Le lecteur intéressé par la recherche de l'origine d'une pollution dans les eaux souterraines est donc invité à se procurer le guide spécifiquement dédié à ce thème qui sera publié en 2003.**

## Sommaire

<b>1. Introduction</b> .....	11
1.1. Contexte.....	11
1.2. Milieux concernés.....	11
1.3. Démarche appliquée pour élaborer ce document .....	12
1.4. Contenu de ce guide et champ d'application .....	13
<b>2. Les aspects méthodologiques</b> .....	15
2.1. Étape 1 : rassembler la documentation disponible .....	15
2.2. Étape 2 : définir le périmètre de la zone d'étude.....	18
2.2.1. Pour les sols : Identifier et localiser les zones potentiellement polluées....	18
2.2.2. Pour les eaux souterraines : définir précisément la zone d'appel du forage concerné par la pollution .....	19
2.3. Étape 3 : Rechercher l'origine de la pollution .....	20
2.3.1. Recherche d'une éventuelle cause naturelle en cas de pollution par métaux ou métalloïdes ou certains hydrocarbures naturels.....	20
2.3.2. Recherche d'une éventuelle cause anthropique, quelle que soit la nature des polluants suspectés .....	22
2.4. Étape 4 : s'assurer de la corrélation entre les polluants provoquant l'impact et les sources de pollution identifiées .....	26
2.4.1. Utilisation de prélèvements adaptés au type de pollution .....	26
2.4.2. Recommandation à propos des analyses .....	27
2.4.3. Utilisation de modèles numériques .....	29
2.4.4. Utilisation des techniques de traçage.....	29
2.5. Nota bene : rechercher l'éventuelle présence d'autres cibles .....	30

<b>3. Analyse des textes réglementaires susceptibles de s'appliquer aux milieux pollués par des sources d'origine inconnue</b> .....	31
3.1. Principe de l'analyse des textes réglementaires .....	31
3.2. Conclusions de l'analyse des textes réglementaires .....	32
3.3. Propositions de réflexions à mener relatives aux lacunes réglementaires constatées.....	33
3.3.1. Mieux suivre la qualité de l'eau souterraine et ne pas perdre la mémoire d'un constat de pollution ? .....	33
3.3.2. Cas des pollutions où plusieurs sites source peuvent être suspectés .....	34
3.3.3. Cas des pollutions naturelles ou relevant d'activités non classées ou anciennes, voire historiques .....	35
3.3.4. Procédure de déclenchement et maître d'œuvre d'une étude de recherche de l'origine d'une pollution .....	35
3.3.5. Financement et maître d'ouvrage des études de recherche de l'origine d'une pollution .....	36
<b>4. Bibliographie et documents méthodologiques susceptibles d'être utilisés lors de la recherche de l'origine d'une pollution</b> .....	39

## Liste des tableaux

Tabl. 1 - Références ou adresses utiles pour l'identification de polluants potentiels en fonction de l'activité (et éventuellement inversement).....	18
Tabl. 2 - Concentrations (en µg/l) maximales connues en ces éléments (d'origine naturelle uniquement) en France.....	21
Tabl. 3 - Quelques exemples d'utilisation des isotopes.....	29
Tabl. 4 - Répartition synthétique des divers types de travaux selon les étapes de la méthodologie de recherche de l'origine d'une pollution. ....	30

## Liste des annexes

Ann. 1 - Étude de cas sur le milieu « eau » : Recherche de l'origine de la pollution du forage AEP de Bois Herpin (Essonne, limite Loiret) par des composés organo-halogénés volatils (OHV).....	45
Ann. 2 - Etude de cas sur le milieu « sol » : Recherche de l'origine d'une contamination en plomb du sol et des végétaux sur la commune de Hargarten-aux-Mines .....	89
Ann. 3 - Analyse des textes réglementaires .....	113
Ann. 4 - Techniques inverses en rapport de polluants .....	119

# 1. Introduction

## 1.1. CONTEXTE

Lorsque des polluants sont découverts dans des sols ou des eaux souterraines, lesquels sont des milieux intégrateurs de nombreuses sources possibles de pollutions (industrielle, urbaine, agricole, naturelle) et des milieux d'exposition pour l'homme ou les écosystèmes, l'administration a besoin d'une méthode de recherche de l'origine de cette pollution, contribuant à terme à l'identification de son, ou ses, responsable(s).

A cette fin, le MEDD a demandé au BRGM d'établir les grandes lignes d'une méthodologie, basée sur une enquête n'excluant aucune hypothèse *a priori*, qui, par étapes successives et progressives, permette de remonter de la cible impactée (homme, faune, végétaux, captage AEP...), via les voies de transfert et/ou d'exposition jusqu'à (aux) source(s) de la pollution. Cette méthodologie a aussi pour objectif d'identifier ou de prévenir l'impact d'autres cibles éventuelles.

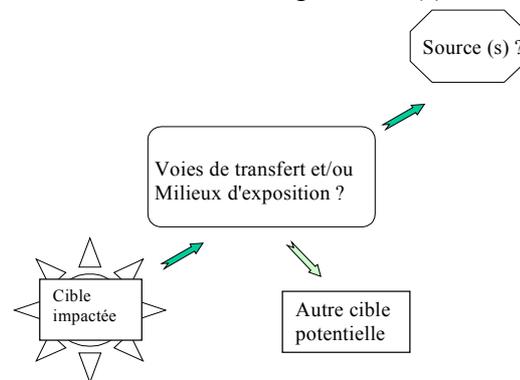


Schéma conceptuel de la recherche de l'origine d'une pollution

## 1.2. MILIEUX CONCERNÉS

Le sol constitue un milieu de transfert situé à l'interface avec les milieux aquatiques, l'atmosphère et la biosphère. Le sol étant un milieu intégrateur et accumulateur, c'est un ensemble de sources (naturelles et/ou anthropiques) et de mécanismes (sédimentation, apports atmosphériques, enfouissement, érosion, transport,...), qui peuvent être à l'origine de la dégradation de sa qualité conduisant à une perte de certaines de ses fonctions. Néanmoins quand le sol d'un terrain présente une pollution, l'origine de celle-ci est relativement facile à établir car la pollution relève directement :

- des pratiques industrielles, agricoles, minières qui ont été exercées, soit directement sur les parcelles concernées, soit dans un voisinage proche. Il peut s'agir par exemple de stockages de déchets, d'apports de déchets solides ou liquides (boue industrielle, boue de STEP, ...), de pratiques agricoles (engrais, amendements, emploi de phytosanitaires, ...), de retombées atmosphériques d'aérosols et de poussières à proximité de sites industriels, de voies de communication majeures, ou d'autres sources ou encore des apports massifs et localisés de polluants (exploitation industrielle, accidents...);
- et/ou d'une formation géologique naturelle, présentant une forte concentration en certaines substances, située dans le voisinage. Il peut s'agir d'une anomalie

géochimique naturelle plus ou moins étendue (filons, gîtes, indices miniers, ...) constituant localement le fond géochimique, qui sera fonction de la composition minéralogique et chimique des roches - mères et des formations superficielles qui s'y seront développées par altération et/ou transferts latéraux par le vent, l'eau ou la gravité (solifluxion, ...).

**Les eaux souterraines** constituent un milieu de transfert qui hérite et intègre les éventuelles pollutions du milieu « sol ». Contrairement au milieu "sol", la mobilité des eaux souterraines et la relative mobilité des polluants en leur sein font que le repérage géographique d'une source polluante y sera plus difficile que pour les cas de pollution des sols. En effet, une pollution des eaux détectée dans un forage peut être le résultat d'un panache de pollution éloigné de sa source et évoluant au fil du temps dans la nappe, tant spatialement que qualitativement, voire même d'origine très ancienne dont la source primaire peut aujourd'hui avoir complètement disparue. Comme pour le sol, l'influence éventuellement polluante, d'une formation géologique naturelle, c'est à dire non affectée par une activité humaine, est possible même si elle est souvent difficile à appréhender.

### 1.3. DÉMARCHE APPLIQUÉE POUR ÉLABORER CE DOCUMENT

Cette étude, menée dans le cadre de la convention d'étude établie entre le MEDD et le BRGM (n°47/2000 du 03 novembre 2000), a été réalisée :

- à partir d'une enquête menée auprès des DRIRE, de bureaux d'études et des Services Géologiques Régionaux (SGR) du BRGM (22 régions). La fiche d'enquête portait sur le type de milieu pollué (de transfert et/ou d'exposition), sur la nature de la pollution, ainsi que sur les services de l'Etat sollicités pour œuvrer à l'identification de l'origine de la pollution. Cette enquête n'a cependant suscité qu'un très faible taux de réponse de la part des DRIRE ;
- en exploitant l'inventaire des sites pollués où une action administrative a été engagée (BASOL) <sup>1</sup> ;
  - en testant la méthodologie envisageable de recherche de l'origine d'une pollution dans les eaux souterraines, sur un cas retenu pour sa représentativité en terme de nature de polluant (organo-halogénés volatils : OHV) et de son contexte hydrogéologique complexe. Ce cas relatif à la pollution du forage AEP de Bois Herpin est présenté en annexe 1 ;
  - en analysant les retours d'expériences du BRGM lors des études anciennes ou en cours relatives à la recherche de(s) responsable(s) d'une pollution dans les deux milieux de transfert et d'exposition concernés par cette étude (cf. Bibliographie), dont particulièrement une étude portant sur la recherche de l'origine d'une pollution de sol par du plomb. Ce cas relatif à l'intoxication de vaches à Hargarten-aux-Mines est présenté en annexe 2 ;

---

<sup>1</sup> Recherche sous Access, selon le critère Origine de la pollution ou des déchets ou des produits, Autre dans la partie D- description du site. 117 fiches.

- en analysant les textes réglementaires susceptibles de s'appliquer aux milieux pollués par des sources d'origine inconnue, celles-ci pouvant être anthropiques ou naturelles.

#### **1.4. CONTENU DE CE GUIDE ET CHAMP D'APPLICATION**

Ce document présente successivement les aspects méthodologiques de la recherche de l'origine d'une pollution (cf. chap. 2), une analyse des aspects réglementaires susceptibles de s'appliquer aux milieux pollués par des sources inconnues comportant quelques réflexions sur les limites des aspects administratifs et financiers ressortant de cette analyse (cf. chap. 3) et une liste bibliographique, notamment de documents et méthodes pouvant faciliter ce type de recherche (cf. chap. 4).

La méthodologie développée s'applique à la recherche de l'origine de contaminations ou pollutions, naturelles ou anthropiques, par polluants minéraux ou organiques, exclusion faite des pollutions diffuses et des contaminations bactériologiques.



## 2. Les aspects méthodologiques

La méthode proposée ci-après est destinée à localiser, dans la mesure du possible, le(s) lieu(x) géographique(s) potentiel(s) de la (des) source(s) de pollution. Ce type de recherche, est déterminant pour contribuer, à terme, à l'identification des responsables d'une pollution, via l'enquête que l'administration compétente pourra ultérieurement réaliser, relative à l'historique des parcelles cadastrales concernées (propriétaires, exploitants, activités, ...), et des pratiques industrielles et/ou agricoles (ou autres) qui y ont été exercées.

Cette méthodologie ne garantit pas que l'origine d'une pollution sera systématiquement identifiée, néanmoins **les quatre grandes étapes** qui la composent sont indispensables à la réalisation d'une étude cohérente, à la suite de laquelle une hiérarchisation des pistes à suivre sera possible. Le schéma 1 en présente les différentes étapes qui sont détaillées ci-après.

A partir des éléments du dossier, lesquels doivent être rassemblés en préalable à l'étude lors d'une réunion de cadrage avec les services compétents de l'administration (cf. ci-après), des hypothèses de travail seront avancées, la méthode de recherche de l'origine d'une pollution consistant ensuite à les vérifier. D'autres axes de travail pourront émerger au cours de la recherche de l'origine d'une pollution et nécessiteront alors une concertation avec les maîtres d'ouvrage avant de les contrôler.

### 2.1. ÉTAPE 1 : RASSEMBLER LA DOCUMENTATION DISPONIBLE

Cette étape de mise au point préalable a pour objectif de :

- **savoir quels sont les organismes et les personnes susceptibles de détenir des données** utiles à la recherche envisagée qu'il faudra consulter ;
- **savoir**, selon les milieux concernés :
  - . **pour les sols, qu'elles sont les substances à l'origine des troubles constatés**, ce qui suppose qu'elles aient été identifiées sans ambiguïté, suite à leurs effets, sur les cibles impactées : hommes, animaux concernés, végétaux ingérés, etc. ;
  - . **pour les eaux souterraines, qu'elles sont toutes les substances détectées** dans le forage concerné (pas seulement celles faisant l'objet du déclenchement de l'étude ; notion de signature chimique) ;
- **analyser l'historique de la découverte de la pollution** : cet historique peut suggérer, en fonction de l'ancienneté des malaises observés (troubles de santé chez les hommes ou les animaux) et/ou de l'augmentation, progressive ou subite, des concentrations des polluants dans les eaux souterraines, soit une manifestation récente de la pollution, c'est-à-dire proche temporellement de la mesure qui a donné l'alerte et probablement proche aussi dans l'espace, soit une manifestation ancienne de la pollution, c'est à dire pressentie depuis un certain temps et probablement éloignée du lieu où elle vient

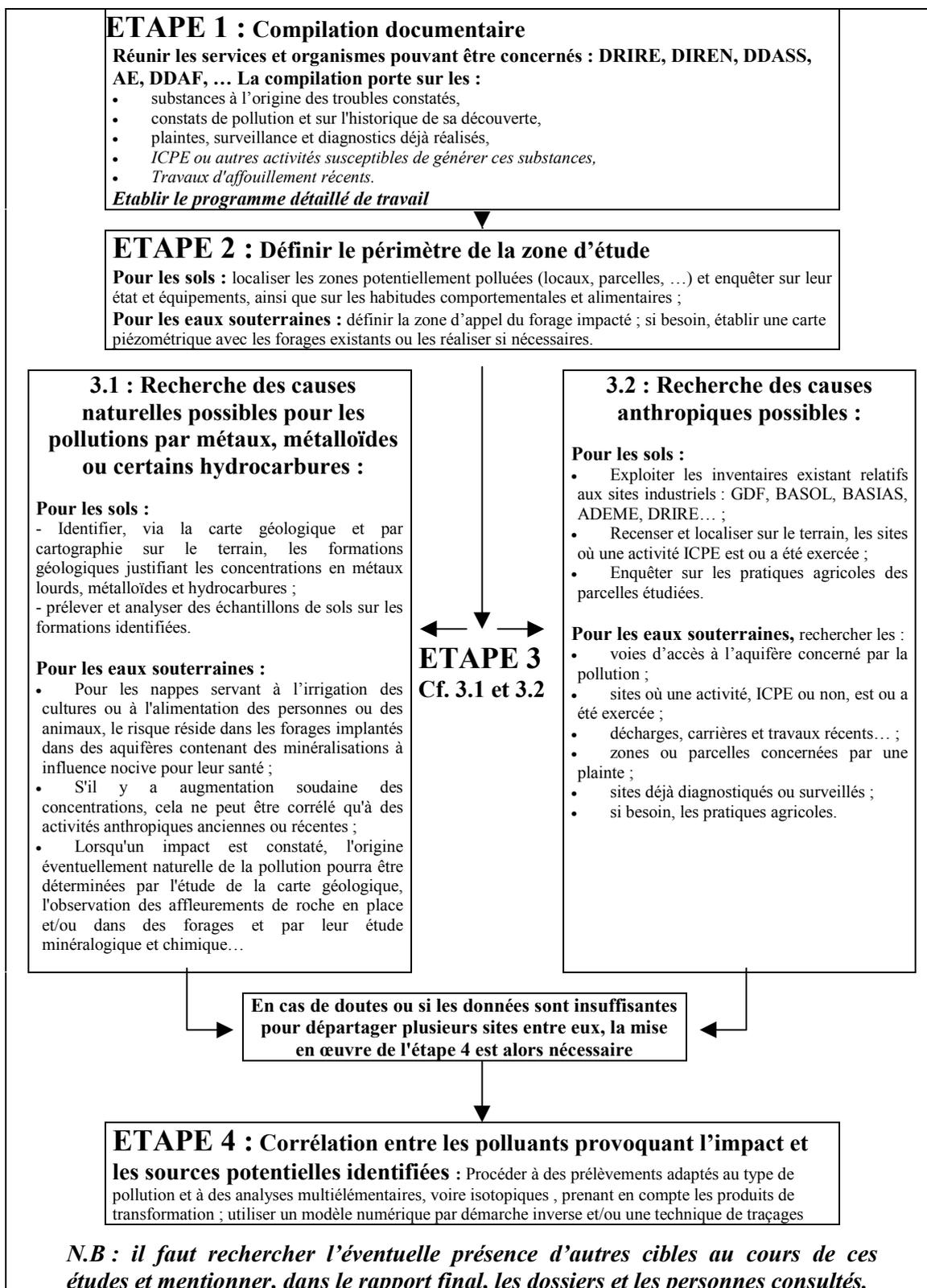


Schéma 1 - Les différentes étapes d'une étude portant sur l'identification de l'origine d'une pollution.

d'être constatée (cas des eaux souterraines). Pour apprécier l'ancienneté d'une pollution dans un forage, il faut prendre en compte aussi le suivi analytique des éventuels autres forages environnants (fréquence des mesures, résultats, lieux et profondeur des prélèvements en fonction des polluants recherchés,...) ;

- **connaître les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), ou toute autre activité non reconnue comme telle, susceptibles d'utiliser, de produire ou de stocker les polluants recherchés**, situées dans ou à proximité de la zone géographique concernée pour les sols ou parmi celles localisées dans la zone d'appel du forage pollué pour les eaux souterraines ; la délimitation de la zone potentielle d'influence du forage ne pouvant être définie, à ce stade, que de façon grossière. En fonction des polluants identifiés et à rechercher, un certain nombre de documents peuvent contribuer à préjuger des types d'activités susceptibles d'être à leur origine (cf. tabl. 1 et bibliographie) ;
- **connaître les sites sur lesquels des diagnostics ont déjà été réalisés**, avec ou sans constat de pollution, ou sur lesquels une surveillance de la qualité de l'eau souterraine a été mise en place ;
- **prendre connaissance d'éventuelles plaintes**, procès verbal de la gendarmerie ou de la police municipale ayant trait à des déversements non autorisés de déchets ou à des accidents (renversement de camion citerne, incendie de dépôt de pneus ou autres, par exemple) ;
- **faire le point sur l'existence de travaux récents, en particulier lorsqu'une pollution des eaux souterraines est constatée**. Par exemple, dans le cas de pollution des eaux par des métaux ou métalloïdes, une ouverture de mine, de carrière, ou la mise en place de structures linéaires, peut favoriser l'altération de la qualité de l'eau de la nappe en recoupant une formation géologique jusqu'alors en équilibre avec le milieu « eaux ». Des travaux de réhabilitation de zone industrielle peuvent également être à l'origine d'une pollution, non pas du fait des travaux eux-mêmes, mais du fait de l'existence de déchets enfouis, qui jusqu'alors étaient protégés du contact de l'eau météorique par les vieux bâtiments (surface « imperméable »), et dont la lixiviation est rendue possible par la destruction des bâtiments. Lors de travaux routiers, des fuites d'hydrocarbures peuvent potentiellement être liées à l'exploitation de la centrale de préparation du goudron ;
- **s'interroger sur l'éventuelle présence d'autres cibles**, aujourd'hui non impactées, mais qui pourraient ultérieurement être touchées, ou d'autres cibles déjà impactées, mais non ou mal surveillées et pour lesquelles l'impact ne serait pas connu ;
- **établir le programme détaillé de travail à réaliser** en fonction des hypothèses pouvant être envisagées à partir des éléments du dossier, lesquelles devront être contrôlées au cours de la recherche de l'origine de la pollution.

Il s'agit d'analyser toutes les pièces du dossier détenu par le(s) service(s) ayant fait le constat de l'intoxication ou de l'impact et coordonner l'action à mener avec la DRIRE ou l'administration en charge de la police des eaux, laquelle peut, à ce stade, donner des orientations de recherche en fonction de ses connaissances propres relatives aux ICPE ou aux autres activités.

Cela peut se faire dans le cadre d'une réunion de concertation rassemblant les divers services administratifs potentiellement concernés, notamment, DRIRE, DIREN, DDASS, DDAF, DDE, Direction des Services Vétérinaires, ...

Ainsi, la recherche de l'origine d'une pollution commence concrètement par :

- la consultation des organismes et des personnes, dont la liste a été établie au cours de la réunion de concertation évoquée précédemment, susceptibles de détenir des données utiles à la recherche souhaitée ;
- et la synthèse des premières données qui ont pu ainsi être rassemblées.

Source	
Gestion des sites (potentiellement) pollués, <b>ESR version 2</b> , annexe 3	ministère chargé de l'Environnement, BRGM Editions
Federal Remediation Technologies Roundtable ( <b>FRTR</b> )	US-EPA – <a href="http://www.frtr.gov">www.frtr.gov</a>
<b>Pollution Prevention and Abatement Handbook</b> ,	NIPR, World Bank, 1997.
<b>Pollution Locator</b> (Land Contamination, Superfund sites and lead hazards, Waste, Toxic chemical releases from industrial plants and animal waste produced by factory farms, Water Quality)	Environmental Defense ( <a href="http://www.scorecard.org">www.scorecard.org</a> )
Pollution: Human Infiltration in Natural Water Purification -Typical Pollutants from Some Industries	<a href="http://www.karenkards.ca/info/articles/kk01p06.html">Http://www.karenkards.ca/info/articles/kk01p06.html</a>

**Tabl. 1 - Références ou adresses utiles pour l'identification de polluants potentiels en fonction de l'activité (et éventuellement inversement).**

Voir également la bibliographie

Il faut souligner la nécessité de mentionner, dans le rapport d'étude remis à l'issue de la mise en œuvre de la recherche de l'origine d'une pollution, toutes les références des dossiers exploités et des personnes consultées, en analysant la pertinence et la fiabilité des données ainsi compilées et exploitées.

## 2.2. ÉTAPE 2 : DÉFINIR LE PÉRIMÈTRE DE LA ZONE D'ÉTUDE

### 2.2.1. Pour les sols : Identifier et localiser les zones potentiellement polluées

Lors d'intoxication de personnes ou d'animaux, susceptibles d'être attribuées à une pollution des sols par ingestion de terres ou végétaux pollués par exemple, il est nécessaire de s'assurer au préalable que toute origine bactériologique des intoxications ait été écartée et qu'aucune pollution n'ait été trouvée dans les eaux de consommation (eaux polluées, canalisations polluantes, etc.).

L'objectif est ici de repérer sur une carte et de visiter tous les lieux où ont séjourné les cibles humaines ou les écosystèmes concernés par les problèmes de santé constatés, ainsi que d'en identifier les propriétaires et les exploitants.

Cela consiste notamment à :

- identifier tous les locaux (habitations, étables, écuries, caves,... etc.) où ont séjourné les « victimes »,
- observer leurs états et équipements (peintures, traitements des boiseries, émanations gazeuses, etc.),
- enquêter sur les habitudes comportementales au quotidien et leurs variations, ainsi que sur les pratiques alimentaires des "victimes" (végétaux, terre,...).

Lorsqu'un impact est pressenti du fait d'une ingestion de végétaux ou de sol, il convient de localiser sur une carte IGN à l'échelle du 1/25 000, les parcelles, jardins et prairies où ont poussé les végétaux, légumes ou fourrages ingérés pouvant être soupçonnés dans les impacts ou intoxications constatés, ainsi que tous les lieux où ils auraient pu séjourner au cours de leurs diverses manutentions. Cela se fait en enquêtant auprès des propriétaires et des exploitants des parcelles de terrain où ont été produits, entreposés, préparés ou emballés les végétaux concernés.

### **2.2.2. Pour les eaux souterraines : définir précisément la zone d'appel du forage concerné par la pollution**

L'objectif de cette délimitation est de fixer un périmètre de recherche cohérent avec la nature des polluants, l'ancienneté de la pollution, ainsi que les vitesses de transfert, connues ou estimées, des polluants dans la nappe.

Deux cas peuvent se présenter, selon que l'aquifère concerné présente :

- une lithologie relativement homogène avec des paramètres hydrodynamiques assez constants, cas pour lesquels la prise en compte de ces paramètres sera considérée pertinente pour contribuer à définir le périmètre de recherche (ancienneté des traces de pollution/vitesse de transfert) ;
- plusieurs niveaux aquifères, de lithologie et/ou de transmissivité différentes, se trouvant en relation, cas pour lesquels les paramètres hydrodynamiques sont trop variables pour contribuer à définir le périmètre de recherche car leur prise en compte serait alors trop aléatoire.

Pour définir le plus précisément possible la zone d'appel du forage concerné par la pollution, plusieurs recommandations doivent être prises en compte :

- analyser les dossiers notamment de demandes d'exploiter un AEP, s'il est concerné, ainsi que toutes études hydrogéologiques pouvant exister, susceptibles de fournir des données relatives aux conditions hydrauliques prévalant au moment du constat de pollution ;
- ne pas se limiter à considérer uniquement la surface d'un éventuel périmètre de protection, pour les cas où il aurait été défini autour du forage concerné par la pollution, mais aussi ses abords périphériques ;
- tenir compte du contexte hydrogéologique et du type d'aquifère concerné, poreux, fissuré ou karstique, ainsi que des paramètres hydrodynamiques de la nappe (sens d'écoulement, vitesse de transfert, etc.) ;

- établir, si besoin est, une carte piézométrique locale à partir des forages existants et de levés piézométriques les plus synchrones possibles en hautes et basses eaux ; l'objectif est de connaître le détail des sens d'écoulement de la nappe concernée, lesquels peuvent être différents selon les saisons ;
- à défaut de forages existants en nombre suffisant, il pourra être envisagé de mettre en place d'autres forages en tenant compte des axes d'écoulements préférentiels de la nappe, de la structuration géologique de l'aquifère, de la profondeur de la surface piézométrique en période d'étiage et de la nature des polluants recherchés ; l'objectif étant qu'ils soient implantés dans des lieux adéquats et à des profondeurs suffisantes pour recouper la pollution recherchée.

### 2.3. ÉTAPE 3 : RECHERCHER L'ORIGINE DE LA POLLUTION

Elle peut avoir une cause naturelle ou anthropique. Une synthèse des données acquises doit être faite à l'issue de cette étape 3, afin de définir si possible l'origine des polluants.

#### 2.3.1. Recherche d'une éventuelle cause naturelle en cas de pollution par métaux ou métalloïdes ou certains hydrocarbures naturels

##### a) Pour les sols :

L'objectif est d'identifier, selon les cas :

des formations géologiques dont la nature lithologique et la composition minéralogique pourraient justifier les concentrations des métaux lourds et/ou des métalloïdes suspectés (Pb, As, Cu, Mo...);

des formations naturelles pouvant contenir des concentrations non négligeables en certains hydrocarbures (Pechelbroon, Nord des Pyrénées, sols forestiers, ...).

Cette recherche se fait dans le voisinage des parcelles étudiées par les diverses approches complémentaires suivantes :

**A)** en exploitant les **cartes géologiques** et leurs notices, les cartes des indices minéraux, les connaissances sur les indices naturels d'hydrocarbures (DIMAH, UFIP, ...) et sur les gîtes métalliques et leurs paragenèses, ainsi que les données analytiques des prospections géochimiques de l'inventaire minier, lorsqu'elles existent, et les données de la banque du sous-sol (BSS) du BRGM ;

**B)** en **localisant et cartographiant** sur le terrain, à l'échelle du 1/10 000, les sols forestiers chargés en humus, les indices et les formations géologiques pouvant être à l'origine de la pollution recherchée, y compris les sols pédologiques, soliflués ou colluvionnaires ayant pu résulter de l'altération ou de l'érosion de la roche mère ;

**C)** en **prélevant, en première approche, des échantillons de sols** de 0 à 20 cm de profondeur sur des profils transverses aux formations géologiques cartographiées et selon un pas adapté à leur largeur. Ensuite, pour confirmer l'enracinement dans la roche mère naturelle des anomalies précédemment trouvées, il faudra, en deuxième phase, prélever, sur les zones de plus fortes concentrations précédentes, des échantillons plus profonds, leur nombre variant en fonction de l'épaisseur des sols (cf. recommandations en 2.4.1 et 2.4.2) ;

**D)** en analysant les éléments métalliques ou hydrocarbonés recherchés dans les échantillons prélevés afin de confirmer l'origine naturelle des polluants suspectés (métaux ou hydrocarbures).

Cela suppose donc de la part des acteurs qui mettrons en œuvre cette recherche, des compétences spécifiques en pédologie, en lithologie, en minéralogie et en cartographie géologique.

### **b) Pour les eaux souterraines**

Généralement, les forages destinés à l'alimentation des personnes ou des animaux ne sont pas implantés dans des aquifères contenant des minéralisations pouvant avoir une influence nocive sur leur santé. Cela est cependant possible pour les nappes servant à l'irrigation des cultures.

Par ailleurs, lorsque la qualité de l'eau d'un forage, régulièrement analysée et s'avérant potable, présente subitement des concentrations anormales en certains éléments constituant alors une pollution, celle-ci ne peut pas être attribuée à une influence naturelle. Dans ce cas, le constat d'impact ne peut être corrélé qu'à une activité anthropique, ancienne ou récente, et la recherche de l'origine de cette pollution se fait en mettant en œuvre la démarche présentée dans le chapitre 2.3.2.

La recherche d'une éventuelle cause naturelle d'une pollution de l'eau d'une nappe peut cependant s'envisager lorsque les puits ou forages sont implantés, par inadvertance ou ignorance, dans des formations géologiques contenant des minéralisations métalliques.

Cela peut être le cas pour de vieux puits privés, sans suivi analytique régulier, ou un forage nouvellement mis en place, l'impact est alors constaté lors des premières analyses de l'eau. Dans ces cas, l'étude de la carte géologique, l'observation des affleurements des roches en place, ou à défaut, la prise d'échantillons lithologiques par tarières ou petits sondages (ou fragments de carottes ou débris de roche dans le cas de forage récent) et leur étude minéralogique et chimique pourra déterminer une éventuelle origine naturelle de la pollution.

A titre indicatif, le tableau 2 donne quelques exemples de concentrations naturelles en éléments métalliques ou métalloïdes pouvant être observées localement dans certaines eaux souterraines issues de formations géologiques contenant des minéralisations correspondantes.

Eléments	Concentrations maximales d'origine naturelle en µg/l	Norme (Directive européenne 03/11/1998) en µg/l
Antimoine Sb	27,00	5
Arsenic As	6 263,00	10
Cadmium Cd	0,06	5
Chrome Cr	6,90	6
Mercure Hg	0,06	1
Nickel Ni	100,00	20
Plomb Pb	< 1,00	10
Cuivre Cu	24,00	2 000

**Tabl. 2 - Concentrations (en µg/l) maximales connues en ces éléments (d'origine naturelle uniquement) en France.**

(Les minimas sont nuls)

(NB : ces valeurs sont susceptibles d'évoluer au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles données)

À défaut de traitement apte à rendre potable l'eau disponible dans ces ouvrages, la seule alternative est de colmater, de façon adéquate et efficace, le puits ou le forage concerné et de chercher une autre implantation plus favorable.

### 2.3.2. Recherche d'une éventuelle cause anthropique, quelle que soit la nature des polluants suspectés

#### a) Pour les sols

Cette recherche est à envisager quel que soit le type de polluants suspectés, métalliques ou organiques, et quel que soit l'âge, récent ou ancien, de (des) l'événement(s) ayant causé la pollution. Elle se fait par les diverses approches complémentaires suivantes :

**1) en exploitant les inventaires existant** relatifs aux sites industriels, tels ceux de GDF (usines à gaz), BASOL (sites pollués, ou susceptibles de l'être, ayant appelé une action de l'administration), BASIAS (anciens sites industriels et activités de service), ADEME (décharges), Agences de l'Eau (sites réglant des redevances relatives aux prélèvements d'eau ou aux rejets d'effluents), DRIRE (dossiers des ICPE), annuaires professionnels anciens et actuels ..., car les parcelles étudiées peuvent avoir été polluées par :

- une ancienne installation ICPE ou d'autres activités non considérées comme telles, aujourd'hui disparue ; le terrain ayant été ensuite utilisé à d'autres fins (résidentielle ou agricole) sans avoir été dépollué ;
- des retombées d'aérosols ou de poussières de fumées d'une activité anthropique proche (usine, voies de communication majeures, stockages divers, ...) ;
- des fuites ou des débordements accidentels de cuves de substances diverses ou d'effluents lors d'une crue d'orage ou d'une inondation, à partir d'une installation sise sur le site lui-même ou dans son voisinage immédiat ;
- des dépotages et vidanges volontaires, d'effluents ou substances diverses, par des entreprises détentrices, ou non, des terrains qu'elles destinent à cet effet, avec ou sans autorisation ;
- des remontées capillaires de polluants à partir de déchets stockés dans une ancienne décharge ou sur un ancien terroir, même après qu'ils aient été recouverts de terres *a priori* aptes aux cultures.

**2) en recensant et localisant lors d'une enquête de terrain** dans le voisinage proche des parcelles étudiées, les sites où une activité de type ICPE, ou de tout autre nature y compris les forages pétroliers, a été exercée, notamment celles dont le procédé industriel a pu utiliser, générer ou stocker, même temporairement, les substances polluantes recherchées, y compris mines, terrils et bassins de décantation.

Cette phase de terrain est essentielle car les inventaires précédemment cités ne sont pas forcément exhaustifs en raison des choix faits par les maîtres d'ouvrage des inventaires (cadre spécifique pour chaque département ou région) et des aléas des archivages (dossiers perdus ou détruits, dossiers consultés incomplets, ...). Une attention particulière doit donc être portée aux éléments de cadre des recensements consultés (période couverte par l'inventaire, types d'activités retenues, dates de début et de fin de chaque activité, volume des dépôts de liquides inflammables et leur nature, etc.).

L'exploitation de photos aériennes de différentes dates d'édition peut aussi être envisagée.

**3) en enquêtant sur les pratiques agricoles** des parcelles étudiées, auprès de leurs propriétaires et/ou exploitants, ainsi qu'auprès des DDAF, DDASS, mairies, syndicats gérant les stations d'épuration ..., afin de collecter toutes informations relatives à :

- l'épandage (volume, concentrations des éléments analysés, fréquence d'épandage, historique le plus détaillé possible, ...) de boues de station d'épuration ou d'amendements dont la qualité est mal connue (roche, laitiers, ...), voire d'engrais ou de fumier potentiellement pollué par les substances recherchées. En effet, en cas d'épandage de matériaux ou d'effluents pollués, les polluants peuvent remonter du sol dans la plante via le système racinaire ; par ailleurs les animaux peuvent aussi ingérer directement de la terre lors du broutage,
- l'utilisation de phytosanitaires directement sur les plantes ingérées, voire sur les sols ; dans ce cas certains polluants peuvent être reconcentrés, via la sève, à partir de reliquats non dégradés et adsorbés dans la fraction argileuse des sols,
- l'arrosage par une eau de rivière ou de nappe polluée, pratique pouvant engendrer une pollution des végétaux via la sève et les racines, ou directement dans la cellule végétale lorsque il est fait par aspersion,
- stockage ou ensilage des végétaux sur des aires pouvant être polluées.

### **b) Pour les eaux souterraines**

La recherche porte sur les accès à la nappe et sur les divers sites susceptibles de la polluer. Elle consiste à repérer dans la zone d'appel précédemment définie (cf. § 0) et à localiser sur une carte IGN à 1/25 000 (minimum) les éléments relatifs aux :

- voies d'accès à la nappe ;
- ICPE et autres activités, y compris décharges, carrières et travaux récents ;
- parcelles ayant fait l'objet de plainte(s) en rapport avec des pratiques ou des nuisances pouvant laisser supposer une éventuelle pollution ;
- sites ayant déjà fait l'objet d'un constat de pollution et/ou d'un diagnostic ou d'une surveillance des eaux souterraines,
- pratiques agricoles, si besoin.

### **1) Recherche des voies d'accès à l'aquifère concerné par la pollution**

Tous les puits et forages existants, y compris les résurgences de la nappe doivent être répertoriés, ainsi que doivent être connus leurs usages, les équipements existants et leur coupe technique, afin de repérer :

- les voies potentielles de transfert d'une éventuelle pollution de surface vers la nappe via d'anciens ouvrages défectueux (cas de ruissellements pollués s'infiltrant par un forage non colmaté de façon efficace),
- les ouvrages qui pourraient permettre d'établir la carte piézométrique évoquée précédemment, et ceux qui pourraient contribuer à la connaissance de la qualité de la nappe concernée,
- les voies d'accès et de prélèvement de l'eau de la nappe, si les ouvrages retenus sont reconnus aptes à ce type de mission (cf. document AFNOR FD-X-31-614 d'octobre 1999 relatif à la réalisation des forages de contrôle de la qualité de l'eau souterraine).

Cela peut se faire :

- en exploitant, notamment, les informations de la Banque de données du Sous - Sol du BRGM et les bases relatives aux captages,
- lors de la consultation des mairies,
- au cours d'une visite de terrain.

## 2) Recherche des sites où une activité, ICPE ou non, est ou a été exercée

Il est important de repérer tous les sites, actuels ou anciens, notamment ceux où un procédé industriel a pu utiliser, générer ou stocker, même temporairement, les substances polluantes recherchées, y compris mines, terrils et bassins de décantation. Cela se fait d'abord à partir des fichiers et des inventaires existants tels ceux présentés ci-dessous (liste non exhaustive) :

- **Les Agences de l'Eau**, pour les établissements soumis à redevance du fait de prélèvements d'eau ou de rejets d'effluents,
- **BASIAS**, pour les anciens sites industriels et activités de service (<http://basias.brgm.fr>). Il faut noter que BASIAS couvre, à fin 2001, 30% du territoire avec environ 42 000 sites et doit s'achever en 2005 ;
- **Les Services Géologiques Régionaux du BRGM** qui réalisent les inventaires historiques (BASIAS) pour le MEDD ;
- Pour les régions non encore couvertes par les inventaires, il faut se reporter à la méthodologie de recherche historique des activités anciennes avec en particulier consultation des archives départementales, des préfetures et des anciennes cartes IGN ;
- **BASOL**, pour les sites pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action de l'administration, à titre préventif ou curatif (<http://www.environnement.gouv.fr> - rubrique : Données - BASOL),
- **DRAC**, pour l'inventaire du patrimoine industriel recensant les sites remarquables par leurs vestiges de bâtiments ou de machine outil,
- **DRIRE**, pour les dossiers des ICPE,
- **GDF**, pour les usines à gaz nationalisées en 1946

Une attention particulière doit être portée aux éléments de cadrage des recensements consultés (la période couverte par l'inventaire, les types d'activités retenues ou écartées, les dates de début et de fin de chacune de ces activités, la taille minimale éventuellement exigée pour retenir le site dans l'inventaire, les volumes des dépôts de liquides inflammables et leur nature, les sites en activité ou à activité terminée...). Compte tenu qu'en fonction des choix fait par les maîtres d'ouvrage des inventaires et des aléas des archivages (dossiers perdus ou détruits, dossiers consultés incomplets,...), chacun des inventaires précédemment cités n'est pas forcément exhaustif, cette compilation doit aussi être complétée par :

- la consultation des mairies concernées dans la zone de recherche et des annuaires professionnels, anciens et actuels ;
- une enquête sur le terrain pour repérer les sites en place.

### **3) Recherche des décharges, carrières, ... et des travaux récents**

Le repérage des décharges, autorisées ou non, des anciennes carrières ou sablières et des creux de la topographie (bétoire, aven, gouffre, fosse,...) où des effluents ou des déchets auraient pu être rejetés, officiellement ou à l'insu des propriétaires, doit aussi être envisagé.

Cette recherche s'effectue en :

- en consultant les inventaires réalisés par l'ADEME et/ou le **Conseil Général**, concerné par la zone d'étude,
- en exploitant les cartes géologiques,
- par repérage sur les cartes IGN à 1/25 000 à différentes dates d'édition,
- en étudiant, éventuellement, les photos aériennes,
- puis en établissant une vérification par constat visuel sur le terrain.

Le repérage des travaux récents susceptibles d'avoir recoupé une formation géologique jusqu'alors en équilibre avec le milieu "eaux" se fait lors de la réunion de cadrage avec les services compétents de l'Etat, lors de la consultation des mairies, puis par contrôle visuel sur le terrain des formations lithologiques incriminées.

### **4) Recherche des zones ou parcelles concernées par une plainte**

Les parcelles concernées par une plainte ou un éventuel procès verbal de la gendarmerie ou de la police municipale ayant constaté un déversement non autorisé de déchets, voire les terrains connus de l'administration pour servir de dépotage d'effluents ou de substances diverses avec ou sans autorisation, doivent aussi être recensées et reportées sur une carte.

Cette recherche, qui peut être complétée par la consultation des matrices cadastrales et des archives communales en mairie, des actes notariés et des données détenues par l'hôtel des impôts fonciers suppose en préalable qu'elle ait été arrêtée lors de la concertation avec l'administration qui commande l'étude de recherche et qu'une autorisation préfectorale permette aux agents en charge de l'enquête d'accéder à certaines de ces archives, notamment celles de la police et des impôts fonciers.

Notons que cette recherche peut être longue et elle doit être réservée aux quelques sites fortement pressentis d'être la source de pollution à l'origine des troubles constatés.

### **5) Recherche des sites ayant déjà fait l'objet d'un diagnostic ou d'une surveillance des eaux souterraines**

Il sera utile de connaître les sites ayant déjà fait l'objet d'un constat de pollution, et/ou d'un diagnostic, et/ou d'une surveillance des eaux souterraines :

- soit pour orienter les recherches (cf. § 0) ou pour les faciliter par une meilleure connaissance des conditions hydrogéologiques (cf. § 0),

- soit pour distinguer, parmi plusieurs sites suspectés d'être à l'origine de la pollution étudiée, celui qui pourrait être le plus à même de polluer de ceux pouvant bénéficier de la plus forte « présomption d'innocence ».

#### **6) Enquêter, si besoin, sur les pratiques agricoles**

En fonction des polluants recherchés, il peut être nécessaire d'enquêter sur les pratiques agricoles de la zone étudiée afin de définir les périodes, l'historique et les lieux des actions ci-après, à corréliser avec la pluviométrie et les sens d'écoulement des ruissellements superficiels vers les voies d'accès à la nappe :

- épandage de boues de station d'épuration, d'amendements dont la qualité est mal connue, de sols importés, de fumier éventuellement pollué par les substances recherchées,
- utilisation d'hydrocarbures ou de phytosanitaires.

### **2.4. ÉTAPE 4 : S'ASSURER DE LA CORRÉLATION ENTRE LES POLLUANTS PROVOQUANT L'IMPACT ET LES SOURCES DE POLLUTION IDENTIFIÉES**

L'expérience montre qu'à l'issue des étapes précédentes, composées d'exploitation documentaire, de visites et de cartographie sur le terrain, de levés piézométriques et de prélèvements et d'analyses d'échantillons, plusieurs sites sont souvent identifiés pour être potentiellement à l'origine de la pollution étudiée. Cette quatrième étape, dont l'objectif est d'établir le lien effectif entre les polluants perçus pour être à l'origine des troubles constatés dans ou sur la cible et les sources possibles identifiées pour en être la cause, sera alors déterminante pour identifier le ou les site(s) qui sont vraiment à l'origine de la pollution.

Elle s'appuie sur un faisceau de recommandations et de techniques qui peuvent être mises en œuvre si besoin (cf. 2.4.1 à 2.4.4 ci-après).

#### **2.4.1. Utilisation de prélèvements adaptés au type de pollution**

Il faut s'assurer que les prélèvements réalisés, notamment en a) et b), respectent les recommandations ci-après.

**Dans le cas d'une pollution de sol**, les analyses doivent porter sur des échantillons prélevés à une profondeur adaptée ; en effet la profondeur de l'échantillon de sol ne sera pas la même selon que la pollution est d'origine superficielle ou enfouie, naturelle ou anthropique. Par exemple, si un dépôt récent de poussières polluées est suspecté comme étant à l'origine de la pollution, la profondeur de prélèvement devra être faible sous peine de ne pas pouvoir identifier la pollution<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> A titre d'illustration, dans le cas d'un dépôt sur une épaisseur de 0.5mm de poussière contenant un polluant X à une teneur de 500 mg/kg sur un sol contenant ce même élément X à une teneur de 2 mg/kg, si l'analyse porte sur les 10 premiers cm du sol, la teneur mesurée est déjà inférieure à 5 mg/kg ; au delà de 30 cm, l'impact de la pollution n'est plus quantifiable (proche des variations liées à la mesure).

Par ailleurs, dans les cas d'intoxications par ingestion de végétaux et/ou de sols pollués, il s'agit de démontrer que la pollution apparaît au niveau des différentes étapes du transfert du sol à l'animal :

- d'une part, en vérifiant que les éléments polluants se trouvent à la fois dans les cibles impactées et dans les aliments ingérés (en l'absence d'autopsie de la cible, cette relation n'est pas toujours possible à établir) ;
- d'autre part, que ces polluants se retrouvent dans les sources polluantes suspectées pour être à son origine, c'est-à-dire :
  - . selon les cas, aux substances organiques (hydrocarbures) ou aux minéraux naturels identifiés dans une formation géologique source, si la pollution est d'origine naturelle,
  - . aux produits utilisés, générés ou stockés lors de l'activité du site source ou de la zone identifiée relative aux locaux fréquentés si la pollution est d'origine anthropique.

**Dans le cas d'une pollution des eaux souterraines** les analyses doivent porter sur des échantillons prélevés :

- dans des forages aptes, en terme de lieu d'implantation, de profondeur, d'équipement, ..., à recouper le panache de pollution recherché et à appréhender la qualité de l'eau de la nappe concernée ;
- à des profondeurs adéquates, voire à différentes profondeurs dans un même forage, afin de tenir compte des propriétés (densité, solubilité, etc.) des polluants recherchés et de l'évolution spatiale du panache de pollution dans le contexte hydrodynamique de l'aquifère concerné ;
- et à des fréquences adéquates compte tenu des vitesses de transfert connues ou supposées des polluants dans la nappe concernée.

#### **2.4.2. Recommandation à propos des analyses**

Les premières analyses qui ont permis la mise en évidence de la pollution n'ayant pas systématiquement été réalisées pour permettre la corrélation entre la cible impactée et la source pressentie, des prélèvements et analyses complémentaires s'avèrent alors souvent indispensables.

Les analyses doivent, dans tous les cas de pollution (A ou B) :

- être multiélémentaires, voire isotopiques dans certains cas (tabl. 3), afin d'asseoir de façon fiable le lien éventuel entre la « source polluante identifiée » et la « pollution constatée dans les cibles et les milieux impactés » sur le plus grand nombre possible de paramètres, et être autant que possible réalisées selon la même procédure analytique afin de pouvoir comparer les résultats entre eux ;
- prendre en compte les produits de dégradation ou de transformation des substances originelles identifiées dans la source, que celle-ci soit d'origine anthropique ou naturelle.



Mesure isotopique	Porteur	Phénomène tracé (exemple)
18O/16O	Eau	Rejet d'eau dont la composition isotopique est spécifique - temps de résidence en nappe
18O/16O	Sulfates dissous	Pollution sulfurique
15N/14N	Nitrates dissous	Pollution par engrais ou organique
Activité du Tritium	Eau	Entrée d'eau superficielle dans une nappe profonde
234U/238U	Eau	Pollution par Pb, U

**Tabl. 3 - Quelques exemples d'utilisation des isotopes.**

### 2.4.3. Utilisation de modèles numériques

Dans le cas d'une pollution observée dans les eaux souterraines, la modélisation peut aider à vérifier si la ou (les) source(s) envisagée(s) sont pertinentes. De nombreux outils, de complexité variable, sont disponibles sur le marché. Leur utilisation peut être envisagée pour répondre aux contestations du (des) site(s) source identifié(s).

Dans le cas d'un aquifère présentant un écoulement relativement uniforme, des outils analytiques peuvent être envisagés, comme par exemple le logiciel MISP (Modèle numérique de l'Impact des Sources de Pollution - (MISP, Guyonnet, 2001) du BRGM qui peut être téléchargé gratuitement sur le site Internet du BRGM à l'adresse ci-après (<http://www.brgm.fr/domaines/milieux.htm>). Lorsqu'on a affaire à des aquifères hétérogènes, avec des champs d'écoulement relativement complexes, il faut faire appel à des modèles numériques qui sont capables de reproduire cette complexité.

Dans tous les cas, il faudra disposer d'un suivi détaillé de la piézométrie de la nappe afin de définir les sens d'écoulement. La complexité du champ des écoulements souterrains, notamment les variations saisonnières, constitue la principale difficulté pour identifier l'origine de la pollution.

Quel que soit l'outil numérique envisagé, la démarche relève de la modélisation inverse (cf. ann. 3). A partir de l'historique des concentrations en polluant mesurées au point d'impact (puits, forage, ...) on tente de vérifier si ces concentrations sont cohérentes, compte tenu de la dispersion au fil du trajet dans la nappe et de ses caractéristiques hydrodynamiques, avec celles qui pourraient être envisagées comme étant à l'origine de la pollution (par exemple une fuite, ...) sur le(s) site(s) source pressenti(s). Pour cela, on fait varier certains paramètres du modèle (par exemple le coefficient de perméabilité, la dispersivité, ou les caractéristiques de la source...) dans des fourchettes qui doivent être cohérentes par rapport aux paramètres connus ou mesurés du contexte hydrogéologique et de la source. S'il n'est pas possible de reproduire l'observation avec des paramètres jugés adéquat compte tenu du contexte, la source pressentie peut être remise en cause.

### 2.4.4. Utilisation des techniques de traçage

Il peut aussi être fait appel dans certains cas, tels ceux d'un trajet court entre la zone source suspectée et la zone impactée, ou dans les cas de milieux karstiques, à une étude

par traçage à partir d'un ou de plusieurs points(s) d'injection sur le(s) site(s) potentiellement identifié(s) comme étant la source polluante et avec un ou plusieurs traceurs différents, chacun d'eux étant ensuite recherché dans le forage cible pollué. L'objectif est dans ce cas de démontrer que la voie de transfert existe bien entre la source polluante et la cible.

La principale difficulté d'application des techniques de traçage peut résider, compte tenu des vitesses de transfert des polluants dans la nappe, lorsqu'elles sont faibles, dans des délais très longs entre l'injection du traceur sur le site source pressenti et sa détection dans le forage cible.

## 2.5. NOTA BENE : RECHERCHER L'ÉVENTUELLE PRÉSENCE D'AUTRES CIBLES

Cette recherche n'est pas une étape différenciée des quatre précédentes car elle concerne une préoccupation qu'il faut avoir dès la phase d'analyse des éléments du dossier et tout au long de la progression de l'acquisition des connaissances sur les voies de transferts et d'exposition. Il est, en effet, nécessaire de s'interroger sur l'éventuelle présence d'autres cibles, aujourd'hui non impactées, mais qui pourraient ultérieurement être touchées, ou d'autres cibles déjà impactées, mais non ou mal surveillées et pour lesquelles l'impact ne serait pas connu.

Types de travaux à réaliser au cours des quatre étapes de la méthodologie	Étapes de la méthodologie	Chapitres concernés dans ce document
Exploitation de documents, de fichiers ou de bases de données	Étape 1	2.1.
	Étape 2	2.2.
	Étape 3	2.3.
	Étape 4	2.4.
Visite, observation, enquête et/ou cartographie sur le terrain	Étape 2	2.2.1.
	Étape 3	2.3.1. a). - 2 2.3.1. b) 2.3.2.a) - 2 et 3 2.3.2.b). - 1, 2 et 3
		Étape 4
Carte piézométrique, voire forages à faire	Étape 2	2.2.2.
	Étape 4	2.4.1. - 2
Prélèvements et Analyses d'échantillons	Étape 3	2.3.1. a) - 3 et 4 2.3.1. b)
	Étape 4	2.4.1. - 1 et 2 2.4.2.
Modèle numérique des trajectoires inverses et/ou traçage	Étape 4	2.4.3.
		2.4.4.

**Tabl. 4 - Répartition synthétique des divers types de travaux selon les étapes de la méthodologie de recherche de l'origine d'une pollution.**

### **3. Analyse des textes réglementaires susceptibles de s'appliquer aux milieux pollués par des sources d'origine inconnue**

#### **3.1. PRINCIPE DE L'ANALYSE DES TEXTES RÉGLEMENTAIRES**

L'analyse des textes réglementaires a été menée afin de mettre en lumière toutes les pistes en terme de soutien juridique et technique pouvant contribuer à donner des éléments utiles à l'élaboration de cette méthodologie de recherche des origines des pollutions.

A cette fin, il a été recherché au sein de ces textes de lois, décrets, circulaires français ainsi que des directives européennes, toutes références faites :

- ◆ aux milieux visés par la protection/prévention de la pollution ;
- ◆ aux services compétents quand ils sont clairement identifiés ainsi que les moyens juridiques et financiers dont ils disposent pour prescrire des diagnostics ou des mesures de prévention et de réhabilitation de la qualité du milieu dégradé par la pollution ; en particulier, la nature et les conditions des prescriptions d'analyses et de suivi des sites ont été relevés en raison de la source documentaire qu'ils peuvent constituer dans une phase de recherche des origines ;
- ◆ aux conditions d'application du principe pollueur - payeur (qui est le responsable ?, que doit-il assurer ?) et, en l'absence d'un responsable pollueur identifié, aux mesures mises en place et aux moyens qui leur sont alloués...
- ◆ aux conditions de transfert et de fin de vie des installations et activités en terme de responsabilité, en raison du long délai qui peut exister entre la pollution d'un milieu et sa mise en évidence.

Cette analyse a porté sur les principaux textes ayant trait à la protection de l'environnement ; il s'agit de :

- La loi du 15 juillet 1975 modifiée relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux.
- La loi du 19 juillet 1976 modifiée relative aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).
- La loi du 3 janvier 1992 modifiée sur l'eau.
- Le code minier.
- Les décrets, circulaires et arrêtés qui précisent leurs modalités d'applications.
- Les directives européennes.
- Le projet de loi sur l'eau (juin 2001).

L'analyse détaillée des textes est présentée en annexe 4 de ce document.

### 3.2. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DES TEXTES RÉGLEMENTAIRES

Les outils existants actuellement en France pour aborder les problèmes de pollution des sols et des eaux ont été conçus initialement pour être mis en application site par site selon une approche spécifique et fonctionnelle. Leur application a montré son intérêt dans des situations diverses constatées sur des sites particuliers. Cependant, face à des pollutions constatées sur des milieux d'exposition et de transfert, la procédure ne peut être utilisée que si l'origine des pollutions est établie.

Un survol des textes réglementaires visant à protéger la qualité des eaux souterraines ou des sols montre qu'ils relèvent **du bon sens pour réduire autant que possible les effets négatifs sur l'environnement des activités humaines actuelles**. Ainsi, même dans le cas de la loi sur l'eau qui vise à protéger le seul milieu « eau », cette protection passe par le contrôle de toutes les activités qui peuvent interférer sur lui.

Quand un effet négatif sur l'environnement se produit, du fait d'un accident, d'une mauvaise pratique ou est inhérent au fonctionnement de l'activité, les textes se basent sur **le principe fondamental du pollueur - payeur** qui suppose l'existence et l'identification d'un responsable qui supportera les frais résultant des études de diagnostics, des mesures de prévention ou de réduction de la pollution et de réhabilitation de la qualité du milieu dégradé par la pollution constatée.

Dans le cas d'une pollution dont l'origine est inconnue il faut, pour appliquer le principe pollueur - payeur, mener à terme deux étapes préliminaires :

- identifier **le site source à l'origine de la pollution,**
- identifier **le responsable de la pollution.**

Des lacunes en terme de procédure ou de textes réglementaires ou des limites des textes existants apparaissent à chacune de ces étapes, notamment pour ce qui concerne.

- l'amélioration du suivi de la qualité des nappes (cf. 3.3.1),
- la conservation de la mémoire d'un constat de pollution (cf. 3.3.1),
- les cas des pollutions où plusieurs sites peuvent être suspectée (cf. 3.3.2),
- les cas des pollutions naturelles ou relevant d'activités non classées ou historiques (cf. 3.3.3),
- la procédure de déclenchement de la recherche de l'origine d'une pollution et à l'identification du maître d'œuvre (cf. 3.3.4),
- un financement adapté pour mettre en œuvre les études adéquates avant l'identification des responsables (cf. 3.3.5).

### 3.3. PROPOSITIONS DE RÉFLEXIONS A MENER RELATIVES AUX LACUNES RÉGLEMENTAIRES CONSTATÉES

#### 3.3.1. Mieux suivre la qualité de l'eau souterraine et ne pas perdre la mémoire d'un constat de pollution ?

L'adoption et l'application systématique des recommandations ci-après contribueraient à l'identification des sources de pollutions et faciliteraient aussi la prévention de l'extension d'une pollution des eaux souterraines. Sachant que plus une pollution est identifiée tôt, plus elle sera circonscrite géographiquement et plus elle sera aisément traitable, l'intérêt de l'amélioration de ce suivi est évident.

Toute modification de la qualité de l'eau devrait induire :

- A Une augmentation de la fréquence des prélèvements pour analyses de contrôle afin d'évaluer si cette modification est liée à un artefact ou constitue les prémisses de dégradation ultérieures.

Il faut en effet remarquer, l'absence de procédure permettant d'augmenter la fréquence des prélèvements et des analyses dans un forage public, comme par exemple un AEP, dès lors qu'un constat de l'augmentation des concentrations d'un élément est établi. Même si les concentrations alors mesurées ne dépassent pas forcément les seuils réglementaires, le constat de leur augmentation constitue une alerte qui doit être prise en compte sans attendre les délais actuellement en vigueur, de un à cinq ans selon le nombre de personnes desservies par le forage AEP concerné, avant de réaliser de nouveaux prélèvements pour contrôles analytiques. Dans le cas « eau » étudié, la pollution du forage de Bois Herpin (cf. ann. 1) aurait certainement pu être évitée si, en amont, des contrôles plus fréquents avaient permis de montrer l'augmentation irréversible des concentrations en polluants, indiquant le passage d'un panache de pollution important.

- B Une adaptation du réseau de suivi en fonction de la nature de la pollution, car les réseaux de forages de contrôle ne sont pas forcément précisément adaptés à la pollution mise en évidence.
- C Le déclenchement de diagnostic et d'évaluation simplifiée des risques auprès des installations classées situées dans la zone d'appel du forage polluée pour les sites n'ayant pas encore réalisés ce genre d'étude.

**Le développement et le renforcement de bases de données** comme par exemple la base de données ADES qui visent à la conservation de toutes les données sur la qualité des eaux, données acquises dans le cadre de programmes nationaux (réseau de bassin par exemple, captage AEP même fermé) comme dans le cadre d'activités industrielles (contrôle des installations classées ou des IOTA). Cela est nécessaire pour éviter notamment, que certaines pollutions disparaissent de notre mémoire comme c'était le cas par le passé lorsque les forages des réseaux de bassin dont la qualité ne permettait plus l'exploitation étaient éliminés du suivi de ces réseaux.

Ces deux aspects s'intègrent parfaitement dans le cadre de la Directive Européenne 2000/60/CE qui a pour objet d'établir un cadre pour la protection des eaux intérieures de surface (...) et des eaux souterraines, qui prévienne toute dégradation supplémentaire, préserve et améliore l'état des écosystèmes aquatiques (...) et pour laquelle les Etats membres mettent en œuvre les mesures nécessaires pour inverser toute tendance à la hausse significative et durable, de la concentration de tout polluant résultant de l'impact de l'activité humaine...

### **Encart 1 - Présentation succincte de la banque de données ADES**

ADES : Banque nationale d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines réunit et conserve les données quantitatives et qualitatives de nombreux réseaux :

- le réseau national et de bassin de connaissance sur les eaux souterraines ;
- les données de la base SISE-EAUX du ministère chargé de la Santé concernant les eaux souterraines captées pour la production d'eau potable ;

et lorsque leur maître d'ouvrage sont partenaires de la banque, les réseaux ci-après :

- les réseaux des collectivités territoriales,
- les réseaux des autres organismes chargés de missions publiques,
- les réseaux privés (industriels).

Les informations régulièrement actualisées sont disponibles par point et réseau de mesure, par bassin hydrographique, région et département, par aquifère.

L'animation du dispositif est assurée à l'échelle nationale par la Direction de l'Eau du ministère chargé de l'environnement et, pour chaque bassin, conjointement par la DIREN déléguée de bassin, la DRASS coordinatrice de bassin et l'agence de l'eau.

Tout savoir sur ADES et avoir accès gratuitement aux données : <http://ades.rnde.tm.fr>

### **3.3.2. Cas des pollutions où plusieurs sites source peuvent être suspectés**

L'application des textes existants apparaît limitée lorsque plusieurs sites sont susceptibles d'avoir contribué à la dégradation du milieu. Par exemple, dans le cas de zones industrielles ou, plus largement, d'exploitants dispersés sur un même bassin d'alimentation, une responsabilité conjointe préliminaire de l'ensemble des industriels présents pourrait être envisagée a priori afin de réaliser les études nécessaires et ce jusqu'à la reconnaissance des contributions de chacun dans le système étudié. En fonction des résultats des premières investigations, les différents participants contribuant à la pollution devraient mettre en œuvre sur leur propre site les mesures nécessaires à la préservation de la qualité des milieux impactés. Cette solution aurait le mérite d'impliquer les responsables, potentiels et avérés, dès le démarrage des actions jugées nécessaires.

### 3.3.3. Cas des pollutions naturelles ou relevant d'activités non classées ou anciennes, voire historiques

Dans le cas d'une pollution des milieux « sol » ou « eau » dont l'origine est issue de sources naturelles, il ne peut pas être question de trouver un responsable à la pollution, or il peut s'avérer nécessaire de prendre des mesures de prévention et de réduction de la pollution, donc d'engager des frais.

Dans le cas de pollutions imputables aux activités anthropiques, on peut constater que d'une façon générale, les textes réglementaires récents privilégient un renforcement des contrôles et mesures nécessaires à la prévention et à l'évaluation des impacts sur les sols, les eaux et dans l'air, des différentes activités humaines. Il est donc probable qu'à terme les pollutions seront plus rapidement mises en évidence et leurs origines d'autant plus facilement identifiables. Cependant, des cas de pollution dont l'origine est inconnue se révèlent fréquemment être le fruit d'activités anciennes terminées, découverte après leur fermeture en raison notamment de la lenteur et de la complexité des processus naturels qui prévalent à la diffusion des polluants.

Par ailleurs, les textes existants ne couvrent pas le milieu « sol » dans les cas où l'origine de sa pollution ne relève pas d'une activité établie telle que cadrée par la loi déchets, la loi ICPE ou le code minier. C'est ainsi le cas lorsque la pollution relève d'une activité non classée (une exploitation agricole par exemple), ou ancienne voire historique et disparue (par exemple, fonderie de plomb d'époque romaine).

De façon plus anecdotique, il peut être cité le cas où des déchets ont été mis à disposition des particuliers, comme amendements par exemple, entraînant la dispersion des sources de la pollution et faisant perdre la notion de responsabilité.

### 3.3.4. Procédure de déclenchement et maître d'œuvre d'une étude de recherche de l'origine d'une pollution

Un des constats de l'analyse des textes réglementaires porte sur l'absence de procédure permettant de déclencher la recherche de l'origine de la pollution, procédure qui permettrait à terme de retrouver le responsable et, plus précisément, d'identifier au titre de quel texte réglementaire la responsabilité doit être recherchée. La mise en place d'une procédure de déclenchement de recherche d'une pollution nécessite, à sa base, la mise en action des services compétents adaptés, ce qui en toute logique, nécessite qu'il soit déjà possible d'attribuer l'origine de la pollution.

Ce point est résolu en cas d'impact du **milieu « eau »** car le décret 87-154 relatif à la coordination interministérielle et à l'administration dans le domaine de l'eau fonde le préfet de région dans la direction des actions de l'État dans le domaine de l'eau, soutenu en cela par la DIREN qui peut alors faire appel aux concours des services déconcentrés. En l'absence d'un texte similaire couvrant le **milieu « sol »**, la mobilisation des services compétents est actuellement plus difficile, ce qui est d'autant plus surprenant qu'une pollution du milieu « sol » va dans la majorité des cas, à terme, nuire à la qualité du milieu « eau ». Une extension des dispositions du précédent décret aux cas des sols

pollués, permettrait une intervention rapide de l'administration pour lancer les investigations nécessaires afin d'anticiper et éviter la pollution des nappes.

En terme de coordination des études de recherche d'origine des pollutions, il n'apparaît pas de situation clairement établie. Il semblerait, de fait, que ce soit l'administration la plus directement concernée par la mise en évidence de la pollution qui prenne en charge le dossier. Ainsi, si l'origine d'une pollution est suspectée être d'origine industrielle, la DRIRE pourra assurer la coordination ; à l'inverse, dans le cas d'une pollution d'origine naturelle, ce sera la DDAFF ou la DDASS qui prendra en charge le dossier, en raison des risques potentiellement encourus pour la santé animale ou humaine. Dans tous les cas, ces administrations en réfèrent toujours au Préfet.

### **3.3.5. Financement et maître d'ouvrage des études de recherche de l'origine d'une pollution**

Un autre constat des retours d'expérience et de l'analyse des textes réglementaires réside dans l'absence de financement spécifiquement prévu à l'échelle nationale pour couvrir les frais que va engager l'étude de recherche de l'origine d'une pollution.

En effet, les besoins à mettre en œuvre pour mener à bien une enquête (études, visites de terrain, analyses...) sont vite conséquents (temps passé, analyses diverses, nouveaux forages, etc.). Si, une fois le pollueur identifié, les différents textes de lois stipulent bien que les frais inhérents aux analyses, études, etc., peuvent lui être imputés, rien n'assure qu'elle va systématiquement permettre de trouver le responsable et nécessite donc l'avance de fonds (souvent des lignes budgétaires à disposition des ministères) qui sont attribués avec parcimonie dans un souci légitime d'économie des deniers publics.

Certaines pistes de financements possibles de ces études de recherche de l'origine d'une pollution sont évoquées ci-après.

#### **1) Financement ponctuel partiel sur la dotation du BRGM**

L'administration (DIREN, DRIRE, DDASS ou DDAF, ...) peut solliciter, au titre de la police de l'eau souterraine, les services géologiques régionaux du BRGM qui dispose, dans le cadre de ses missions de Service Public, d'une ligne budgétaire consacrée à l'appui technique des services de l'Etat chargés d'assurer la police des eaux.

Les interventions du BRGM, de l'ordre de quelques jours, sont essentiellement destinées à soutenir les services de l'administration dans des domaines dans lesquels ils n'ont pas de moyens propres, soit pour planifier la gestion des ressources assujetties à la police (petites synthèses locales, participation à l'établissement de cahier des charges...), soit pour répondre à des problèmes ponctuels et urgents, en première approche (analyse « à chaud » du problème, premières préconisations, contribution à l'établissement d'une méthodologie pour d'éventuelles suites à donner, ...).

La ligne budgétaire prévue pour cette mission n'est pas suffisante pour couvrir tous les frais que peut générer la recherche de l'origine d'une pollution.

## 2) Financement partiel par les agences de l'eau

Les Agences de l'Eau peuvent participer au financement de ces études par le biais de la part du FNSE alloué au Ministère chargé de l'Environnement (à la Direction de l'eau, dont la part est redistribuée pour partie auprès des DIREN), ou par le cofinancement d'études et de recherches réalisées pour le compte de syndicats des eaux ou de collectivités locales.

## 3) Financement par une collectivité locale ou un syndicat de gestion de l'eau

Le financement des études peut provenir d'une collectivité locale (une mairie, un syndicat intercommunal...), ou d'un syndicat chargé de la gestion des eaux confrontés à une pollution, ... Dans ce cas, les bureaux d'étude réalisent l'étude de recherche de l'origine de la pollution pour le compte de la collectivité ou du syndicat, maître d'ouvrage.

## 4) Financement par les pollueurs pressentis

Il serait pour partie possible de pallier la limitation des budgets pouvant être alloués à ce type de recherche en contraignant les pollueurs potentiels pressentis à faire la démonstration de leur innocence (cas évoqués en 3.3.2). Des textes de loi existent en ce sens<sup>3</sup> mais ils sont toujours basés sur l'adéquation tacite entre le niveau de danger et la prescription de suivi, le pollueur potentiel bénéficiant toujours de la possibilité de faire appel des mesures qui lui sont demandées.

## 5) Financement par l'ADEME

Une des missions de l'ADEME est, notamment, de financer les études et les réhabilitations lorsque le responsable de la pollution n'existe plus ou n'est pas solvable<sup>4</sup>, ou encore quand l'activité réglementée a pourtant porté préjudice au milieu (suite à l'évolution des connaissances sur les impacts par exemple).

---

<sup>3</sup> Article 18 du décret n° 77-1133 d'application de la loi ICPE, concernant les installations classées soumises à autorisation : « *Des arrêtés complémentaires peuvent être pris sur proposition de l'inspection des installations classées et après conseil auprès du conseil départemental d'hygiène. Ils peuvent fixer toutes les prescriptions additionnelles que la protection des intérêts mentionnés à l'article premier de la loi ICPE rend nécessaire...* »

<sup>4</sup> Sur ce point, les deux rapports suivants peuvent être consultés :

- Etude sur les contentieux civils et commerciaux dans le domaine des sites et sols pollués étant ou ayant été le siège d'une installation classée. Rapport Winston et Straw, financé par le MATE.
- Rapport d'expertise et de propositions sur le dispositif juridique et financier relatif aux sites et sols pollués de JP Hugon et P. Lubek.



## **4. Bibliographie et documents méthodologiques susceptibles d'être utilisés lors de la recherche de l'origine d'une pollution**

Cette bibliographie comporte :

- un certain nombre de documents méthodologiques ou d'outils susceptibles d'être utilisés lors de la recherche de l'origine d'une pollution ;
- et certaines études et expériences qui ont contribué à l'élaboration des deux méthodes proposées au chapitre 2 de ce document.

### **DOCUMENTS OU OUTILS SUSCEPTIBLES D'ETRE UTILISÉS LORS DE LA RECHERCHE DE L'ORIGINE D'UNE POLLUTION**

La liste ci-dessous n'est pas forcément exhaustive.

#### **Identification des anciennes activités industrielles ou de service**

ADEME (1996) – Guide méthodologique d'inventaire historique d'anciens sites industriels. Ref. Ademe n° 2221. 164 p.

BRGM (1996 à nos jours) - Rapports finaux relatifs aux départements où l'Inventaire Historique Régional (IHR) d'anciens sites industriels est terminé, ainsi que le site Internet dédié aux sites inventoriés dans BASIAS ([basias.brgm.fr](http://basias.brgm.fr)).

MEDD et/ou BARPI (1994 à nos jours) - Site Internet dédié aux sites sur lesquels l'administration a engagé une action à titre préventif ou curatif.

#### **Identification de polluants potentiels en fonction de l'activité et inversement**

BRGM - MATE (2000) - Annexe 3 du guide « Gestion des sites (potentiellement) pollués » : Matrices simplifiées activités et polluants.

Callier L., Saint Etienne A., Guillaud J.C., Marot F. (2000) - Annexe 2 du guide « Diagnostic initial et ESR pour les activités de traitements de surface » : Matrice "Activités/substances utilisées" relative aux divers procédés de traitements de surface. Rapport BRGM n° RP-50559-FR.

Pellet M. (1994) - Polluants organiques courants : caractéristiques physico-chimiques et comportement dans le milieu naturel. Rapport ANTEA n° A00495 de juin 1994.

## **Comportement des polluants dans le milieu naturel et analyses des sols pollués**

BRGM - MATE (2001) - Guide sur le comportement des polluants dans le sol et les nappes. Document BRGM n° 300 - ISBN 2-7159-0912-8

BRGM - MATE (2001) - Guide méthodologique pour l'analyse des sols pollués ; Document BRGM n° 298 - ISBN 2-7159-0908-X.

## **Implantation et réalisation de forages de contrôle de la qualité des eaux souterraines**

AFNOR (1999) - Réalisation d'un forage de contrôle de la qualité de l'eau souterraine au droit d'un site (potentiellement) pollué ; FD-X31-614 d'octobre 1999.

BRGM - MATE (2001) - Guide méthodologique pour la mise en place et l'utilisation d'un réseau de forages permettant d'évaluer la qualité de l'eau souterraine au droit ou à proximité d'un site (potentiellement) pollué ; septembre 2001.

## **Échantillonnage des eaux dans un forage**

AFNOR (2000) - Prélèvement et échantillonnage dans un forage ; FD-X31-615 de décembre 2000.

## **CAS D'ÉTUDES RELATIVES À LA RECHERCHE DE L'ORIGINE D'UNE POLLUTION**

Callier L. (1994) - Compte rendu de visite sur le captage AEP d'Amilly (Loiret) - novembre 1994 - BRGM n° R 38194.

Callier L. (1996) - Enquête préliminaire sur l'origine des produits organochlorés trouvés dans le champ captant de Vert en Drouais (Eure et Loir) - Juillet 1996, BRGM n° R 39007.

Callier L. (1997) - Enquête sur l'origine possible des anomalies de l'eau de la nappe alluviale alimentant les champs captants du Nord de la Mogne et de Courgerennes près de Troyes (Aube) - Juin 1997 - Note BRGM/SGN/CT DEFIS n° 97064.

Nowak C., Vernoux J.F., Asfirane F., Martin J.C. (2001) - Recherche de l'origine de la pollution du forage AEP de Bois Herpin (Essonne, limite Loiret) par des composés organo-halogénés volatils (OHV) - Novembre 2001 - BRGM/RP-51335-FR.

Clozel B *et al.* (2002) - Recherche de l'origine d'une contamination en plomb du sol et des végétaux sur la commune de Hargarten-aux-Mines - BRGM/RP- -FR» ; rapport en cours d'édition.

## **PROBLÉMATIQUE « ENSEMBLE DE SITES POLLUÉS »**

Chartier R., Darmendrail D., Mossmann J.R. et Seguin J.J. (2001) - Evaluation des risques sur les ressources en eau d'un ensemble de sites pollués. Analyse du problème et des outils d'évaluation possibles. Rap. BRGM/RP-50667-FR.

## **MODÈLE POUR ESTIMER L'IMPACT D'UNE POLLUTION**

Guyonnet D. (2001) – MISP\_V1. Un modèle analytique pour estimer l'impact de sources de pollution sur les eaux souterraines. Rap. BRGM RP-51039-FR.

Larocque M., Banton O., Delay F. (2000) - Comparaison de deux méthodes de modélisation inverse pour la connaissance d'un aquifère régional. 1<sup>re</sup> conférence conjointe AIH, CNG et SCG sur l'eau souterraine - Montréal 15 au 18 octobre 2000.

Pennequin D. (2001) - Approche mathématiques et de terrain combinées pour la protection des captages d'eau (BRGM). 8<sup>ème</sup> journée technique du Comité français de l'AIH - Paris 11 et 12 décembre 2001.



## **ANNEXE 1**

### **Etude de cas : milieu « Eau »**





***Recherche de l'origine de la pollution du forage AEP de Bois Herpin (Essonne, limite Loiret) par des composés organo-halogénés volatils (OHV)***

**Juin 2002**





## Synthèse

Cette étude de cas présente la démarche menée pour tenter d'identifier l'origine d'une pollution d'un forage AEP par des composés organo-halogénés volatils (OHV).

La pollution du forage AEP (Alimentation en Eau Potable) de Bois Herpin (Essonne, limite Loiret) par des composés organo-halogénés volatils, a été détectée grâce à une analyse réalisée le 11 avril 2001 par la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS) de l'Essonne qui a sollicité le Service Géologique Régional Ile-de-France pour déterminer d'une part l'origine et d'autre part l'extension de la pollution.

Dans un premier temps, la zone d'étude sur laquelle a porté la recherche de sites potentiellement à l'origine de cette pollution, a été définie en fonction du contexte hydrogéologique régional. Cette zone d'étude regroupe quinze communes réparties sur le département de l'Essonne et du Loiret.

Dans un deuxième temps, un inventaire des sources potentielles de pollution a été mené sur le secteur d'étude: recherche historique par la consultation de divers documents, dont notamment la base de données numériques BASIAS (Inventaire des Anciens Sites Industriels et Activités de Service), consultation des dossiers de la DRIRE ainsi qu'une enquête de terrain. Onze sites susceptibles d'être à l'origine des composés retrouvés dans le forage de Bois Herpin ont été identifiés. Des investigations plus poussées pourraient être envisagées sur 4 sites situés sur la commune de Sermaises (Loiret).

En parallèle, une campagne de prélèvements était réalisée sur des points captant la nappe du Calcaire de Brie ainsi que la nappe des Sables de Fontainebleau pour évaluer également l'épaisseur possible de la zone polluée. Les analyses indiquent que la nappe du Calcaire de Brie est polluée par du trichloroéthylène et du trichloroéthane. Cette pollution est mise en évidence dans tous les captages situés sur la zone d'écoulement de la nappe entre le point de captage de Bois Herpin et Rouvres-Saint-Jean (situé en amont hydraulique) et confirme qu'il s'agit bien d'un même panache pour ces deux sites.

Cette pollution n'est pas récente puisque des indices de pollutions étaient apparus à Rouvres-Saint-Jean dès 1993 mais les teneurs en OHV encore basses à l'époque n'avaient pas suscité de préoccupations majeures. Depuis 1998, date à partir de laquelle de nouvelles analyses ont été réalisées, les teneurs ne cessent d'augmenter.

Il est très probable que l'origine de cette pollution est liée à l'activité de la zone industrielle de Sermaises, zone située en amont hydraulique de tous ces captages. Néanmoins, il n'existe pas, à l'heure actuelle, de puits, forages captant l'aquifère du Calcaire de Brie, aux niveaux clés qui permettraient de démontrer que c'est bien la zone de Sermaises qui est à l'origine de la pollution (en amont et aval de la zone industrielle).

L'extension verticale de la pollution est également insuffisamment définie en absence de points de prélèvements adaptés.

Des forages pourraient, à terme, être réalisés pour mieux contrôler cette zone à risque. conviendra également de réfléchir sur les moyens techniques et financiers à mettre en œuvre pour attribuer, à chaque site, la part respective de sa contribution potentielle à la pollution de la nappe.

## Sommaire

<b>1. Introduction</b> .....	53
1.1. Contexte general.....	53
1.2. Contexte du cas d'étude.....	53
<b>2. Etude documentaire</b> .....	55
2.1. Situation générale .....	55
2.2. Définition de la zone d'étude.....	56
2.3. Substances polluantes détectées .....	60
2.3.1. Historique de la pollution .....	60
2.3.2. Caractéristiques des substances polluantes.....	61
2.4. Recherche des origines possibles de la pollution OHV.....	63
2.4.1. Inventaire des sites pollués (Base de données des sols et des sites pollués appelant une action des pouvoirs publics).....	63
2.4.2. Inventaire des anciens sites industriels (BASIAS) .....	64
2.4.3. Diagnostic simplifié sur 25 décharges du Loiret .....	70
2.4.4. Consultation de photos aériennes .....	70
2.4.5. Recherche sur les polluants .....	70
2.4.6. Consultation des dossiers de la DRIRE .....	74
2.5. Observations de terrain.....	77
2.5.1. Environnement autour du captage .....	77
2.5.2. Visites des sites.....	77
2.6. Premières conclusions .....	80
<b>3. Campagne d'analyses</b> .....	81
3.1. Les prélèvements .....	81

3.2. Les résultats .....	81
3.3. Suite à donner .....	85
<b>4. Conclusion de l'étude .....</b>	<b>86</b>

## Liste des illustrations

### FIGURES

Fig. 1 - Coupe technique du forage de Bois Herpin.....	58
Fig. 2 - Carte piézométrique et définition de la zone d'étude.....	59
Fig. 3 - Localisation des points d'analyses et de la coupe géologique. ....	82
Fig. 4 - Coupe géologique synthétique avec localisation des points d'analyses et résultats.....	84

### TABLEAUX

Tabl. 1 - Références des forages d'alimentation en eau potable du Syndicat Intercommunal des Eaux du Plateau de Beauce. ....	56
Tabl. 2 - Communes concernées par la zone d'étude .....	57
Tabl. 3- Valeurs de six OHV selon les normes françaises, européennes et les recommandations de l' OMS. . ....	60
Tabl. 4 - Synthèse des caractéristiques physico-chimiques des hydrocarbures aliphatiques chlorés volatils (DNAPL). ....	61
Tabl. 5 - Les sites de BASOL les plus proches du forage pollué .....	63
Tabl. 6 - Nombres de sites par commune retrouvés dans BASIAS.....	65
Tabl. 7 - Liste des sites de la zone d'étude inventoriés dans BASIAS.....	68
Tabl. 8 - Liste des sites inventoriés dans BASIAS qui ne sont plus en activité .....	69
Tabl. 9 - Liste des sites en relation avec la famille des Hydrocarbures aliphatiques halogénés.....	74
Tabl. 10 - Observations de la visite de terrain du 7 août 2001 .....	79
Tabl. 11 - Résultats d'analyses .....	83



# 1. Introduction

## 1.1. CONTEXTE GÉNÉRAL

A la demande du MEDD, le BRGM a été chargé de mettre en place une méthodologie de « Recherche des origines des pollutions des milieux de transfert et d'exposition ». A cette fin, des études de cas de milieux « eau » et « sol » dont l'origine de la pollution était méconnue, ont été menées.

Une enquête menée auprès des DRIRE, des Services Géologiques Régionaux (SGR) du BRGM, et consultation des fiches Basol, a permis d'afficher un cas de pollution du milieu « eau » en Ile de France.

## 1.2. CONTEXTE DU CAS D'ÉTUDE

Il s'agit d'une pollution de l'eau du forage AEP (Alimentation en Eau Potable) de Bois Herpin (Essonne, limite Loiret) par des composés organo-halogénés volatils, détectés grâce à une analyse réalisée le 11 avril 2001 par la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS) de l'Essonne. Malgré un pompage pendant trois semaines avec la réalisation d'analyses régulières, la pollution persiste. Les composés retrouvés sont le 1,1,1- trichloréthane, le tétrachloroéthylène et le trichloroéthylène. Les concentrations pour ce dernier dépassant la recommandation de l'Organisation Mondiale de la Santé, la DDASS a demandé au syndicat et à la Générale des eaux de ne plus utiliser cette eau pour l'alimentation de la population tant qu'une solution n'aura pas été trouvée.

Le Service Géologique Régional du BRGM d'Ile-de-France, ainsi que le service Environnement et Procédés Innovants d'Orléans (BRGM/EPI) se sont associés pour l'étude de ce site qui servira à tester la méthodologie relative à l'identification de l'origine de la pollution des eaux souterraines :

- le SGR d'Ile-de-France a été chargé de la partie « eaux souterraines » : synthèse hydrogéologique, repérage de l'ensemble des forages de la zone d'étude préalablement définie en fonction du contexte hydrogéologique (consultation de la BSS, Banque du Sous-Sol), évaluation de la contamination de l'aquifère et campagne d'analyses (recherche des paramètres OHV/BTX et chlorure de vinyl) ;
- le service EPI a réalisé l'inventaire sur le secteur d'étude des sources potentielles de pollution : recherche historique par la consultation de divers documents, dont notamment la base de données numériques BASIAS (Inventaire des Anciens Sites Industriels et Activités de Service) et enquête de terrain.

Cette note présente les résultats essentiels des travaux menés pour l'élaboration et le test de la méthodologie.



## 2. Étude documentaire

Pour la réalisation de l'étude documentaire, divers documents ont été consultés :

- carte géologique « Malesherbes » au 1/50 000, n° XXIII-17, BRGM ;
- carte topographique « Méréville » au 1/25 000, n° 2217 E, IGN (1997) ;
- résultats de l'inventaire historique régional des anciens sites industriels et activités de service sur le département du Loiret ;
- résultats de l'inventaire historique régional des anciens sites industriels et activités de service sur le département de l'Essonne ;
- diagnostic simplifié sur 25 décharges du Loiret, avril 1999, rapport BRGM n° R 40558 ;
- « Gestion des sites (potentiellement) pollués – Version 2 », Evaluation Simplifiée des Risques, Annexe 3-Matrices simplifiées activités – polluants ;
- étude hydrogéologique et d'environnement en vue de la définition des périmètres de protection, Captage F1 « Les Gatines », Captage F3 « Vers le Bois Feuillet », Captage F5 « L'Argentière », septembre 2000, COMIREM ;
- alimentation en eau potable de Bois Herpin (Essonne). Définition des périmètres de protection du forage 293.1.10, juillet 1979, rapport BRGM n° R31972 ;
- photos aériennes datées de 1969 qui ont servi à la réalisation de la carte géologique de Malesherbes (n° 293), IGN ;
- carte piézométrique numérisée, issue du rapport BRGM n° R 38572, échelle 1/250000, 1994 ;
- polluants organiques courants : caractéristiques physico-chimiques et comportement dans le milieu naturel - Rapport ANTEA n° A00495, juin 1994 ;
- alimentation en eau potable de la région de Sermaises (Loiret) – Etude préliminaire à un forage - Rapport BRGM n° R31972 CEN 4S/91 ;
- mise en veille d'un puits pour la société CABRIT S.A à Sermaises - Rapport ANTEA n° A 20124/A, mai 2000.

### 2.1. SITUATION GÉNÉRALE

Le forage (code BSS 2931X0028) localisé sur la commune de Bois Herpin au lieu-dit « Vers le bois Feuillet » est un des trois forages (code BSS des deux autres forages : 2931X0020 et 2931X0027, Tabl. 1) qui alimentent en eau potable le Syndicat Intercommunal des Eaux du Plateau de Beauce comprenant 15 communes

Les **trois forages captent l'eau des calcaires de Brie**. Les deux autres forages, « Les Gatines » et « L'Argentière » sont situés sur la commune de La Forêt-Sainte-Croix :

Forage	Code BSS	X (Lambert II étendu)	X (Lambert II étendu)	X (Lambert IIE)	Profondeur du forage
Les Gatines	2931X0020	591,37	2375,80	258	101
<b>Vers le bois Feuillet</b>	<b>2931X0028</b>	<b>592,50</b>	<b>2373,77</b>	<b>127,5</b>	<b>99</b>
L'Argentière	2931X0027	591,52	2376,40	120	87

**Tabl. 1 - Références des forages d'alimentation en eau potable du Syndicat Intercommunal des Eaux du Plateau de Beauce.**

La coupe géologique du terrain au niveau du forage de Bois Herpin est schématiquement, de haut en bas (cf. fig. 1) :

0 m – 30 m	Calcaires de Beauce
30 m – 35 m	Sables
35 m – 64 m	Sables + passage de calcaires gréseux
64 m – 83 m	Sables de Fontainebleau
83 m – 87 m	Molasse d'Etretchy
<b>87 m – 94 m</b>	<b>Calcaire de Brie (Oligocène)</b>
Substrat	Marnes vertes (ou marnes de Romainville, Sannoisien)

Le **calcaire de Brie constitue un réservoir à perméabilité de fissures, hétérogène, anisotrope et perméable**. Il s'agit d'un aquifère libre, en équilibre hydrostatique avec les deux nappes supérieures (sables de Fontainebleau et calcaires d'Etampes).

Dans la zone saturée de l'aquifère épais d'environ 10 mètres, les valeurs de transmissivité mesurées suite à des essais de pompage indiquent une conductivité élevée (exemple au forage de Bois-Herpin,  $T = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$  ; « Etude hydrogéologique et d'environnement en vue de la définition des périmètres de protection, Captage F1 « Les Gatines », Captage F3 « Vers le Bois Feuillet », Captage F5 « L'Argentière », septembre 2000, COMIREM »). Toutefois compte tenu de la présence des champs de fissures, fractures et conduits karstiques, la conductivité hydraulique peut être considérablement réduite. D'une façon générale, le milieu n'étant pas homogène, la **vitesse d'écoulement à travers le bassin hydrogéologique ne peut être définie** avec précision.

Les terrains de couverture (zone non saturée) sont globalement perméables (aucune protection naturelle n'existe). Ils sont constitués d'horizons carbonatés, siliceux susceptibles de présenter une porosité intergranulaire, à écoulement dispersif et lent.

## 2.2. DÉFINITION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Compte tenu qu'il s'agit d'un milieu de transfert et d'exposition « eau souterraine », la première étape à suivre avant de débiter l'inventaire des sources potentielles de

pollution du captage est la délimitation de la zone d'étude. Celle-ci a été définie en fonction du contexte hydrogéologique régional en prenant en considération le sens d'écoulement de l'aquifère. Le document qui a été utilisé pour ce cas est la carte piézométrique numérisée fournie par le SGR Centre, laquelle permet de déterminer le sens d'écoulement général de la nappe des calcaires de Brie, à savoir SW – NE. La zone d'étude a été donc définie de la façon suivante :

***le sens d'écoulement général de la nappe a été tracé à l'aplomb du forage de Bois Herpin (ligne rose sur la figure 2) ;***

***de part et d'autre de cette ligne, une zone de 2,5 kilomètres, soit 5 kilomètres de largeur, a été dessinée allant de 2,5 kilomètres en aval du forage jusqu'à 13 kilomètres en amont (pointillés bleus sur la figure 2).***

La zone d'étude regroupe quinze communes réparties sur le département de l'Essonne et du Loiret :

Département	COMMUNE
ESSONNE	Bois Herpin
	Roinvilliers
	Abbeville-la-rivière
	Marolles en beauce
	La forêt St Croix
	Blandy
	Fontaine la Rivière
	Mespuits
	Audeville
LOIRET	Rouvres St Jean
	Sermaises
	Morville en Beauce
	Pannecières
	Intville la Guetard
	Thignonville

***Tabl. 2 - Communes concernées par la zone d'étude.***

Les forages « Les Gatines » et « L'Argentière » qui actuellement continuent à assurer l'alimentation en eau potable du Syndicat Intercommunal des Eaux du Plateau de Beauce sont situés en aval hydraulique du forage pollué, respectivement à 2,3 et 2,8 kilomètres.

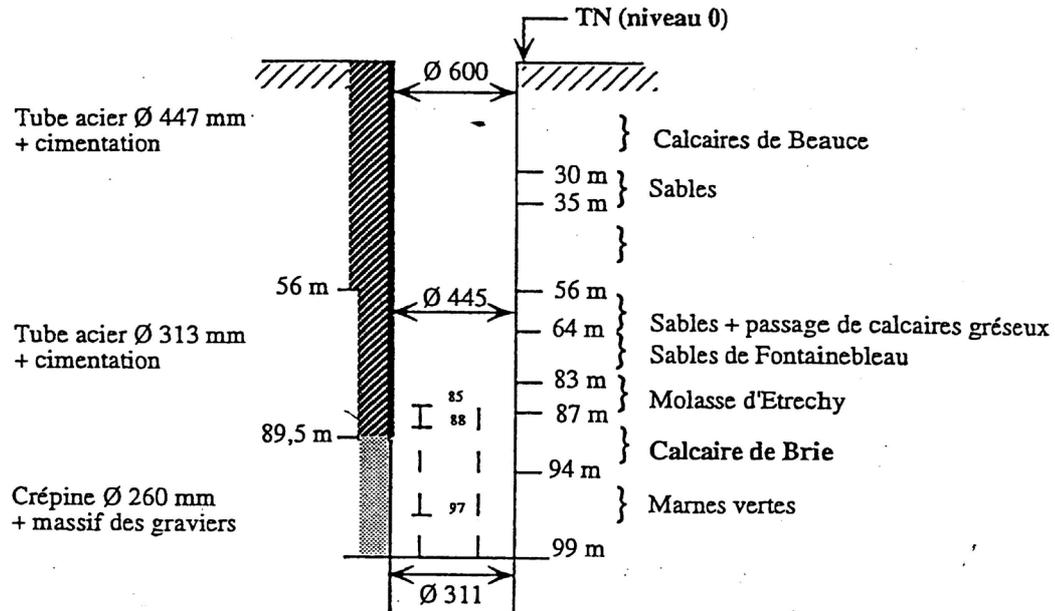


Fig. 1 - Coupe technique du forage de Bois Herpin.

(Réf.: Etude hydrogéologique et d'environnement en vue de la définition des périmètres de protection, Captage F1 « Les Gatines », Captage F3 « Vers le Bois Feuillet », Captage F5 « L'Argentièr », septembre 2000, COMIREM)



## 2.3. SUBSTANCES POLLUANTES DÉTECTÉES

### 2.3.1. Historique de la pollution

L'analyse réalisée le 11 avril 2001 par la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS) de l'Essonne sur le forage AEP de Bois-Herpin a révélé une pollution des eaux par des composés organo-halogénés volatils (OHV). Malgré un pompage pendant trois semaines avec la réalisation d'analyses régulières, la pollution persiste. Les composés retrouvés sont le 1,1,1- trichloroéthane, le tétrachloroéthylène et le trichloroéthylène. Les concentrations pour ce dernier dépassant la recommandation de l'Organisation Mondiale de la Santé, la DDASS a demandé au Syndicat Intercommunal des Eaux du Plateau de Beauce et à la Générale des eaux de ne plus utiliser cette eau pour l'alimentation de la population tant qu'une solution n'aura pas été trouvée.

A titre indicatif, les teneurs de ces trois éléments dans les eaux de boisson et de trois autres OHV selon les normes françaises (annexe 1.1 du décret du 3 janvier 1989), européennes (directive européenne CE 98/83) et les recommandations mondiales (OMS 1994) sont les suivantes :

	Norme française en µg/L	Norme Europe en µg/L	Recommandations OMS 1994 en µg/L
1,1,1 Trichloroéthane	-	-	2 000
Trichloroéthylène	-	10	70
Tétrachloroéthylène	-	10	40
Dichloroéthylène-1,1	-	-	30
Chlorure de vinyle	-	0.5	5
Bromoforme	-	-	100

*Tabl. 3 - Valeurs de six OHV selon les normes françaises, européennes et les recommandations de l'OMS. (- : paramètre non suivi)*

Il faut souligner que le contrôle des OHV est réalisé tous les cinq ans sur un forage AEP pour un prélèvement allant de 1 à 3000 m<sup>3</sup> d'eau par jour et tous les trois ans pour un débit supérieur à 3 000 m<sup>3</sup> par jour.

Les concentrations analysées en trichloroéthylène et en 1,1,1 trichloroéthane observées au forage de **Bois Herpin** datent de 2001 et sont respectivement de 100 µg/l et de 23 µg/l. Cependant dès 1999, des analyses réalisées sur l'eau du forage « Les Gatines » (un des trois forages qui assurent l'alimentation en eau potable du Syndicat Intercommunal des Eaux du Plateau de Beauce) qui est un mélange avec celle de forage de Bois Herpin, indiquaient déjà des teneurs élevées en OHV :

- Trichloroéthylène = 41,9 µg/L ;
- Tétrachloroéthylène = 2,3 µg/L ;
- Bromochlorométhane = 6,1 µg/L ;
- Bromoforme = 1,9 µg/L.

Sur le forage de **Rouvres Saint-Jean** (en amont hydraulique, Loiret), le problème était déjà apparu **depuis 1993** mais les teneurs n'ayant pas dépassé les normes de l'OMS, aucune intervention de dépollution ou d'identification de l'origine de la pollution n'avait été entreprise. Toutefois, compte tenu de l'évolution rapide des concentrations, il a été demandé au Maire de Rouvres St Jean de rechercher une autre ressource d'eau potable. Voici l'évolution des concentrations :

- Entre octobre 1993 - avril 1998 : augmentation des teneurs;
- Entre avril et août 1998 : de 20 à 40 µg/l pour trichloroéthylène, de 6 à 10µg/l pour le 1,1,1 Trichloroéthane et depuis fin 1999 apparition de tétrachloroéthylène (de 0 à 4 µg/l) ;
- En septembre 2001 : 82 µg/l pour trichloroéthylène, de 21 µg/l pour le 1,1,1 Trichloroéthane

### 2.3.2. Caractéristiques des substances polluantes

Dans la démarche de la localisation de la source d'une ou de plusieurs substance(s) polluante(s) détectée(s) dans un milieu « eau », il convient de considérer le comportement et les caractéristiques physico-chimiques de la ou des substances polluantes.

Les substances polluantes retrouvées dans le forage de Bois - Herpin sont des composés organo-halogénés volatils qui appartiennent à la famille des Hydrocarbures aliphatiques halogénés, également appelés solvants chlorés ou en anglais Dense Nonaqueous Phase Liquids (DNAPL).

D'une façon générale, le comportement d'un polluant organique dans le sol et le sous sol peut être décrit grâce aux principales caractéristiques physico-chimiques suivantes ( Tabl. 4).

Critères de comportement	Grandeurs caractéristiques
▪ Capacité à se solubiliser	▪ Solubilité dans l'eau
▪ Ecoulement vertical du fluide	▪ Densité du liquide par rapport à l'eau ▪ Viscosité
▪ Capacité à se volatiliser	▪ Tension de vapeur ▪ Température d'ébullition ▪ Constante de Henry
▪ Migration verticale des vapeurs	▪ Densité des vapeurs, par rapport à l'air
▪ Affinité avec l'eau (polarité, hydrophobie)	▪ Coefficient de partage eau/octanol (Kow)
▪ Capacité à être piégé (adsorption)	▪ Coefficient de partage eau/carbone organique (Koc)
▪ Stabilité biochimique	▪ Temps de demi-vie

**Tabl. 4 - Synthèse des caractéristiques physico-chimiques des hydrocarbures aliphatiques chlorés volatils (DNAPL).**

(Extrait de « Polluants organiques courants : caractéristiques physico-chimiques et comportement dans le milieu naturel – Rapport ANTEA n° A00495, juin 1994 ».

**Solubilité dans l'eau (fonction de la température et de la pression) :** il s'agit de la masse maximale de produit qui peut se solubiliser dans un litre d'eau. Si le composé n'est pas soluble, il flottera à la surface de la nappe ou se déposera sur le fond. A titre indicatif, les classes établies pour la solubilité dans le classeur d'Evaluation Simplifiée des Risques sont :

- S < 0,001 mg/l = Pas ou très peu soluble ;
- S de 0,001 à 1 mg/l = Très peu soluble ;
- S de 1 à 1000 mg/l = Soluble ;
- S > 1000 mg/l = Très soluble.

**Densité du composé (écoulement vertical par gravité) :** pour un composé non soluble, sa position par rapport à l'eau dépendra de la densité relative du matériau. Les composés les plus légers que l'eau (densité < 1) flotteront et les composés organiques plus lourds que l'eau (densité > 1) se concentreront dans la partie inférieure de la nappe ;

**Capacité à s'évaporer :** les composés ayant une constante de Henry (Kh) élevée passent facilement de la phase liquide à la phase vapeur. On considère que le produit est volatil pour des valeurs de Kh supérieures à 100 (soit 0,001 atm.m<sup>3</sup>/mol). De même, la pression de vapeur du produit (exprimée en Pa) indique sa capacité à se volatiliser : une valeur supérieure à 133 Pa à 25 °C indique que le produit est relativement volatil.

**Affinité avec la matrice solide (Adsorption) :** s'exprime à la fois par la constante de Henry et par le coefficient de partage carbone organique – eau (noté Koc et exprimé en log). Ce dernier quantifie la répartition relative du composé entre la matière organique et l'eau :

- quand Kh est < à 100 (soit 0,001 atm.m<sup>3</sup>/mol) , plus les phénomènes d'adsorption jouent un rôle ;
- dans le sol (zone non saturée), plus le coefficient Koc est élevé (proportionnellement à la richesse de la matière organique du sol), plus le produit est adsorbé dans la phase solide au détriment de sa solubilité dans l'eau.

**Densité des vapeurs :** plus la densité des vapeurs du composé (calculée par rapport à l'air) est élevée ( $d > 1$ ), plus l'air du sol chargé de la fraction volatile s'accumulera en surface de la nappe. Si  $d < 1$  alors la fraction volatile aura tendance à se disperser vers l'atmosphère.

**Biodégradabilité :** capacité du composé à être « digéré » par des microorganismes présents dans le milieu d'exposition.

Les caractéristiques physico-chimiques des hydrocarbures aliphatiques chlorés volatils (DNAPL) permettent de décrire leurs **comportements** comme suit :

Ce sont des composés relativement solubles dans l'eau (entre 100 et 1000 mg/l) qui présentent une volatilité importante. Celle-ci génère, dans la zone non saturée et en surface de nappe, l'accumulation de vapeurs (en raison d'une densité des vapeurs de 3 à 6 fois supérieure à celle de l'air).

Leur affinité pour la matrice solide est relativement faible et leur densité est supérieure à 1, ce qui contribue à favoriser leur écoulement vers le bas.

Cette migration génère au fur et à mesure un corps d'imprégnation qui, à travers l'aquifère, s'associe à une solubilisation progressive du produit entraîné par la nappe. Ils continuent à se déplacer jusqu'à ce qu'ils aient atteint le substratum ou une formation imperméable. Ils peuvent alors rester piégés dans les irrégularités du substratum ou bien migrer dans le sens du pendage de celui-ci, éventuellement dans le sens contraire de la direction générale de l'écoulement de la nappe.

Ces caractéristiques soulignent **l'importance de prélever des échantillons de contrôle à des profondeurs différentes dans la nappe jusqu'à son substratum.**

## 2.4. RECHERCHE DES ORIGINES POSSIBLES DE LA POLLUTION OHV

### 2.4.1. Inventaire des sites pollués (Base de données des sols et des sites pollués appelant une action des pouvoirs publics)

Les quinze communes comprises dans la zone d'étude ont fait l'objet d'une recherche dans la base de données BASOL (Base de données des sols et des sites pollués appelant une action des pouvoirs publics) du ministère chargé de l'Environnement. Cinquante deux sites sont inventoriés dans la base pour le département de l'Essonne et dix sept pour le Loiret, mais aucun d'entre eux n'est localisé dans la zone d'étude.

A titre indicatif, voici les sites de BASOL les plus proches du forage de Bois Herpin (Tabl. 5). La recherche en aval hydraulique (département de l'Essonne) du forage a été faite à moins de 10 kilomètres. Les fiches détaillées de ces cinq sites sont consultables sur Internet à l'adresse suivante : <http://basol.environnement.gouv.fr/>

Indice BASOL	Nom usuel dans BASOL	Commune	Distance / forage pollué
45.3	Captage AEP	Pithiviers	20 kilomètres
45.9	Thomson - CSF	Puiseaux	24 kilomètres
45.17	Agence EDF/GDF	Pithiviers	20 kilomètres
91.13	Société Stars	Etampes	9,5 kilomètres
91,69	Agence clientèle et d'exploitation EDF / GDF	Etampes	9,5 kilomètres

**Tabl. 5 - Les sites de BASOL les plus proches du forage pollué.**

## 2.4.2. Inventaire des anciens sites industriels (BASIAS)

L'inventaire historique régional des anciens sites industriels et activités de service sur les deux départements concernés étant terminé, il a été possible de consulter leurs résultats sur les quinze communes sélectionnées. Rappelons que ceux-ci sont inventoriés dans la banque de données nationale BASIAS (Base de données des anciens sites industriels et activités de service) et que le comité de pilotage de chaque département définit le type d'activité à retenir.

Dans les deux départements, seules les activités des groupes 1 et 2 définis par les SEI (Service de l'Environnement Industriel) sont répertoriées, cependant, celles du troisième groupe, d'activités moins polluantes que les précédentes, peuvent être présentes dans la base de données si elles ont été momentanément le lieu d'une activité du premier ou deuxième groupe :

### 1<sup>er</sup> groupe d'activité :

- anciennes décharges, récupération, élimination de déchets industriels ;
- production et/ou stockages des industries suivantes : chimie, pétrochimie, carbochimie, pharmacie, phytosanitaires et pesticides, extraction et raffinage du pétrole, gazéification, cokéfaction et transformation de la houille ;
- dépôts d'hydrocarbures (> 10 m<sup>3</sup>) et stations services ;
- sidérurgie primaire ;
- traitement de surface ;
- activités de la cristallerie et de la céramique ;
- activités d'ennoblissement textile, de tannerie ;
- activités de traitement de bois

### 2<sup>e</sup> groupe d'activité :

- centrales thermiques ;
- sidérurgie secondaire, transformation de l'acier ;
- industries mécaniques et ateliers d'entretien et de maintenance

### 3<sup>e</sup> groupe d'activité (généralement non retenu) :

- autres activités, par exemple : activités agricoles (exploitations agricoles), fonderie de suif (fabrique de bougies (type forêt), appareil mobile de fabrication d'acétylène, entrepôt frigorifique non classé ou soumis à simple déclaration, travail du bois (menuiserie, ébénisterie, scierie), centrale à béton, sauf fabrication de produits préfabriqués, dépôt de charbon, ...

La période couverte pour les recherches est :  
- Loiret : 1824 - 1998  
- Essonne : 1730 - 1997

Pour les deux départements, les sites qui ont encore une activité industrielle (même partielle) ont été pris en compte.

Une consultation de BASIAS pour les deux départements a été réalisée pour chacune des quinze communes. Deux sites sont inventoriés pour le département de l'Essonne et treize pour le département du Loiret, soit quinze au total (tabl. 6) :

Département	COMMUNE	Nombre de sites
ESSONNE	Bois Herpin	0
	Roinvilliers	1 site
	Abbeville-la-rivière	0
	Marolles en beauce	0
	La forêt St Croix	1 site
	Blandy	0
	Fontaine la Rivière	0
	Mespuits	0
LOIRET	Audeville	0
	Rouvres St Jean	1 site
	Sermaises	11 sites
	Morville en Beauce	1 site
	Pannecières	0
	Intville la Guetard	0
	Thignonville	0
TOTAL		15 sites

**Tabl. 6 - Nombres de sites par commune retrouvés dans BASIAS.**

La plupart des sites (plus de 85 %) sont situés sur le territoire de la commune de Sermaises qui possède une zone industrielle, appelée « du Croc du Renard ». Les données extraites de BASIAS sont présentées ci-après sous la forme d'un tableau et d'une liste de points d'observation replacés sur la carte pour les douze sites géoréférencés (cf. fig. 2). La fiche BASIAS de chaque site est consultable sur Internet à l'adresse suivante : <http://basias.brgm.fr>

Indice BASIAS	Raison sociale	Nom usuel	Commune	Code NAF	Libellé activité	Code produit	Libellé produit
<b>IDF-I-91 01276</b> Numéro de la figure 2 (S1)	PARATRE, ex AU GRENIER DE LA FRANCE	Coopérative agricole	La Forêt Ste Croix	A01.4	Services annexes à l'agriculture (coopérative agricole, entrepôt de produits agricoles)		
<b>IDF-I-91 02901</b> (S2)	Coopérative agricole de la sucrerie - distillerie d'Artenay, ex coopérative agricole de stockage et d'approvisionnement l'Abeille	Coopérative agricole	Roinvilliers	A01.4	Services annexes à l'agriculture (coopérative agricole, entrepôt de produits agricoles)	C13	Engrais
<b>CEN-I-45 01253</b> (S3)	Commune de ROUVRES-SAINT-JEAN	Décharge d'ordures ménagères	Rouvres St Jean	O90.0b	Enlèvement et traitement des ordures ménagères (décharge d'O.M.; déchetterie)	C20	Ordures ménagères (OM)
<b>CEN-I-45 01243</b> (S4)		Décharge d'ordures ménagères	Morville en Beauce	O90.0b	Enlèvement et traitement des ordures ménagères (décharge d'O.M.; déchetterie)	C20	Ordures ménagères (OM)
<b>CEN-I-45 00170</b> (S5)	TINDILLIER François (Ent)	Dépôt de liquides inflammables	Sermaises	Z3	Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.) 20 m3	D11	Hydrocarbures de type Carburant: fuel, essence, acétylène, ...
<b>CEN-I-45 00778</b> (S6)	ALSER (Sté)	Usine de mobilier industriel	Sermaises	DJ28.7	Fabrication d'autres ouvrages en métaux (emballages métalliques, boulons, articles ménagers, chaînes, ressorts, ...)	C22	Poussières et Limailles

Tabl. 7 - Liste des sites de la zone d'étude inventoriés dans BASIAS.

Indice BASIAS	Raison sociale	Nom usuel	Commune	Code NAF	Libellé activité	Code produit	Libellé produit
<b>CEN-I-45 00779</b> (S7)	Sucrière de Pithiviers le Vieil (Sté)	Dépôt de liquides inflammables	Sermaises	Z3	Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.). 30 m3	D11	Hydrocarbures de type Carburant: fuel, essence, acétylène, ...
<b>CEN-I-45 01062</b> (S8)	CHRYSO (SA)	Régénération d'huiles usagées-dépôt de liquides inflammables	Sermaises	Z3	Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.). 800 + 240 m3	D11	Hydrocarbures de type Carburant: fuel, essence, acétylène, ...
<b>CEN-I-45 01143</b> (S9)	Taillandier Victorien	Générateur d'acétylène	Sermaises	E40.2	Production et distribution de combustibles gazeux (usine à gaz, générateur d'acétylène), pour autres gaz industriels cf. DG24.1a	D25	Gaz
<b>CEN-I-45 01254</b> (S10)	Commune de Sermaises	Décharge d'ordures ménagères	Sermaises	O90.0b	Enlèvement et traitement des ordures ménagères (décharge d'O.M.; déchetterie)	C20	Ordures ménagères (OM)
<b>CEN-I-45 01255</b> (S11)	Commune de Thignonville	Décharge d'ordures ménagères	Sermaises	O90.0b	Enlèvement et traitement des ordures ménagères (décharge d'O.M.; déchetterie)	C20	Ordures ménagères (OM)
<b>CEN-I-45 01572</b> (S12)		Charronnage	Sermaises	DJ28.4	Forge, marteaux mécaniques, emboutissage, estampage, matriçage, découpage ; métallurgie des poudres	A	Métaux ferreux

Tabl. 7 - Liste des sites de la zone d'étude inventoriés dans BASIAS (suite).

Indice BASIAS	Raison sociale	Nom usuel	Commune	Code NAF	Libellé activité	Code produit	Libellé produit
<b>CEN-I-45 02119</b> (S13)	CABRIT Fils	Traitement et travail des métaux-matières plastiques	Sermaises	DJ28.5d	Mécanique générale	A	METAUX FERREUX
<b>CEN-I-45 02121</b> (S14)	Chauffour André	Garage automobile	Sermaises	G50.2a	Garages, ateliers, mécanique et soudure	D10	Huiles minérales et/ou hydrauliques et/ou de moteurs et/ou de trempe
<b>CEN-I-45 02122</b> (S15)	TIERCELIN	Garage automobile	Sermaises	G50.2a	Garages, ateliers, mécanique et soudure	D11	Hydrocarbures de type Carburant: fuel, essence, acétylène, ...

**Tabl. 7 - Liste des sites de la zone d'étude inventoriés dans BASIAS (suite).**

Sur les quinze sites inventoriés dans BASIAS, huit ne sont plus en activité. Il s'agit de :

Indice BASIAS	Raison sociale	Nom usuel	Date de début d'activité	Date de fin d'activité	Commune
CEN-I-45 01253	Commune de ROUVRES-SAINT-JEAN	Décharge d'ordures ménagères	01/01/1981	01/09/1990	Rouvres Saint-Jean
CEN-I-45 01243		Décharge d'ordures ménagères	01/01/1979	24/01/2000	Morville en Beauce
CEN-I-45 00170	TINDILLIER François (Ent)	Dépôt de liquides inflammables	23/11/1934	01/01/1940	Sermaises
CEN-I-45 00779	Sucrière de Pithiviers le Vieil (Sté)	Dépôt de liquides inflammables	24/02/1950	01/01/1963	Sermaises
CEN-I-45 01143	Taillandier Victorien	Générateur d'acétylène	26/05/1904	01/01/1914	Sermaises
CEN-I-45 01254	Commune de Sermaises	Décharge d'ordures ménagères	01/01/1981	24/01/2000	Sermaises
CEN-I-45 01255	Commune de Thignonville	Décharge d'ordures ménagères	01/01/1981	01/01/1993	Sermaises
CEN-I-45 01572		Charronnage	?	24/01/2000	Sermaises

**Tabl. 8 - Liste des sites inventoriés dans BASIAS qui ne sont plus en activité.**

### 2.4.3. Diagnostic simplifié sur 25 décharges du Loiret

En 1999, le BRGM avait été chargé de réaliser le diagnostic simplifié de 25 décharges du Loiret selon la méthode ADEME. Cette étude avait été financée par le Conseil Général du Loiret, l'ADEME, la DDASS du Loiret et sur une partie de la dotation de service public du BRGM.

Après consultation du rapport de synthèse de cette étude, il s'avère qu'aucune des 25 décharges n'est localisée sur le territoire des sept communes concernées par l'étude.

### 2.4.4. Consultation de photos aériennes

Les photos aériennes datées de 1969 qui ont servi à la réalisation de la carte géologique de Malesherbes (n° 293) ont été consultées. Quatre séries de photos recouvrent la zone d'étude du nord au sud :

- ✓ Série 1 : photos n° 151 (non disponible), 150 et 149 = communes de Bois Herpin, Marolle en Beauce, Roinvilliers et Mespuits ;
- ✓ Série 2 : photos n° 155, 156 et 157 = communes d'Abbeville la Rivière et Rouvres Saint-Jean ;
- ✓ Série 3 : photos n° 76, 75, 74 et 73 = communes de Blandy et Sermaises ;
- ✓ Série 4 : photos n° 3, 4 et 5 = communes de Thignonville, Audevile, Morville en Beauce et Intville le Guétard.

Une consultation avec un stéréoscope a été effectuée pour chaque série de photos afin de rechercher les éventuelles carrières à ciel ouvert et mines sur la zone d'étude, car ces activités du 3<sup>e</sup> groupe n'ont pas été retenues au cours de l'inventaire historique régional (IHR) des deux départements. Aucune de ces activités n'a été retrouvée à l'issue de la consultation des photos aériennes. Toutefois compte tenu de l'âge de ces photos, il se peut qu'après 1969 une de ces activités ait pu se développer.

### 2.4.5. Recherche sur les polluants

Les substances polluantes retrouvées dans le forage de Bois - Herpin sont des composés organo-halogénés volatils qui appartiennent à la famille des Hydrocarbures aliphatiques halogénés.

Dans le tableau 9, les appréciations de « probabilité » pour un site d'être à l'origine de la pollution étudiée dans le forage de Bois Herpin, sont établis à partir des données présentes dans BASIAS et des corrélations possibles affichées dans la matrice simplifiée « activités/polluants » du guide « gestion des sites potentiellement pollués » (version 2 de mars 2000). Compte tenu que ces deux documents ne sont pas

forcément exhaustifs, les appréciations de « probabilités » ci-dessous ne peuvent être considérées que provisoires à ce stade. En effet, l'expérience et la consultation des dossiers de la DRIRE (cf. 0) permettent de préciser ces appréciations.

Indice BASIAS	Nom usuel	Raison sociale	Commune	Code NAF	Libellé code	Activités générant des OHV ou les utilisant ou les stockant ?
<b>IDF-I-91 01276</b> Numéro de la figure 2 (S1)	Coopérative agricole	PARATRE, ex AU GRENIER DE LA FRANCE	La Forêt Sainte Croix	A01.4	Services annexes à l'agriculture (coopérative agricole, entrepôt de produits agricoles)	Peu probable
<b>IDF-I-91 02901</b> (S2)	Coopérative agricole	Coopérative agricole de la sucrerie - distillerie d'Artenay, ex coopérative agricole de stockage et d'approvisionnement l'Abeille	Roinvilliers	A01.4	Services annexes à l'agriculture (coopérative agricole, entrepôt de produits agricoles)	Peu probable
<b>CEN-I-45 01253</b> (S3)	Décharge d'ordures ménagères	Commune de ROUVRES-SAINT-JEAN	Rouvres St Jean	O90.0b	Enlèvement et traitement des ordures ménagères (décharge d'O.M.; déchetterie)	<b>Probable</b> car on n'est jamais certain du type de produits stockés dans une décharge
<b>CEN-I-45 01243</b> (S4)	Décharge d'ordures ménagères		Morville en Beauce	O90.0b	Enlèvement et traitement des ordures ménagères (décharge d'O.M.; déchetterie)	<b>Probable</b> car on n'est jamais certain du type de produits stockés dans une décharge
<b>CEN-I-45 00170</b> (S5)	Dépôt de liquides inflammables	TINDILLIER François (Ent)	Sermaises	Z3	Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)	Peu probable car les produits stockés sont des hydrocarbures de type carburant
<b>CEN-I-45 00778</b> (S6)	Usine de mobilier industriel	ALSER (Sté)	Sermaises	DJ28.7	Fabrication d'autres ouvrages en métaux (emballages métalliques, boulons, articles ménagers, chaînes, ressorts, ...)	<b>Probable</b> en raison de l'usage possible de solvants comme dégraissants

**Tabl. 9 - Liste des sites en relation avec la famille des Hydrocarbures aliphatiques halogénés.**

Indice BASIAS	Nom usuel	Raison sociale	Commune	Code NAF	Libellé code	Activités générant des OHV ou les utilisant ou les stockant ?
CEN-I-45 00779 (S7)	Dépôt de liquides inflammables	Sucrière de Pithiviers le Vieil (Sté)	Sermaises	Z3	Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)	Peu probable car les produits stockés sont des hydrocarbures de type carburant
CEN-I-45 01062 (S8)	Régénération d'huiles usagées-dépôt de liquides inflammables	CHRYSO (SA)	Sermaises	Z3 et DN37.3	Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.) et Régénération et/ou stockage d'huiles usagées	<b>Probable</b> car l'activité de régénération d'huiles suppose l'utilisation de solvants comme dégraissants de machines.
CEN-I-45 01143 (S9)	Générateur d'acétylène	Taillandier Victorien	Sermaises	E40.2	Production et distribution de combustibles gazeux (usine à gaz, générateur d'acétylène), pour autres gaz industriels cf. DG24.1a	Peu probable pour une activité de génération d'acétylène terminée depuis 1914
CEN-I-45 01254 (S10)	Décharge d'ordures ménagères	Commune de Sermaises	Sermaises	O90.0b	Enlèvement et traitement des ordures ménagères (décharge d'O.M.; déchetterie)	<b>Probable</b> car on n'est jamais certain du type de produits stockés dans une décharge
CEN-I-45 01255 (S11)	Décharge d'ordures ménagères	Commune de Thignonville	Sermaises	O90.0b	Enlèvement et traitement des ordures ménagères (décharge d'O.M.; déchetterie)	<b>Probable</b> car on n'est jamais certain du type de produits stockés dans une décharge
CEN-I-45 01572 (S12)	Charronnage		Sermaises	DJ28.4	Forge, marteaux mécaniques, emboutissage, estampage, matriçage, découpage ; métallurgie des poudres	<b>Probable</b> en raison de l'usage possible de solvants comme dégraissants
CEN-I-45 02119 (S13)	Traitement et travail des métaux-matières plastiques	CABRIT Fils	Sermaises	DJ28 et DH25	Travail des métaux et Industrie du caoutchouc et des plastiques	<b>Probable</b> en raison de l'usage possible de solvants comme dégraissants
CEN-I-45 02121 (S14)	Garage automobile	Chauffour André	Sermaises	G50.2a	Garages, ateliers, mécanique et soudure	<b>Probable</b> en raison de l'usage possible de solvants comme dégraissants

**Tabl. 9 - Liste des sites en relation avec la famille des Hydrocarbures aliphatiques halogénés (suite).**

Indice BASIAS	Nom usuel	Raison sociale	Commune	Code NAF	Libellé code	Activités générant des OHV ou les utilisant ou les stockant ?
CEN-I-45 02122 (S15)	Garage automobile	TIERCELIN	Sermaises	G50.2a	Garages, ateliers, mécanique et soudure	<b>Probable</b> en raison de l'usage possible de solvants comme dégraissants

**Tabl. 9 - Liste des sites en relation avec la famille des Hydrocarbures aliphatiques halogénés (suite).**

Suite à l'analyse, les activités de dix sites pourraient générer des Hydrocarbures aliphatiques halogénés, il s'agit de :

- ✓ Décharge de Rouvres Saint Jean (CEN-I-45 01253)
- ✓ Décharge de Morville en Beauce (CEN-I-45 01243)
- ✓ Usine de mobilier industriel ALSER à Sermaises (CEN-I-45 00778)
- ✓ Usine CHRYSO (SA) à Sermaises (CEN-I-45 01062)
- ✓ Décharge de Sermaises (CEN-I-45 01254)
- ✓ Décharge de Thignonville (CEN-I-45 01255)
- ✓ Société de charronnage de Sermaises (CEN-I-45 01572)
- ✓ SOFEDIT à Sermaises (CEN-I-45 02119)
- ✓ Garage automobile CHAUFFOUR (CEN-I-45 02121)
- ✓ Garage automobile TIERCELIN (CEN-I-45 02122)

Les conclusions présentées dans cette liste prennent en compte le fait que les OHV sont des produits soumis à autorisation seulement pour un volume supérieur à 1500 litres, mais qu'ils sont fréquemment utilisés par les industriels, par exemple pour le dégraissage des machines.

Une étude historique de type diagnostic initial est donc indispensable pour préciser ces points sur les sites appréciés « probable » pour être à l'origine de la pollution du forage de Bois Herpin.

#### **2.4.6. Consultation des dossiers de la DRIRE**

Les sites les plus susceptibles d'utiliser des Hydrocarbures aliphatiques halogénés sont en majorité localisés dans la zone industrielle de Sermaises (région Centre). Dans ce sens, la DRIRE Centre a été contactée, les dossiers des trois Installations Classées ALSER, CABRIT et CHRYSO ont été consultés et une rencontre avec l'inspecteur des ICPE en charge de ce département a été organisée.

Les deux sociétés ALSER et CABRIT qui utilisent différents solvants dans le cadre de leurs activités ont déjà été suspectées par la DRIRE pour la pollution découverte au forage AEP de Rouvres Saint Jean :

- courrier du 10 septembre 1998 de la DDASS à la DRIRE qui signale la présence de composés organo-halogénés volatils dans l'eau captée par le forage AEP de Rouvres Saint Jean (notamment trichloroéthylène) et demande une enquête au niveau de la zone Industrielle de Sermaises ;

visites de l'inspecteur des installations classées les 25 janvier et 25 février 1999 respectivement des sociétés ALSER et CABRIT ;

courrier du 3 mai 1999 : relance de la DDASS auprès de la DRIRE ;

réponse de la DRIRE par courrier du 20 mai 1999.

### **Société ALSER**

La société ALSER créée en 1968, fabrique des rayonnages pour les grandes surfaces, les commerçants et les industries. Elle traite des feuillards de tôle et les forme en étagères. Depuis 1993 (arrêté préfectoral du 13 mai 1993), elle comporte deux chaînes de travail : une chaîne de traitement de surface, dite chaîne « TRIFIX » (dégraissage, phosphorylation, etc.), et une chaîne automatique de peinture par poudrage (séchage – peinture, etc.) Il existe par ailleurs d'autres bacs en rétention sur le site.

Des liquides halogénés et autres liquides toxiques, pour des usages divers tel que le dégraissage, sont connus sur le site. Ceux-ci, ainsi que les cuves servant au traitement électrolytique ou chimique des métaux sont soumis à autorisation car ils sont d'un volume supérieur à 1 500 litres.

Depuis septembre 1999, il n'y a plus de rejet d'eaux industrielles au réseau communal « eaux usées ». Désormais tout est en circuit fermé. L'imperméabilisation des parkings et des aires de circulation, ainsi que l'installation d'un déboureur/déshuileur pour le traitement des eaux de ruissellement de ces zones ont été récemment réalisés, en partie. Le seul puisard, actuellement fermé, est situé à côté est du bâtiment « lot n° 9 ».

La présence de fûts contenant des huiles et des solvants à même le sol avait été signalée au cours de la visite du 25 janvier 1999 de l'inspecteur des installations classées. Depuis ces fûts ont été déplacés dans le local en rétention prévu à cet effet. Compte tenu de leur faible nombre (selon l'inspecteur des Installations Classées), les fûts n'auraient à priori pas de relation avec les substances polluantes retrouvées au forage AEP de Bois-Herpin.

### **Société CABRIT (Sofedit)**

La société CABRIT (aujourd'hui Sofedit) créée en 1963 travaille et traite les métaux et alliages. En novembre 2000, CABRIT cesse les activités concernant le stockage de DLI et le traitement des métaux et matières plastiques pour le dégraissage par voie électrolytique mais la société reste soumise à autorisation au titre de la législation des

installations classées. CABRIT loue un de ses bâtiments à l'entreprise Rodalex et un autre emplacement à l'entreprise Brouillet.

Dans l'arrêté du 28 mars 1995 (« autorisant la société CABRIT à procéder à l'extension de son établissement implanté à Sermaises par la construction d'un atelier de production, avec mise à jour administrative de l'ensemble de ses activités »), l'emploi de liquides organo-halogénés est clairement signalé. L'existence de trichloréthylène stocké en rétention (cuves enterrées de 477 litres) et utilisé exclusivement à l'intérieur des bâtiments des machines à dégraisser a été noté par l'inspecteur des installations classées lors de sa visite du 25 février 1999.

La convention pour le rejet des eaux industrielles en station d'épuration de Sermaises est en cours d'élaboration. Auparavant rien n'était mis en place sur le sujet. Un puits (n° BSS : 293-5X-7036) existe sur le site mais en mai 2000, la société l'a mis en veille dans le cadre de sa certification ISO14000 (cf. *Rapport ANTEA n° A 20124/A de mai 2000*).

### **Société CHRYSO**

La société CHRYSO, créée en 1968 est une société anonyme, filiale de la société LAFARGE MATERIAUX DE SPECIALITES. Jusqu'en 1990, l'activité majeure de cet établissement était la fabrication d'huiles de graissage, de produits de démoulage, d'adjuvants divers et de produits de traitement du bois (code NAF DN37.3). En septembre 1999, la société CHRYSO rachète sa filiale, SODICO spécialisée dans la fabrication et l'emploi de colorants et pigments organiques (la quantité de colorants étant supérieure à 2 tonnes/jour, l'activité est soumise à autorisation). Actuellement sa spécialité est la fabrication d'adjuvants pour matériaux de construction : adjuvants pour plâtre, ciment, béton, produits spéciaux (désactivants, émulsions bitumineuses, etc...). Par ailleurs, CHRYSO entre dans la catégorie « seuil bas » de la directive 96/82/CE (SEVESO II)

Au cours de la consultation des dossiers de la DRIRE, la présence de composés organo-halogénés volatils a été confirmée sur ce site. En effet, le récépissé de cessation d'activités daté du 23 août 1990 informe de l'arrêt de neuf activités dont l'emploi de liquides halogénés. De plus, l'arrêté préfectoral du 15 décembre 1997 signale l'emploi de 2 m<sup>3</sup> de trichloroéthane.

## 2.5. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Le 7 août 2001 une visite de terrain a été organisée sur la zone d'étude au cours de laquelle plusieurs points ont pu être vérifiés.

### 2.5.1. Environnement autour du captage

Le captage est situé à 750 mètres du village de Bois Herpin, le long de la route départementale 143, sur la parcelle numéro 78 qui est en herbe. Celle-ci constitue le périmètre de protection immédiat et est entourée d'un grillage. L'emplacement du captage est marqué par un coffrage de ciment.

Les alentours du captage sont entièrement occupés par des champs cultivés. Le forage est sur un point haut évitant ainsi les risques de ruissellement provenant du village.

### 2.5.2. Visites des sites

Tous les sites inventoriés dans BASIAS et listés précédemment ont été visités.

Indice BASIAS	Nom usuel	Raison sociale	Commune	Observations de terrain
<b>IDF-I-91 01276</b> Numéro de la figure 2 (S1)	Coopérative agricole	PARATRE, ex AU GRENIER DE LA FRANCE	La Forêt Sainte Croix	Un dépôt de ferraille a été constaté ; Site en activité le jour de la visite.
<b>IDF-I-91 02901</b> (S2)	Coopérative agricole	Coopérative agricole de la sucrerie - distillerie d'Artenay, ex coopérative agricole de stockage et d'approvisionnement l'Abeille	Roinvilliers	Il existe des cuves sur le site ; Aucune activité constatée le jour de la visite ; Terrain plat : ruissellement nul.
<b>CEN-I-45 01253</b> (S3)	Décharge d'ordures ménagères	Commune de ROUVRES-SAINT-JEAN	Rouvres St Jean	Dépôts récents de matériaux de démolition constatés ; On observe que le réaménagement de la décharge est récent ; La végétation a colonisé le site ;

**Tabl. 8 - Observations de la visite de terrain du 7 août 2001.**

<b>Indice BASIAS</b>	<b>Nom usuel</b>	<b>Raison sociale</b>	<b>Commune</b>	<b>Observations de terrain</b>
<b>CEN-I-45 01243</b> (S4)	Décharge d'ordures ménagères		Morville en Beauce	Site non géoréférencé qui n'a pas été retrouvé.
<b>CEN-I-45 00170</b> (S5)	Dépôt de liquides inflammables	TINDILLIER François (Ent)	Sermaises	L'activité de ce site est terminée. Une habitation a été trouvée à son emplacement.
<b>CEN-I-45 00778</b> (S6)	Usine de mobilier industriel	ALSER (Sté)	Sermaises	Ce site est localisé dans la zone industrielle de Sermaises. Il s'agit de grands entrepôts divisés en deux parties.
<b>CEN-I-45 00779</b> (S7)	Dépôt de liquides inflammables	Sucrière de Pithiviers le Vieil (Sté)	Sermaises	Ce site est localisé dans la zone industrielle de Sermaises. Il est apparemment en friche : activité terminée.
<b>CEN-I-45 01062</b> (S8)	Régénération d'huiles usagées - dépôt de liquides inflammables	CHRYSO (SA)	Sermaises	Ce site est localisé dans la zone industrielle de Sermaises. Il se compose de grands entrepôts et de nombreuses cuves. Toujours en activité.
<b>CEN-I-45 01143</b> (S9)	Générateur d'acétylène	Taillandier Victorien	Sermaises	Site non géoréférencé qui n'a pas été retrouvé.
<b>CEN-I-45 01254</b> (S10)	Décharge d'ordures ménagères	Commune de Sermaises	Sermaises	Selon le témoignage des riverains (Cf. DRIRE), il s'agissait d'un trou appartenant à un particulier qui aurait servi de dépotoir de 1960 à 1990. Depuis, le terrain a été revendu à la mairie qui l'a réaménagée en motocross. De nombreux fûts de produits toxiques auraient été aperçus sur le site après sa fermeture!

Tabl. 9 - Observations de la visite de terrain du 7 août 2001 (suite).

Indice BASIAS	Nom usuel	Raison sociale	Commune	Observations de terrain
CEN-I-45 01255 (S11)	Décharge d'ordures ménagères	Commune de Thignonville	Sermaises	Le site n'a pas été retrouvé.
CEN-I-45 01572 (S12)	Charronnage		Sermaises	Site non géoréférencé et sans raison sociale qui n'a pas été retrouvé. Inconnu de la DRIRE.
CEN-I-45 02119 (S13)	Traitement et travail des métaux-matières plastiques	CABRIT Fils	Sermaises	Le groupe Cabrit s'appelle également Sofedit (après consultation auprès de la mairie). Ce site est localisé dans la zone industrielle de Sermaises. Il se compose d'une cour avec plusieurs entrepôts. Le jour de la visite, des cuves, des bombonnes de gaz, des palettes en bois et des bennes ont été constatés dans la cour.
CEN-I-45 02121 (S14)	Garage automobile	Chauffour André	Sermaises	Ce site est localisé en ville sur la route nationale 921 au 08 rue de Paris. Il s'agit d'un garage Renault. A côté de celui-ci (au 10 rue de Paris) existe une petite station service.
CEN-I-45 02122 (S15)	Garage automobile	TIERCELIN	Sermaises	Ce site est localisé en ville sur la route nationale 921 au 25 rue de Paris. Il s'agit d'un garage Citroën.

**Tabl. 10 - Observations de la visite de terrain du 7 août 2001 (suite).**

Sur la zone industrielle de Sermaises, la visite a permis de constater qu'il existe aussi d'autres établissements non inventoriés dans BASIAS, il s'agit de :

- ✓ FLAMMARION société d'édition de livres ;
- ✓ GRÜND : société d'édition de livres ;
- ✓ BROUILLET : cette société est localisée dans les locaux de SOFEDIT (pris en compte avec la société Sofedit) ;
- ✓ EQUIPEMENT : ce sont des dépôts de gravats de la DDE ;
- ✓ PFBI : Société de construction de composants électroniques.

Par ailleurs, au cours de la visite de terrain, une petite décharge a été repérée (notée S16 sur la figure 2). Il s'agit d'un site en friche envahi par la végétation avec quelques sacs plastiques. Comme les autres décharges, ce site présente un risque potentiel de contamination des eaux souterraines en raison de l'incertitude sur la nature des produits rejetés.

## 2.6. PREMIÈRES CONCLUSIONS

Après l'étude documentaire, la consultation des dossiers de la DRIRE et la visite de terrain, l'origine des composés hydrocarbures aliphatiques halogénés retrouvés dans le forage de Bois Herpin pourrait notamment provenir des sites suivants :

- ✓ Décharge de Rouvres St Jean (CEN-I-45 01253)
- ✓ Décharge de Morville en Beauce (CEN-I-45 01243)
- ✓ Usine de mobilier industriel ALSER à Sermaises (CEN-I-45 00778)
- ✓ Usine CHRYSO à Sermaises (CEN-I-45 01062)
- ✓ Décharge de Sermaises (CEN-I-45 01254)
- ✓ Décharge de Thignonville (CEN-I-45 01255)
- ✓ Société de charronnage de Sermaises (CEN-I-45 01572)
- ✓ SOFEDIT à Sermaises (CEN-I-45 02119)
- ✓ Garage automobile CHAUFFOUR (CEN-I-45 02121)
- ✓ Garage automobile TIERCELIN (CEN-I-45 02122)
- ✓ La petite décharge de Rouvres St Jean, découverte au cours de la visite de terrain.

Abstraction faite de la disparité des données disponibles sur ces sites, une attention plus particulière pourrait être envisagée à ce stade sur les quatre sites suivants : ALSER, CABRIT et CHRYSO, ainsi que de la décharge de Sermaises reconvertie en moto cross qui aurait accueilli pendant plus de 30 ans tous types de déchets, dont des fûts de produits toxiques.

En toute rigueur, il serait utile de s'assurer que les sites d'activités telles que « éditions » et « construction de composants électroniques » n'utilisent pas de solvants halogénés comme dégraissants.

Enfin, compte tenu du sens d'écoulement de la nappe et de la similitude des substances retrouvées dans les forages de Rouvres St Jean et de Bois Herpin, il semblerait qu'ils aient été tous deux pollués par le même panache de pollution.

Des analyses complémentaires s'avèrent nécessaires pour établir l'étendue exacte de la zone polluée et permettre d'identifier son origine.

Ces analyses complémentaires et interprétations ont fait l'objet du rapport BRGM/RP - 51485-FR (janvier 2002) dont les principaux résultats sont présentés ci-après.

## 3. Campagne d'analyses

### 3.1. LES PRÉLÈVEMENTS

Afin d'évaluer l'étendue de cette pollution, une campagne de prélèvements a été réalisée en tenant compte du sens d'écoulement de la nappe.

Pour sélectionner ces points de prélèvements, les données de la BSS ont été exploitées. Très peu de forages captent la nappe du calcaire de Brie (nappe polluée) ou la nappe des Sables de Fontainebleau, ainsi dans certains cas (zone ne présentant pas de forages captant la nappe du calcaire de Brie ou nappe des Sables de Fontainebleau) des forages captant la nappe du calcaire de Beauce ont été sélectionnés. La localisation des points analysés est présentée sur la figure 3 suivante.

Les analyses ont toutes été effectuées au sein d'un même laboratoire et avec les mêmes méthodes afin de pouvoir comparer le niveau de contamination de l'ensemble des forages et l'évolution dans l'espace dans la direction SSW-NNE (sens d'écoulement de la nappe).

### 3.2. LES RÉSULTATS

Les résultats sont présentés dans le tableau 11 ainsi que sur la coupe géologique synthétique (**Erreur! Source du renvoi introuvable.**). Ces résultats montrent que tous les forages qui captent la nappe des calcaires de Brie sont contaminés par les OHV avec des teneurs comprises entre 80 et 100 µg/l pour le trichloroéthylène et 21 et 56 µg/l pour le trichloroéthane, excepté le forage d'Orveau qui est situé à environ 10 km en aval hydraulique de Bois Herpin pour lequel on ne note aucune contamination .

Le forage de Sermaises qui capte les calcaires de Beauce présente une contamination au trichloroéthylène seulement, une contamination qui est certes faible, mais qui existe. On note aussi que les forages qui captent la nappe des sables de Fontainebleau ne sont pas contaminés.

Ces derniers sont situés à plus de 2.5 km de l'axe le long duquel se situent les captages contaminés. Compte tenu de cette distance, il n'est pas possible d'affirmer que la nappe des sables de Fontainebleau n'est pas contaminée au droit de la nappe du Calcaire de Brie.

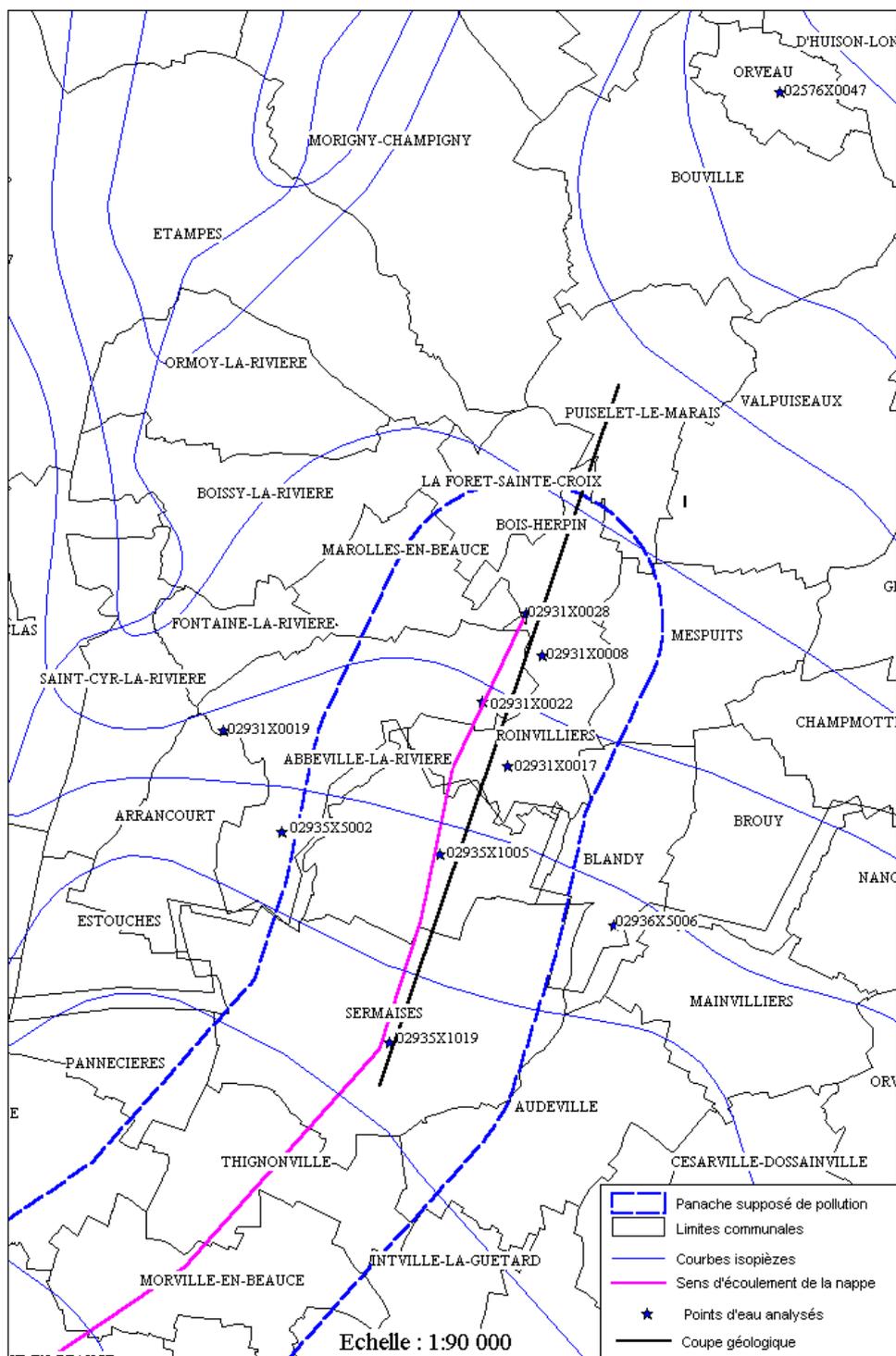


Fig. 3 - Localisation des points d'analyses et de la coupe géologique.

Méthodes de recherche de l'origine de pollution(s) dans les sols ou eaux souterraines

Code BSS	02935x1005/CBr	02931x0017/CBr	02931x0022/CBr	02931x0008/CBr	02931x0028/CBr	02576x0047/CBr	02935x1019/CB	02935x5002/CB	02931x0019/SF	02936x5006/SF
nappe captée	C. Brie	C. Brie	C. Brie	C. Brie	C. Brie	C. Brie	C. Beauce	C. Beauce	S. Fontainebleau	S. Fontainebleau
Communes	Rouvres St Jean	Ezerville	Quimcamps	Roinvilliers	Bois Herpin	Orveau	Sermises	Fontenette	Abbeville	Blandy
Dichloroéthane $\mu\text{g/l}$	<5	<5	<2	<2	<5	<5	<2	<5	<2	<5
1,2,t-Dichloroéthylène $\mu\text{g/l}$	<5	<5	<2	<2	<5	<5	<2	<5	<2	<5
1,1-Dichloroéthane $\mu\text{g/l}$	<5	<5	<2	<2	<5	<5	<2	<5	<5	<5
1,2,c-Dichloroéthylène $\mu\text{g/l}$	<5	<5	6	6	<5	<5	<2	<5	<5	<5
Chloroforme $\mu\text{g/l}$	<5	<5	<2	<2	<5	<5	<2	<5	<5	<5
1,1,1-Trichloroéthane $\mu\text{g/l}$	<b>21</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>56</b>	<b>23</b>	<5	<2	<5	<5	<5
Tétrachlorure de carbone $\mu\text{g/l}$	<5	<5	<2	<2	<5	<5	<2	<5	<2	<5
1,2-Dichloroéthane $\mu\text{g/l}$	<5	<5	<2	<2	<5	<5	<2	<5	<2	<5
Trichloroéthylène $\mu\text{g/l}$	<b>82</b>	<b>114</b>	<b>97</b>	<b>120</b>	<b>100</b>	<5	<b>8</b>	<5	<2	<5
Dibromomonochlorométhane $\mu\text{g/l}$	<5	<5	<2	<2	<5	<5	<2	<5	<2	<5
Dichloromonobromométhane $\mu\text{g/l}$	<5	<5	<2	<2	<5	<5	<2	<5	<2	<5
Tétrachloroéthylène $\mu\text{g/l}$	<5	<5	5	9	<5	<5	<2	<5	<2	<5
Chlorure de vinyle $\mu\text{g/l}$	<5	<5	<2	<2	<5	<5	<2	<5	<2	<5
Benzène $\mu\text{g/l}$	<5	<5	<2	<2	<5	<5	<2	<5	<2	<5
Toluène $\mu\text{g/l}$	<5	<5	<2	<2	<5	<5	<2	<5	<2	<5
Ethylbenzène $\mu\text{g/l}$	<5	<5	<2	<2	<5	<5	<2	<5	<2	<5
O-xylène $\mu\text{g/l}$	<5	<5	<2	<2	<5	<5	<2	<5	<2	<5
MP-xylènes $\mu\text{g/l}$	<5	<5	<2	<2	<5	<5	<2	<5	<2	<5
Nitrates exprimés en NO3 $\text{mg/l}$	33.9	41	23	36.8	30.6	28	180	50.5	1	21

Tabl. 11 - Résultats d'analyses.

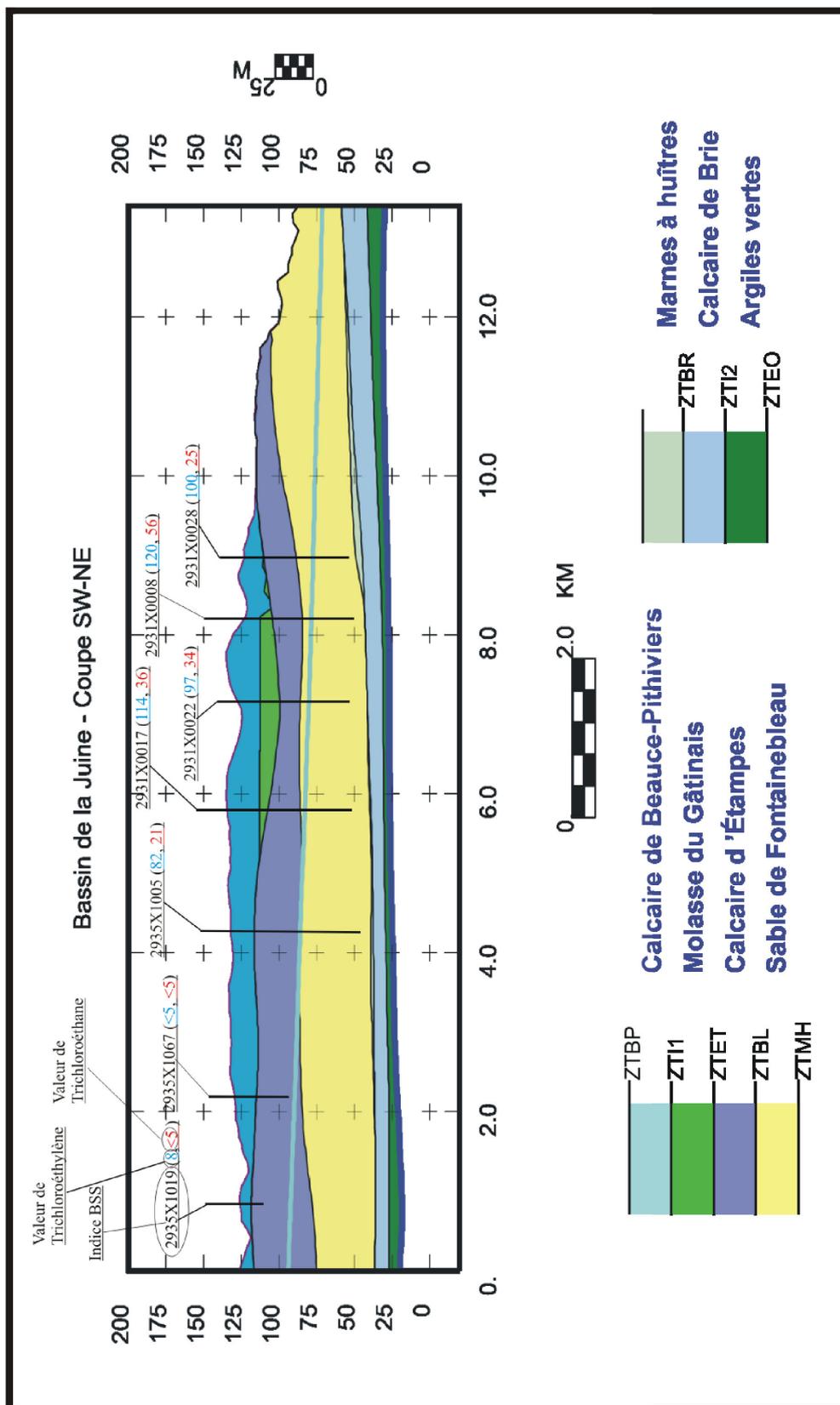


Fig. 4 - Coupe géologique synthétique avec localisation des points d'analyses et résultats.

### **3.3. SUITE A DONNER**

Les résultats des analyses ont permis de mettre en évidence une contamination importante aux OHV de la nappe du Calcaire de Brie entre Rouvres St. Jean et Bois Herpin. Cette pollution ne semble pas affecter la nappe des Sables de Fontainebleau, du moins au delà d'un étroit couloir d'une largeur d'environ 5 km. Par manque d'ouvrages captant la nappe du calcaire de Brie entre Sermaises et Rouvres St. Jean, il n'a pas été possible de mettre en évidence de pollution, cependant, on note une faible contamination au trichloroéthylène à Sermaises au niveau de la nappe des calcaires de Beauce.

Afin d'affiner ces résultats, il serait nécessaire de réaliser les prélèvements complémentaires suivants :

- pour déterminer sans ambiguïté si la zone de Sermaises est bien à l'origine de la pollution :
  - . un prélèvement en aval hydraulique de Sermaises dans la nappe du calcaire de Brie.
  - . un prélèvement en amont hydraulique de Sermaises dans la nappe du calcaire de Brie.
- pour étudier le déplacement de la pollution en profondeur et évaluer son étendue.
  - . un prélèvement en amont proche de Bois Herpin dans la nappe des sables de Fontainebleau ;
  - . un prélèvement entre Sermaises et Rouvres Saint Jean dans la nappe des sables de Fontainebleau.

Malheureusement, une première recherche dans la base de données du sous-sol (BSS) indique qu'il n'existe pas d'ouvrages captant ces nappes aux endroits stratégiques envisagés.



## 4. Conclusion de l'étude

La nappe du Calcaire de Brie est polluée par du trichloroéthylène et du trichloroéthane. Cette pollution est mise en évidence dans tous les captages situés sur la zone d'écoulement de la nappe entre le point de captage de Bois Herpin et Rouvres St Jean situé en amont hydraulique et confirme qu'il s'agit bien d'un même panache pour ces deux sites.

Cette pollution n'est pas récente puisque des indices de pollutions étaient apparus à Rouvres St Jean dès 1993 ; mais les teneurs en OHV encore basses à l'époque n'avaient pas suscité de préoccupations majeures. Depuis 1998, date à partir de laquelle de nouvelles analyses ont été réalisées, les teneurs ne cessent d'augmenter.

Il est très probable que l'origine de cette pollution est liée à l'activité de la zone industrielle de Sermaises, zone située en amont hydraulique de tous ces captages. Néanmoins, il n'existe pas, à l'heure actuelle, de puits, forages captant l'aquifère du Calcaire de Brie, aux niveaux clés qui permettraient de démontrer que c'est bien la zone de Sermaises qui est à l'origine de la pollution (en amont et aval de la zone industrielle). L'extension verticale de la pollution est également insuffisamment définie en absence de points de prélèvements adaptés.

Des forages pourraient, à terme, être réalisés pour mieux contrôler cette zone à risque. A terme, il conviendra de réfléchir sur les moyens techniques et financiers à mettre en œuvre pour attribuer à chaque site la part respective de sa contribution potentielle à la pollution de la nappe.



## **ANNEXE 2**

### **Étude de cas : milieu « sol »**





***Recherche de l'origine d'une contamination  
en plomb du sol et des végétaux.  
Commune de Hargarten - aux - Mines***

juin 2002





## Synthèse

Cette étude de cas présente la démarche qui a permis d'identifier une pollution naturelle d'un milieu «sol» (anomalie géochimique) qui a été à l'origine du décès de bovins sur la commune de Hargarten-aux-Mines. Cette étude se base essentiellement sur les travaux réalisés en 2000 par le BRGM dans le cadre de son appui aux administrations auprès des services de la DDAF de Moselle.

Quelques jours après leur mise en pâturage, quatre vaches d'un même troupeau sont décédées. Les Services Vétérinaires alertés ont recherché l'origine de ces décès (crainte de l'encéphalite spongiforme bovine) et ont mis en évidence une intoxication au plomb. La présence d'anciennes mines exploitant le plomb dans les proches environs permet de suspecter une pollution naturelle du sol jusqu'aux végétaux. Par ailleurs, la contribution d'un amendement calcique potentiellement chargé en métaux, suite à un épandage exceptionnellement réalisé sur les prairies, est également à évaluer.

L'enquête préliminaire réalisée par les Services Vétérinaires permet d'exclure la contribution de l'eau consommée ainsi que de produits, autres qu'alimentaires, pouvant être ingérés par les bovins (recherche de peintures, câbles ou laitier susceptibles de contenir du plomb). Les Services Vétérinaires ont également réalisés des prélèvements et analyses de plomb des principaux apports alimentaires.

Les conditions d'alimentations des bovins, à la fois en terme de sources alimentaires (nature des aliments, volume consommé, origine des aliments...) mais également en terme de pratiques agricoles au sens large (préparation des aliments, stockage, présence d'amendement...) sont précisées auprès de l'exploitant agricole. Il ressort de cette enquête préliminaire que c'est la consommation d'ensilage pollué en plomb qui serait à l'origine de l'intoxication saturnine, les teneurs dans les autres fourrages étant trop faibles pour contribuer significativement aux doses nécessaires à l'intoxication.

L'origine du plomb présent dans l'ensilage est recherchée. La présence de plomb dans le maïs, avant ensilage, est exclue (pas ou peu de plomb mesuré dans le maïs) et des prélèvements et analyses confirment la présence significative de plomb dans le sol (horizon 0-20 cm, Pb > 2 200 mg/kg) au dessus duquel l'ensilage a été réalisé, à même le sol.

Le maïs ensilé a donc été pollué soit par entraînement mécanique de particules de sol riches en plomb, soit en raison de modalités spécifiques de l'ensilage qui ont permis d'extraire et cumuler le plomb; ces deux mécanismes pouvant avoir contribué à l'enrichissement en plomb.

L'origine du plomb dans le sol est recherchée. Il n'y a pas, à proximité du site, de sources susceptibles de générer du plomb anthropique à ces teneurs significatives (pas d'industrie, ni d'axe routier significatif). Par contre, les informations géologiques et

pédologiques indiquent que l'ensilage a été réalisé juste en aval d'anomalies géochimiques en plomb connues depuis des décennies. Des prélèvements de sol sont effectués à différentes profondeurs jusqu'à l'altérite (la roche mère altérée), à l'aplomb de la zone où l'ensilage avait été réalisé ainsi qu'en dehors de cette zone. Il n'est pas observé de résidus miniers dans les prélèvements et la contribution de haldes minières liées à l'extraction minière passée, semble pouvoir être écartée. Les teneurs en plomb sont équivalentes ou croissantes avec la profondeur dans les deux zones. Le plomb qui a contribué à polluer l'ensilage est donc un plomb naturellement et largement présent dans le sol.

Dans l'immédiat, le risque d'intoxication des bovins est écarté par l'application de recommandations simples :

- lors de la réalisation d'un nouvel ensilage : il est nécessaire d'isoler totalement, par un film plastique par exemple, la base du tas de maïs du sol. Les apports latéraux au tas doivent également être supprimés. Pour plus de sécurité, il est conseillé de changer l'emplacement de l'aire de stockage, en évitant les bords de coteaux et les zones inondables ;
- des teneurs élevées étant mesurées dans certaines parties de prairies situées à l'aval des indices de plomb, il est déconseillé d'y faire paître des vaches, des particules de sols pouvant être consommées lors du broutage (et ceci en assez grande proportion ; on estime jusqu'à 20 % de sol pouvant être arraché et consommé par les bovidés).

A terme, il conviendra d'obtenir, pour l'exploitant agricole, des préconisations complémentaires adaptées à une exploitation viable de ses terres. Pour cela, il conviendra d'entamer la démarche qui prévaut à l'évaluation des risques, avec une meilleure définition du terme « source » (distribution géographique et teneurs en plomb du sol pollué, disponibilité de ce plomb...) et une bonne compréhension des « vecteurs » de la pollution (possibilité de transfert par les végétaux...).

Au-delà de la stricte zone d'étude, une première analyse géologique de la région permet de penser que d'autres zones sont situées dans un contexte analogue, dont certaines utilisées par des jardins, et présentent des potentialités fortes de contamination en plomb. Ainsi, au-delà des cibles animales, des cibles humaines sont à considérer (enfants, consommateurs de légumes de jardins...).

Par ailleurs, l'analyse géologique rappelle la présence de gîtes en cuivre et zinc (et éventuellement d'autres métalloïdes associés) qui pourraient présenter de fortes similitudes avec le cas d'Hargarten. Au total, la surface potentiellement contaminée de ce secteur, comprend 18 communes, et est supérieure à 50 km<sup>2</sup>.

## Sommaire

<b>1. Introduction</b> .....	97
1.1. Contexte général .....	97
1.2. Contexte du cas d'étude .....	97
<b>2. Synthèse des données disponibles</b> .....	99
2.1. Visite auprès des services vétérinaires .....	99
2.2. Enquête auprès de l'exploitant agricole .....	99
2.2.1. Données sur les sources alimentaires .....	100
2.2.2. Pratiques agricoles .....	100
2.3. Informations géologiques et pédologiques .....	101
<b>3. Visite de terrain</b> .....	105
3.1. Visite de terrain .....	105
3.2. Prélèvements et analyses complémentaires .....	105
<b>4. Première synthèse des données</b> .....	107
<b>5. Conclusions et perspectives</b> .....	109
5.1. Recommandations préliminaires .....	111
5.2. Perspectives .....	112

## Liste des illustrations

### FIGURES

- Fig. 1 - Extrait de la carte géologique de Boulay-sur-Moselle (carte à 1/50 000)..... 103
- Fig. 2 - Localisation des champs de l'exploitant et des prélèvements de sols et végétaux..... 104
- Fig. 3 - Schéma conceptuel du mécanisme d'enrichissement des sols et de l'ensilage ..... 109

### TABLEAUX

- Tabl. 1 - Liste des prélèvements de sols et végétaux et résultats d'analyses complémentaires. .... 106

# 1. Introduction

## 1.1. CONTEXTE GÉNÉRAL

À la demande du MATE, le BRGM a été chargé de mettre en place une méthodologie de recherche des origines des pollutions des milieux de transfert et d'exposition. A cette fin, des études de cas de milieux « eau » et « sol » dont l'origine de la pollution était méconnue, ont été menées.

L'exemple ci-après concerne la pollution naturelle d'un milieu «sol» (anomalie géochimique) qui a été mise en évidence suite au décès de bovins sur la commune de Hargarten – aux – Mines.

Cette note se base essentiellement sur les travaux réalisés en 2000 par le BRGM dans le cadre de son appui aux administrations auprès des services de la DDAF. Elle présente la démarche qui a permis d'identifier la source de la pollution (la chronologie de la démarche a été volontairement maintenue) ainsi que les implications futures en terme de gestion de la zone polluée.

## 1.2. CONTEXTE DU CAS D'ÉTUDE

Quelques jours après leur mise en pâturage, quatre vaches d'un même troupeau sont décédées. Les Services Vétérinaires alertés ont recherché l'origine de ces décès (crainte de l'encéphalite spongiforme bovine) et ont mis en évidence une intoxication au plomb.

La DDAF de Moselle a demandé au BRGM, au titre de sa ligne budgétaire d'appui aux administrations, de contribuer au diagnostic de l'origine de la pollution ; en effet la présence d'anciennes mines exploitant le plomb dans les proches environs permet de suspecter une pollution naturelle du sol jusqu'aux végétaux. Par ailleurs, la contribution d'un amendement calcique potentiellement chargé en métaux, suite à un épandage exceptionnellement réalisé sur les prairies, est également à évaluer.



## 2. Synthèse des données disponibles

### 2.1. VISITE AUPRÈS DES SERVICES VÉTÉRINAIRES

Dans un premier temps, les Services Vétérinaires ont recherché les causes possibles d'une intoxication saturnine dans le contexte de la mise au champ des bovins ; ainsi, il a été recherché dans les zones de mise en pâture, la présence de quelconques supports contenant du plomb que les bovins auraient pu ingérer :

- la présence de peinture ou de câbles contenant du plomb a été recherchée,
- l'eau d'alimentation des bovins sur la zone de pâture a été analysée,
- le laitier épandu sur ces zones de pâtures a été analysé.

Les premiers éléments d'observation et d'analyses ont permis d'exclure ces sources comme étant à l'origine de l'intoxication au plomb.

Les Services Vétérinaires ont alors réalisés des plombémies (analyse du plomb dans le sang) sur l'ensemble du troupeau (43 vaches plus des veaux) comprenant des vaches restées en stabulation et des vaches mises en pâturage. Ces plombémies révèlent des teneurs en plomb supérieures ou égales à  $30\mu\text{g}/100\text{ ml}^5$  pour 33 vaches et comprises entre 15 et  $29\mu\text{g}/100\text{ ml}$  pour les autres bêtes adultes, indépendamment de leur mise en pâturage.

Seuls les veaux, restés en stabulation et dont l'alimentation se distingue par l'absence de consommation de maïs ensilé ont une plombémie normale.

Les Services Vétérinaires concluent de ces observations que l'intoxication provient de l'alimentation et non spécifiquement de la mise au champ. L'analyse des sources alimentaires est engagée. Ces analyses sont présentées ci-après lors de l'enquête auprès de l'exploitant agricole.

### 2.2. ENQUÊTE AUPRÈS DE L'EXPLOITANT AGRICOLE

Elle a porté sur les conditions d'alimentation des bovins, à la fois en terme de sources alimentaires (nature des aliments, volume consommé, origine géographique des aliments ...) mais également en terme de pratiques agricoles au sens large (préparation des aliments, stockage, présence d'amendement...).

---

<sup>5</sup> La valeur de  $30\text{mg}/100\text{ ml}$  est considérée par les services vétérinaires comme le seuil au-delà duquel si les symptômes cliniques sont convergents, on peut conclure à une intoxication saturnine.

### 2.2.1. Données sur les sources alimentaires

En hiver, les bêtes sont nourries globalement au 2/3 par du maïs ensilé. Cela représente une consommation par bête d'environ 25 kg/jour de maïs ensilé à 70 % de matière sèche. L'autre tiers est constitué essentiellement de fourrage issu de deux zones de prairie bien définies (dont une zone où il y a eu épandage d'amendement) et d'un complément en granulés de farine.

Les analyses réalisées par les Services Vétérinaires indiquent les teneurs en plomb suivantes (résultat exprimé par kg de matière sèche) :

- ensilage de maïs<sup>6</sup> ayant contribué à nourrir les animaux pendant l'hiver (tout dernier résidu à terre) : 3 000 mg/kg ;
- foin (récolte 2000) : 11 mg/kg ;
- maïs (récolte 2000, sur deux parcelles ayant contribué à l'ensilage 1999) : < 30 ppb/kg ;
- herbes (récolte 2000) : entre 3 mg/kg et  $40 \pm 5$  mg/kg, selon la zone de prélèvement de l'herbe. Il n'y a pas de différence quantifiable entre les herbes qui ont poussé entre les zones amendées ou non.

les granulés ne contiennent pas de plomb.

### 2.2.2. Pratiques agricoles

Deux pratiques agricoles méritent d'être analysées en détail : l'ensilage en raison des teneurs en plomb particulièrement élevées du maïs ensilé ; l'utilisation d'un amendement sur les prairies où les bêtes paissaient (pour les animaux qui ont été mis au champ) ainsi que sur les prairies d'où certains fourrages ont été coupés.

#### a) *Ensilage*

- Praticué par l'exploitant depuis 10 ans sur la même zone de sol ;
- le maïs ensilé est issu de 3 parcelles distinctes ; deux de ces parcelles sont encore exploitées en maïs cette année (analyses moyenne du maïs en 2000 : < 30 ppb/kg). La troisième parcelle utilisée pour l'ensilage est actuellement mise en jachère en raison du faible rendement et du mauvais aspect (noir, grillé) du maïs en 1999 ;
- réalisé sur sol nu, en pied de coteau, dans une zone légèrement pentue où l'eau a tendance à stagner dans sa partie la plus aval (hauteur d'eau possible en période humide évaluée à 20-30 cm) ; Cette zone est en continuité géologique et morphologique avec une zone de prairie à l'est, où une analyse de sol récente indique des teneurs en plomb de 1695 mg/kg pour le prélèvement de surface (0-20 cm) et 4 295 mg/kg pour le prélèvement de profondeur (60-80 cm) ;

---

<sup>6</sup> Le maïs ensilé consommé en 2000 a été préparé à partir de maïs récolté en 1999.

- changement récent dans la méthode de reprise de l'ensilage : utilisation d'un nouveau tracteur pouvant entraîner plus de terre que les années précédentes.

L'exploitant note qu'il a perdu régulièrement une à deux bêtes chaque année lors de la mise au pâturage. Il pratique l'ensilage depuis le début de son exploitation. Ses parents, propriétaires des même terres, ne faisaient pas d'ensilage. De mémoire, il n'y a jamais eu de perte de bêtes chez eux.

### **b) Amendement**

L'amendement est épandu en général en début d'hiver (janvier), tous les 2 ans, à raison d'une tonne et demie par hectare sur les parcelles de maïs<sup>7</sup>. Quatre épandages ont été réalisés jusqu'à présent (sur 8 ans).

Cet amendement est un laitier calcique provenant d'Allemagne. L'exploitant achète ce laitier importé à un vendeur d'amendement (180F/tonne). L'analyse réalisée par les Services Vétérinaires ne révèle qu'une teneur en plomb de 11 mg/kg mais indique une teneur en chrome de 1 500 mg/kg de chrome. Par ailleurs, un seul échantillon n'est pas forcément représentatif de la variabilité temporelle de la qualité du laitier et des teneurs en plomb plus élevées peuvent être suspectées à certaines périodes (il n'existe pas de suivi analytique du produit distribué, et aucune information n'est donnée par l'importateur sur la composition en métaux).

Cette année 2000, l'épandage du laitier n'a pu être réalisé à la période habituelle ; laissé à l'air, le laitier a pris en masse. Fin mars, début avril, l'exploitant a épandu une fraction de ce laitier consolidé (après concassage à la masse) sur une partie des prairies, le produit n'étant plus utilisable pour les parcelles de maïs. Les vaches ont potentiellement léché ou ingéré un peu de ce laitier.

## **2.3. INFORMATIONS GÉOLOGIQUES ET PÉDOLOGIQUES**

La carte géologique du secteur des prairies et des champs de maïs a été consultée (carte à 1/50 000) ainsi que les synthèses géologiques disponibles sur la région :

La région d'Hargarten-aux-Mines est connue pour la présence de gîtes plombifères, et d'anciens travaux (XVII<sup>e</sup> siècle), dont l'exploitation a cessé après 1870.

La couche géologique enrichie en plomb est localisée dans les grès intermédiaires et les grès à Voltzia, sur une faible épaisseur (de 1 à 3 mètres de puissance), au-dessus du Conglomérat principal (puissance de moins de 5 mètres) qui forme le toit des grès vosgiens (puissance moyenne de 200 mètres dans ce secteur). La minéralisation est

---

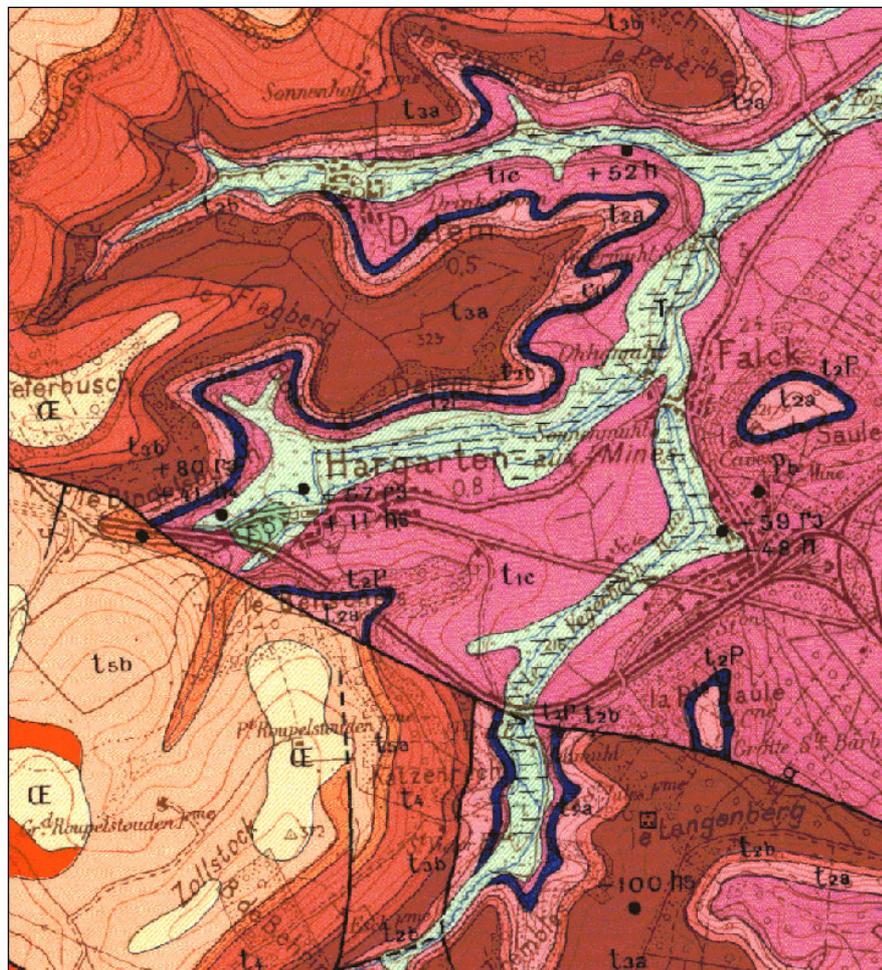
<sup>7</sup> Cet apport d'amendement est significatif : en considérant que l'amendement est intégré dans le sol sur environ 30 cm de profondeur (profondeur moyenne des sillons), ce sont  $10\,000\text{ m}^2 \times 0,3 = 3\,000\text{ m}^3$  de sol, d'une densité moyenne estimée à 1.3, soit 3 900 kg de sol qui sont mélangés à 1 500 kg d'amendement.

dessous de niveaux argileux, à proximité de failles de directions NS et NE-SW. La zone minéralisée a une teneur maximale de 1 à 2 % de plomb. La minéralisation correspond à une imprégnation diffuse de la porosité des grès, dans la partie supérieure du Buntsandstein. Les principaux minéraux porteurs de plomb sont la galène (PbS) en profondeur, et la cérusite (PbCO<sub>3</sub>) près des affleurements.

La prospection géochimique effectuée par le BRGM dans le secteur d'intérêt il y a plusieurs décennies, fixe un fond géochimique des sols à 30 mg/kg, et un seuil d'anomalie à 60 mg/kg. Seulement ¼ des échantillons des fonds de vallées présentent des valeurs au-delà du seuil d'anomalie, et la valeur maximale observée lors de la prospection était de 460 mg/kg.

***Topographiquement, les indices et travaux sont plutôt localisés en sommet ou en bord des reliefs (juste au-dessus du conglomérat principal, figuré en bleu sur l'extrait de la carte géologique à 1/50 000, fig. 1). Une partie des prairies et champs de l'exploitant est localisée juste en aval de ces anomalies (fig. 2)***

Notons qu'à l'échelle régionale, d'autres gîtes à Cu ou à Zn ont été cartographiés dans un contexte similaire (même formation, également en amont topographique).



- T : Tourbes
- t4 : Marnes bariolées (Trias moyen)
- t3 : Grès coquillier (Trias moyen)
- t2b : Grès à Voltzia (Trias inférieur)
- t2a : Grès intermédiaires
- t2p : Conglomérat principal
- t1c : Grès vosgien principal (Trias inférieur)

**Fig. 1 - Extrait de la carte géologique de Boulay-sur-Moselle (carte à 1/50 000).**

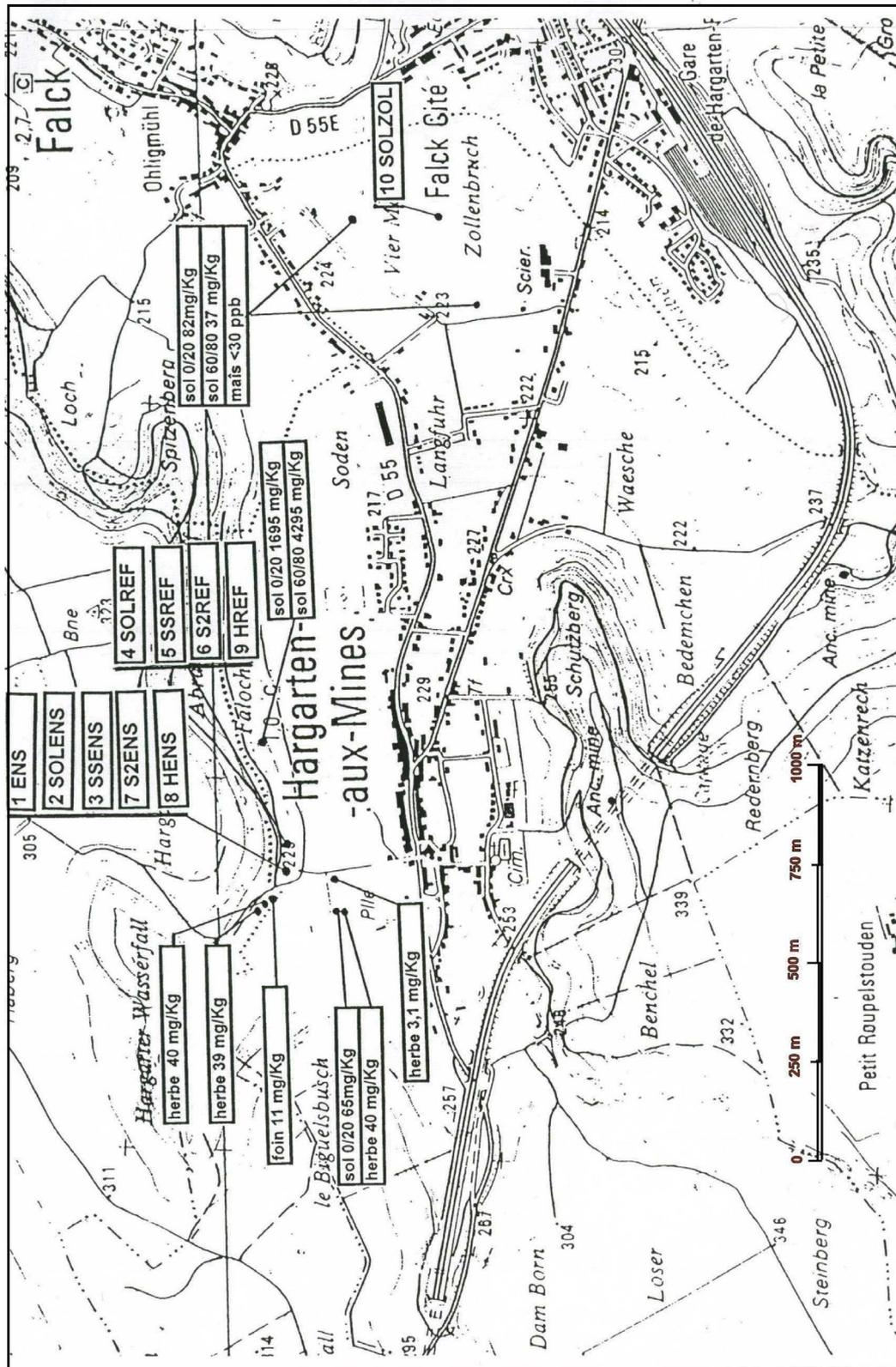


Fig. 2 - Localisation des champs de l'exploitant et des prélèvements de sols et végétaux.

## 3. Visite de terrain

### 3.1. VISITE DE TERRAIN

Les zones d'intérêts (zones de pâtures, zone où a été réalisé l'ensilage, zone d'origine des maïs ensilés...) sont hors de portée de l'influence atmosphérique d'usines ou de trafic routier intense.

Par contre, une bonne part de la zone de pâture et de la zone d'ensilage sont en continuité géologique et morphologique avec une zone de prairie à l'est, où une analyse de sol récente indique des teneurs en plomb de 1695 mg/kg pour le prélèvement de surface (0-20 cm) et 4295 mg/kg pour le prélèvement de profondeur (60-80 cm).

La présence d'anciennes haldes minières a été recherchée. Si elles existent, elles ne sont plus visibles à l'heure actuelle.

La visite de terrain a également été l'occasion de nouveaux prélèvements visant à tester ou à conforter certaines hypothèses qui sont formulées ci-après.

### PRÉLÈVEMENTS ET ANALYSES COMPLÉMENTAIRES

Le tableau 1 récapitule la liste des prélèvements qui ont été effectués pour les analyses de confirmation. Il s'agit de nouveaux prélèvements de végétaux, laitier ainsi que des prélèvements de sols effectués à différentes profondeurs, au droit du site où l'ensilage a été réalisé ainsi qu'en d'autres points de la prairie. Le plomb est analysé par Induced Coupled Plasma (ICP) et les résultats sont exprimés par rapport au poids de matière sèche.

°	Nature de l'échantillon	profondeur (cm)	teneur en Pb (mg/kg)
1	Maïs ensilé résiduel prélevé manuellement à la surface du sol de la zone d'ensilage.		1 300
2	Sol dans la zone où est réalisé l'ensilage. Prélèvement à la tarière, en deux endroits (amont, aval) à raison de 2 prélèvements par endroits (à 15 cm de distance) - homogénéisation	0-20 cm	2275
3	Sol dans la zone où est réalisé l'ensilage. Prélèvement à la tarière, aux deux même endroits (amont, aval) puis homogénéisation.	40-70 cm	3142
7	Sol dans la zone où est réalisé l'ensilage. Prélèvement à la tarière, aux deux même endroits (amont, aval) puis homogénéisation.	100-130 cm	3783
4	Sol, zone de référence : hors zone d'ensilage (à 25m) ; à environ 40 mètres des prélèvements précédents. Prélèvement à la tarière, en deux endroits (amont, aval) à raison de 2 prélèvements par endroits (à 15 cm de distance) - homogénéisation	0-20 cm	2279
5	Sol, zone de référence : hors zone d'ensilage. Prélèvement à la tarière, aux deux même endroits (amont, aval) puis homogénéisation.	40-70 cm	2534
6	Sol, zone de référence : hors zone d'ensilage. Prélèvement à la tarière, aux deux même endroits (amont, aval) puis homogénéisation.	100-130 cm	2466

**Tabl. 1 - Liste des prélèvements de sols et végétaux et résultats d'analyses complémentaires.**

## 4. Première synthèse des données

Des spécialistes de la toxicologie des ruminants notent qu'il existe encore de grandes imprécisions sur les doses toxiques pour des ingestions répétées. Ces doses sont variables selon les régimes alimentaires, les formes chimiques et physiques des contaminations, etc. Pour avoir un ordre de grandeur, nous utiliserons pour nos calculs une dose toxique de 3,4 mg Pb/kg de poids vif, dose quotidienne citée comme pouvant déclencher des signes cliniques d'intoxication au bout d'un mois d'exposition. Ceci correspond pour une bête d'environ 250 kg à une quantité de plomb consommée par jour d'environ 800 à 900 mg. Cette quantité journalière est difficile à apporter avec uniquement de l'herbe, même quand celle-ci peut présenter une teneur de l'ordre de 40 mg/kg MS comme ici, valeur très proche de la teneur maximale autorisée en plomb fixée à 44 mg/kg MS pour le fourrage vert<sup>8</sup>. Il est donc difficile d'imaginer un procédé qui permette de concentrer le plomb dans l'animal à partir de la valeur maximale observée ici pour l'herbe ou le foin.

Les valeurs très élevées de 3 000 et 1 300 mg/kg de plomb dans le maïs ensilé ne sont probablement pas représentatives de l'ensemble du tas de maïs consommé, ces analyses ont, en effet, été réalisées sur un produit résiduel, en contact direct avec le sol (la contribution de particules de sol n'est pas exclue). La concentration moyenne d'une tranche verticale du tas d'ensilage était certainement beaucoup plus faible. Mais la consommation de seulement quelques centaines de grammes par jour de ce maïs ensilé permet d'atteindre la quantité journalière toxique pour les ingestions répétées. Il est donc possible d'envisager que la contamination en plomb provienne de la consommation du maïs ensilé. Cette hypothèse est renforcée par l'absence d'intoxication saturnine chez les veaux qui n'ont pas consommé d'ensilage.

L'origine des teneurs élevées dans le maïs ensilé consommé est à rechercher :

1. Dans les teneurs en plomb initiales dans le maïs.
2. Dans les modalités de l'ensilage.
3. Dans la présence de sol entraîné en même temps que le maïs ensilé.

La première hypothèse est peu probable : l'analyse moyenne des maïs développés sur deux des trois parcelles utilisées précédemment pour faire l'ensilage montre une teneur en Pb inférieure au mg/kg (30 ppb, soit 0,03 mg).

Dans les deux autres hypothèses, le sol au droit de la zone d'ensilage doit présenter des teneurs en plomb particulièrement élevées pour justifier de la teneur en plomb dans le maïs ensilé. C'est le cas puisque l'ensilage a été réalisé sur un sol qui contient plus de 2 200 mg/kg de plomb.

---

<sup>8</sup> Directive 1999/29/CE du conseil du 22 avril 1999. Annexe. Teneurs maximales en mg/kg d'aliments pour animaux d'une teneur en humidité de 12 %. Pour le plomb, dans les fourrages verts : 40 mg/kg.

L'hypothèse d'un enrichissement lié aux modalités de l'ensilage est basée sur les observations suivantes.

Cet ensilage est réalisé sur un sol qui contient beaucoup de plomb. La zone d'ensilage est localisée en pied de coteau, topographiquement en dessous des bancs de grès contenant les indices de plomb. Des apports latéraux d'eau de ruissellement et d'infiltration, chargées en plomb sont envisageables. La stagnation de l'eau en base du tas d'ensilage renforcerait la mise en contact entre le maïs et l'eau chargée en plomb.

Le pH acide, généré par la fermentation du procédé d'ensilage pourrait provoquer une dissolution du plomb présent dans le sol. En raison du fort pouvoir complexant des acides organiques, le plomb ainsi solubilisé aurait peu tendance à reprécipiter ou à s'adsorber sur d'autres constituants du sol. Il resterait en solution et suivrait le comportement de l'eau. En raison des forts gradients thermiques qui existent pendant la saison froide au sein de la zone d'ensilage, il est vraisemblable que le tas de maïs fonctionne comme un réacteur thermique : le gradient de température génère un circuit convectif (comme pour un circuit de chauffage central), qui entraîne l'eau plus chaude des niveaux inférieurs du tas vers le sommet. Cette boucle thermique aurait alors tendance à entraîner aussi l'eau du sol. Un phénomène de percolation ascendante se produirait donc, favorisant un enrichissement du maïs en plomb, où il resterait fixé par la matière organique.

L'hypothèse d'une teneur élevée en plomb dans le maïs ensilé en raison de la présence en son sein de particules de sol très riches en plomb est plausible également, l'exploitant réalisant l'ensilage à même le sol nu et prélevant mécaniquement le maïs ensilé.

La conjonction de ces deux dernières hypothèses est aussi envisageable.

Enfin, le rôle de l'amendement sur le problème de l'intoxication saturnine est écarté pour les raisons suivantes :

- l'amendement ne contient que très peu de plomb (le nouveau prélèvement le confirme) ;
- les herbes des prairies amendées ne sont pas enrichies en plomb ;
- les bovins restés à l'étable ont les mêmes plombémies que ceux mis dans les prairies.

Sa contribution au décès des animaux a été soulevée en raison de sa teneur élevée en chrome (potentiellement sous forme  $Cr^{VI}$  très toxique). Aucun élément concret ne permet de conforter cette hypothèse. Ainsi, les années précédentes, en dehors de toute présence d'amendement, l'exploitant a régulièrement perdu ou deux bêtes lors de la mise au champ. L'intoxication saturnine des bovins est en soit suffisamment prononcée pour que la simple mise au champ après une longue période de stabulation constitue un stress suffisant pour entraîner la mort (c'est un symptôme connu des Services Vétérinaires en dehors de tout contexte de contamination). La mise en pâturage aura constitué un facteur de stress propice à la manifestation des symptômes non révélés pour les bêtes restées à l'étable.

## 5. Conclusions et perspectives

Les résultats des prélèvements complémentaires confirment les principales hypothèses et montrent des teneurs en plomb très élevées dans les sols situés à l'aval géologique et stratigraphique d'anomalies naturelles (gîte), conduisant à des concentrations supérieures à 2 200 mg/kg de Pb dans l'horizon 0-20 cm. Les échantillons prélevés en profondeur présentent des teneurs en plomb du même ordre ou encore plus élevées. Une caractérisation rapide de ces échantillons de profondeur montre qu'il s'agit bien de sol et non de haldes minières : Les sols riches en plomb constituent bien une formation largement représentée.

Les teneurs en plomb dans le maïs ensilé ne peuvent être expliqués uniquement par l'entraînement de poussières de sol même riches en plomb (rappel le maïs ensilé présente entre 1 300 et 3 000 mg/kg de plomb, le sol au environ de 2 200 mg/kg). Ainsi, il est probable que le procédé d'ensilage ait favorisé l'extraction du plomb contenu dans les sols.

La figure 3 schématise la conceptualisation du processus telle qu'elle peut être envisagée actuellement :

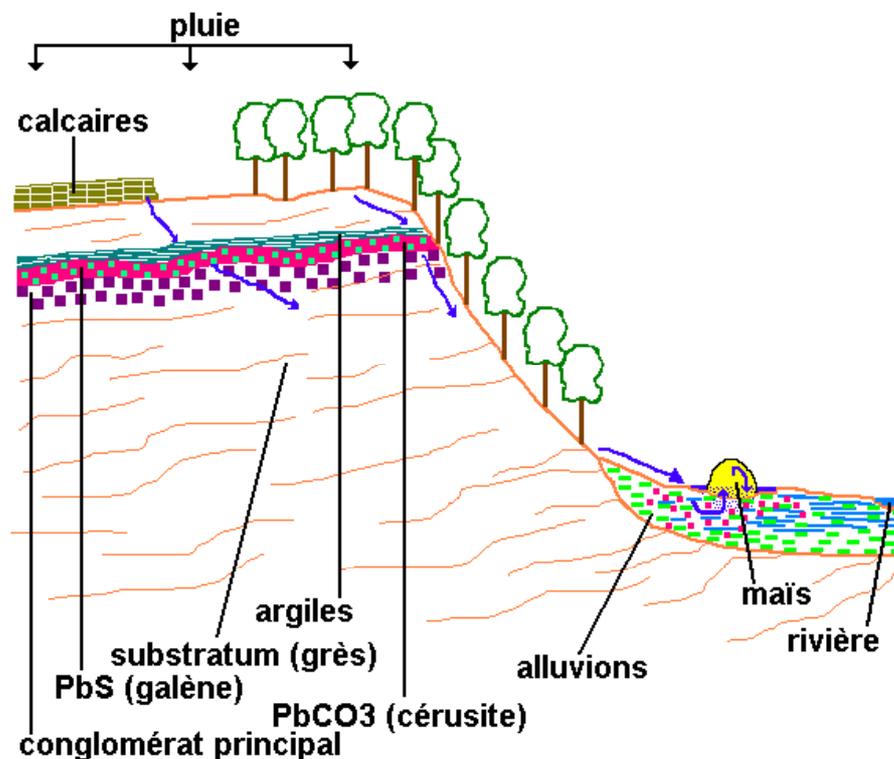


Fig. 3 - Schéma conceptuel du mécanisme d'enrichissement des sols et de l'ensilage.

Le plomb initialement présent dans le gîte en amont des prairies a probablement fait l'objet d'une mobilisation à la fois par un processus physique (ablation latérale des coteaux) et un lessivage chimique dans le contexte « acide » qui prévaut dans la région (grès). L'eau de pluie, infiltrée dans les calcaires du Muschelkalk altère la galène en cérusite, dont une partie est lessivée vers le bas du coteau (ruissellement le long de la pente et/ou percolation au travers des grès). Localement, en raison de conditions physico-chimiques particulières, ce plomb précipite et est alors fixé dans le sol, où les matières organiques (tourbe) sont un facteur favorable de reconcentration des métaux. L'ensilage de maïs permettrait une remobilisation de ce plomb par thermoconvection à l'intérieur du tas fabriqué sur sol nu.

Dans l'immédiat, le risque d'intoxication des bovins est écarté par l'application de recommandations simples qui consistent essentiellement en la suppression du vecteur, la consommation de maïs ensilé, entre la source de danger c'est à dire le sol très riche en plomb et la cible impactée que sont les bovins.

Il convient maintenant d'essayer de prévenir de nouveaux impacts. Pour cela, il est nécessaire d'entamer la démarche qui prévaut à l'évaluation d'un risque ; Elle consiste en une meilleure définition du terme « Source » de pollution, des « vecteurs » potentiels et nécessite la prise en compte de toutes les « cibles » potentielles.

Dans le cas présent, la définition du terme « Source » implique la connaissance de son importance à la fois en terme de teneurs et de distribution géographique. Elle repose également sur la connaissance des différentes formes chimiques sous lesquelles le plomb est fixé dans le sol (spéciation), et sur la connaissance des principaux paramètres minéralogiques et physico-chimiques du sol (nature et teneur en argiles, pH...) qui forment le milieu d'accueil (piégeage).

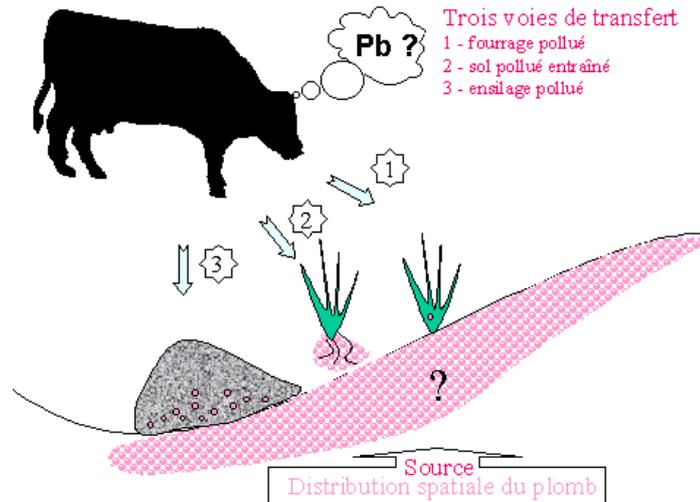
La compréhension des « Vecteurs » de pollution consiste, pour les bovins, à la connaissance des mode de transfert des métaux du sol vers l'animal. Pour cela, trois voies de transfert les plus probables : (1) métal contenu dans les fourrages, (2) métal dans le sol arraché par l'animal et consommé directement, (3) métal enrichi dans/sur le maïs ensilé (cas du plomb à Hargarten)<sup>9</sup>, sont à évaluer et hiérarchiser.

---

<sup>9</sup> Deux hypothèses demeurent quant au mécanisme d'enrichissement du maïs :

- l'enrichissement pourrait être passif : le maïs aurait été contaminé par imprégnation de plomb provenant des eaux circulantes ou stagnantes dans le tas d'ensilage situé dans une zone partiellement inondable ;
- l'enrichissement pourrait être dynamique : le maïs génère lors de sa fermentation des acides organiques susceptibles de remobiliser le plomb présent dans le sol sous le tas, le plomb étant ensuite exporté hors du sol vers le tas par convection (due à la différence thermique entre le sol et le maïs en cours de fermentation).

L'une ou l'autre de ces hypothèses aura une implication dans l'élaboration de bonnes pratiques d'utilisation des terrains. Dans l'hypothèse d'un enrichissement dynamique, des consignes spécifiques seront à envisager pour les jardins de particuliers où le compostage, ou l'utilisation de fumier, peut générer un mécanisme très proche à celui de l'ensilage.



Il convient également d'évaluer si l'eau de la nappe baignant les sols contaminés ne pourrait constituer un vecteur pour la pollution. Le captage d'alimentation en eau potable est un forage profond dans une nappe inférieure sans continuité hydraulique mais il existe potentiellement des forages privés.

## 5.1. RECOMMANDATIONS PRÉLIMINAIRES

D'ors et déjà certaines recommandations peuvent être formulées :

- Lors de la réalisation d'un nouvel ensilage : il est nécessaire d'isoler totalement, par un film plastique par exemple, la base du tas de maïs du sol. Les apports latéraux au tas doivent également être supprimés. Pour plus de sécurité, il est conseillé de changer l'emplacement de l'aire de stockage, en évitant les bords de coteaux et les zones inondables.
- L'enrichissement en plomb avec la profondeur se confirme dans les zones de prairies à l'aval des indices de plomb et il ne faut pas envisager de mélange mécanique du sol avec une charrue.
- Bien que le rôle de l'amendement sur le problème de l'intoxication saturnine soit écarté, il est fortement conseillé d'en arrêter l'emploi sur les parcelles de maïs : la très forte teneur mesurée en chrome ne laisse pas présager que le produit est contrôlé et fiable. Un amendement calcique de type chaux agricole ou calcaire devrait remplir les mêmes fonctions que le laitier utilisé jusqu'ici, en ce qui concerne l'apport de calcium et l'augmentation du pH du sol.
- Des teneurs élevées étant mesurées dans certaines parties de prairies situées à l'aval des indices de plomb, il est déconseillé d'y faire paître des vaches, des particules de sols pouvant être consommées lors du broutage (et ceci en assez grande proportion ; on estime jusqu'à 20 % de sol pouvant être arraché et consommé par les bovidés).

## 5.2. PERSPECTIVES

Au-delà de la stricte zone d'étude, une première analyse géologique de la région permet de penser que d'autres zones sont situées dans un contexte analogue, dont certaines utilisées par des jardins, et présentent des potentialités fortes de contamination en plomb. Ainsi, au-delà des cibles animales, des cibles humaines sont à considérer (enfants, consommateurs de légumes de jardins...).

Par ailleurs, l'analyse géologique rappelle la présence de gîtes en cuivre et zinc (et éventuellement d'autres métalloïdes associés) qui pourraient présenter de fortes similitudes avec le cas d'Hargarten. Au total, la surface potentiellement contaminée de ce secteur, comprend 18 communes, et est supérieure à 50 km<sup>2</sup>.

En conclusion, il est envisagé d'établir des critères de prévention pour les territoires concernés afin d'éviter de nouveaux cas d'intoxication et d'empoisonnement. A cette fin, un programme de travail a été établi par le BRGM et la DDAF de Moselle. Dans ces grandes lignes, il consiste à :

- comprendre les mécanismes de transfert et d'accumulation du plomb depuis les gîtes jusque dans les sols ;
- évaluer l'incidence du processus ayant conduit à la mort d'animaux à Hargarten, en particulier en ce qui concerne l'extension possible du phénomène aux autres communes de la région, et éventuellement pour les autres zones analogues du territoire français, principalement pour les zones aval des vallées minières ;
- établir une délimitation géographique (zonage cartographie) des sols les plus pollués, tout d'abord dans le secteur d'Hargarten, puis pour l'ensemble des 18 communes du nord du département de la Moselle ;
- définir des contraintes éventuelles de gestion des pâtures pour les sols les plus contaminés ;
- proposer des recommandations concernant les pratiques agricoles susceptibles de favoriser le transfert des métaux du sol vers les plantes (épandage de fumier, compostage...), que ce soit pour l'élevage ou les jardins privés.

Ce programme est financé par la DDAFF qui a obtenu des financements de la Direction Générale de l'Alimentation, le BRGM dans le cadre de son action de service public (et après acceptation par le comité régional d'orientation) et des fonds Feder dont l'instruction en cours dépend de la Préfecture.

## **ANNEXE 3**

# **Techniques de trajectoires et de modélisations inverses en transport de polluants**

Texte de Romain Chartier (BRGM/EPI/SIS)



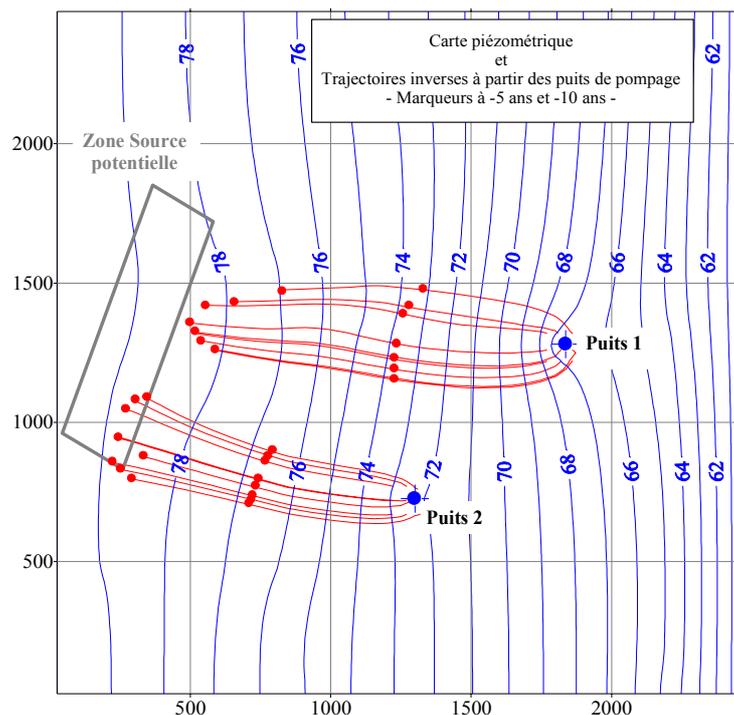
# Techniques de trajectoires et de modélisations inverses en transport de polluants

Texte de Romain Chartier (BRGM/EPI/SIS)

Dans le cadre de la recherche de l'origine géographique d'une pollution des eaux souterraines identifiée dans un forage de contrôle, il est utile de souligner deux techniques particulières, dites de « trajectoires inverses » et de « modélisation inverse ».

## 1. TECHNIQUE DES TRAJECTOIRES INVERSES

La technique dite des « **trajectoires inverses** » est la seule technique numérique couramment utilisée permettant de réaliser des simulations « à rebours » dans le temps et l'espace. Elle réside sur le principe suivant : pour un contexte hydrogéologique donné, et sur la base d'une connaissance préalable des champs de vitesses, il est possible de simuler le déplacement d'une « particule » le long d'une ligne de l'écoulement et d'en déterminer la position à tout instant dans le temps. Cette technique ne se base pas sur un calcul de flux massiques mais sur le simple transfert de polluants connaissant la vitesse de l'eau dans les pores. Elle ne prend en compte que les composantes de convection et de retardement et ne permet donc pas de déterminer des concentrations. Le calcul des trajectoires inverses, applicable de façon numérique sur la base de simulations hydrogéologiques 2D ou 3D plus ou moins complexes, permet donc de calculer les lignes d'écoulement qui partent ou arrivent à un point donné (vers l'amont ou l'aval hydraulique) et de déterminer les délais de transfert d'une pollution entre deux points situés sur la même ligne d'écoulement.

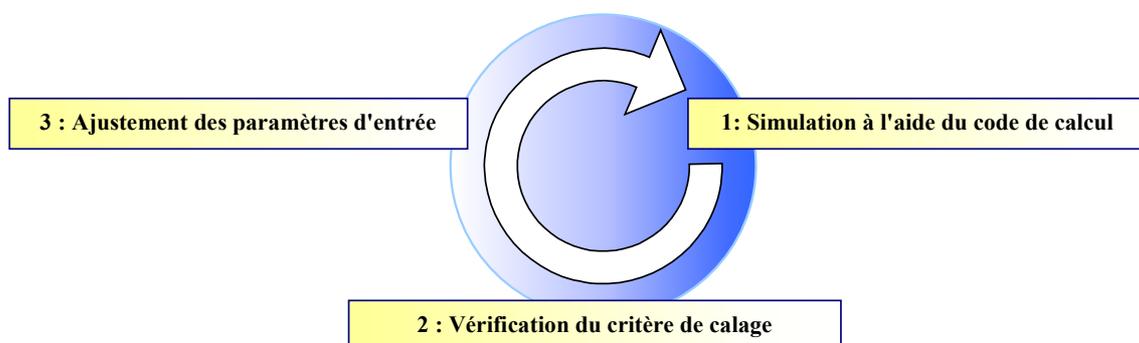


L'exemple caractéristique d'application de cette technique des trajectoires inverses est la détermination de la zone d'influence associée à un ou plusieurs puits de pompage. La technique s'apparente donc aux méthodes analytiques de détermination des isochrones, courbes entre lesquelles les délais de transfert sont égaux. Le calcul numérique des trajectoires inverses nécessite dans tous les cas une connaissance précise à la fois de la piézométrie et des vitesses de transfert (dépendantes de la conductivité hydraulique, du gradient hydraulique et de la porosité cinématique).

## 2. TECHNIQUE DE MODÉLISATION INVERSE

Au contraire de la technique des « trajectoires inverses », la **modélisation inverse** n'a pas pour finalité de simuler le transport de polluants « à rebours » dans le temps et l'espace. La modélisation inverse consiste en un ajustement automatique des données d'entrée du modèle pour faire converger les simulations vers le résultat souhaité. Autrement dit, il s'agit de faire varier certains paramètres (telles les propriétés des milieux par exemple) pour permettre un calage des résultats de sortie sur une valeur donnée (une observation de terrain par exemple).

La modélisation inverse peut s'effectuer aussi bien en hydrogéologie qu'en transport de polluants et s'applique à tout code numérique de calcul. Sur la base de conditions initiales et de conditions limites ajustées de manière itérative, les calculs sont réalisés soit en régime transitoire (étape par étape, avec un incrément de temps donné), soit en régime permanent (par recherche de l'équilibre des flux hydriques ou massiques). Pour le transport de polluants, toutes les composantes classiques du calcul sont prises en compte (convection, diffusion moléculaire, dispersion mécanique et retardement) : les calculs permettent de connaître les concentrations en tout point du domaine à chaque instant (régime transitoire) ou une fois la convergence des flux atteinte sans prise en compte du paramètre temps (régime permanent). On peut ainsi concevoir une modélisation inverse permettant de préciser certaines caractéristiques de la zone source susceptible d'être à l'origine d'une pollution, cela sur la base de différentes observations de concentrations faites *in situ*.



La modélisation inverse du transport de polluants présente certains avantages : elle permet tout d'abord la réalisation d'un calage du modèle par un ajustement « automatique » de multiples paramètres d'entrée dont les variations peuvent générer des effets non linéaires ou contraires. Elle peut aussi permettre un calibrage de certains

paramètres du modèle qui ne sont pas déterminables expérimentalement ou *in situ*. Elle apparaît ainsi comme particulièrement intéressante pour les milieux hétérogènes, difficiles à caractériser avec précision sur de vastes domaines et difficiles à connaître *a priori*.

Les outils de modélisation inverse sont de plus en plus utilisés ; ils nécessitent cependant d'être employé avec précaution. Tout d'abord, les solutions obtenues ne sont pas systématiquement uniques (les modèles n'étant pas univoques, plusieurs jeux de données d'entrée peuvent donner des résultats identiques). Par ailleurs, au terme du calage « automatique », les paramètres calibrés reflètent aussi les imperfections et inexactitudes des modèles. En ce sens, l'une des conditions essentielles à l'emploi de modélisation inverse en transport est de disposer d'un modèle hydrodynamique fiable, dont on a testé les incertitudes et la sensibilité. La bonne connaissance des conditions réelles de terrain (charges hydrauliques et champ de vitesses) est donc un préalable indispensable.

**Nota Bene** : des exemples concrets sont présentés dans le document relatif à Pennequin D. (2001) (cf. bibliographie - chapitre 4 de ce document).



## **ANNEXE 4**

### **Analyse des textes réglementaires**



## Analyse des textes réglementaires <sup>10</sup>

1. Les textes relatifs aux déchets, aux activités industrielles, minières,
  - 1.1. La loi « déchets »
  - 1.2. La loi ICPE et son décret d'application
  - 1.3. Le code minier
2. Les textes relatifs à la protection de l'eau
  - 2.1. La loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime, à la répartition et à la lutte contre la pollution des eaux
  - 2.2. La loi du 3 janvier 1992 modifiée, relative à l'eau
  - 2.3. Le projet de loi sur l'eau adopté le 27 juin 2001 par le Conseil des Ministres
  - 2.4. L'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation
  - 2.5. Le décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles
3. Les Directives Européennes

### **1. TEXTES RELATIFS AUX DÉCHETS, AUX ACTIVITÉS INDUSTRIELLES, MINIÈRES, ...**

#### **1.1. La loi « déchets »**

La loi 75-633 du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux (Loi reprise au livre V, titre IV, du Code de l'Environnement).

Cette loi vise à prévenir ou réduire la production et la nocivité des déchets. Elle définit la notion de déchet comme « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon<sup>11</sup> » et la notion d'abandon comme « tout acte tendant sous le couvert d'une cession à titre gratuit ou onéreux, à soustraire son auteur aux prescriptions de la présente loi et des règlements pris pour son application<sup>12</sup> ».

Elle tient le producteur ou le détenteur de déchets comme responsable de leur élimination (articles 2 et 3, 1<sup>er</sup> alinéa) et de la remédiation des effets nocifs générés par ces déchets (à l'alinéa 5 de l'article 3) instituant ainsi le principe pollueur - payeur

---

<sup>10</sup> Les lois, décrets et arrêtés peuvent être consultés sur le site juridique officiel du gouvernement français : <http://www.legifrance.gouv.fr>

<sup>11</sup> article L 541-1, Code de l'Environnement

<sup>12</sup> article L 541-3, Code de l'Environnement

(principe qui sera explicitement établi dans la loi 95-101 du 2 février 1995, dite loi Barnier) :

*« Toute personne qui produit ou détient des déchets, dans les conditions de nature à produire des effets nocifs sur le sol, la flore et la faune, à dégrader les sites ou les paysages, à polluer l'air ou les **eaux**, à engendrer des bruits et des odeurs et, d'une façon générale, à porter atteinte à la santé de l'homme et à l'environnement, est tenue d'en assurer ou d'en faire assurer l'élimination conformément aux dispositions de la présente loi, dans des conditions propres à éviter lesdits effets<sup>13</sup> »*

Cette loi a été la première à fixer un cadre à l'action administrative vis à vis des sites et sols pollués en particulier lors de transferts d'activités ou de l'abandon d'un site (disparition ou insolvabilité du producteur ou détenteur de déchets) :

*« Au cas où les déchets sont abandonnés, déposés ou traités contrairement aux prescriptions de la présente loi et des règlements pris pour son application, l'autorité titulaire du pouvoir de police peut, après mise en demeure, assurer d'office l'élimination desdits déchets **aux frais du responsable**. **L'exécution des travaux ordonnés d'office peut être confiée par le ministère chargé de l'environnement à l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie**. L'autorité titulaire du pouvoir de police peut également obliger le responsable à consigner entre les mains d'un comptable public une somme répondant du montant des travaux à réaliser, laquelle sera restituée au fur et à mesure de l'exécution des travaux. Les sommes consignées peuvent le cas échéant être utilisées pour régler les dépenses entraînées par l'exécution d'office.*

*Lorsque l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie intervient pour exécuter des travaux ordonnés d'office, les sommes consignées lui sont réservées à sa demande. (...)*

*Lorsque, en raison de la **disparition ou de l'insolvabilité du producteur ou du détenteur de déchets**, la mise en œuvre des dispositions du premier alinéa (§ précédent) n'a pas permis d'obtenir la **remise en état du site pollué par ces déchets**<sup>14</sup>, l'Etat peut, avec le concours financier éventuel des collectivités territoriales, confier cette remise en état à l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie. (Article L 541-3, Code de l'Environnement) »*

L'article 22 établit une taxe pour tous les déchets qu'ils soient ménagers (et assimilés) ou industriels spéciaux. Cette taxe est récupérée auprès des exploitants des sites de stockage ou d'élimination de déchets et contribue à alimenter le Fonds de Modernisation de la Gestion des Déchets (FMGD) dont un des objets est de participer au financement du traitement et à la réhabilitation des sites pollués (ainsi que celle des

<sup>13</sup> Article L 541-2, Code de l'Environnement

<sup>14</sup> L'article 3 de cette loi met en lumière une ambiguïté forte entre le simple devoir d'élimination des déchets tel qu'il est présenté au premier alinéa et celui de remise en état du site pollué par ces déchets tel que décrit au cinquième alinéa (situation applicable lorsque le responsable a disparu ou n'est pas solvable).

décharges dites « brutes ») lorsque cette participation est devenue nécessaire du fait de la défaillance de l'exploitant ou du détenteur.

Les dépenses correspondant à l'exécution des analyses, expertises ou épreuves techniques nécessaires pour l'application de la présente loi sont à la charge, selon les cas, du détenteur, du transporteur, du producteur<sup>15</sup>...

**Ce texte, en s'appliquant aux déchets « biens meubles destinés à l'abandon », couvre une grande gamme de produits susceptibles d'être à l'origine d'une pollution et le principe de la protection du sol et des eaux contre la pollution générée par les déchets est clairement annoncé.**

**Le responsable, payeur des analyses nécessaires au suivi de la loi ainsi que des mesures d'élimination des déchets, est bien défini : le producteur ou le détenteur du déchet. Ce responsable peut évoluer selon les cas (le transporteur peut l'être par exemple).**

**Ce texte introduit la notion d'abandon de sites pollués et propose l'intervention de l'ADEME pour couvrir les actions de remédiation (néanmoins, ces actions ne peuvent être entreprises qu'après présentation d'un dossier de demande auprès des comités de gestion des taxes<sup>16</sup>)**

**Par contre, il semble que du fait d'une ambiguïté sur les obligations imposées au responsable des déchets, qui selon les articles est obligé d'éliminer les déchets nocifs ou d'assurer également la remise en état du site pollué par ces déchets, le domaine d'application de ce texte soit généralement restreint à l'évacuation des déchets.**

**Enfin, de nombreux agents de l'Etat sont susceptibles de relever les écarts à l'application de cette règle de police mais il n'existe pas un « corps » spécifique attaché à cette fonction. Dans les faits, il semble que ce soit la DRIRE qui est la plus souvent sollicitée pour l'enlèvement des déchets (et pas seulement ceux d'origine industrielle).**

## **1.2. La loi ICPE et son décret d'application**

Les principaux textes sont :

- la loi 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (Loi reprise au livre V, titre I, du Code de l'Environnement) ;

---

<sup>15</sup> Article 4.1 (loi n°88.-1261 du 30 décembre 1988, abrogé par l'article L 541-5 du Code de l'Environnement).

<sup>16</sup> Précision apportée par la circulaire du 7 juin 1996 : pour les sites pollués par des déchets ménagers ou assimilés, présentation du dossier auprès du comité consultatif de modernisation de la gestion des déchets ; pour les autres sites pollués, auprès du comité de gestion de la taxe DIS.

- son décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977 pris pour l'application de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux ICPE.

Au titre de l'article 1<sup>er</sup> (L511-1 dans le Code de l'Environnement), *Sont soumis aux dispositions de la présente loi, les usines, ateliers, dépôts, chantiers et d'une manière générale les installations exploitées ou détenues par toute personne physique ou morale, publique ou privée, qui peuvent présenter des dangers ou des inconvénients soit pour la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publiques, soit pour l'agriculture, soit pour la protection de la nature et de l'environnement, soit pour la conservation des sites et des monuments.*

*Les dispositions de la présente loi sont également applicables aux exploitants de carrières aux sens des articles 1<sup>er</sup> et 4 du code minier<sup>17</sup>».*

Ces installations sont, selon l'article 3, soumises à autorisation ou déclaration en fonction des dangers qu'elles font courir aux intérêts visés à l'article 1<sup>er</sup>. Elles sont définies d'après une nomenclature établie par décret en Conseil d'Etat.

Pour les installations soumises à autorisation, *les moyens d'analyse et de mesure et les moyens d'intervention en cas de sinistre sont fixés par l'arrêté d'autorisation et éventuellement, par arrêtés complémentaires pris postérieurement à cette autorisation<sup>18</sup>. De même, le représentant de l'Etat peut prescrire la réalisation des évaluations et la mise en œuvre des remèdes que rendent nécessaires soit les conséquences d'un accident ou incident survenu dans l'installation, soit les conséquences entraînées par l'inobservation des conditions imposées<sup>19</sup>...* Ces mesures sont prescrites par des arrêtés pris, sauf cas d'urgence, après avis de la commission départementale consultative compétente.

Pour les installations soumises à déclaration, certaines d'entre elles peuvent être soumises à des contrôles périodiques permettant à l'exploitant de s'assurer que ces installations fonctionnent dans les conditions requises par la réglementation. Ces contrôles sont effectués aux frais de l'exploitant et c'est un décret du Conseil d'Etat qui en précise les conditions<sup>20</sup>: *« Le préfet , après avis de la commission départementale consultative, peut imposer par arrêté, toutes prescriptions spéciales nécessaires<sup>21</sup>. Les dépenses correspondant à l'exécution des analyses, expertises ou contrôles nécessaires pour l'application de la présente loi sont à la charge de l'exploitant<sup>22</sup>*

C'est au niveau du décret d'application que la fin de vie de l'exploitation est envisagée : l'article 34-1 précise que *« lorsqu'une installation classée est mise à l'arrêt définitif, son exploitant remet son site dans un état tel qu'il ne s'y manifeste aucun des dangers*

<sup>17</sup> Loi n°93-3 du 4 janvier 1993

<sup>18</sup> Selon l'article 6, abrogé par les articles L512-3 et L512-7 du Code de l'Environnement

<sup>19</sup> Article 6, modifié selon Loi n° 86-2 du 3 janvier 1986

<sup>20</sup> Article 10-2 de la loi du 19 juillet 1976 introduit par la loi n° 95-101 du 2 février 1995, article 65, abrogé par article L 512-11 du Code de l'Environnement

<sup>21</sup> Loi n° 93-3 du 4 janvier 1993

<sup>22</sup> Article 13-1, abrogé par article L 514-8 du Code de l'Environnement

*ou inconvénients mentionnés à l'article 1<sup>er</sup> de la loi du 19 juillet 1976* ». Le cas échéant, cette remise en état peut comprendre la dépollution des sols et des eaux souterraines éventuellement polluées. A la fin des travaux de remise en état, l'exploitant informe le préfet et un inspecteur des installations classées constate la conformité des travaux par un procès verbal de récolement qu'il transmet au préfet. L'installation qui n'est alors plus exploitée est désormais détenue et les contraintes de remise en l'état du site maintenue.

Le responsable au titre de la loi ICPE est le dernier exploitant de l'installation ou à défaut, le détenteur. La circulaire du 1<sup>er</sup> septembre 1997 précise qu'à défaut d'exploitant présent et solvable, le propriétaire, en sa qualité de détenteur de l'installation classée à l'origine de la pollution peut être sollicité (jurisprudence de la cours administrative d'appel de Lyon, 10 juin 1997, M. Zoegger). A défaut, le site pollué par l'activité industrielle est considéré comme orphelin<sup>23</sup>.

Cette loi instaure également une taxe unique perçue sur les établissements industriels et commerciaux et les établissements publics à caractère industriel et commercial lors de la délivrance d'une autorisation pour installation classée ainsi qu'une redevance annuelle auprès de certains de ces établissements (liste établie par décret par le Conseil d'État) en raison des risques particuliers qu'ils font courir à l'environnement et du fait des contrôles approfondis et périodiques qu'ils requièrent<sup>24</sup>.

Cette loi est une loi de police qui prévoit des sanctions pénales et administratives en cas de non respect des textes. Le décret d'application, dans son article 33, institue le « corps » des inspecteurs des installations classées.

**Le texte de la loi ICPE de 1976 définit les modalités d'exploitation (au sens large de l'ouverture, jusqu'à la fin de vie) des installations classées parce que présentant un danger pour l'environnement. Il ne s'agit pas d'une loi sur les sols ou les eaux mais d'une loi sur les installations dont l'exploitation doit tendre à limiter les impacts sur les eaux et les sols.**

**Le préfet a des pouvoirs importants (autorisation, cessation d'activité...) y compris dans la prescription d'analyses et études mais leurs prescriptions sont presque toujours liées à un risque encouru (suite à un incident, un accident).**

---

<sup>23</sup> **La circulaire du 7 juin 1996 du Ministre de l'environnement** précise les conditions de mise en œuvre des procédures administratives et juridiques concernant les sites pollués, par des activités industrielles ou des dépôts de déchets abandonnés et précise les modalités de la demande d'intervention de l'ADEME. Si elle conforte la position des préfets lors de situation d'urgence, elle précise bien que *ce n'est pas dans ce cadre que doit être réglée la résorption de la pollution mise en évidence qui ne sera poursuivie qu'après la découverte des responsables et selon les procédures « normales »* (prescription de travaux, mise en demeure, procédure de consignation...). **La circulaire du 11 mars 1999 du Ministre de l'Environnement** vise à préserver les possibilités de recours de l'Etat et de l'ADEME contre ceux (les exploitants) dont la défaillance nécessite la mobilisation d'argent public et renforce encore les procédures préalables nécessaires à l'intervention de l'ADEME.

<sup>24</sup> Ces taxes et redevances sont désormais intégrées à la taxe générale sur les activités polluantes, la TGAP ayant vocation à absorber la plupart des taxes existantes ou futures, à assiette polluante.

**Enfin, la loi ICPE institue un « corps » d'inspecteurs chargés de la surveillance de ces installations, sur lequel le préfet peut concrètement s'appuyer renforçant ainsi son pouvoir de police.**

Certaines circulaires prises au titre de la loi ICPE, en introduisant les principaux outils de gestion des sites pollués, donnent des éléments contributifs à la méthodologie de recherche des origines des pollutions. En effet, des informations rassemblées dans le cadre du diagnostic initial et de l'évaluation simplifiée des risques (et *à fortiori* lors d'évaluation détaillée des risques) peuvent alimenter la phase d'inventaire de la méthodologie. Néanmoins on remarquera la relative timidité avec laquelle ces évaluations sont prescrites par les préfets :

**La circulaire du 3 décembre 1993 du Ministre de l'environnement** sur la politique de réhabilitation et de traitement des sites et des sols pollués. Cette circulaire fait référence à l'impact possible sur la santé humaine et sur l'environnement des sites pollués par une activité industrielle. Elle fixe les principes de la politique de traitement des sites et sols pollués en précisant que le traitement de chaque site doit dépendre de son impact effectif sur l'environnement et de l'usage auquel il est destiné. Parmi les moyens qu'elle se donne pour mener à bien cette politique, certains se révéleront très utiles pour l'identification de l'origine des pollutions : la constitution d'inventaires historiques à partir d'archives et la mise en place de procédure d'évaluation des risques.

**Les circulaires du 3 avril et du 18 avril 1996 du Ministre de l'environnement** relatives à la réalisation de diagnostic initiaux et de l'évaluation simplifiée des risques sur les sites industriels. L'objectif assigné<sup>25</sup> est la réalisation sur cinq ans de diagnostic initiaux et d'ESR sur environ 2000 sites<sup>26</sup>, selon une liste établie par les préfets (avec des secteurs d'activité prioritaires).

**La circulaire du 10 décembre 1999 du Ministère de l'environnement** donne les principes de fixation des objectifs de réhabilitation de sites dont le sol a été pollué par des ICPE. Le diagnostic approfondi et l'évaluation détaillée des risques apportent au préfet les éléments permettant d'apprécier l'existence effective ou potentielle de risques. L'ampleur des études à mener sera proportionnée à l'importance des risques et des pollutions...

### 1.3. Le code minier

Le code minier est un code propre au domaine minier. L'article 79 indique que *les travaux de recherche et d'exploitation d'une mine doivent respecter les contraintes et les obligations afférentes à la sécurité et la santé du personnel, la sécurité et la salubrité publiques, aux caractéristiques essentielles du milieu environnant (terrestre ou maritime) (...) et aux intérêts énumérés par les dispositions (...) de l'article 2 de la loi n°92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau (...).*

<sup>25</sup> La demande de ces diagnostics et ESR auprès des exploitants des ICPE est possible dans le cadre d'un arrêté complémentaire pris en application de l'article 18 du décret du 21 septembre 1977.

<sup>26</sup> Pour mémoire, il existe actuellement environ 50 000 installations soumises à autorisation...

En raison du faible nombre de sites miniers encore en activité en France<sup>27</sup>, l'analyse du code minier a porté essentiellement sur le cas de la cessation d'activité. Ce code apparaît comme beaucoup plus souple que les textes précédents : L'exploitant, lors de la fin de l'exploitation et de l'arrêt des travaux, fait connaître les mesures qu'il envisage de mettre en œuvre pour préserver les intérêts mentionnés à l'article 79. Le cas d'une possible atteinte irréversible au milieu sol y est même clairement envisagé dans la mesure où il ne relève pas de la sécurité des biens et des personnes<sup>28</sup>. Les principales atteintes au sol sont plutôt liées aux installations de traitement des minerais qui relèvent de la loi ICPE. Seul, le milieu eau fait réellement l'objet d'un bilan des effets des travaux et de leurs arrêts (article 17 de la loi sur l'eau) et l'explorateur ou exploitant est tenu de remettre aux collectivités intéressées les installations hydrauliques nécessaires ou utiles à l'assainissement ou à la maîtrise de l'eau (ainsi qu'une somme permettant leur fonctionnement pendant les dix premières années de fonctionnement).

Autre distinction notable avec les lois déchets, ICPE ou sur l'eau : L'autorité administrative (le préfet), après s'être assuré que toutes les mesures nécessaires ont été prises, en « donne acte » à l'exploitant et cette formalité met fin à la police des mines ; le préfet peut encore intervenir, si des risques apparaissent ultérieurement, mais seulement jusqu'à l'expiration du titre minier. Au-delà, il y a transfert à l'État de la surveillance et de la prévention de ces risques.

## 2. LES TEXTES RELATIFS À LA PROTECTION DE L'EAU

Les textes de lois précédents établissaient des règles à appliquer à certains types de production humaine (mines, carrières, usines, déchets...) pour qu'ils affectent le moins possible les milieux. Les textes suivants en distinguent un peu dans la mesure où ils visent à la protection d'un milieu, le milieu « eau ».

### 2.1. La loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime, à la répartition et à la lutte contre la pollution des eaux.

Cette loi<sup>29</sup> a pour objet la lutte contre la pollution des eaux et leur régénération. Elle crée les comités de bassins et les agences financières de bassin (agence de l'eau). Ces agences sont chargées de la perception des redevances (taux votés par les comités de bassins) et de la subvention de travaux de dépollution (subvention des secteurs public et privé).

---

<sup>27</sup> Les carrières relevant désormais des dispositions de la loi sur les ICPE (loi n°93-3 du 4 janvier 1993).

<sup>28</sup> Article 91, 3<sup>e</sup> alinéa : « Dans le cas où il n'existe pas de mesures techniques raisonnablement envisageables permettant de prévenir ou faire cesser tout désordre, il incombe à l'explorateur ou à l'exploitant de rechercher si des risques importants susceptibles de mettre en cause la sécurité des biens ou des personnes subsisteront après l'arrêt des travaux ».

<sup>29</sup> Article L 211-1 du code de l'environnement.

## 2.2. La loi du 3 janvier 1992 modifiée, relative à l'eau

L'eau est un patrimoine commun de la nation et *la protection, la mise en valeur et le développement de la ressource utilisable, dans le respect des équilibres naturels, sont d'intérêt général.*<sup>30</sup>

Cette loi a pour objet une gestion équilibrée de la ressource en eau qui vise, entre autre, à assurer la **protection contre la pollution et la restauration des eaux superficielles et souterraines**, le développement et la protection de la ressource en eau, satisfaire les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population (article 2).

Pour cela, elle se dote de schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) qui fixent pour chaque bassin ou groupement de bassins les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau. Ces SDAGE, élaborés sur l'initiative du préfet de la région, définissent des objectifs de quantité et de qualité des eaux ainsi que les aménagements à réaliser pour les atteindre<sup>31</sup>. A l'échelle de l'unité hydrographique ou à un système aquifère, un schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) fixe les objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur et de protection quantitative et qualitative des ressources en eau superficielle et souterraine. Il évalue les moyens économiques et financiers nécessaires à sa mise en œuvre. Mais les règles générales de préservation de la qualité de l'eau et de la répartition des eaux superficielles, souterraines sont déterminées par décret du Conseil d'Etat. Ces règles fixent *les normes de qualité et les mesures nécessaires à la restauration et à la préservation de cette qualité, les conditions dans lesquelles peuvent être prescrites les mesures nécessaires pour préserver cette qualité et assurer la surveillance de puits et forages en exploitation ou désaffectés, les conditions dans lesquelles sont effectués, par le service chargé de la police des eaux ou des rejets ou de l'activité concernée, des contrôles techniques des installations, travaux ou opérations et les conditions dans lesquelles le coût de ces contrôles peut être mis à la charge de l'exploitant, du propriétaire ou du responsable de la conduite des opérations en cas d'observation de la réglementation.*

Le Conseil d'État établit la nomenclature des installations (ne figurant pas dans la nomenclature des installations classées)<sup>32</sup>, ouvrages, travaux et activités (IOTA) qui présentent des effets possibles sur la ressource en eau<sup>33</sup>. Au titre de cette nomenclature (décret n° 93-743 du 29 mars 1993), ces IOTA sont soumises à autorisation ou déclaration selon les risques qu'elles font encourir à la ressource en eau. Dans tous les cas, les prescriptions nécessaires au respect des termes de cette loi, les moyens de surveillance, les modalités des contrôles techniques et les moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident sont fixées par l'arrêté d'autorisation et éventuellement, par des actes complémentaires pris postérieurement à cette autorisation.

<sup>30</sup> Article 1<sup>er</sup> de la loi du 3 janvier 1992, abrogé par article L 210-1 du Code de l'Environnement.

<sup>31</sup> Article L 212-2 et article L 213-3, Code de l'Environnement.

<sup>32</sup> Les ICPE doivent respecter les principes généraux de la loi sur l'eau (respect des articles 2, 3, 5, 12, 22 et 30 mais pas les procédures administratives qui leurs sont propres.

<sup>33</sup> Article 10, abrogé et remplacé par les articles L214-1 et 2 du Code de l'Environnement.

Selon l'article 12<sup>34</sup>, ces installations doivent être pourvues de moyens de mesure ou d'évaluation appropriés. Leurs exploitants ou, si il n'existe pas d'exploitants, leurs propriétaires sont tenus d'en assurer la pose et le fonctionnement, de conserver trois ans les données correspondantes et de tenir celles-ci à la disposition de l'autorité administrative,...

En cas d'incident ou accident présentant un danger pour la sécurité civile, la qualité, la circulation ou la conservation des eaux, le préfet et le maire intéressés doivent être informés dans les meilleurs délais afin que le préfet puisse prescrire à la personne responsable de l'incident<sup>35</sup>, les mesures nécessaires à l'arrêt des atteintes au milieu, d'en évaluer les conséquences et d'y remédier (article 18).

Enfin, cette loi est également une loi de police avec sanctions pénales et administratives (dans les articles 22 à 30) et dont de très nombreux agents sont chargés de procéder à la recherche et à la constatation des infractions<sup>36</sup> dont pour mémoire les inspecteurs ICPE, les agents assermentés et commissionnés, appartenant aux services de l'Etat chargé de l'environnement, de l'agriculture, de l'industrie, de l'équipement, des transports, de la mer, de la santé et de la défense, les chercheurs, ingénieurs et techniciens assermentés de Ifremer, etc. Au niveau départemental, il existe une Mission InterService de l'Eau (MISE) chargée de coordonner les différents services de "police de l'eau " relevant de nombreux ministères.

Le décret 87-154<sup>37</sup> fonde le préfet de région dans la direction des actions de l'Etat dans le domaine de l'eau (responsabilité de police, de gestion des ressources,...). Le préfet est assisté en cela par la direction régionale de l'environnement dont le directeur peut faire appel en tant que de besoin aux concours des services déconcentrés. La mise en application des actions relève du préfet de département qui met en place les arrêtés nécessaires correspondants.

**La loi sur l'eau se distingue des autres textes par le fait qu'elle vise à protéger une ressource, un milieu « l'eau » et, c'est à ce titre qu'elle établit des règles de bonnes pratiques (comme pour les textes précédents) pour toutes les installations, ouvrages, travaux et activités susceptibles de mettre en danger cette ressource. Elle instaure la mise en place des SDAGE et SAGE qui devraient constituer une réelle occasion de mettre en évidence les problèmes posés par des pollutions dont l'origine est inconnue.**

**Par ailleurs, le décret 87-154 donne pouvoir aux DIREN, sous couvert du préfet, de faire appel aux services déconcentrés de l'Etat pour la mise en application de la police de l'eau. La recherche de l'origine d'une pollution des eaux souterraines peut à ce titre être instruite.**

---

<sup>34</sup> Abrogé par l'article L 214-8 du Code de l'Environnement.

<sup>35</sup> et l'exploitant, ou à défaut le propriétaire.

<sup>36</sup> Article 19 abrogé par l'article L216-3 du code de l'Environnement.

<sup>37</sup> Décret 87-154 du 27 février 1987 relatif à la coordination interministérielle et à l'organisation de l'administration dans le domaine de l'eau.

**Enfin, le milieu sol n'apparaît à aucun moment dans le texte alors que presque toutes les pollutions des eaux souterraines (et pour partie des eaux superficielles) passent de fait par le sol qui est alors soit milieu de transfert soit source même de la pollution.**

### **2.3. Le projet de loi sur l'eau adopté le 27 juin 2001 par le Conseil des Ministres**

Cette nouvelle loi transpose, pour partie, la directive européenne du 23 octobre 2000 publiée au Journal Officiel des Communautés Européennes le 22 décembre 2000 (Directive 2000/60/CE).

L'article 1<sup>er</sup> indique que « *Tous les coûts des services liés à l'usage de l'eau, y compris les coûts pour l'environnement et les ressources elles-mêmes, doivent être récupérés sur les utilisateurs...* ».

Son principe est basé sur un meilleur partage des coûts entre les différents participants contribuant à la pollution des eaux (toujours le principe du pollueur- payeur). A ce titre, des mesures sont prises pour lutter contre la pollution agricole au travers de taxes (sur les excédents d'azote, sur la consommation d'eau) devant inciter à des pratiques plus écologiques de la part des agriculteurs.

Elle modifie les règles relatives à l'élaboration du taux et au recouvrement des redevances par les agences de l'eau qui sont désormais votées par le Parlement. Elle renforce également la mise en place des SDAGE et SAGE en impliquant les agences de l'eau dans la gestion des milieux.

### **2.4. L'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation**

Cet arrêté récent donne des valeurs limites d'émission dans les eaux superficielles (il n'y a pas de rejet direct dans les eaux souterraines), dans le sol dans le cadre de l'épandage<sup>38</sup> et dans l'air. Il précise que dans le cas d'un rejet d'une (ou de) substance(s) susceptible (s) de s'accumuler dans le sol telle (s) que les métaux, l'étude doit en sus examiner les effets dus à cette accumulation en tenant compte des dépôts antérieurs éventuels et de la durée de vie potentielle de l'installation<sup>39</sup>.

---

<sup>38</sup> « On entend par « épandage » toute application de déchets ou effluents sur ou dans les sols agricoles ». Seuls les déchets ou les effluents ayant un intérêt pour les sols ou pour la nutrition des cultures peuvent être épandus. Art. 36 de l'arrêté du 2 février 1998.

<sup>39</sup> Article 52 de l'arrêté du 2 février 1998.

L'arrêté précise également les modalités de surveillance de ces rejets mais également de surveillance des effets sur l'environnement (air, eaux superficielle et souterraine, sol) dans des contextes à risques particuliers<sup>40</sup>.

Les installations classées soumises à autorisation existantes dont les flux de pollution dépassent les valeurs limites, ainsi que les installations dont les rejets actuels contribuent à un niveau de pollution du milieu récepteur incompatible avec la vocation du milieu ont cinq ans pour se mettre en conformité avec les dispositions du décret.

**Cet arrêté, en fixant de nombreuses valeurs limites d'émissions polluantes, encadre sérieusement les rejets dans l'environnement. Il doit ainsi permettre une harmonisation à l'échelle nationale, des différences d'interprétations ou applications ayant pu générer des pollutions de sols.**

## **2.5. Le décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles**

Ce décret récent vise à accroître la protection du consommateur par une plus grande sécurité sanitaire. Ce texte transpose trois directives : la 75.440 sur les eaux brutes potabilisables, la 79 sur la fréquence d'échantillonnage des eaux brutes superficielles, et la directive 98.83 sur l'eau destinée à la consommation humaine. Il préconise des règles générales d'hygiène, protectrices pour la santé, portant sur la conception, la réalisation et l'entretien des installations de production et de distribution d'eau. Il définit l'organisation du contrôle sanitaire avec des listes de paramètres concernant les contrôles en routine ainsi qu'une liste de paramètres un peu plus étendue, concernant les contrôles complets qui ont pour objectif de fournir les informations nécessaires pour déterminer si toutes les valeurs établies ou fixées, prévues par la directive sont respectées.

**Ce décret modifie substantiellement la classification et les limites des paramètres de la qualité de l'eau, en introduit de nouveaux. Il fournit un cadre juridique de gestion des situations de non-conformité de l'eau par rapport aux valeurs limites avec des éléments d'une démarche d'évaluation. La mise en conformité des eaux distribuées, dans les délais fixés par la directive (5, 10 ou 15 ans selon les substances) va entraîner d'importants travaux pour rechercher et mobiliser des ressources exemptes de contamination.**

---

<sup>40</sup> Pour les eaux souterraines : en cas d'installations de traitement de liquides inflammables et de dépôts de plus de 20 000 tonnes de liquides inflammables (hors fuel lourd) ainsi que les installations fabriquant ou stockant plus de 20 t de produits...article 65.

### 3. LES DIRECTIVES EUROPÉENNES

Les directives européennes, fruits d'une politique communautaire, se doivent d'être transcrites dans le droit français dans les délais d'application prévus. Passés ces délais, elles sont applicables de fait. Elles sont à l'origine de nombreuses évolutions de la réglementation depuis quelques années.

Dans le domaine de l'environnement industriel et des déchets, la directive 96/61/CE du 24/09/96 renforce les aspects de prévention et de réduction intégrée de la pollution en confortant le principe du pollueur payeur. Etablie dans le cadre du développement durable, elle préconise une approche intégrée (eau, air et sol) pour éviter les transferts entre les milieux. La directive 86/278/CE<sup>41</sup> sur l'épandage de boues des stations d'épuration en agriculture vise à limiter les apports et effets négatifs pour les sols. D'autres directives visent indirectement à protéger les sols et les eaux souterraines en contrôlant l'impact de la mise en décharge (Directive 1999/31/CE<sup>42</sup>) ou de l'incinération des déchets (Directive 2000/76/EC<sup>43</sup>).

La législation communautaire sur l'eau (Directive 2000/60/CE sur l'eau<sup>44</sup>, Directive Nitrates<sup>45</sup>) établit des standards pour prévenir la pollution des eaux de surface et souterraines par la fuite de substances dangereuses ou l'excès de nutriments apportés au sol. La directive Nitrates insiste sur la mise en place de bonnes pratiques agricoles et sur des actions de protection des zones vulnérables. La directive 2000/60/CE sur l'eau vise à maintenir les fonctions écologiques, qualitatives et quantitatives de l'eau. Dans l'ensemble, ces directives sont reprises dans la loi sur l'eau de 1992 et dans le projet de loi sur l'eau 2001. Parmi les objectifs environnementaux de la directive 2000/60/EC sur l'eau, les Etats membres doivent mettre en œuvre les mesures nécessaires pour inverser toute tendance à la hausse significative et durable de la concentration de tout polluant résultant de l'impact de l'activité humaine afin de réduire progressivement la pollution des eaux souterraines<sup>46</sup>.

La directive 2000/60 a été complétée le 20/11/2001 par la décision 2455/2001 établissant la liste des substances prioritaires dans le domaine de l'eau. Ces 44 substances appartiennent aux domaines des composés organiques industriels et à celui des pesticides et phytosanitaires.

L'évaluation des impacts sur l'environnement d'un projet industriel (au sens large) doit être réalisée au titre de la Directive 97/11/CE<sup>47</sup>. A terme, c'est une évaluation beaucoup

---

<sup>41</sup> Directive 86/278 /CE du 12 juin 1986 modifiée, relative à la protection de l'environnement, et notamment des sols, lors de l'utilisation des boues d'épuration en agriculture.

<sup>42</sup> Directive 99/31/CE du 26 avril 1999 concernant la mise en décharge des déchets.

<sup>43</sup> Directive 2000/76/CE du 4 décembre 2000 concernant l'incinération des déchets.

<sup>44</sup> Directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 du parlement européen et du conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

<sup>45</sup> Directives 91/676/CE du 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir des sources agricoles.

<sup>46</sup> Articles 1, 4 et 17 de la directive 2000/60/CE.

<sup>47</sup> Directive 97/11/CE du 3 mars 1997

plus large qui sera entreprise puisqu'elle portera sur tous les plans et programmes susceptibles d'avoir un effet sur l'environnement (Directive 2001/42/EC).

**Dans l'ensemble, ces directives ont déjà été intégrées à la législation française sous forme de lois ou décrets, à l'exception logique des directives les plus récentes. La Directive 2000/60/EC présente l'ambitieux projet de mettre en œuvre les mesures nécessaires pour inverser toute tendance de pollution des eaux souterraines. A priori, parmi les mesures prises en application de cette Directive, pourraient figurer les recherches d'origine de pollution.**

**Centre scientifique et technique**  
**Service environnement industriel et procédés innovants**  
3, avenue Claude-Guillemain  
BP 6009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 33 (0)2 38 64 34 34