



Diagnostics du site

INDICE	ETAT	MODIFICATIONS	DATE approbation MEDAD	DATE mise en application
V0	opérationnel		08/02/07	08/02/07

SOMMAIRE

PREAMBULE	7
AVERTISSEMENT	9
1 Contexte et domaines d'application	11
1.1 Rappel sur les démarches de gestion	11
1.2 Objectifs des diagnostics	12
1.3 Deux familles de diagnostics distinctes et complémentaires	15
2 Les études documentaires	17
2.1 Champ d'application de l'approche documentaire	17
2.2 La préparation des études documentaires	18
2.3 Nature des informations à collecter	20
3 Les investigations de terrain	41
3.1 Objectifs des investigations de terrain	41
3.2 Conception d'un programme d'investigations	43
3.3 Mise en œuvre des investigations de terrain	46

FIGURES

Figure 1 : Les deux démarches de gestion possibles	11
Figure 2 : Principe de caractérisation des produits manipulés et des déchets générés	21
Figure 3 : Pratiques de gestion environnementale et sources d'information correspondantes	24
Figure 4 : Schéma conceptuel : relations entre sources, milieux de transfert et d'exposition et usages affectés	26
Figure 5 : Milieux d'exposition pour l'homme	30
Figure 6 : Schéma conceptuel et hypothèses	41
Figure 7 : Proposition de plan pour un rapport d'étape documentaire	54
Figure 8 : Principe de détermination d'une stratégie d'échantillonnage des sols à partir d'un criblage de terrain	184
Figure 9 : Exemples de plans d'échantillonnages systématiques	189
Figure 10 : Exemples de stratégies d'échantillonnage guidé	191
Figure 11 : Quantité minimale à prélever en fonction de la taille maximale des composants (Bunge, 1999)	200
Figure 12 : Exemple de fiche de sondage ou de tranchée d'exploration	202
Figure 13 : Matérialisation de la zone de mélange (photomontage)	207
Figure 14 : Échantillonnage d'un plan d'eau ou d'un cours d'eau	209
Figure 15 : Exemple de fiche de prélèvement d'eau superficielle	215
Figure 16 : Dispositifs piézométriques à niveaux multiples (Nielson, 1991)	223
Figure 17 : Principe de réalisation d'un forage en nappe libre (document BRGM)	226
Figure 18 : Principe de réalisation d'un forage dans des aquifères superposés (document BRGM)	226
Figure 19 : Exemple de protection de tête de forage	228
Figure 20 : Exemple de fiche de prélèvement d'eau souterraine (Norme FD X 31-615,2000)	234
Figure 21 : Exemple de bordereau de suivi d'échantillon d'eau (Norme FD X 31-615,2000)	235
Figure 22 : Hétérogénéité de constitution et de distribution de la matière	239
Figure 23 : Hétérogénéité et erreur d'échantillonnage	239
Figure 24 : Sources d'erreurs au cours du processus analytique	262

TABLEAUX

Tableau 1 : Quelques exemples de voies d'exposition en fonction des milieux concernés	32
Tableau 2 : Principaux textes ou programmes régissant la conservation de la biodiversité	36
Tableau 3 : Investigations possibles en fonction des milieux	42
Tableau 4 : Définition du programme d'échantillonnage et d'analyses	45
Tableau 5 : Mesures sanitaires et de sécurité pouvant être requises lors des investigations de terrain (d'après Norme NF ISO 10381-3, Mars 2002)	48
Tableau 6 : Points à souligner dans le cadre des études des différents milieux	57
Tableau 7 : Industries et substances polluantes correspondantes (Norme NF ISO 15800)	181
Tableau 8 : Evaluation des stratégies d'échantillonnage en fonction de l'objectif (EPA, 1991)	186
Tableau 9 : Options possibles de stratégies d'échantillonnage des sols en fonction des besoins exprimés	187
Tableau 10 : Préconisation pour l'échantillonnage des sols dans le cadre d'une étude des risques	193
Tableau 11 : Comparaison des techniques d'échantillonnage des sols (ISO 10381-2, 2000)	198
Tableau 12 : Adaptabilité des conteneurs à l'échantillon (ISO 10381-2, 2002)	203
Tableau 13 : Quelques techniques appropriées pour la conservation des échantillons (extrait document BRGM)	217
Tableau 14 : Protocole général d'échantillonnage d'eau souterraine	231
Tableau 15 : Champs d'application des différentes méthodes d'échantillonnage des déchets (Source : ANRED, 1984, Cahier Technique n° 12)	242
Tableau 16 : Méthodes de criblage de terrain (EPA, 1991)	250
Tableau 17 : Principales méthodes d'investigations par géophysique	251
Tableau 18 : Avantages et inconvénients des techniques géophysiques (d'après EPA, 1991)	253
Tableau 19 : Méthodes analytiques des gaz du sol sur site	256
Tableau 20 : Synthèse des méthodes applicables pour l'analyse de sol et de l'eau : paramètres de base	266
Tableau 21 : Synthèse des méthodes applicables pour l'analyse de sol et de l'eau : substances inorganiques	267
Tableau 22 : Synthèse des méthodes applicables pour l'analyse de sol et de l'eau : substances organiques	268

ANNEXES

ANNEXE A : Plan type de rapport d'étape et final de diagnostics	53
ANNEXE B : Les sources d'information documentaire	59
ANNEXE C : Les sources d'information sur les produits chimiques	141
ANNEXE D : Matrices simplifiées activités-polluants	143
ANNEXE E : Stratégie d'échantillonnage	183
ANNEXE F : Les techniques d'investigation in-situ ou sur terrain	249
ANNEXE G : Le choix d'un laboratoire	259

PREAMBULE

Les pouvoirs publics ont mis en œuvre une gestion des risques pour l'ensemble de la population française. Des valeurs de gestion réglementaires sur les eaux de boisson, les denrées alimentaires, l'air extérieur sont ainsi en vigueur. Généralement issues de recommandations émises par l'Organisation Mondiale de la Santé ou de Directives européennes, ces valeurs correspondent au niveau de risque accepté par les pouvoirs publics pour l'ensemble de la population. En complément, la préservation de la biodiversité bénéficie de plusieurs dispositifs de gestion spécifiques : Directive « Habitats » (92/43/CEE), Directive « Oiseaux » (79/409/CEE), Réseau et sites « Natura 2000 », ZNIEFF...

En ce qui concerne les milieux et les sites pollués, en cohérence avec ces dispositifs de gestion sanitaire et environnementale, et en application des principes de la politique de gestion des risques suivant l'usage, deux démarches de gestion sont désormais définies.

On distingue :

- la démarche d'interprétation de l'état des milieux (IEM) : il s'agit de s'assurer que l'état des milieux est compatible avec des usages déjà fixés,
- le plan de gestion : lorsque la situation permet d'agir aussi bien sur l'état du site (par des aménagements ou des mesures de dépollution) que sur les usages qui peuvent être choisis ou adaptés.

Les démarches de gestion, que ce soit une IEM ou un plan de gestion, doivent reposer sur une phase préliminaire d'étude et de réflexion. Il s'agit de réaliser un bilan factuel de l'état du milieu ou du site étudié. Cet état des lieux repose sur une série d'investigations (étude historique, de vulnérabilité et/ou de l'état des milieux) plus ou moins lourdes selon les enjeux identifiés sur le site.

Le présent document a été élaboré pour servir de support technique aux différents utilisateurs afin de leur permettre de concevoir et réaliser des diagnostics adaptés aux conditions du site à étudier et en fonction des objectifs souhaités de connaissance de l'état d'un site ou des milieux à un moment donné de la démarche de gestion.

AVERTISSEMENT

Ce guide ne constitue pas un modèle pratique standard, désigné comme tel, visant à éliminer le jugement et la valeur d'expertise des équipes réalisant les investigations. Le choix et l'adaptation au contexte local relèvent du savoir-faire et des compétences des opérateurs. Par ailleurs, les moyens et les méthodes exposés ici concernent exclusivement la caractérisation de l'état des milieux et la description des enjeux liés à l'exposition chronique des populations vis à vis des sites et des environnements potentiellement pollués par des activités industrielles. Ainsi, les outils spécifiques permettant de connaître et de caractériser l'état de la faune et la flore dans le milieu naturel ne sont pas développés dans ce document.

1 Contexte et domaines d'application

1.1 Rappel sur les démarches de gestion

En application des principes de la politique de gestion des risques suivant l'usage et en considérant les potentialités d'action sur les usages et sur l'état des milieux, deux démarches de gestion sont désormais définies (cf. Figure 1).

On distingue :

- la démarche d'interprétation de l'état des milieux (IEM) : il s'agit de s'assurer que l'état des milieux est compatible avec des usages déjà fixés,
- le plan de gestion : lorsque la situation permet d'agir aussi bien sur l'état du site (par des aménagements ou des mesures de dépollution) que sur les usages qui peuvent être choisis ou adaptés.

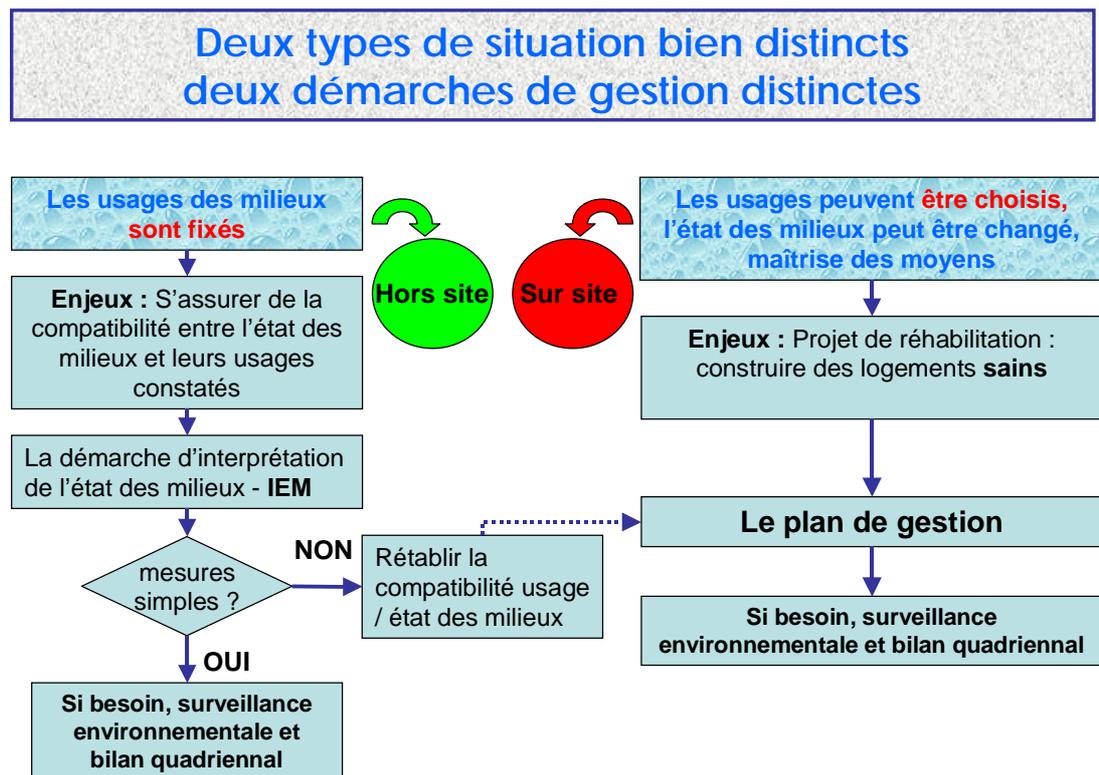


Figure 1 : Les deux démarches de gestion possibles

Selon le cas, ces deux démarches peuvent être mises en œuvre indépendamment l'une de l'autre, simultanément ou successivement.

Par exemple, à l'issue d'une démarche d'interprétation de l'état des milieux, et dès lors que des actions simples de gestion ne sont pas suffisantes, un plan de gestion peut être nécessaire pour rétablir la compatibilité entre l'état de milieux et les usages.

A l'inverse, la mise en œuvre d'un plan de gestion pour la réhabilitation d'un site peut conduire à découvrir des pollutions hors des limites du site objet du projet. A l'extérieur du site, une démarche d'interprétation de l'état des milieux pourra alors permettre d'examiner la compatibilité entre les usages constatés et l'état des milieux pollués.

1.2 Objectifs des diagnostics

Les diagnostics peuvent intervenir à différents niveaux des démarches de gestion. Par l'acquisition, l'organisation et l'interprétation de données ou d'informations spécifiques au site et représentatives du contexte local, ils doivent permettre d'accéder à l'état des milieux et décrire les enjeux en s'appuyant sur des moyens proportionnés et adaptés pour définir une stratégie de gestion propre au site et aux milieux environnants.

De ce fait, la nature et le contenu des études de diagnostic à entreprendre dépendent spécifiquement des objectifs attendus : « une phase de diagnostic pour un objectif donné ».

A ce titre, les diagnostics ont pour objet la collecte de données ou de connaissances dans le but de **caractériser les sources, les voies de transfert et les milieux d'exposition** et de **comprendre les mécanismes de propagation** des pollutions constatées.

Ces diagnostics doivent être réalisés pour permettre :

- de construire et faire évoluer le schéma conceptuel puis le modèle de fonctionnement du site, afin de le replacer par rapport à son histoire et son environnement,
- d'**analyser les enjeux** liés à l'état de pollution du site et des milieux d'exposition, aux usages identifiés, au contexte local et aux valeurs de comparaison pertinentes,
- de **quantifier et caractériser les volumes de terres à traiter**, et ainsi préparer et organiser les filières de gestion et le chantier de réhabilitation (tri des terres, contrôles, coûts),
- de vérifier les expositions résiduelles,
- de justifier et argumenter le plan de surveillance des milieux à mettre en place.

Le plus souvent, il s'agira d'un **processus progressif et itératif** faisant appel successivement à des éléments d'information documentaires et à des éléments d'information de terrain.

Le **contrôle de la qualité des milieux** peut avoir lieu :

- au moment des premières visites sur site

Une première visite du site permet parfois de repérer, par une appréciation visuelle, des pollutions évidentes du sol et de rassembler des éléments d'information sur les points de prélèvements existants (par exemple : présence de piézomètres pour contrôler la qualité des eaux souterraines). Puis, le contrôle de la qualité des milieux se met en place progressivement, au fur et à mesure de l'avancée des études de diagnostic, et il doit être réajusté au vu des résultats des premières phases de contrôle.

Il participe pleinement à l'évaluation préliminaire des enjeux potentiellement concernés par le site. Cette première étape d'évaluation préliminaire des enjeux potentiels consiste à vérifier la qualité des milieux, afin d'**orienter** par la suite le diagnostic vers les actions les mieux adaptées aux problèmes rencontrés, comme, par exemple, la mise en sécurité d'usages sensibles si le niveau d'atteinte des milieux peut représenter une menace pour leur maintien, au moyen d'une restriction temporaire d'usage, d'une vigilance accrue sur certains paramètres, d'un dispositif d'alerte... ou de toute autre action proportionnée aux enjeux. L'opérateur devra également se référer au document "*La visite du site*"¹.

- lors des études de diagnostic

Le **contrôle** de l'état des milieux, et, le cas échéant, son **suivi** durant les phases de diagnostic permettent également d'apporter des éléments de jugement sur l'**orientation des investigations complémentaires** et des actions à mener, selon que l'évolution de la qualité des milieux est en progression, stabilisé ou en régression ou que les niveaux atteints sont considérés comme dégradés.

- après des actions de réhabilitation

In fine, le contrôle et la vérification du niveau de pollution résiduelle du site, si des actions de réhabilitation ont été mises en œuvre, ont pour vocation de s'assurer que les milieux pour lesquels il a été nécessaire de fixer des objectifs de réhabilitation sont effectivement **conformes aux critères fixés** dans l'analyse des risques résiduels. Cette phase nécessite une approche de terrain spécifique, et doit être complétée par un dispositif permettant de s'assurer qu'un usage plus sensible ne sera pas affecté au site dans l'avenir, sans s'être assuré au préalable des investigations éventuellement nécessaires à entreprendre. L'importance de cette phase de diagnostic réside par conséquent sur l'adéquation des **servitudes** qu'il conviendra de mettre en place, et sur la pertinence des actions entreprises au regard de l'exposition des populations environnantes, actuelles et futures.

1.2.3 Évaluer les volumes de terres à traiter

Dans un certain nombre de cas, la réhabilitation du site pour des usages donnés du site et de son environnement sera considérée comme indispensable. La mise en place d'un programme de réhabilitation passe le plus souvent par des phases complémentaires de diagnostic afin d'acquérir **des données de dimensionnement préliminaires aux actions de réhabilitation**. En particulier, l'évaluation des **volumes de terres à traiter**, si nécessaire, et l'**organisation du chantier** de réhabilitation (destination des terres à excaver, type et nature de confinement à mettre en place...) nécessitent de connaître à la fois la qualité des milieux et les **enjeux sanitaires et environnementaux** du site et de ses environs. Elle résulte de la confrontation du schéma conceptuel du site avec l'analyse des enjeux, au regard du projet de requalification du site.

¹ Disponible sur le site Internet : <http://www.sites-pollues.ecologie.gouv.fr>

L'importance du diagnostic à ce stade est à la fois :

- **sanitaire et environnementale** : protection des populations sur et à l'extérieur du site, protection des milieux d'exposition (par exemple : caractérisation des composés susceptibles de générer des nuisances sanitaires, olfactives, des risques d'incendie ou d'explosion lors de travaux) ...,
- **technique** : pertinence des solutions de mise en œuvre proposées par rapport aux différentes contraintes du projet,....,
- **économique** : optimisation des quantités à traiter, choix des filières d'élimination, analyse technico-économique des variantes du projet de réhabilitation,....,
- **stratégique** : choix des options de confinement, de traitement, de mise en décharge ou de réutilisation.
-

1.2.4 Mettre au point un plan de surveillance

La mise au point d'un **plan de surveillance des milieux** s'appuie sur le schéma conceptuel du site et a pour vocation première de s'assurer de sa pertinence sur le terrain. Par conséquent, l'élaboration d'un programme de surveillance des milieux ne représente pas une étape isolée d'un processus de gestion, mais une action évolutive, allant du contrôle de l'état des milieux, à la caractérisation spatiale des impacts, jusqu'à l'anticipation de leur évolution **dans le temps et dans l'espace**.

De même que les données nouvelles apportées par les différents éléments de diagnostic permettent de préciser au fur et à mesure les conditions d'un programme de surveillance, les questionnements soulevés par la nécessité de connaître les impacts du site sur les milieux et leurs évolutions, permettent d'orienter les phases de diagnostic à mettre en œuvre.

1.3 Deux familles de diagnostics distinctes et complémentaires

Les diagnostics peuvent être de deux natures différentes. On distingue ceux reposant sur une **étude documentaire** de ceux reposant sur la mise en œuvre de **campagnes de mesures sur le terrain**.

Concernant **les études documentaires**, il peut s'agir :

- d'une **étude historique** qui vise à :
 - ◆ identifier les activités et pratiques susceptibles d'avoir entraîné une pollution du sol ou des eaux,
 - ◆ identifier la nature et la quantité (si possible) des polluants,
- de la **phase documentaire d'une étude de vulnérabilité des milieux** visant à identifier les possibilités de transfert, à caractériser les usages ...
-
- de la phase documentaire d'une étude de l'état des milieux visant à :
 - ◆ recueillir les données existantes,
 - ◆ recenser les points potentiels de prélèvement, d'échantillonnage permettant de procéder au contrôle de l'état des milieux,

- ◆ localiser les lieux potentiellement pollués.

Concernant les **campagnes de mesures sur le terrain**, il peut s'agir :

- d'une **étude de l'état des milieux** qui vise à déterminer :
 - ◆ la nature et teneurs en polluants dans les milieux,
 - ◆ l'extension des zones impactées,
- d'une **étude de vulnérabilité des milieux** visant à déterminer précisément les caractéristiques (propriétés physicochimiques, hydrogéologiques, météorologiques, ...) des milieux de transfert ou des milieux d'exposition

L'étude historique et documentaire du site est **essentielle** pour la **bonne compréhension du fonctionnement passé et actuel du site** et, par la suite, elle oriente de manière souvent prépondérante les phases de diagnostic sur le terrain.

Ces deux types de diagnostic sont **complémentaires**, et ne sont pas exclusifs l'un de l'autre. Ils ne sont pas non plus disjoints, même si, pour des raisons pratiques de présentation, ils sont décrits séparément.

L'absence de données documentaires ne doit pas conduire à bloquer une étude et la gestion du site en question : dans ce cas, il faudra alors faire porter son effort sur l'acquisition des données via les études de terrain.

La mise en œuvre de l'un ou l'autre type de diagnostic doit se justifier par rapport aux besoins d'élaboration et d'analyse du schéma conceptuel du site, et non pas dans un souci d'application exhaustive d'outils techniques. La connaissance de l'état des milieux nécessite d'être menée de manière réfléchie pour être représentative de la situation examinée. Les **moyens doivent donc être proportionnés et adaptés aux enjeux** sanitaires et environnementaux rencontrés.

De même, la définition des priorités d'investigation sur le terrain se base en premier lieu par rapport aux **enjeux** attendus ou connus du site sur les milieux plutôt que par la mise en œuvre d'une démarche d'investigation systématique, qui peut conduire à retarder la mise en œuvre d'actions ou de décisions, en les subordonnant à la remise d'études dont la durée peut être incompatible avec les **délais d'une action efficace**.

2 Les études documentaires

2.1 Champ d'application de l'approche documentaire

La recherche d'éléments d'information documentaires permet de collecter des données de nature et d'origine différentes (cartes, photographies, rapports d'étude, interviews de personnes ayant travaillé sur le site...), de les recouper et les vérifier, et dans la mesure du possible, les localiser dans l'espace. Ces éléments d'information permettent de définir un **cadre d'étude spatio-temporel**, adapté à la nature des **enjeux** à préserver.

La démarche documentaire vise à :

- identifier le site et sa localisation géographique,
- **recenser les activités** qui se sont succédées sur le site, pour identifier la nature et les propriétés des substances polluantes susceptibles d'être encore présentes,
- **localiser les lieux potentiellement pollués**, pour adapter une stratégie d'échantillonnage à la caractérisation des zones atteintes, ou à la vérification d'absence de pollution dans des zones non concernées,
- identifier les pratiques de gestion environnementale des déchets et des rejets, permettant d'estimer la possibilité d'avoir impacté des milieux,
- **appréhender les voies de migration possibles**, en identifiant les facteurs favorisant ou ralentissant les transferts, pour organiser les opérations de contrôle et de suivi de la qualité des milieux,
- **identifier les usages et les milieux d'exposition** pouvant être concernés par la pollution issue du site,
- **recenser les ouvrages**, et plus généralement les localisations possibles permettant de procéder au contrôle de la qualité des milieux,
- **évaluer l'extension des atteintes aux milieux**, en considérant la période d'existence de chaque type d'activité, qui permet de spéculer sur l'extension possible des atteintes aux milieux,
- estimer l'état non perturbé des milieux.

Il faut rappeler à ce stade que la première source d'information sur ces différents points, quand elle existe, est constituée de **l'étude d'impact** de l'installation ou des installations, et **des rapports de suivi de l'état des milieux**, effectués au cours de l'activité de l'installation ou des installations présentes sur le site.

L'état initial de l'environnement, les impacts sur les milieux s'il y en a eu, ainsi que leur état actuel peuvent ainsi être théoriquement facilement reconstitués. Lorsque ces études n'existent pas ou n'ont pas été faites de manière satisfaisante, l'un des objectifs premiers des diagnostics est in fine de fournir les informations reconstituant généralement ces études.

2.2 La préparation des études documentaires

2.2.1 Recommandations générales

La diversité, la variabilité de la qualité (liée à l'existence de structures d'archivage et aux modes de gestion et de conservation des archives) de ces informations constituent autant de difficultés à gérer, notamment pour les sites très anciens ou abandonnés.

Compte tenu des difficultés couramment rencontrées dans ce type de démarche, quelques principes de base peuvent être rappelés :

- les principales difficultés concernent **la fiabilité des données recueillies**, leur situation dans l'espace et dans le temps ; il est donc primordial de recueillir toutes les données quelles que soient leurs origines, et de veiller à les localiser dans le temps et l'espace, tout en identifiant précisément les sources d'information,
- pour les sites anciens, il convient de garder à l'esprit que les pratiques industrielles ont évolué et qu'elles étaient parfois très différentes de celles connues aujourd'hui (y compris en terme de valorisation et d'élimination des déchets),
- les sources d'information utilisées dans le cadre de ces recherches (références précises, dates de consultation ou de mise à jour, dates et échelles des documents cartographiques et photographiques...) seront consignées dans le rapport d'étape "historique du site" élaboré,
- le rapport d'étape mentionnera les éventuelles hypothèses de départ telles que le délai maximal attribué pour les recherches, l'utilisation des matrices "activités - substances" ou "activités - déchets" en l'absence de toute autre information plus fiable, les modes d'exploitation des données approximées (exemple : mode d'interpolation cartographique d'analyses ponctuelles, moyenne de données, interprétation de cartes géologiques, hydrogéologiques ou de vulnérabilité des aquifères élaborées à l'échelle nationale ou régionale et non locale...),
- toute information recueillie doit, si possible, pouvoir être validée (par recoupement via les interviews et les visites de terrain) avant d'être utilisée pour les interprétations ultérieures. En l'absence de validation, il conviendra d'apprécier la fiabilité de la donnée au travers de celle de la source d'information. Rappelons qu'au stade du rapport d'étape "historique du site", toutes les validations ne pourront sans doute pas être réalisées. Elles pourront éventuellement l'être lors des phases suivantes.

En ce qui concerne les rendus de l'étude documentaire, l'ANNEXE A propose un plan type de rapport d'étape ou final de diagnostics des milieux.

2.2.2 Sources d'information

Les principales sources d'information, permettant de rechercher des éléments d'information documentaire sont :

- les dossiers des **exploitants/détenteurs du site** qui comprennent notamment :
 - ◆ les études d'impact du site, mais aussi des grands travaux d'aménagement proches de la zone d'étude,

- ◆ les rapports de surveillance de l'état des milieux (bilan annuel ou quadriennal des émissions, bilan de la surveillance des eaux souterraines ...),
 - ◆ les études de diagnostic du site et/ou de ses environs proches,
 - ◆ les études de danger déposées lors des demandes d'autorisation d'une nouvelle installation classée pour la protection de l'environnement,
 - ◆ les études déchets des installations classées pour la protection de l'environnement,
 - ◆ les plans d'aménagement en cours ou antérieurs.
-
- **l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME)** : base de données CIBLEX comportant des paramètres descriptifs de la population française (âge, sexe, budgets espace-temps et consommations alimentaires...) en fonction de l'occupation des sols (zones continentales, surfaces en eaux) et de l'usage type (résidentiel, professionnel, récréatif...), publications dans le domaine de la gestion des sites et sols "potentiellement" pollués, guides méthodologiques ...,
 - **l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA)** : données relatives aux pratiques d'alimentation de la population française et à l'évaluation des risques alimentaires ...,
 - les **Agences de l'eau** : qualité des cours d'eau (analyses des eaux, des matières en suspension et des sédiments déposés) et des eaux souterraines, objectifs de qualité des masses d'eau, Systèmes d'Évaluation de la Qualité des eaux (SEQ), rejets industriels, réseau de suivi des niveaux piézométriques, documents SAGE – SDAGE ...,
 - les **Archives départementales** : archives versées par la préfecture concernant, en particulier, les déclarations d'activité ou de demande d'autorisation pour une nouvelle installation, les dossiers de dommages de guerre, les anciens documents cadastraux ...,
 - les **Archives notariales et Bureau des hypothèques** : servitudes d'utilités publics, projet d'intérêt général ...,
 - le **BRGM** - Services Géologiques Régionaux : renseignements géologiques et hydrogéologiques contenus dans la Banque de données du Sous-Sol (BSS), cartes géologiques, atlas hydrogéologiques, cartes régionales de vulnérabilité des eaux souterraines, cartes de sismicité, cartes Zones Exposées aux Risques de MOuvement du Sol et du sous-sol (ZERMOS), Inventaires Historiques Régionaux des anciens sites industriels (BASIAS), publications dans le domaine de la gestion des sites et sols "potentiellement" pollués, guides méthodologiques ...,
 - les **Directions Départementales de l'Action Sanitaire et Sociale (DDASS)** : analyses réglementaires sur les captages d'alimentation en eau potable et les eaux de baignade, populations desservies par les captages d'alimentation en eau potable, études des périmètres de protection des captages d'alimentation en eau potable...,
 - les **Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF)** : Observatoire de la Qualité des Sols agronomiques (OQS)...,
 - les **Directions Départementales de l'Équipement (DDE)** : renseignements sur l'occupation des sols, inventaire des friches...,
 - les **Directions Départementales des Services Vétérinaires (DDSV)** : données relatives à la surveillance des contaminants alimentaires microbiologiques ou chimiques...,
 - les **Directions Régionales de l'ENvironnement (DIREN)** : Plans de Prévention des Risques d'Inondations (PPRI), localisation des zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF), sites classés ou inscrits, arrêtés de biotope, réserves naturelles...,

- les **Directions Régionales de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE)** : dossiers Installations Classées dont dossiers de demande d'autorisation, études d'impact, bilan des émissions...
- l'**Institut Géographique National (IGN)** : cartes topographiques, photographies aériennes...
- l'**Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)** : données relatives au Réseau de Mesure de la Qualité des Sols (RMQS)...
- l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE) : données relatives aux populations, aux pratiques d'alimentation...
- les **Mairies ou les Établissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI)** : archives municipales, usage des sols via documents d'urbanisme (PLU, SCOT), liste des établissements recevant du public, puits privés, Plans de Prévention des Risques (PPR), servitudes, Projets d'Intérêt Général (PIG)...
- **Météo France** : données climatologiques locales...
- le **Ministère en charge de l'Environnement** : politique nationale de gestion des sites et sols "potentiellement" pollués, guides méthodologiques, Inventaire des Anciens Sites Industriels et Activités de Service (BASIAS), Base de données sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif (BASOL)...
- les **Missions Inter Services de l'Eau (MISE)** : documents SAGE, SDAGE, Plans de Prévention des Risques d'Inondations (PPRI), données sur de la qualité des eaux de surface, sur les zones humides...
- les **Préfectures - Bureau en charge de l'Environnement** : archives préfectorales, Plans de Prévention des Risques (PPR)...
- le Réseau des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air ATMO : bulletins de surveillance de l'air urbain...
- les **Services de la Navigation (SN) de Voies Navigable de France (VNF)** : localisation des rejets dans les cours d'eau, débits et qualité des cours d'eau domaniaux, qualité des sédiments...

Des fiches descriptives des sources d'information pouvant disposer de données destinées à reconstituer l'historique des activités sur le site et à appréhender la vulnérabilité ou la sensibilité des milieux sont présentées en ANNEXE B. Par ailleurs les sources d'information concernant les différentes substances chimiques susceptibles d'être rencontrées figurent en ANNEXE C.

2.3 Nature des informations à collecter

2.3.1 Identification du site

Préalablement, le site étudié devra être identifié par le nom de son exploitant/détenteur actuel et ancien, sa raison sociale, son adresse détaillée, ses références légales ou administratives (code NAF/APE, n°SIRET, n°GIDIC, n°BASOL, n°BASIAS, code Agence de l'eau...). Les exploitants, propriétaires et usagers successifs du site devront être recherchés avec, si possible, des indications précises sur leurs adresses ou leurs représentations actuels. De même, les aspects réglementaires propres au site devront être indiqués tels que les déclarations d'installations classées, les arrêtés préfectoraux d'autorisation...

Sa localisation géographique et son contour actuel, voire historique, via la consultation de cartes topographiques locales, cartes thématiques, photographies aériennes, plans cadastraux... pourront

être reportés sur un fond cartographique adéquat. Les numéros des parcelles cadastrales occupées par le site pourront également être précisés. Éventuellement, les coordonnées géo-référencées du site et des différentes installations pourront faire l'objet d'une détermination par un système de positionnement par satellite (GPS).

Toutefois, les milieux où les contaminants sont présents ou suspectés, ne correspondent souvent pas aux contours de propriété du site. Dans ce cas, les différentes phases d'investigation doivent permettre d'établir les limites de l'aire géographique de l'étude.

2.3.2 Recensement des activités

La connaissance des **procédés industriels** mis en œuvre, en terme de principes de fabrication, de schémas blocs de fonctionnement des unités, de bilans matière, d'historiques de production et de listes des matières premières, produits, co-produits, déchets associés à chacune des activités industrielles ayant été pratiquées sur le site, permet d'établir une liste de substances ayant pu être déversées sur le site ou dans les eaux, ou de déchets ayant pu être enfouis (cf. Figure 2).

Les **sources d'information** consultables pour ce faire sont les bases de données recensant les activités industrielles ou de service par zone géographique, les autorités locales ainsi que les services déconcentrés de l'État, les archives des sociétés (bons de commande, bordereaux de suivi des déchets...), les documents des branches professionnelles d'activité, le questionnement de professionnels de l'activité...

Afin d'aider l'utilisateur de ce guide, l'ANNEXE D fournit une grille permettant d'identifier les polluants potentiels associés aux activités industrielles (matrice "activités - substances" et "activités - déchets").

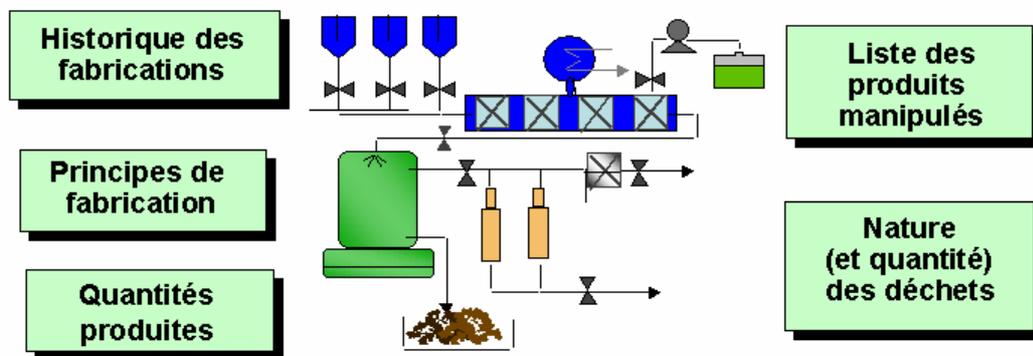


Figure 2 : Principe de caractérisation des produits manipulés et des déchets générés

L'identification des substances permet d'en déterminer leurs propriétés physico-chimiques, leur comportement et leurs effets sanitaires et environnementaux. Pour cela, différentes sources d'information existent, au premier rang desquelles les fiches de données de sécurité, les fiches toxicologiques élaborées par l'INRS et l'INERIS, les bases de données internationales sur les substances (cf. ANNEXE C).

2.3.3 Localisation des lieux potentiellement pollués

La localisation des lieux potentiellement pollués est une étape importante dans le diagnostic, d'une part, parce qu'elle permet d'orienter les campagnes de terrain qui seront nécessaires pour **appréhender les enjeux** liés à la présence de substances polluantes dans les milieux, et, d'autre part, parce que cette information est également susceptible d'influer sur **les options de réaménagement** du site et sur **les coûts de réhabilitation** associés.

Différentes installations ont pu générer des pollutions du sol ou des eaux :

- réservoirs enterrés ou aériens (avec ou sans cuves de rétention),
- réseaux d'égouts, galeries, canalisations (enterrées ou aériennes),
- puits perdus (même rebouchés),
- fosses, bassins, lagunes (même inutilisées),
- installation de traitement de déchets ou d'effluents,
- incinérateurs, installations de combustion,
- transformateurs électriques.

Différentes **zones d'activités** du site ont pu également être à l'origine d'une pollution des eaux et des sols :

- ateliers de fabrication,
- zones de dépotage ou d'emportage,
- aires de chargement et de déchargement des différents produits,
- zones de stockage,
- zones de décharge, de dépôt, de brûlage ou d'enfouissement...

Toutes ces zones doivent faire l'objet d'un questionnement et peuvent être localisées au moyen d'investigations documentaires auprès des archives des sociétés ou des services déconcentrés de l'État, de monographies (notamment en cas d'incidents survenus tels que des explosions, des incendies, des déversements accidentels ou des dégâts de guerre) voire d'interviews. Le recours à des photographies aériennes est également une source pertinente d'information.

Par ailleurs, toutes les activités industrielles à proximité du site doivent également être recherchées notamment quand les polluants potentiellement liés à ces activités sont identiques ou sont susceptibles d'interagir avec ceux du site étudié.

La localisation des zones potentiellement polluées nécessitera, dans la plupart des cas, d'être **confirmée par des campagnes d'investigation sur le terrain**, qui pourront être d'autant mieux ciblées que l'information de départ sur les produits et les zones concernées est précise.

2.3.4 Identification des pratiques de gestion environnementales

Les **pratiques en matière de gestion environnementale** dans le passé sont bien souvent à l'origine de pollutions historiques qu'il s'agit d'identifier afin d'en maîtriser les impacts.

En matière de **rejets liquides**, les exutoires couramment utilisés dans le cadre des pratiques de gestion habituelles étaient les **cours d'eau** ou les étangs, ou l'infiltration dans le milieu souterrain, au travers de fissures ou de **puits perdus** mis en place dans ce but. Par ailleurs, le **contrôle ou le traitement des rejets** liquides, tant en termes de flux que de qualité, n'a pas toujours été institué. Quand ils en faisaient l'objet, les performances passées des techniques mises en œuvre n'étaient pas toujours adaptées aux standards environnementaux actuels, ce qui a pu générer des pollutions du sol, du sous-sol ou des eaux.

La gestion des **résidus solides** ou pelletables ne fait l'objet d'un suivi rigoureux que depuis récemment, au regard de l'histoire industrielle. Quand les résidus de fabrication ou les déchets ne pouvaient être recyclés, leur élimination habituelle consistait souvent à les utiliser comme **matériaux de remblaiement** s'ils présentaient des caractéristiques mécaniques adaptées. Ils pouvaient aussi être stockés en stockages aériens, souterrains ou semi-souterrains, selon les contraintes pratiques qu'ils présentaient. Les zones au sein du site, ou les sites extérieurs, qui les réceptionnaient n'ont pas toujours été aménagés de façon à prévenir les transferts vers les nappes ou l'envol de poussières. Il ressort de ces pratiques, que des poches de déchets peuvent encore être présentes et occasionner, le cas échéant, des impacts directs ou indirects qu'il s'agit de caractériser.

Dans certains cas, ces dépôts peuvent être suffisamment anciens pour ne plus représenter un facteur majeur d'impact sur les nappes par lixiviation, mais leur présence peut cependant s'avérer gênante en cas de **changement d'usage du site**. La réalisation des diagnostics devra intégrer ces différents aspects lorsqu'il s'agira de procéder à des investigations plus détaillées de ces zones.

Depuis la mise en place de la politique en matière de déchets, ces pratiques ont eu tendance à disparaître. Les outils de suivi mis en place à cette occasion, tels que les tableaux de suivi de la production des déchets, ou les bordereaux de suivi des déchets en cas de traitements dans des installations externes adaptées, constituent de précieuses sources d'information à ce stade de l'étude du site.

Les sources d'information susceptibles d'apporter des éléments d'appréciation sur les pratiques de gestion environnementale et le devenir des déchets sont essentiellement les archives des sociétés, les prescriptions consignées dans les arrêtés d'autorisation d'exploiter, les études déchets qui ont pu être réalisées, ainsi que les archives des services déconcentrés de l'État (Figure 3).

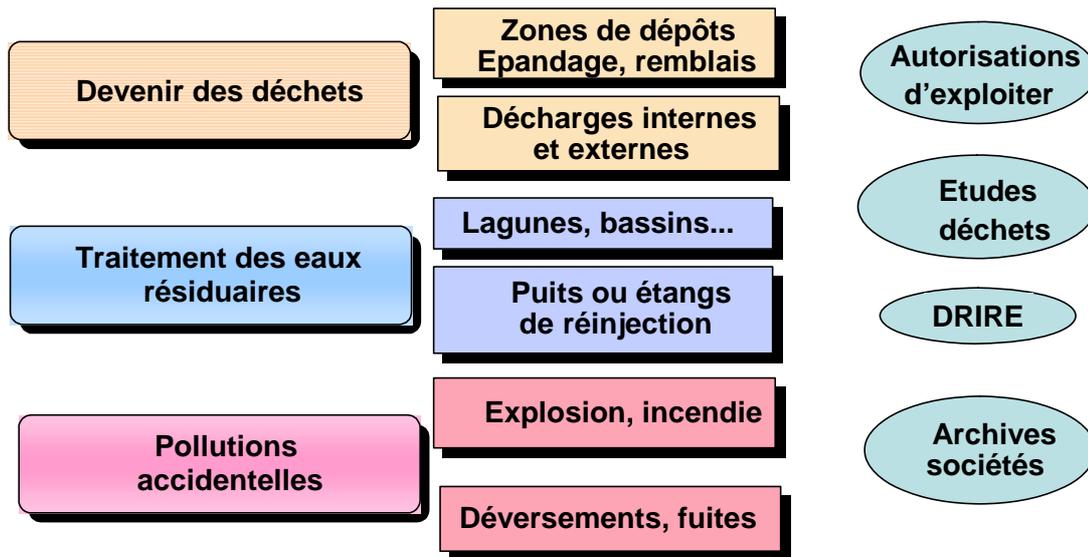


Figure 3 : Pratiques de gestion environnementale et sources d'information correspondantes

2.3.5 Nature des sources et des substances

La mobilité potentielle d'une substance est liée à son **état physique** : selon qu'elle est liquide ou solide, par exemple, mais également à son **mode de stockage** : en vrac ou confiné, constituée de blocs ou de matériaux pulvérulents, directement injectée dans des puits, enfouie ou non...

Différents **milieux** peuvent être concernés simultanément ou non par la nature des sources rencontrées, et devront faire l'objet d'un contrôle, si les éléments recueillis et l'analyse du schéma conceptuel du site permettent de penser qu'ils sont concernés par la pollution.

A côté de la nature des sources de pollution identifiées, les **propriétés** intrinsèques des substances qui composent ces sources et leur état de spéciation chimique (formes chimiques des éléments ou nature des phases porteuses) sont également des facteurs importants à évaluer au cours du diagnostic. Elles conditionnent non seulement les quantités de substances polluantes qui peuvent être transférées d'un milieu à l'autre, et leur **aptitude** à être transférées plus ou moins facilement, mais également la façon dont les différents **milieux** et **récepteurs** peuvent être concernés, selon que l'on a des substances ou des espèces chimiques plus ou moins **solubles**, ou plus ou moins **volatiles** ou **pulvérulentes**, ou plus ou moins **toxiques** ...

Les sources d'information documentaire disponibles pour évaluer la nature des sources potentielles sont, d'une part, les mêmes que celles qui décrivent les **pratiques de gestion** environnementales du site, mais également les constatations effectuées lors des **visites** du site.

Dans certains cas, la précision de l'information documentaire recueillie ne sera peut-être pas suffisante pour affiner le schéma conceptuel du site, en particulier parce que la **composante temporelle** n'est pas toujours facile à prendre en compte dans ces résultats documentaires (dégradation ou modification des propriétés de la substance pure ou en mélange), et le comportement réel d'une **source ancienne** peut être imparfaitement décrit. Dans ce cas, le recours à la **mesure dans les milieux** pouvant constituer une voie de transfert peut s'avérer nécessaire, ainsi que la réalisation de tests spécifiques de comportement comme des **tests** de lixiviation, de percolation ou écotoxicologiques.

2.3.6 Caractérisation des voies de migration

Ce n'est pas tant la **présence** de polluants sur un site qui est problématique, mais le fait que ces polluants puissent être **mobilisés et transférés** vers les différents milieux d'exposition que sont le sol, l'air, les eaux ou les denrées alimentaires, d'où ils peuvent représenter un risque pour la santé des populations qui utilisent ces milieux.

L'identification et la caractérisation des voies de migration représentent par conséquent un point important pour l'analyse des **enjeux** du site.

La caractérisation des voies de transfert ne consiste pas seulement à répondre à la question de savoir si des polluants sont ou non transférables d'une source vers un ou des milieux d'exposition. Le fait de mesurer des polluants dans un milieu d'exposition est un indice fort pour déduire l'existence de mécanismes et de voies de transfert. Ceci souligne l'intérêt de procéder relativement tôt au **contrôle de l'état des milieux**.

Ce qui est attendu du diagnostic en matière de caractérisation des voies de transfert est d'apporter les éléments de réponse aux questions concernant le fait de savoir **pourquoi** tel ou tel polluant est (ou n'est pas) transféré, **et comment** il est transféré. Les informations à rechercher concernent, d'une part la nature des sources de polluants et leurs propriétés physico-chimiques, et, d'autre part, les caractéristiques du sol et du sous-sol, qui peuvent faciliter ou empêcher le transfert de polluants.

Dans tous les cas, il est également nécessaire de prendre en compte la **composante temporelle** du système, en particulier l'âge de la pollution, qui influe également sur le phénomène de transfert.

2.3.7 Caractéristiques des milieux d'exposition et de transfert

Les différents milieux naturels que sont le sol, l'eau et l'air, sont des milieux d'exposition (de part les usages qui en sont faits) mais aussi de transfert car ils permettent de véhiculer des polluants d'une source vers une cible, ou d'une voie de transfert vers une autre voie de transfert (cf. Figure 4).

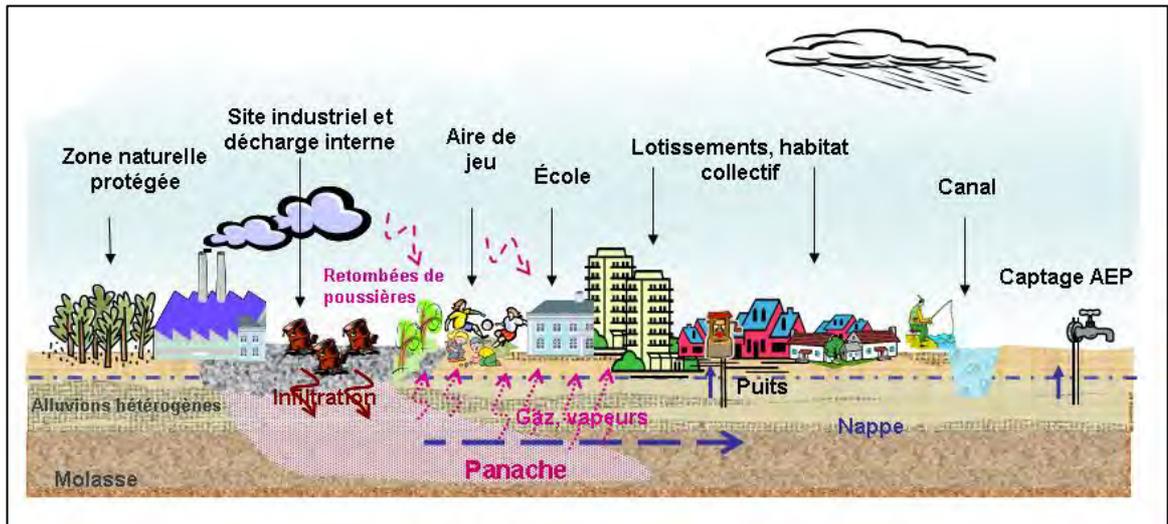


Figure 4 : Schéma conceptuel : relations entre sources, milieux de transfert et d'exposition et usages affectés

Dans le cadre de la caractérisation des différents milieux comme milieux de transfert possibles, certaines propriétés sont particulièrement importantes à évaluer lors d'un diagnostic.

2.3.7.1 Les sols (sol et sous-sol)

L'étude des caractéristiques du sol et du sous sol doit permettre de préciser les facteurs favorisant, ralentissant, voire empêchant les transferts, tels que :

- le **type de recouvrement superficiel** du sol (artificiel : béton, enrobé ... ou végétal),
- la **nature pédologique et lithologique** des différentes formations rencontrées,
- l'**épaisseur totale** de la couche de sol concernée,
- l'**accessibilité à la source de pollution** (en terme de conditionnement, de confinement voire de profondeur de la source, d'existence de clôture, de fréquentation et de type de populations présentes sur le site),
- les **usages du sol** (activités industrielles, commerciales, agricoles, friches, voiries, habitations, espaces verts récréatifs...),
- les **retombées atmosphériques** dues aux activités pratiquées au droit ou voisinage du site...

2.3.7.2 Les eaux souterraines

Les paramètres géologiques et hydrogéologiques, qui concernent la voie de transfert par les nappes d'eaux souterraines, sont principalement :

- la lithologie des sols et des formations géologiques sous-jacentes, qui intervient à deux titres :
 - ◆ la nature lithologique des formations (d'origine naturelle ou anthropique) qui constituent la couche superficielle du sol et la zone non saturée (portion du sous-sol entre la surface et le toit de la nappe) conditionne les modalités de transfert du polluant depuis la surface vers la nappe. Ce transfert dans la zone non saturée se fait essentiellement selon une composante verticale,
 - ◆ les caractéristiques de la zone aquifère : type de nappe (libre ou captive), la nature et la structure de l'aquifère (homogène, hétérogène, monocouche, multicouche), le type de porosité et de perméabilité (interstices, fissures, fractures, chenaux), qui conditionnent les modalités de transfert (vitesse, direction, débit...) des polluants depuis la nappe vers des milieux d'exposition potentiels (captages, puits, cours d'eau). Ce transfert se réalise selon une composante essentiellement horizontale².
- **l'extension, la nature, la continuité et l'épaisseur du recouvrement**, qui conditionnent la réelle capacité de rétention et les temps de transfert des polluants,
- les caractéristiques hydrauliques du sous-sol, qui comprennent :
 - ◆ la perméabilité de la couverture constituée du sol et des formations géologiques de la zone non saturée,
 - ◆ la profondeur de la nappe (comportant, dans la mesure du possible, une évaluation des variations des niveaux piézométriques dans le temps - variations saisonnières et annuelles),
 - ◆ la perméabilité de la formation aquifère et la porosité.

Au-delà, d'autres paramètres peuvent également intervenir :

- **les relations nappe-rivière**, dans le cas des nappes alluviales ou des nappes dont le régime hydraulique est influencé par un cours d'eau proche. Des transferts de polluants peuvent se réaliser de la nappe vers le réseau hydrographique superficiel, ou inversement, selon les fluctuations des régimes hydrauliques,
- **la topographie** : la pente du sol, au droit de la zone de pollution, ainsi que la nature de la couverture superficielle conditionne l'aptitude au ruissellement des eaux de pluie, et donc l'infiltration potentielle. Une pente importante favorise le ruissellement et limite ainsi l'infiltration directe des eaux polluées,
- **l'hétérogénéité des milieux aquifères** : un réseau important de fracturations ou fissurations pouvant accroître les transferts vers et/ou dans la nappe...
-

Dans le cas des nappes superposées, il convient de s'assurer du nombre d'aquifères présents, et de tenir compte des éventuelles relations entre eux (discontinuités, drainances, défauts d'étanchéité d'ouvrages...).

A ces critères, on peut éventuellement rattacher le critère des **conditions climatiques**, c'est à dire **la pluie efficace** qui parviendra à la nappe pour la recharger et qui véhicule la pollution. Plus la recharge est importante, plus l'accessibilité du polluant à la nappe est grande si ce dernier est facilement hydrosoluble.

² Pour les substances volatiles qui dégagent depuis la nappe, on retrouve une double composante horizontale et verticale.

2.3.7.3 Les eaux de surface

Le terme "eaux de surface" recouvre tant les cours d'eau (ruisseaux, rivières, canaux) que les plans d'eau (mares, étangs, lacs), qu'ils soient temporaires ou non. On les distingue des eaux souterraines du fait que les modes d'exposition aux eaux superficielles ne sont pas forcément les mêmes que ceux qui concernent les eaux souterraines.

Les paramètres à prendre en compte dans l'étude des relations des eaux superficielles à la pollution sont :

- la **topographie du sol**, et son état d'imperméabilisation, qui peuvent faciliter le ruissellement direct d'eau de pluie ayant été au contact de substances polluantes contenues dans les sources de pollution,
- les **conditions climatiques locales**, et plus particulièrement les précipitations annuelles dont une partie ruisselle, et qui participe à la remobilisation des polluants,
- l'**existence de voies de circulation préférentielle**, telles que réseaux enterrés, de drainage, zones imperméabilisées, puits...,
- la **distance** entre la source de pollution et les eaux superficielles concernées,
- le **régime hydraulique** annuel du cours d'eau concerné...,
- le **potentiel d'inondation** du site par débordement du cours d'eau...

Le diagnostic devra également apporter les informations relatives aux relations pouvant exister entre la nappe et les eaux de surface, dans le cas des nappes alluviales ou des nappes dont le régime hydraulique est souvent influencé par un cours d'eau proche (état des berges, batardeaux, possibilité de transfert de pollution entre les deux milieux...).

Il est à noter que les pollutions historiques des eaux superficielles suite à des rejets directs d'effluents sont souvent indétectables du fait de la dilution des eaux. Néanmoins, une attention particulière doit être portée aux sédiments déposés dans le fond ou aux matières en suspension, voire certains bio-indicateurs tels que les diatomées, les macro-invertébrés benthiques ou les bryophytes qui peuvent témoigner des altérations subies par le milieu durant une période plus ou moins étendue avant le prélèvement.

2.3.7.4 L'air

Le milieu air, tout comme les autres milieux, peut représenter un **milieu de transfert** de polluants vers d'autres milieux (typiquement : des fumées d'usine vers le sol, par des retombées de poussières ou de particules).

A ce milieu, il peut également être associé le milieu « gaz du sol ». Les gaz du sol présents dans les interstices de la zone non saturée du sol sont généralement issus du dégazage de composés organiques présents dans les sols contaminés, les déchets enfouis, au niveau de la phase libre organique flottante ou de la nappe phréatique, voire des émissions de gaz issus de l'activité biologique du sol (CH_4 , CO_2 , H_2S ,...).).

Dans la plupart des cas, les problèmes liés au transfert de pollution par le milieu air sont abordés lors de la visite du site. Cette visite, si elle peut permettre de mettre en évidence les problèmes les plus évidents, n'est pas toujours suffisante pour traiter tous les aspects des transferts potentiels par l'air. Il est donc nécessaire de s'attacher à la découverte de zones potentiellement contaminées (cf. § 2.3.3).

Les paramètres d'émission favorisant le transfert de polluants par la voie aérienne concernent les propriétés intrinsèques des sources et des substances qui les composent comme la volatilité, la pulvéulence, la densité par rapport à l'air, les potentiels de biodégradation ou de dégazage des polluants,.... D'autres facteurs, comme ceux liés à la dispersion atmosphérique, sont également importants à considérer et doivent, le cas échéant, être recherchés au cours du diagnostic :

- la **force du vent** : qui facilite l'envol de poussières et permet une dispersion des substances volatiles,
- la **pression atmosphérique**, qui n'influe pas directement sur les sources pulvérulentes (hormis indirectement car à l'origine des mouvements de l'air), mais influe de façon importante sur la volatilisation des substances contenues dans les sols ou dans les eaux,
- la **distribution des vents**, qui conditionne la zone d'impact concernée par les poussières ou la volatilisation,
- au sein des bâtiments, la **configuration des locaux**, la présence de **vides sanitaires**, de caves ou de sous-sols, les **températures** et les **différences de pressions** intérieures et extérieures, la présence de systèmes de ventilation ou de climatisation,
- les **caractéristiques des sols**, en particulier la perméabilité relative du sol au gaz, la profondeur et la fluctuation du niveau statique de la nappe phréatique, la profondeur de la source d'émission, la présence de structures drainantes d'origine naturelle (chenaux graveleux, fracturation, etc.) ou anthropiques (réseaux et structures enterrées), et la nature des recouvrements qui influent sur la migration des gaz du sol dans les bâtiments...

Les sources d'information à consulter concernent les données sur les **pratiques de gestion** environnementales, les **plans** de localisation des activités et des utilités, les **bases de données** sur les substances, ainsi que les **données météorologiques** locales, en complément des informations relevées lors des visites du site.

2.3.8 Évaluation des impacts sur les milieux

L'existence de sources de pollution sur un site et de voies de transfert doit amener à se poser la question des impacts possibles de cette source de pollution sur les milieux d'exposition (cf. Figure 5).

D'une manière générale, un milieu donné peut être considéré à la fois comme une voie de transfert potentiel et comme un milieu d'exposition potentielle : rien ne les distingue physiquement, à part l'existence d'**usages** qui permettent de faire le lien entre la voie de transfert et le récepteur. Quand un usage permet à un **récepteur** d'entrer en contact avec une substance contenue initialement dans une source, le lien permettant de passer d'un milieu de transfert à un milieu d'exposition est établi.

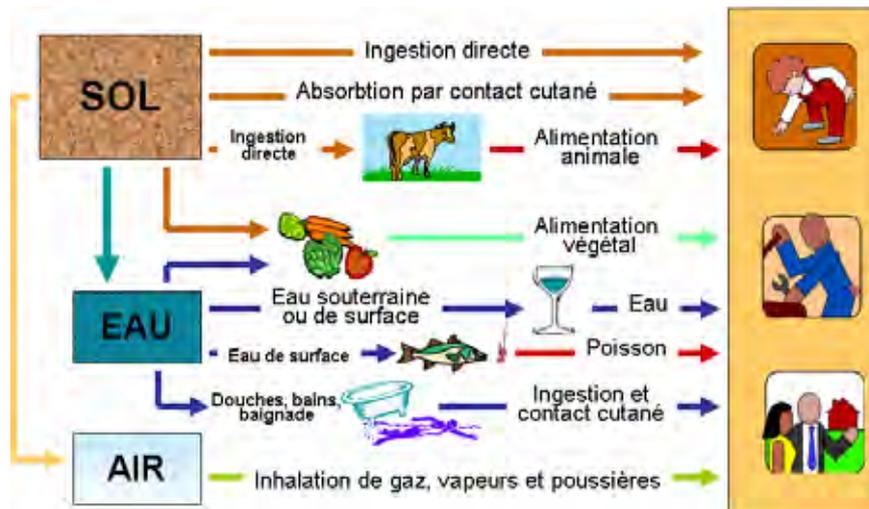


Figure 5 : Milieux d'exposition pour l'homme

En fonction du contexte, certains milieux sont donc des milieux de transfert et d'exposition, d'autres uniquement des milieux d'exposition. Selon la typologie déterminée au travers du schéma conceptuel du site, les actions correctrices qui peuvent être apportées ne sont pas les mêmes selon que l'on cherche à couper une voie de transfert, ou à réhabiliter un milieu d'exposition. Dans la plupart des cas d'ailleurs, il s'agit d'actions complémentaires, sachant qu'il peut être vain de réhabiliter un milieu d'exposition si la source n'est pas maîtrisée (ou éliminée) au niveau de l'émission, ou si les voies de transfert ne sont pas coupées.

L'objectif des études de diagnostics concernant l'évaluation des impacts sur les milieux n'est par conséquent pas seulement de constater les atteintes, mais également d'apporter les éléments de jugement permettant d'évaluer l'extension des zones impactées, et les enjeux liés à l'état des milieux d'exposition.

Dans la plupart des cas, ce type d'information ressort de données obtenues sur le terrain, plutôt que de données documentaires. Cependant, une approche documentaire peut s'avérer également utile pour apporter des éclaircissements sur :

- l'**existence, la nature et la gestion d'atteintes** aux milieux (sol, nappes, eaux de surface, sédiments, air) voire de **la santé des populations** constatées dans le passé,
- l'**évolution de pollutions** historiques, quand elles ont été suivies,
- les paramètres géologiques et hydrogéologiques, permettant d'implanter des ouvrages de **contrôle** ou de **surveillance**, lorsqu'ils sont absents ou incomplets.

L'étude documentaire doit, dans la plupart des cas, être complétée par des **mesures** sur les milieux.

2.3.9 Identification des usages

L'existence d'usages des milieux est le dernier maillon qui permet le transfert éventuel de substances contenues dans une source, vers un **récepteur** qui utilise un ou plusieurs milieux.

Le Tableau 1 ci-après donne un certain nombre d'exemples de voies d'exposition liées aux usages possibles des différents milieux concernés.

La notion d'usage est très étroitement liée à la notion de milieu d'exposition. Lorsqu'un site est destiné à un usage particulier, on considère que les récepteurs qui utilisent le site le font sans risque pour leur santé. C'est pourquoi, il est préférable de s'intéresser simultanément aux récepteurs existants et aux usages des milieux.

Les récepteurs recherchés sont les populations qui peuvent être au **contact** de substances polluantes, soit au travers d'**activités** pratiquées sur le site (exposition directe), soit au travers de l'**utilisation** des milieux naturels : consommation d'eau pour l'alimentation ou la production et la consommation de denrées alimentaires (fruits, légumes, élevage, poisson, oeufs, laits...) ayant pu être en contact avec des substances toxiques, au travers de la chaîne alimentaire s'il s'agit de production locale.

L'identification des usages existants ou futurs que l'on envisage aux différents milieux naturels, est un point important de la démarche, car elle conditionne l'**ampleur des actions** qui seront éventuellement à mettre en place, pour rendre les sites compatibles avec ces usages, conformément aux principes de l'approche retenue au niveau national. La **pertinence** des usages retenus représente également un intérêt particulier. En effet, une mauvaise évaluation des usages réels auxquels les milieux sont destinés peut conduire à multiplier inutilement études et investigations, au détriment d'actions correctrices simples et adaptées.

Milieu	Voies d'exposition	Caractéristiques à prendre en compte
Air et gaz du sol	Principal : Homme par inhalation (gaz, poussières)	<ul style="list-style-type: none"> - Fréquentation du site (régulière, occasionnelle, exceptionnelle) - Configuration du milieu d'exposition (air ambiant à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment, caractéristiques constructives du bâtiment,...) - Population proche du site (site et environs immédiats) - Niveau de pollution actuel
Eaux souterraines	<p>Principal : Homme par ingestion d'eau</p> <p>Secondaire : Homme par contact cutané, ingestion indirecte (chaîne alimentaire)</p> <p>Alimentation en eau industrielle</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre d'aquifères concernés - Épaisseur et nature de la zone non saturée - Épaisseur, nature et perméabilité de l'aquifère - Caractéristiques hydrauliques de la nappe - Discontinuités ou interconnexions entre aquifères, dans un périmètre donné - Recouvrement argileux existant ou non - Niveau de pollution actuel - Nombre d'usagers concernés - Existence d'une solution de remplacement (autres forages, mélanges d'eau...) - Autres usages de la ressource - Valeurs réglementaires de potabilité ou de gestion de la masse d'eau - Niveau du fond hydrogéochimique de la masse d'eau <p>Remarques : zones inondables, relations nappes/rivière...</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coût direct et indirect d'un arrêt éventuel de l'approvisionnement en AEP
Eaux superficielles	<p>Principal : Homme par ingestion d'eau ou contact cutané</p> <p>Secondaire : Homme par ingestion indirecte (chaîne alimentaire)</p> <p>Alimentation en eau industrielle</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre et type d'eaux superficielles concernées dans un périmètre donné - Débits dont celui d'étiages - Profondeur (étangs, lacs, grands fleuves) - Relation nappe/rivière - Nombre de prises d'eau potable - Nombre d'usagers concernés - Niveau de pollution actuel - Existence d'une solution de remplacement (autre prise, mélange) ou d'une station de traitement des eaux (types de traitements disponibles) - Autres usages de la ressource - Objectifs de qualité des eaux, SAGE, SDAGE - Niveau du fond hydrogéochimique du bassin versant
Sols et poussières	<p>Principal : Homme par ingestion de sols ou de poussières ou contact cutané</p> <p>Secondaire : Homme par ingestion indirecte (chaîne alimentaire)</p> <p>Projet d'implantation d'une nouvelle activité ou d'un nouvel usage du site</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Évaluation de la surface polluée - Fréquentation du site (régulière, occasionnelle, exceptionnelle) - Accès au site ou à la source - Usages sensibles directement concernés : résidences, écoles, garderies, potagers, terrains de jeu - Nombre de personnes concernées exposées à la pollution - Type de population concernée - Niveau de pollution actuel - Facteurs propres au site conditionnant le développement des végétaux (humidité, type de sol...) - Biodisponibilité des polluants, phytotoxicité - Valeurs réglementaires ou de gestion - Niveau du fond géochimique local - Aptitude à la construction

Tableau 1 : Quelques exemples de voies d'exposition en fonction des milieux concernés

2.3.9.1 Eaux souterraines

Les usages les plus critiques conduisent à mettre, directement ou indirectement, la population en **contact** avec les substances potentiellement dangereuses pour la santé, au travers des usages de l'eau :

- alimentaires,
- domestiques (sanitaire, piscine privée, cuisine...),
- récréatifs (plan d'eau, piscine publique...),
- irrigation ou arrosage de cultures,
- abreuvement d'animaux,
- pisciculture, conchyliculture, cressonnière,
- industrie agro-alimentaire.

Dans la stratégie de recherche d'information, les types d'usages peuvent être **hiérarchisés** en fonction des enjeux qu'ils représentent.

Une eau adaptée à l'alimentation humaine (eau potable selon la réglementation en vigueur) est également, par nature, une eau utilisable pour d'autres usages, sans autre restriction. Par contre, une eau permettant l'abreuvement de troupeaux, ou l'irrigation de cultures, n'est pas forcément une eau adaptée pour la consommation humaine, au sens de la réglementation en vigueur.

On veillera, au cours du diagnostic, à identifier des usages possibles lorsque des **puits privés** sont utilisables. L'existence de ces ouvrages, et l'utilisation qui peut en être faite, représentent des éléments à intégrer dans l'analyse des **enjeux** à prendre en compte.

D'autres usages de l'eau souterraine n'ont pas de lien avec la santé humaine : ce sont des usages généralement **industriels**, hormis les activités industrielles qui mettent les eaux en contact avec des denrées alimentaires : eaux de procédés, installations de refroidissement ou de génération de vapeur... Ainsi, une pollution du milieu peut constituer une nuisance, qui parfois participe à la dégradation de matériel (tuyauteries, pompes, fondations de bâtiment...), ou représente un danger pour la sûreté de certaines installations industrielles.

Les **Agences de l'eau** et les **services déconcentrés de l'État** (DDASS, DRIRE, DIREN) possèdent des données à jour sur les usages de l'eau. Les **communes** peuvent disposer d'information sur les usages privés de l'eau souterraine. Une visite du site et de ses environs, à différentes périodes de l'année, et, en particulier lors de la période d'**irrigation** des cultures, permet également d'apporter des éléments d'appréciation sur les usages à documenter dans le cadre du diagnostic.

2.3.9.2 Eaux de surface

Tout comme les eaux souterraines, les eaux de surface peuvent avoir des usages plus ou moins sensibles vis-à-vis de la santé humaine.

Les usages des eaux de surface sont potentiellement les mêmes que ceux des **eaux souterraines**, avec, en plus la **pêche**, la **pisciculture**, et la baignade, ainsi que toutes les **activités récréatives**. Les usages industriels doivent également être pris en compte.

Là encore, dans la stratégie de recherche d'information, les types d'usages peuvent être **hiérarchisés** en fonction des enjeux qu'ils représentent.

Les services en charge de la gestion des **voies navigables**, ainsi que les **Agences de l'eau** et les **services déconcentrés** de l'État disposent d'information sur les usages des cours d'eau en France. Il est à noter que, sauf exception, tout cours d'eau est ouvert à la pêche de loisirs, qui fait l'objet d'une **réglementation locale**.

2.3.9.3 Sols

Les usages des sols peuvent exposer des populations à des substances toxiques qu'ils contiennent.

Les usages du sol les plus critiques vis-à-vis de la santé humaine sont les usages qui permettent de mettre directement en contact les individus avec le sol, au travers des activités qui y sont pratiquées :

- parcs et jardins, terrains de sport, zones récréatives,
- cours d'école et d'habitation,
- jardins potagers,
- cultures, vergers, pacages,
- campings, aires d'accueil des gens du voyage.

D'autres usages permettent une mise en contact direct d'un récepteur avec le sol, comme par exemple la réalisation de travaux sur ou dans un sol contenant des substances toxiques. S'agissant d'une activité professionnelle, ce type d'exposition relève des seules dispositions du code de travail et ne peut pas être abordé avec les mêmes outils que ceux employés pour les démarches de gestion des sites et sols pollués. Cependant, ces usages possibles doivent être retenus de façon à mettre en place des dispositifs de **protection** adaptés lors de la réalisation des travaux.

Les usages du sol s'évaluent typiquement par une **visite du site**. Dans le cas d'un réaménagement programmé, l'usage retenu pour le sol est fixé par les **documents d'urbanisme (SCOT, PLU,...)**. Le détail de l'aménagement est consigné sur les **plans** d'aménagement fournis par l'aménageur.

2.3.9.4 Air

La **fréquentation** du site ou de ses environs et **la configuration** du site ou de ses environs déterminent la possibilité d'exposer des populations au milieu air du fait de la possibilité d'inhaler des particules ou des composés volatils.

Dans la plupart des cas, il peut apparaître plus pertinent de traiter le cas du milieu air une fois que tous les **autres milieux** ont été sécurisés. En effet, une fois les sources et les impacts sur les eaux et sur les sols maîtrisés, le niveau de pollution **résiduel** du site peut ne plus poser de problème pour la qualité de l'air.

L'approche spécifique à envisager pourra alors se limiter à déterminer s'il est utile d'aller au-delà des actions de maîtrise des sources et des impacts déjà prises, s'il est nécessaire de recommander des **précautions** particulières pour l'implantation de bâtiments (choix des emplacements, mise en place de contraintes constructives...).

2.3.9.5 Milieux naturels

La faune et la flore peuvent représenter des récepteurs possibles à préserver, dans le cas où le site se situe dans ou à proximité d'une zone de protection naturelle, et s'il doit être réintégré dans ce contexte. Ces cas sont cependant **exceptionnels**, les friches industrielles étant par nature plutôt installées dans des zones industrielles qui ont en général pour vocation de rester des zones industrielles, ou qui, rattrapées par l'urbanisation, sont réhabilitées en zones d'activités tertiaires ou commerciales voire en zone d'habitations ou récréatives. L'analyse des enjeux liés au site et à ses environs permet de statuer sur ces points. Le Tableau 2 ci-après liste les principaux textes ou programmes régissant la conservation de la biodiversité et la protection du patrimoine naturel.

Textes ou organisations	Prépondérance protection	Conséquences
Articles L. 331-1, 331-3 et 331-16 du code de l'environnement	Espèces Milieux	Parcs nationaux
Directive « Oiseaux » 79/409/CEE du 2 avril 1979	Espèces	Inventaires des ZICO (Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux). A partir des ZICO , désignation des ZPS (Zones de Protection Spéciales) : sites maritimes et terrestres particulièrement appropriés à la survie et à la reproduction d'espèces d'oiseaux sauvages.
Directive " Habitats " du 21 mai 1992, Articles L. 414-1 à L. 414-7 et R. 414-1 à R. 414-24 du code de l'environnement	Espèces Milieux	Réseau écologique européen de sites Natura 2000 comprenant à la fois des zones spéciales de conservation ZSC classées au titre de la directive " Habitats ", sites maritimes et terrestres qui comprennent des habitats naturels ou des habitats d'espèces de faune et de flore sauvages, et des zones de protection spéciales ZPS classées au titre de la directive " Oiseaux " en date du 23 avril 1979.
ZNIEFF : Programme initié par le ministère en charge de l'environnement et lancé en 1982 par le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN) Il n'y a pas à proprement parler d'acte juridique d'institution des ZNIEFF	Espèces Milieux	ZNIEFF : zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique. - ZNIEFF de type I , de superficie réduite, sont des espaces homogènes d'un point de vue écologique et qui abritent au moins une espèce et/ou un habitat rares ou menacés, d'intérêt aussi bien local que régional, national ou communautaire. - ZNIEFF de type II sont de grands ensembles naturels riches, ou peu modifiés, qui offrent des potentialités biologiques importantes. Elles peuvent inclure des zones de type I et possèdent un rôle fonctionnel ainsi qu'une cohérence écologique et paysagère.
Convention de Ramsar, Iran, 2 février 1971 et loi 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau	Milieux	Sites RAMSAR : Conservation et l'utilisation durable des zones humides.
Loi du 10 Juillet 1976 sur la protection de la nature et articles L. 411-1 et L. 411-3, R. 411-15 à R. 411-17 du code de l'environnement.	Espèces Milieux	Arrêtés préfectoraux de protection de biotopes (APB) : protection de petites surfaces de conservation de biotopes nécessaires à l'alimentation, à la reproduction, au repos ou à la survie d'espèces protégées et à interdire des actions pouvant porter atteinte à l'équilibre biologique des milieux.
Loi du 18 Juillet 1985 et articles L. 142-1 à L. 142-13 et R. 142-1 à R. 142-19 du code de l'urbanisme	Milieux	ENS (Espaces Naturels Sensibles) définis par le département (Conseil général).
Loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 articles L. 331-1 à -3, L.332-6,-8, -10 et -16 du code de l'environnement et articles L. 142-1 à L. 142-13 et R. 142-1 à R. 142-19 du code de l'urbanisme	Espèces Milieux	Réserves naturelles nationales concernent des territoires dont la flore, la faune, le sol, les eaux, les gisements de minéraux ou de fossiles ou le milieu naturel présentent une importance particulière. Réserves naturelles régionales (anciennes réserves naturelles volontaires) ont pour but principal de protéger une faune et une flore sauvages présentant un intérêt particulier sur le plan scientifique et écologique.

Tableau 2 : Principaux textes ou programmes régissant la conservation de la biodiversité

2.3.10 Recensement des ouvrages existants

Le recensement des ouvrages existants, permettant de procéder sans tarder au **contrôle de l'état des milieux** potentiellement impactés par la pollution d'un site commence lors des premières visites.

Cependant, la seule visite du site est en général insuffisante pour réunir les données nécessaires à la mise en œuvre d'une campagne de contrôle de l'état des milieux potentiellement impactés par la pollution d'un site. Dans ce cas, une recherche documentaire complémentaire est susceptible d'apporter les informations nécessaires à la mise en œuvre d'une campagne de vérification de l'état des milieux.

2.3.10.1 Pour le milieu eaux souterraines

Le contrôle de la qualité des eaux souterraines nécessite de pouvoir y accéder pour y réaliser des prélèvements. Ceci se fait par des ouvrages **piézométriques**, dont l'implantation nécessite des délais, pour permettre de réunir, dans le cadre d'une **étude hydrogéologique spécifique au site**, les éléments concernant les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe, la géométrie des ouvrages existants ou à implanter, la détermination du lieu d'implantation, la réalisation des ouvrages et leur développement, et enfin le prélèvement, après un temps de latence consécutif à la perturbation du milieu engendrée par la mise en place de l'ouvrage.

Une attention particulière doit être apportée lors de la réalisation d'un tel ouvrage qui peut avoir pour conséquence de transférer des substances polluantes de la surface vers la nappe ou d'une nappe superficielle vers une nappe plus profonde, si toutes les précautions ne sont pas prises pour l'éviter.

Afin de bénéficier d'**éléments d'appréciation concrets** sur l'état de la nappe, qui conditionneront de fait la nature des investigations à entreprendre, on cherchera à **utiliser au maximum les ouvrages déjà existants** (puits, captages d'eaux, sources,...) qui captent la nappe identifiée comme étant à enjeu. Cependant, il faut souligner que la validation des résultats peut s'avérer délicate dans le cas d'ouvrages anciens captant partiellement l'aquifère et pour lesquels aucune information géologique et technique (position des crépines) n'est disponible et dont on ignore l'état (degré de colmatage des crépines, etc.).

Pour cela, les archives des sociétés, les documents en possession des services déconcentrés de l'État (DDASS, DRAF, DIREN, DDE, DRIRE,...) ou des Agences de l'eau, ainsi que les bases de données publiques (BSS, ADES,...) peuvent être utilement sollicités.

Les services géologiques régionaux disposent par ailleurs des cartes et des données relatives au sous sol, permettant de recueillir le minimum d'information nécessaire sur les masses d'eaux et les formations qui les contiennent.

Ainsi, il est possible d'obtenir des informations sur la qualité des eaux souterraines sans forcément procéder à de trop longues investigations dans un premier temps. La décision d'**approfondir les connaissances** sur l'état des nappes pourra être prise par la suite, au fur et à mesure de l'avancement dans la compréhension du schéma conceptuel du site, en fonction des enjeux mis en cause.

L'identification d'autres activités proches du site étudié, ayant pu également générer ou générant encore actuellement une pollution de l'environnement, permettra d'apporter des éléments d'appréciation complémentaire dans l'analyse des enjeux qui sera effectuée.

2.3.10.2 Pour le milieu eaux de surface

L'étude documentaire aura pour objet de recenser les évènements passés ayant laissé des traces dans les milieux (pollutions suite à des déversements accidentels, mortalité importante de la faune piscicole...). Cela pourra se faire notamment au travers de documents internes ou du courrier de l'entreprise échangé avec les autorités (DDASS, Agences de l'eau, DRAF, DIREN, DDE, DRIRE, autorité portuaire...) ou les associations de pêche locales. Par ailleurs, il peut exister à proximité du site, sur certains cours d'eau ou plans d'eau, des stations de mesures du réseau de surveillance des Agences de l'eau.

En cas de constat d'un impact sur les eaux de surface, il conviendra de se préoccuper de savoir s'il s'agit ou non d'un problème récent. Dans le cas d'une pollution historique, le contrôle a pu simplement mettre en évidence un **problème qui perdure** peut-être depuis plusieurs années. Il permet cependant d'ores et déjà d'**orienter** la suite des opérations.

2.3.10.3 Pour le milieu air

Les études documentaires ne donneront généralement que peu de renseignements sur l'état du milieu air voire des gaz du sol. Tout au plus trouvera-t-on des chroniques de plaintes ou de témoignages pour nuisances des voisins et habitants, voire quelques mesures dont il faudra valider la qualité. Cependant, sur certains sites en activité ou à proximité, des réseaux de mesure de la qualité de l'air extérieur urbain peuvent exister et fournir ainsi des éléments quantitatifs de l'état de ce milieu.

2.3.11 Évaluation de l'état non perturbé des milieux

La connaissance de l'état « non perturbé » des milieux est un élément important de l'analyse des enjeux.

Il s'agit en effet d'un élément permettant d'évaluer l'état de dégradation des milieux, tels qu'ils apparaissent au cours du diagnostic, en le comparant à un état non perturbé par les activités pratiquées sur le site.

Cet élément est indispensable, en termes d'évaluation des pollutions attribuables au site pour les distinguer à la fois des pollutions anthropiques n'impliquant pas le site et des concentrations naturelles en éléments chimiques présents dans les sols ou les eaux souterraines.

Pour ramener à sa juste dimension la part de dégradation due au site dans l'environnement qui lui est spécifique, une caractérisation des éventuelles pollutions anthropiques locales proches du site ou de sa zone d'effet, mais ne l'impliquant pas, ainsi que celle d'un milieu représentatif de l'état initial de l'environnement (fonds géochimiques naturels, qualité des eaux superficielles ou souterraines exemptes de toute pollution anthropique) peut, dans certaines situations, s'avérer nécessaire.

Une telle démarche peut permettre d'identifier les milieux et les voies d'exposition qui contribuent de manière prépondérante au niveau global d'exposition et qui nécessitent des actions de gestion appropriées ne relevant pas, dans certains cas, de la seule responsabilité des exploitants ou gestionnaires du projet en question.

L'objectif des actions de réhabilitation qui peuvent être prises dans le cadre réglementaire de la gestion des installations classées, est de **prévenir les risques** et les nuisances **attribuables** à l'installation. L'objectif recherché est de ne pas provoquer une exposition excessive des populations aux risques environnementaux chroniques.

Pour que cet objectif puisse être atteint, il faut que les actions menées au niveau de l'installation classée aient un effet positif sur le niveau global d'exposition environnementale des populations "témoins".

Si les populations qui vivent hors de la zone d'influence du site sont habituellement exposées à des **milieux dégradés**, une action limitée au seul site considéré peut ne pas aboutir à une réduction notable des expositions : l'amélioration de l'état sanitaire des populations, si elle représente un objectif réel de **santé publique**, ne sera pas réalisée par une **action limitée** au seul site, mais par une action plus large, après avoir déterminé quelles sont les causes de **l'exposition environnementale** constatée.

L'état « non perturbé » des milieux ne représente par conséquent pas l'état de référence d'un milieu idéal virtuel, mais l'état habituel des milieux dans lesquels vivent les populations, en dehors de la zone d'influence du site.

L'état de référence des milieux peut être reconstitué à partir des données contenues dans les **études d'impact**, ou à partir de **mesures** réalisées spécifiquement dans ce but.

3 Les investigations de terrain

3.1 Objectifs des investigations de terrain

Les investigations de terrain peuvent s'avérer nécessaires pour :

- **préciser et compléter les informations documentaires déjà recueillies** : niveaux de concentration, localisation de zones polluées ou non polluée...,
- s'assurer de l'état des milieux et suivre leur évolution dans le temps et dans l'espace,
- **caractériser les milieux et évaluer le comportement de polluants** dans ces différents milieux : remobilisation, processus de (bio)dégradation...,
- cartographier des zones en fonction de leur niveau de pollution,
- contrôler l'atteinte des objectifs de réhabilitation fixés,
- **contrôler la qualité des terres** amenées à être **excavées**, pour en assurer une filière d'évacuation ou de valorisation adaptée,
- mesurer des teneurs en polluants dans des aliments destinés à être consommés...

Cette liste n'est ni exhaustive, ni obligatoire. On recherchera les éléments utiles à la définition du schéma conceptuel. En clair, il s'agit d'apporter des réponses aux questions sans réponse (hypothèses) ou aux incertitudes du schéma conceptuel.

Ainsi, les opérations menées sur le terrain ou en laboratoire répondent à un **besoin spécifique**, qui peut s'exprimer à différents moments de la réalisation d'un diagnostic, du processus de gestion et de réhabilitation du site. Il s'agit bien d'une **démarche progressive**, qui vise à faire **évoluer le schéma conceptuel** du site, à apporter les éléments factuels d'information nécessaires à une **analyse réaliste des enjeux** mis en cause, et à justifier les **actions de gestion** mises en œuvre (cf. Figure 6).

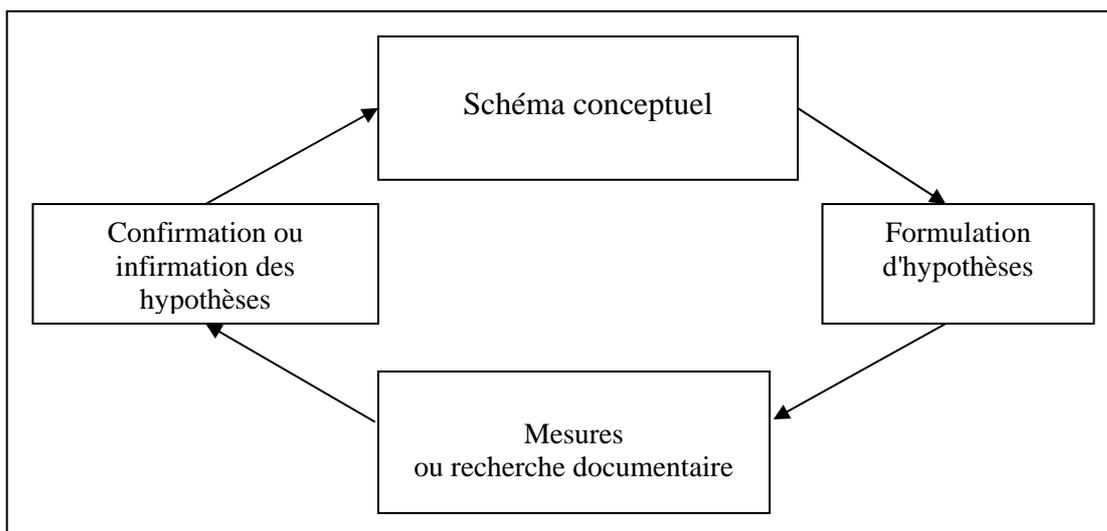


Figure 6 : Schéma conceptuel et hypothèses

De part la complexité des sites et des milieux de transfert et d'exposition à investiguer et du fait des multiples facteurs d'incertitudes associés, les investigations de terrain doivent également se faire dans le cadre d'une démarche itérative pouvant comporter **plusieurs étapes**

d'investigations progressives de plus en plus détaillées en fonction de la suspicion ou de l'identification de pollutions.

Dans la plupart des cas, la mise en œuvre d'investigations de terrain nécessite :

- de **définir une stratégie d'investigation** issue de la confrontation du schéma conceptuel du site et de l'analyse des enjeux mis en cause (cf. tableau 3),
- d'**adapter les méthodes** ou **normes** d'échantillonnage **aux objets et milieux** étudiés, à la nature et à la précision des **informations** recherchées,
- de **s'assurer des conditions de conservation**, de transport, de préparation et d'analyse adaptées aux substances recherchées, et à l'utilisation des données qui en découlent (en particulier : les limites de détection et de quantification analytique des substances recherchées par rapport aux valeurs réglementaires ou de gestion des milieux).

Milieux suspectés	Stratégies d'investigation
Sol superficiel potentiellement pollué (observé)	<ul style="list-style-type: none"> - Prélèvement de sol dans les zones listées comme étant suspectées d'être ou d'avoir été le siège d'une pollution potentielle, - Prélèvement de sol au droit des sources et à proximité, - Prélèvement de végétaux.
Ruissellements vers les eaux de surface	<ul style="list-style-type: none"> - Prélèvements d'eau ou de sédiments au droit ou juste en aval du point probable de rejet dans les eaux superficielles, qu'il y ait, ou non, un constat visuel direct.
Captage d'eau potable/ d'eau de surface	<ul style="list-style-type: none"> - Prélèvements d'eau et de sédiments au droit et au-delà de la zone de rejet, et ce, jusqu'à la prise d'eau pour l'alimentation en eau potable.
Denrées alimentaires potentiellement exposées à la pollution des eaux de surface	<ul style="list-style-type: none"> - Prélèvements d'eau et de sédiments au droit et au-delà de la zone des rejets jusqu'aux éventuelles zones piscicoles ou d'irrigation, - Prélèvements des végétaux à vocation alimentaire des cultures irriguées ou de poissons dans les zones piscicoles.
Infiltrations vers les eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> - Prélèvements dans les puits et les forages les plus proches, potentiellement exposés.
Captages d'eau souterraine (AEP)	<ul style="list-style-type: none"> - Prélèvements en amont et dans les captages d'alimentation en eau potable (AEP) les plus proches, susceptibles d'être pollués par la source étudiée.
Air ambiant à l'intérieur d'un bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> - Prélèvements de gaz dans l'air ambiant et mesure du bruit de fond à l'extérieur du bâtiment. - Prélèvements de gaz du sol au droit ou à proximité immédiat du bâtiment.
Site réhabilité par excavation des terres polluées	<ul style="list-style-type: none"> - Prélèvements de sol en fond et sur parois de fouilles.

Tableau 3 : Investigations possibles en fonction des milieux

3.2 Conception d'un programme d'investigations

3.2.1 Généralités

Les campagnes de mesures **n'ont pas vocation à être exhaustives** mais doivent être menées **de manière réfléchie** pour être représentatives de la situation examinée. Elles doivent donc **être proportionnées et orientées** vers le recueil d'information sur l'état des milieux et la compréhension des phénomènes régissant les mécanismes de transfert des polluants dans les compartiments environnementaux.

Le niveau des investigations à entreprendre dépendra de la complexité, de la taille, de l'histoire et des enjeux liés au site. De très nombreuses situations sont susceptibles d'être rencontrées, spécifiques à chaque site. En conséquence, **la limite de la zone d'étude variera sur chaque site**. Elle dépendra de la nature des pollutions rencontrées sur le site (notamment les propriétés physico-chimiques des substances pouvant caractériser leur mobilité telles que la solubilité, la volatilité, la viscosité, la densité...) ainsi que des milieux de transfert et d'exposition susceptibles d'être impactés. **Elle pourra donc ne pas être confinée aux seules limites de propriété du site étudié.**

Dans certaines situations, il convient de rappeler que **la connaissance de l'état des milieux** peut nécessiter la mise en place d'un système de surveillance de la qualité de certains milieux (notamment les eaux souterraines) sur une longue période de plusieurs mois voire quelques années, et ce afin d'acquérir des données fiables, représentatives et interprétables. Ce type de besoin doit être identifié **le plus tôt possible** dans la démarche entreprise, notamment avant la mise en œuvre des investigations lourdes de terrain, qui peuvent perturber les milieux récepteurs.

Il convient par ailleurs de s'assurer que les compétences nécessaires à la réalisation d'un diagnostic de qualité seront réunies. En effet, les investigations sur un site contaminé nécessitent **un personnel formé** (aux différentes techniques et aux procédures de terrain, de laboratoire...), **expérimenté et averti des risques encourus**. Le savoir-faire et les compétences des équipes d'intervenants devront pouvoir s'accommoder et parfois pallier les lacunes et incertitudes, techniques ou scientifiques, en faisant appel au jugement professionnel.

3.2.2 Préparation des investigations

La conception du programme d'investigations doit s'appuyer sur les informations acquises (ou les suspicions formulées) au cours de visites de terrain et de l'étude documentaire. Le choix des dispositifs d'investigations (protocoles, méthodes, normes...) se fera sur la base :

- des milieux et les zones à investiguer,
- des substances polluantes à rechercher,
- des caractéristiques du site.

Préalablement, il conviendra de rechercher l'ensemble des contraintes susceptibles d'interférer avec les investigations de terrain :

- autorisation d'accès au site et éventuellement aux terrains à l'extérieur,
- contraintes d'accès des personnels aux sites dans le cas de sites en activité (habilitations « risques chimiques I ou II, nationalité des intervenants sur les sites militaires et installations sensibles, ...),

- déclaration d'intention de commencement de travaux (DICT) pour la prise en compte de certaines servitudes (conduites d'eau ou de gaz, lignes téléphoniques, lignes électriques, réseaux de chaleur, égouts,...),
- accessibilité des différentes zones aux outils de prélèvement,
- présence de réseaux souterrains ou de fondations,
- présence de lignes électriques aériennes,
- hétérogénéité des milieux, notamment présence de remblais ou de déchets,
- présence dans les sols de déchets et/ou de contamination renfermant des substances instables à l'air ou potentiellement dangereuses,
- contraintes de sécurité liées aux ambiances inflammables et explosives générées par l'activité industrielle sensible (« zone feu ») et/ou par un milieu contaminé,
- contraintes climatiques (intempéries, grands froids, ...)
- contraintes liées au Plan Hygiène et Sécurité du chantier,
- délais minimum de suivi des mesures de la qualité de certains milieux (fiabilité des données), notamment pour les milieux "eaux souterraines" et "eaux de surface",
- délais d'analyse et d'interprétation,
- délais des procédures de consultation des entreprises,
- moyens financiers alloués...

Rappelons que la conception du programme d'investigations **doit prendre en compte la possibilité de découvertes de problèmes non prédictibles** au vu des données recueillies lors de visites de terrain et de la phase documentaire. Ainsi, **si des risques immédiats sont mis en évidence, les mesures d'urgence seront prises sans délai**, indépendamment de la poursuite des investigations. Ce programme de reconnaissance doit être suffisamment **flexible** pour permettre de prendre en compte les changements rendus nécessaires.

Dans le cas des sites en cours de réhabilitation, pour lesquels une intégration des différents moyens d'investigation est envisagée, il est bon de rappeler que la combinaison d'intérêts présente des avantages tels que l'utilisation d'équipements communs, l'adéquation des investigations vis-à-vis du projet de réhabilitation (nouvel usage, nouveaux milieux d'exposition) ou l'augmentation du nombre d'échantillons, de points de relevés. Toutefois, il convient de s'assurer que les investigations ainsi programmées ne viennent pas perturber trop fortement la zone étudiée ou ne permettent plus d'atteindre les objectifs propres au plan de gestion.

3.2.3 Planification des interventions

Compte tenu des aléas liés aux investigations de terrain et des conséquences de mauvaise interprétation des résultats par rapport aux enjeux liés au site, une planification détaillée des différentes phases d'intervention apparaît nécessaire. Le tableau 4, ci-après, présente une liste de points à préciser avant la mise en œuvre de phases d'échantillonnages et d'analyses.

En outre, l'opérateur devra toujours prendre contact avec le laboratoire qui exécutera les analyses pour régler les questions relatives au mode de prélèvement, au volume d'échantillon, au flaconnage, au conditionnement, au stockage (délai de remise au laboratoire), aux techniques et méthodes analytiques, aux limites de détection et de quantification, aux délais de remise des résultats...

Objectifs des investigations :

- Investigations en vue d'établir un état des lieux (modèle conceptuel puis de modèle de fonctionnement) au regard des enjeux de santé publique ou environnementaux identifiés,
- Investigations en vue de mettre en place une surveillance de la qualité des milieux,
- Investigations en vue de l'étude de faisabilité d'un projet de réhabilitation dans le cadre d'un plan de gestion,
- Investigations en vue de la validation d'un projet de réhabilitation dans le cadre d'une analyse des risques résiduels.

Examen des contraintes possibles :

- Accès aux secteurs d'échantillonnage,
- Période climatique, saisonnière,
- Matériel spécifique nécessaire,
- Risques particuliers à prendre en considération,
- Liste des substances à rechercher et contraintes particulières de prélèvement.

Types de stratégies d'échantillonnage souhaités :

- Aléatoire, systématique, au jugement ou combinaison de celles-ci,
- Adéquation avec les objectifs définis ci-dessus,
- Adéquation de la stratégie d'échantillonnage avec les techniques analytiques envisagées.

Types de techniques d'investigations susceptibles d'être mises en œuvre :

- Techniques intrusives, de criblage,
- Échantillonnage de surface, en profondeur,
- Suivi à court, moyen ou long terme,
- Combinaison de diverses techniques.

Définition du nombre optimal d'échantillons :

- Nombre de zones d'échantillonnage,
- Nombre de formations à investiguer,
- Nombre d'échantillons de contrôle qualité (blancs de terrain, blancs de transport, blancs de lavage des équipements d'échantillonnage...),
- Nombre d'échantillons, y compris pour mesure du bruit de fond local,
- Nombre d'échantillons complémentaires (duplicatas de terrain ...).

Types de techniques analytiques mises en œuvre :

- Techniques analytiques applicables,
- Seuils de détection et de quantification requis,
- Incertitudes, biais analytiques dus à la matrice.

Types d'interprétations des données :

- Cartographie, statistique, géostatistique,
- Comparaison aux valeurs réglementaires ou de gestion,
- Vérification des hypothèses de travail.

Tableau 4 : Définition du programme d'échantillonnage et d'analyses

3.3 Mise en œuvre des investigations de terrain

3.3.1 Généralités

Les investigations à mener concernent l'ensemble des milieux susceptibles d'être atteints par la pollution générée par le site étudié, qu'ils soient :

- des sols (milieu triphasique : solide, liquide et gazeux),
- des eaux superficielles (eaux, matières en suspension et sédiments),
- des eaux souterraines,
- des déchets ou divers remblais (rebus de production, matériaux de démolition, terres excavées...),
- l'air ambiant à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments, l'air du sol, les poussières et vapeurs,
- les végétaux à vocation alimentaire et autres denrées alimentaires.

Un mauvais prélèvement peut entraîner de grandes interrogations par la suite, un bon prélèvement garantit une grande fiabilité des résultats. **Les erreurs dues à l'échantillonnage sont en général plus importantes que celles imputables aux analyses de laboratoire.**

Une **traçabilité des échantillons** doit impérativement être mise en place de son prélèvement à l'analyse, avec un numéro d'ordre unique, ainsi qu'un certain nombre d'information sur ceux-ci doit être mentionné dans la fiche de prélèvement qui accompagne l'échantillon.

La conception d'un programme d'investigations doit donc être liée impérativement à **des procédures de management de la qualité**. Bien qu'il n'existe pas un ensemble unique de procédures de contrôle et d'assurance qualité à suivre en toute circonstance par tous les opérateurs, il est recommandé de suivre, autant que faire se peut, les lignes directrices définies dans la norme ISO 9001 "Systèmes de management de la qualité", version 2000.

Après prélèvement, les échantillons peuvent soit être analysés sur place, soit être envoyés vers un laboratoire d'analyses extérieur.

Dans le choix des laboratoires, les critères suivants seront pris en compte :

- politique d'assurance qualité du laboratoire (participation à des tests inter et intra laboratoires),
- l'envoi de blancs, de doublons et de solutions et/ou de sols certifiés permet d'avoir un bon contrôle du laboratoire d'analyses sélectionné. L'envoi d'échantillons en double vers deux laboratoires différents permet également un contrôle inter laboratoires des résultats,
- choix de la technique analytique (qui aura des conséquences en termes de limites de quantification). Plusieurs techniques analytiques sont parfois possibles pour un certain nombre de polluants, avec des limites de quantification et/ou de détection qui seront donc variables. Ces limites de quantification sont données à titre indicatif. En effet selon la nature de la matrice (eau, sol, air...) considérée, ces limites peuvent être modifiées. Des interférences entre certains composés des échantillons à analyser et les composés recherchés peuvent augmenter ces limites de quantification.

En outre, les laboratoires ne sont pas toujours accrédités COFRAC³ ou équivalent pour tous les types d'analyses. Néanmoins, il convient que les laboratoires d'essais et d'analyses respectent les exigences énoncées dans la norme NF EN ISO / CEI 17025 "Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnage et d'essais", version de septembre 2005.

Remarque : Au cours de diagnostics de site et plus particulièrement durant la surveillance d'un milieu sur un temps plus ou moins long, il convient d'éviter tout changement d'intervenant (bureau d'études réalisant les prélèvements et laboratoire d'analyses ou d'essais) sur la durée du projet. Si ce n'est pas possible, il est recommandé de réaliser des analyses en doublons sur une ou plusieurs campagnes pour contrôler le recouplement des suivis.

Les différentes stratégies d'échantillonnage et les recommandations générales pouvant être développées pour les différents milieux susceptibles de faire l'objet d'investigations sont présentées en ANNEXE E du guide.

3.3.2 Précautions de sécurité

Les dangers susceptibles d'être rencontrés lors des phases d'investigations sur des sites pollués, ainsi que les risques pouvant en découler sont multiples. Il n'est donc pas possible de tous les identifier pour toutes les configurations de situations possibles. Les risques évoqués ci-après sont relatifs aux personnes ou à l'environnement.

3.3.2.1 Sécurité des personnes

Les différentes investigations et analyses peuvent être source de dangers pour les personnes qui les effectuent. En conséquence, une réflexion préalable est à mener pour les identifier et définir les moyens adaptés pour les maîtriser, en tenant compte de la réglementation en vigueur (Code du Travail) et les consignes particulières locales.

Parmi les consignes élémentaires, on peut citer :

- sur les sites en activité, se conformer aux règles internes, aux recommandations du CHSCT du site, et ce dès les premières phases d'intervention,
- éviter tout contact direct par voie cutanée, ingestion ou inhalation avec des matériaux pollués ou suspects, et si cela n'est pas possible, mettre en place des systèmes de contrôle de l'exposition (détecteurs en continu ou en instantané...) et utiliser des équipements de protection individuels (cf. Tableau 5),
- suivre les procédures de demandes d'autorisation préalables et de permis de fouilles auprès des propriétaires de terrains concernés par les investigations, des différents concessionnaires susceptibles de posséder des infrastructures dans la zone d'études : lignes électriques et téléphoniques, réseau d'adduction d'eau, réseau gaz, pipelines... A ce stade, l'élaboration d'une déclaration d'intention de commencement de travaux (DICT) est indispensable afin de s'assurer de l'absence de réseaux susceptibles d'être présents sur le site (Décret n°91-1147 du 14 octobre 1991),

³ Il existe plusieurs programmes d'accréditation COFRAC dont les programmes suivants :

- Programme 97 : Prélèvements et analyses des polluants atmosphériques à l'émission et dans l'air ambiant
- Programme 99 : Analyse de contaminants chimiques chez les animaux, dans leurs produits et les denrées alimentaires destinées à l'homme et aux animaux
- Programme 100 : Analyse des eaux
- Programme 134 : Analyse des sols en relation avec l'environnement
- Programme 156 : Analyse des boues et des sédiments

- respecter les règles générales inhérentes à l'ouverture d'un chantier (manipulation d'engins, bâchage des camions, encombrements des voies de circulation, travaux souterrains...), et à l'utilisation de moyens techniques particuliers (prélèvements en fouilles ou tranchées de reconnaissance nécessitant des protections spécifiques - gants, casque, chaussures de sécurité...),
- faire suivre à l'ensemble du personnel intervenant sur le site, une formation adaptée aux risques encourus (sécurité - hygiène et sensibilisation aux dangers présents sur le site, utilisation des équipements de protection individuelle, pratiques de travail permettant de réduire les risques, utilisation en sécurité des équipements et des moyens de contrôle, prescriptions relatives à la surveillance médicale...).

Vêtements et équipements de protection	Équipements de contrôle	Procédures de sécurité
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bleus de travail ou combinaisons spéciales, ▪ Chaussures de sécurité, gants et casques de protection ▪ Lunettes protectrices ▪ Protection auditive ▪ Masques et filtres respiratoires, appareils respiratoires isolants ▪ Harnais et sangles de sécurité, ▪ Gilets de sauvetage, ▪ Torches de sécurité, extincteurs ▪ Équipements de premier secours 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Détecteurs de gaz portatifs ▪ Détecteurs de gaz automatiques ▪ Détecteurs personnels ▪ Dispositifs de contrôle de l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formation ▪ Information accessible relative aux services d'urgence (adresse, téléphone...) ▪ Systèmes d'autorisation de travail ▪ Information préalable et alerte des services d'urgence ▪ Accès au téléphone ▪ Dispositions de décontamination des installations et du personnel ▪ Procédures d'échantillonnage, de manipulation en sécurité des échantillons ▪ Accès des véhicules de secours

Tableau 5 : Mesures sanitaires et de sécurité pouvant être requises lors des investigations de terrain (d'après Norme NF ISO 10381-3, Mars 2002)

Pour certains chantiers où interviennent successivement ou simultanément différentes entreprises ou travailleurs indépendants, la réglementation hygiène et sécurité spécifique éditée pour les activités du bâtiment et des travaux publics présente l'avantage de fournir les moyens d'analyses du risque par le biais des Plans Généraux de Coordination (PGC) et de mettre l'accent sur la prévention des risques liés à la co-activité. A ce titre, la législation⁴ prévoit la mise en place une coordination en matière de sécurité et de protection de la santé (SPS) pour les chantiers et institue la fonction de coordonnateur. La rédaction du plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS) est également obligatoire pour toutes les entreprises intervenantes dès que l'opération est soumise à coordination SPS.

En cas d'intervention en milieu à forte concentration humaine, il convient aussi de vérifier que les investigations réalisées ne conduisent pas à une augmentation des risques pour les populations avoisinantes (exemple : coupure de canalisation, explosion, incendie, dégagement de gaz toxiques, irritants ou nauséabonds, bruits, vibrations...).

⁴ loi n°93-1418 du 31 décembre 1993, décret n°94-1159 du 26 décembre 1994

Pour en savoir plus :

- ADEME, INRS - "Protection des travailleurs sur les chantiers de réhabilitation de sites pollués", Référence ED 866, 209 pages, Juin 2002 (disponible sur le site internet : <http://www.inrs.fr>).
- AFNOR - Norme NF ISO 10381-3 (X 31-008-3) « Qualité du sol – Échantillonnage – Partie 3 : Lignes directrices relatives à la sécurité », Mars 2002.
- Formulaire Cerfa n° 90-0189 "Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT)", (disponible sur le site internet : <http://www.adminet.com/epv/cerfa/dict.html>).

3.3.2.2 Protection de l'environnement

La réalisation d'investigations, et plus particulièrement celles touchant le milieu souterrain (sols, eaux), mais aussi des opérations de démantèlement (cuves contenant des résidus, matériaux de démolition présentant des traces de pollution, systèmes d'étanchéification de surface...) peuvent constituer une source de contamination par :

- perturbation du milieu,
- création de voies préférentielles de migration de substances polluantes dans le sol ou la nappe,
- déplacement d'une source de pollution (perforation d'une poche, d'une cuve, d'un tuyau, d'une couche imperméable, remblaiement par des matériaux pollués),
- création de nuisances particulières (odeurs, fumées, poussières, boues transportées par les engins de chantier...), susceptibles d'engendrer une gêne pour le voisinage.

Les précautions à prendre sont laissées à l'appréciation des opérateurs dont l'expérience, la sensibilisation et le bon sens permettront de faire les choix convenant à la situation propre au site étudié (exemple : comblement des fosses de reconnaissance, nettoyage des outils de prélèvement entre chaque point de prélèvement, cimentation des ouvrages suspects, préservation de l'intégrité des couches imperméables...).

3.3.3 Rendus des informations

Au final, il est essentiel de rédiger un rapport de campagne d'investigations qui relate les actions et tous les faits pertinents concernant les opérations de caractérisation des milieux. L'opérateur doit nécessairement inclure dans ce document une description des protocoles d'échantillonnage utilisés ainsi que la liste des principaux équipements, contenants et agents de conservation des échantillons, s'il y a lieu. L'emplacement des points de prélèvement, la fréquence et l'heure des prélèvements, ainsi que les événements qui les entourent doivent également être consignés. De plus et afin d'aider à l'interprétation des résultats, il est nécessaire de noter les valeurs des paramètres physico-chimiques qui sont mesurés sur place, tels que le pH, le potentiel d'oxydo-réduction, l'oxygène dissout, la conductivité et la température, les conditions climatiques (pluie, neige, gel...), la période de crue ou d'étiage s'il y a lieu en bordure d'un cours d'eau, une description visuelle des échantillons et du milieu échantillonné (couleur, odeur, turbidité...). En conséquence, les fiches de prélèvement et les bulletins d'analyses doivent impérativement être annexés au document, ainsi que la position des lieux de prélèvement à l'intérieur et l'extérieur du site, reportée sur un fond cartographique à une échelle adaptée.

En ce qui concerne les rendus possibles de l'étude d'investigations de terrain, l'ANNEXE A propose un plan type de rapport final de diagnostics des milieux et d'un rapport de campagne d'investigations.



ANNEXES



ANNEXE A : Plan type de rapport d'étape et final de diagnostics

A. Rapport d'étape documentaire

A l'issue de l'étude historique du site, de vulnérabilité et de l'état des milieux à partir d'une recherche documentaire, il apparaît important de réaliser un rapport d'étape où seront développées les différentes recherches entreprises dans ce cadre, les résultats obtenus, mais aussi les limites et contraintes rencontrées.

Ce rapport devra contenir tous les documents aidant à l'analyse, à l'évaluation et aux conclusions établies par les experts (exemples : comptes-rendus d'interviews, plans généraux, plans détaillés...).

Il pourra comporter, dans certains cas, des propositions d'actions complémentaires :

- mesures d'urgence, de prévention ou de surveillance,
- recommandations pour d'éventuelles investigations de terrain (milieux à reconnaître, secteurs à privilégier, profondeurs des investigations et niveaux à investiguer...).

Une proposition de plan de rapport est donnée ci-dessous (cf. Figure 7).

Les informations recueillies pourront servir à la constitution du schéma conceptuel en vue d'une définition de scénarii d'actions à mener sur le site, et devront donner lieu à la formulation d'un premier avis sur la compatibilité du site avec les usages constatés ou futurs des milieux.

Au terme de ces recherches documentaires et de la visite du site, il s'agira d'aboutir à la formulation d'hypothèses de travail sur :

- la liste des polluants susceptibles d'être rencontrés sur le site,
- la localisation des sources de pollution potentielles,
- le degré de vulnérabilité ou sensibilité des milieux d'exposition identifiés.

<p>1. Introduction.</p> <p>1.1. Cadre et périmètre de l'étude Cadre de l'action (arrêtés, ...), contexte juridique du site, méthode employée</p> <p>1.2. Études antérieures Résumé des travaux précédents</p> <p>2. Sources d'information.</p> <p>2.1. Données recherchées : Géographie, topographie, géologie, hydrogéologie, enjeux,</p> <p>2.2. Sources utilisées : Études et rapports, interviews, archives, cartes, photos, etc., ...</p> <p>2.3. Sources particulières</p> <p>3. Caractéristiques du site.</p> <p>3.1. Situation géographique.</p> <p>3.2. Contexte climatique, géologique, hydro géologique, hydrologique local.</p> <p>3.3. Risques d'inondation</p> <p>3.4. Cadre réglementaire.</p> <p>4. Historique du site.</p> <p>4.1. Activités.</p> <p>4.1.1 Limites de propriété.</p> <p>4.1.2 Activités pratiquées sur le site et/ou le secteur d'études.</p> <p>4.1.3 Description des structures actuelles.</p> <p>4.1.4 Description des structures anciennes. Constructions et démolitions, Affectations successives des ateliers Terrassements. Excavations, Remblais, Dépôts</p> <p>4.2. Production du site.</p> <p>4.2.1. Atelier 1 ou production 1 Nature et localisation Principes. Description, schémas - blocs Produits et déchets. Liste complète des produits manipulés avec les quantités annuelles ou globales, Danger et mobilité des produits...</p> <p>4.2.2. Atelier 2 ou production 2 ...</p> <p>4.2.x. Produits et déchets : synthèse du site. Tableau des produits les plus préoccupants en termes de danger, mobilité, et quantités. Pratiques environnementales.</p>	<p>5. Identification des sources.</p> <p>5.1. Liste des sources de pollution potentielles ou identifiées.</p> <p>5.2. Source 1 Description et localisation de la source Listes des polluants potentiels liés à la source</p> <p>5.3. Source 2</p> <p>5.4. ...</p> <p>5.5. Liste des déchets/produits identifiés. Résultats des analyses des polluants potentiels dans les milieux d'exposition</p> <p>5.6. Risques naturels ou humains.</p> <p>6. Identification des milieux de transfert et d'exposition.</p> <p>6.1. Voies potentielles de migration des polluants dans les milieux (air, sol, eau souterraine et de surface).</p> <p>6.2. Caractérisation des milieux d'exposition potentielles.</p> <p>6.3 Détermination de l'état initial des milieux (fond (hydro)géochimique,...)</p> <p>6.4. Dangers potentiels posés par le site.</p> <p>6.5. Pollutions constatées.</p> <p>7. Identification des enjeux liés au site et aux milieux et critères d'appréciation</p> <p>7.1. Enjeux sanitaires</p> <p>7.2. Enjeux environnementaux</p> <p>7.3. Enjeux socio- économiques</p> <p>8. Mesures d'urgence ou de prévention.</p> <p>9. Élaboration du schéma conceptuel.</p> <p>9.1. Tableau récapitulatif des sources de pollution.</p> <p>9.2. Schéma conceptuel du site.</p> <p>10. Conclusion générale : SOIT Recommandations pour des investigations sur</p> <p>10.1. Milieux à reconnaître.</p> <p>10.2. Zones à reconnaître en priorité.</p> <p>10.3. Substances - déchets à rechercher.</p> <p>10.4. Paramètres du site à rechercher.</p> <p>10.5. Précautions à prendre.</p> <p>SOIT Orientations pour l'application de l'IEM</p> <p>SOIT Orientations pour la mise en place d'un plan d'actions, pouvant éventuellement comporter une surveillance du site</p> <p>SOIT Orientations pour la " banalisation " du site.</p>
---	---

Figure 7 : Proposition de plan pour un rapport d'étape documentaire



B. Rapport final de diagnostic de site

A l'issue des investigations sur le terrain pour connaître l'état des milieux, un rapport de synthèse des informations acquises sera réalisé. Il comporte :

- une **introduction** rappelant les conclusions de l'étape documentaire, et notamment :
 - ◆ les hypothèses de travail élaborées à partir du schéma conceptuel du site ayant conduit à la mise en œuvre des investigations,
 - ◆ les contraintes réglementaires pesant sur les investigations de terrain, notamment sur les aspects sécurité,
 - ◆ les conditions générales locales au moment des investigations,
- une **description du site**, comprenant entre autres la localisation, l'identification, la caractérisation des sources de pollution (potentielles ou reconnues),
- une présentation détaillée de la **stratégie d'investigations**, avec notamment :
 - ◆ une description de la campagne d'investigations élaborée, par milieu,
 - ◆ les méthodes et techniques retenues, et les raisons du choix,
 - ◆ les précautions prises (risques pour les personnes, pour l'environnement),
- une **description des travaux de terrain**, en séparant les phases de prélèvement, de constitution des échantillons, de conditionnement, de transport, mais aussi en indiquant les éventuels incidents survenus au cours de ces étapes, et les précautions prises pour assurer l'intégrité des échantillons,
- la **chaîne analytique retenue** (société en charge de l'échantillonnage, laboratoire d'analyses, éventuel prestataire, préparation, type d'analyses, mode d'étalonnage et nature des étalons, limites de quantification,, degré de précision...),
- les résultats bruts obtenus (observations de terrain, résultats des analyses), par milieu étudié ; les points susceptibles d'être soulignés sont repris dans le Tableau 6,
- une **exploitation de ces résultats par rapport à l'analyse des enjeux** liés au site, notamment en termes de limites d'interprétation, de degré de fiabilité des informations ou de lacunes obtenues au cours des étapes documentaires et d'investigations des milieux,
- des conclusions et recommandations portant sur :
 - ◆ le tableau récapitulatif des sources de pollution identifiées et/ou potentielles et leurs caractéristiques physico-chimiques,
 - ◆ l'étendue des pollutions constatées dans les milieux de transfert et d'exposition (air, eau, sol, voire aussi s'il y a lieu d'être, faune, flore, humains ou bâtiment), et ce par rapport à l'état de référence du secteur étudié,
 - ◆ l'extension latérale et verticale des poches ou des panaches de pollution,
 - ◆ la compréhension des mécanismes de transfert des polluants vers et dans ces milieux,
 - ◆ la signification des niveaux observés de pollutions vis à vis des enjeux,
 - ◆ les actions préventives à mettre en œuvre d'urgence,

- ◆ les éventuelles mesures pouvant devenir nécessaires à terme (élaboration d'un plan de gestion, surveillance de la qualité des eaux, travaux de réhabilitation, servitudes...),
- ◆ la mise à jour du schéma conceptuel,
- **en annexes**, tout document permettant d'appuyer l'analyse décrite ci-dessus (carte de situation générale, schéma descriptif du site, plan d'échantillonnage, logs graphiques, bordereaux de résultats des analyses, photographies, carte des points sans interpolation...).

Il conviendra de préciser les changements apportés au programme initial (et les raisons des modifications réalisées), les contraintes et difficultés rencontrées au cours des différentes investigations. Il est recommandé également de joindre en annexe du rapport tout document permettant de justifier les demandes qui ont été effectuées auprès d'organismes ou de personnes, dans le cadre de l'étude, ainsi que tout document concernant les réponses obtenues à ces demandes.



Milieu d'exposition	Points à souligner
Eau souterraine	<ul style="list-style-type: none">- Contexte géologique et hydrogéologique (stratigraphie, aquifères, niveaux imperméables, profondeur de l'eau, caractéristiques hydrauliques des aquifères...).- Points d'exposition dans la zone d'étude (captages d'alimentation en eau potable, puits de particuliers recensés...) et usagers correspondants.- Résultats analytiques (en fonction de la date et de la profondeur de prélèvement) antérieurs ou obtenus au cours des investigations de terrain.- Étendu du panache de pollution et évolution probable dans le temps.- Bruit de fond hydrogéochimique de la nappe étudiée.- Identification des enjeux sanitaires, environnementaux et socio-économiques liés à ce milieu.
Eau superficielle	<ul style="list-style-type: none">- Situation hydrologique locale, avec indication des éventuelles zones inondables.- Localisation des rejets.- Points d'exposition (dont les prises d'eau à des fins d'alimentation en eau potable, piscicultures...) et leurs caractéristiques correspondantes.- Résultats analytiques (en fonction de la date, de la profondeur et de la zone de prélèvement, de la nature de l'échantillon : eau, sédiments, végétaux, poissons, ...) antérieurs ou obtenus au cours des investigations de terrain.- Étendu du panache de pollution et évolution probable dans le temps.- Bruit de fond hydrogéochimique du cours d'eau ou plan d'eau étudié.- Identification des enjeux sanitaires, environnementaux et socio-économiques liés à ce milieu.
Sol, déchet	<ul style="list-style-type: none">- Cibles potentielles et leurs caractéristiques (travailleurs, populations voisines, écoles, garderies, potagers...).- Caractéristiques de ces cibles.- Résultats des analyses (en fonction de la date et de la profondeur de prélèvement) antérieures ou obtenues au cours des investigations de terrain.- Zones polluées et évolution probable dans le temps.- Bruit de fond géochimique du site et de son environnement.- Identification des enjeux sanitaires, environnementaux et socio-économiques liés à ce milieu.
Denrées alimentaires	<ul style="list-style-type: none">- Cibles potentielles et leurs caractéristiques (populations voisines, écoles, potagers, vergers, piscicultures, pâturages...).- Résultats des analyses antérieurs ou obtenus au cours des investigations de terrain.- Résultats de denrées alimentaires prélevés dans des environnements "témoins".- Identification des enjeux sanitaires, environnementaux et socio-économiques liés à ce milieu.
Air, gaz du sol	<ul style="list-style-type: none">- Cibles potentielles et leurs caractéristiques (travailleurs, populations voisines, écoles, garderies, potagers...).- Caractéristiques de ces cibles.- Résultats des analyses (en fonction de la date, de la profondeur de prélèvement dans les sols ou la hauteur de prélèvement dans l'air ambiant, des conditions météorologiques, du contexte d'émission et de dispersion des substances polluantes) antérieurs ou obtenus au cours des investigations de terrain.- Zones polluées dues aux retombées des panaches et évolution probable dans le temps.- Bruit de fond du site et de son environnement.- Identification des enjeux sanitaires, environnementaux et socio-économiques liés à ce milieu.

Tableau 6 : Points à souligner dans le cadre des études des différents milieux

C. Rapport de campagne d'investigation

Le rapport de synthèse d'une campagne d'investigation (contrôle ponctuel ou intermédiaire de l'état des milieux) pourra comprendre les informations suivantes :

- une **introduction** rappelant :
 - ◆ le cadre de réalisation de la campagne d'investigation : raisons, contexte, description des conditions générales au moment des investigations...
 - ◆ une synthèse des conclusions du diagnostic documentaire ou du plan de gestion ayant conduit à la réalisation de la campagne d'investigation,
 - ◆ l'énoncé des hypothèses de travail,
- une description du site ou des milieux d'exposition comprenant :
 - ◆ la localisation, et la description détaillée du site ou des milieux,
 - ◆ la localisation et l'identification des sources de pollution connues,
 - ◆ l'identification des enjeux considérés.
- la présentation des **stratégies d'investigation** qui comporte :
 - ◆ la description de la campagne des travaux de terrain : intensité des investigations,
 - ◆ la justification des choix de l'opérateur quant aux méthodes et techniques retenues,
 - ◆ la mention des conditions restrictives survenues lors de la réalisation de ce diagnostic, par exemple l'impossibilité d'effectuer des prélèvements sur certaines parties du site,
 - ◆ la justification des choix des substances retenues,
 - ◆ les précautions prises pour la sécurité des personnes et de l'environnement,
- la description des travaux en mentionnant :
 - ◆ la mise en œuvre et la réalisation des investigations de terrain,
 - ◆ les techniques de prélèvement, d'échantillonnage et de conditionnement,
 - ◆ la localisation des points de prélèvement sur plan,
 - ◆ les entreprises intervenantes, et leur rôle respectif,
 - ◆ la description du milieu faisant l'objet d'une caractérisation,
 - ◆ les problèmes rencontrés et les remarques formulées,
- les résultats analytiques avec :
 - ◆ l'identification du laboratoire compétent,
 - ◆ l'énumération des prétraitements, des paramètres analytiques et des techniques appliquées (limite de détection, limite de quantification,...),
 - ◆ la synthèse des résultats bruts (terrain et laboratoires) sous forme de tableau voire de graphique,
 - ◆ la cartographie de l'extension des polluants sur le site ou dans les milieux d'exposition (cartes, SIG...),
 - ◆ l'interprétation de ces résultats par rapport aux enjeux préalablement définis.
- les **conclusions et recommandations** formulées en fonction des objectifs de la campagne d'investigation ; notamment au regard des niveaux de pollution observés, des mesures à mettre en œuvre à court et moyen termes (éventuelles actions préventives ou correctives) et à long terme (surveillance, servitudes, plan de gestion, ...). Le schéma conceptuel sera mis à jour.



ANNEXE B : Les sources d'information documentaire

- Agences de l'eau
- Archives départementales (A.D.)
- Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)
- Centre des Archives du Monde du Travail (C.A.M.T.)
- Directions Régionales de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE)
- Institut Géographique National (I.G.N.)
- Préfectures et autres services de l'État (DDA, DDE, DDSV, DIREN, DRAC)
- Directions Départementales des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS)
- Archives notariales
- Mairies
- Adresses Internet de sites et bases de données nationales



Agences de l'eau

Fiche descriptive des sources d'information

Identification : Agences de l'eau

Données accessibles : Documents relatifs à la qualité des eaux souterraines et des eaux superficielles (eaux et sédiments), schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE et SDAGE), études spécifiques (filères de décontamination des nappes...)...

Utilisation possible :

- Inventaire régional ou thématique : non
- Reconstitution de l'historique du site : oui
- Analyse des enjeux liés au site : oui

Condition d'accès à l'information :

- Rendez-vous : oui
- Consultation sur place : oui
- Horaire d'ouverture voir liste des Agences
- Photocopies payantes : oui
- Possibilité d'achat de publication : oui
- Nombre de dossiers consultables/jour :
- Mode de consultation :

Confidentialité :

Adresse nationale : Voir adresses des six agences de l'eau

Adresse Internet : <http://www.lesagencesdeleau.fr/>



Liste des Agences de l'eau

	Téléphone	Télécopie
Adour - Garonne 90 rue de Férétra 31078 TOULOUSE CEDEX www.eau-adour-garonne.fr	05.61.36.37.38	05.61.36.37.28
Artois - Picardie 200 Rue Marceline BP 818 59508 DOUAI CEDEX www.eau-artois-picardie.fr	03.27.99.90.00	03.27.99.90.15
Loire - Bretagne Avenue Buffon, B.P. 6339 45063 ORLEANS CEDEX 2 www.eau-loire-bretagne.fr	02.38.51.73.73	02.38.51.74.74
Rhin - Meuse Route de Lessy B.P. 30019 57161 MOULINS LEZ METZ CEDEX www.eau-rhin-meuse.fr	03.87.34.47.00	03.87.60.49.85
Rhône - Méditerranée - Corse 2 et 4 allée de Lodz 69363 LYON CEDEX 7 www.eaurmc.fr	04.72.71.26.00	04.72.71.26.01
Seine - Normandie 51 rue Salvador Allende 92027 NANTERRE CEDEX www.eau-seine-normandie.fr	01.41.20.16.00	01.41.20.16.09



Archives Départementales (A.D.)

Fiche descriptive des sources d'information

Identification : Archives Départementales (A.D.)

Données accessibles : Dossiers sur les établissements insalubres, dangereux ou incommodes qui constituent les dossiers Commodo - Incommodo (ancêtres des installations classées), dossiers de dommages de guerre, documents émanant des Préfectures et des services déconcentrés de l'Etat, anciens documents cadastraux.

Utilisation possible :

- Inventaire régional ou thématique : oui
- Reconstitution de l'historique du site : oui
- Analyse des enjeux liés au site : non

Condition d'accès à l'information :

- Rendez-vous : oui (pour documents avec dérogations ou de moins de 30 ans)
- Consultation sur place : oui
- Horaire d'ouverture voir liste des A.D.
- Photocopies payantes : oui
- Possibilité d'achat de publication : oui
- Nombre de dossiers consultables/jour : en moyenne 6 par demi - journée pour le public en fonction des A.D.
- Mode de consultation : la recherche débute en général par la consultation de répertoires qui renvoient à des fichiers. La consultation des fichiers permet de noter la référence du dossier souhaité qui est remis par le personnel des A.D. après avoir rempli une fiche de demande spécifique pour le dossier. Certaines A.D. donnent la possibilité de réserver sous 24h les documents à consulter via leur site internet.

Confidentialité : les photocopies sont estampillées du tampon "confidentiel" ou "reproduction interdite" et ne peuvent être éditées qu'avec l'accord des A.D. et en mentionnant le nom du service, le titre du dossier, l'auteur et la date.

Adresse nationale : Direction des Archives de France

56, rue des Francs – Bourgeois
75141 Paris cedex 03
Tél. : 01.40.27.60.00
Fax : 01.40.27.66.06

Adresses départementales : Cf. liste jointe.

Voir également le site Internet : <http://www.guide-genealogie.com>

Commentaires : La consultation des dossiers particuliers peut apporter de nombreuses informations relevant tant de la recherche historique que de l'analyse historique.

Elle peut être sujette à des restrictions particulières du fait de la confidentialité de certains documents.



- Série W : Dossiers des installations classées postérieurs à 1940.
- Série M : Etablissements dangereux, incommodes et insalubres (1790 - 1940).
- Série S : Travaux publics et transports.
- Série J : Documents entrés par voie extraordinaire (fonds privés...).
- Série U : Documents de Justice, des tribunaux de commerce, des prud'hommes.
- Série P : Finances, cadastre et remembrement.

Liste des Archives Départementales

ALSACE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU BAS-RHIN – A.D. 67

5 RUE FISCHART
67000 STRASBOURG



03 88 45 94 54



03 88 60 44 52



archives@cg67.fr



<http://www.archives.cg67.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 17H SANS
INTERRUPTION.

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU HAUT-RHIN – A.D. 68

CITE ADMINISTRATIVE
3 RUE FLEISCHHAUER BATIMENTS M ET L
68026 COLMAR CEDEX



03 89 21 97 00



03 89 24 14 42



archives@cg68.fr

Horaires d'ouverture : LUNDI, MARDI, MERCREDI, JEUDI ET VENDREDI DE 9H A
12H30 ET DE 13H30 A 17H.

Fermeture annuelle : Fermé le Vendredi Saint et entre Noël et Jour de l'an.



AQUITAINE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA DORDOGNE – A.D. 24

9 RUE LITTRE
24000 PERIGUEUX

 05 53 03 33 33

 05 53 07 46 72

 cq24.archives@dordogne.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 17H INSCRIPTION DES LECTEURS : 9H-12H ET 14H- 16H ; INTERRUPTION DES LEVEES DE DOCUMENTS ENTRE 11H45 ET 13H30

Fermeture annuelle : DU 1er AU 15 JUILLET

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA GIRONDE – A.D. 33

13-25 RUE D'AVIAU
33081 BORDEAUX

 05 56 52 14 66

 05 56 79 19 93

 archives-gironde@cg33.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU JEUDI DE 8H30 A 17H SANS INTERRUPTION ET LE VENDREDI DE 8H30 A 16H.

Fermeture annuelle : DU 1er AU 14 JUILLET.

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DES LANDES – A.D. 40

4 IMPASSE MONTREVEL
40025 MONT-DE-MARSAN CEDEX

 05 58 05 40 40

 05 58 05 41 41

 archives@cg40.fr

 http://www.landes.org/fr_vivre_cultiver_archive.asp?num=9

Horaires d'ouverture : LUNDI, MARDI ET JEUDI : 8H30- 17H30 MERCREDI : 13H - 17H30 VENDREDI : 8H30- 16H30

Fermeture annuelle : LE PREMIER JOUR OUVRE QUI SUIV LE 1ER JANVIER.

CENTRE DES ARCHIVES CONTEMPORAINES ET DE L'ETAT CIVIL DE LOT ET GARONNE – A.D.47

Cité Saint-Jacques
1633 avenue Maréchal LECLERC
47922 AGEN CEDEX 9

 05 53 69 42 64

 05 53 69 45 36

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H00 à 12H30 ET DE 13H30 à 17H00 LE VENDREDI FERMETURE à 16H00

Fermeture annuelle : DU 1er AU 15 AOUT

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DES PYRENEES-ATLANTIQUES – A.D. 64

CITE ADMINISTRATIVE
BOULEVARD TOURASSE
64000 PAU

 05 59 84 97 60

 05 59 84 83 29

 archives@cq64.fr

Horaires d'ouverture : LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 12H30 ET DE 13H30 A 17H30.
SAMEDI DE 8H30 A 12H (LES DOCUMENTS POUR LE SAMEDI DOIVENT ETRE RESERVES AU PLUS TARD LE VENDREDI A 16H)

Fermeture annuelle : SECONDE QUINZAINE DE SEPTEMBRE



AUVERGNE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE L'ALLIER – A.D. 03

PARC DE BELLEVUE
03400 YZEURE



04 70 20 01 40



04 70 44 16 71



archivesdpt@cg03.fr



http://www.cg03.fr/pages/front/index.asp?PageId=490_5

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30-12H ET DE 14H-18H,
FERMETURE LE VENDREDI A 17H

Fermeture annuelle : DEUXIEME QUINZAINE D'OCTOBRE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU CANTAL – A.D. 15

1 rue du 139e Régiment d'Infanterie
15012 AURILLAC CEDEX



04 71 48 33 38



04 71 48 33 35



ebouye@cg15.fr



<http://www.cg15.fr/archives>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU JEUDI DE 8H15 A 17H30 MERCREDI ET
VENDREDI DE 8H15 A 16H30

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA HAUTE-LOIRE – A.D. 43

AVENUE DE TONBRIDGE
B.P. 338
43012 LE PUY-EN-VELAY



04 71 02 81 19



04 71 02 98 76



archives43@cg43.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H A 17H, COMMUNICATION DES
DOCUMENTS INTERROMPUE A 16H15

Fermeture annuelle : DU 1er AU 15 JUILLET INCLUS

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU PUY-DE-DOME – A.D. 63

75 RUE DE NEYRAT
BP 20
63018 CLERMONT-FERRAND CEDEX 2

 04 73 23 45 80

 04 73 23 45 89

 archives@cg63.fr

 <http://www.archivesdepartementales.puydedome.com>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU JEUDI DE 8H45 A 16H45 (DERNIERE LEVEE A 16H) IL N'Y A PAS DE LEVEE DES DOCUMENTS DE 11H30 A 13H.



BOURGOGNE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA COTE D'OR – A.D. 21

8 RUE JEANNIN
21000 DIJON

 03 80 63 66 98

 03 80 63 65 37

 archives@cg21.fr

 <http://www.archives.cotedor.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H00 A 17H00.

Fermeture annuelle : 25 DECEMBRE, 1er JANVIER ET UNE SEMAINE EN ETE (SE RENSEIGNER POUR LES DATES)

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA NIEVRE - A.D. 58

1 RUE CHARLES ROY
58039 NEVERS CEDEX

 03 86 60 68 30

 03 86 60 68 40

 archives@cg58.fr

 <http://www.cg58.fr/patrimoi/archives.htm>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI-VENDREDI DE 9H A 12H ET DE 13H30 A 17H30 et (jeudi de 9h à 17h30). (DOCUMENTS REMIS JUSQU'A 11H30 ET 17H)

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE SAONE-ET-LOIRE – A.D. 71

PLACE DES CARMELITES
71026 MACON CEDEX

 03 85 21 00 76

 03 85 21 03 76

 archives@cg71.fr

 <http://www.archives71.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H A 12H30 ET DE 13H30 A 18H.

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE L'YONNE – A.D. 89

37 RUE ST-GERMAIN

89000 AUXERRE



03.86.94.89.00



03.86.94.89.03



archives@cg89.fr

Horaires d'ouverture :

DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 17H30, (DOCUMENTS NON
DIFFUSES ENTRE 11H45 ET 13H30), LE SAMEDI DE 8H30 A
12H

Fermeture annuelle :

PAS DE FERMETURE ANNUELLE



BRETAGNE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DES COTES D'ARMOR – A.D. 22

7 RUE FRANCOIS MERLET
22000 ST-BRIEUC

 02 96 78 78 77

 02 96 78 67 29

 <http://archives.cotesdarmor.fr/asp>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 17H15, LA
COMMUNICATION DES DOCUMENTS EST INTERROMPUE A
PARTIR DE 16H45.

Fermeture annuelle : AUCUNE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU FINISTERE – A.D. 29

5 ALLEE HENRI BOURDE DE LA ROGERIE
CITE ADMINISTRATIVE DE TY NAY KERFEUNTEUN
29000 QUIMPER

 02 98 95 91 91

 02 98 95 31 69

 archives.departementales@cg29.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 17H.

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES D'ILLE-ET-VILAINE – A.D. 35

20 AVENUE JULES FERRY
35700 RENNES

 02 99 27 21 50

 02 99 27 21 51

 archives35@wanadoo.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 17H30. (ARRET DES
COMMUNICATIONS A 11H30 ET 16H40)

Fermeture annuelle : PREMIERE QUINZAINE D'AOUT

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU MORBIHAN – A.D. 56

80 RUE VENETES
B.P. 405
56010 VANNES CEDEX

 02 97 46 32 52

 02 97 46 48 76

 archives@cg56.fr

 <http://archives.cg56.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H A 17H30 - LE SAMEDI DE 9H A 12H (SAUF VEILLE ET LENDEMAIN DE FETE) 11H30 ET 13H.

Fermeture annuelle : Fermeture mensuelle le 2ème mercredi de chaque mois de 9 h à 13 h. Fermeture annuelle : du 1er au 15 septembre.



CENTRE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU CHER – A.D. 18

RUE J.M. HEURTAULT DE LAMERVILLE
18022 BOURGES CEDEX

 02 48 55 82 60

 02 48 55 82 61

 archives@cg18.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 12H30 ET 13H30 A 17H30

Fermeture annuelle : DU 1er AU 15 AOUT

ARCHIVES DEPARTEMENTALES D'EURE-ET-LOIR – A.D. 28

Esplanade Martial Taugourdeau
Pont de Mainvilliers
28026 CHARTRES CEDEX

 02.37.88.82.20

 02 37 36 88 79

 archives@cg28.fr

 <http://archives28.fr>

Horaires d'ouverture : LUNDI-JEUDI 9h à 17h30 (le premier mardi du mois 13h30 à 17h30) ; VENDREDI 9h à 16h. Horaires d'été, du 15 juillet à la fin du mois d'août : 9h à 17 h (16h le vendredi)

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE L'INDRE – A.D. 36

1 RUE JEANNE D' ARC
B.P. 639
36020 CHATEAUROUX CEDEX

 02 54 27 30 42

 02 54 27 85 60

 archives.indre@cg36.fr

 <http://archives.cyberindre.org>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8h30 A 12h30 et 13h30 A 17h

Fermeture annuelle : 2eme QUINZAINE DE JUIN

ARCHIVES DEPARTEMENTALES D'INDRE-ET-LOIRE – A.D. 37

6 RUE DES URSULINES
37000 TOURS

 02 47 60 88 88

 02 47 60 88 89

 archives@cg37.fr

 <http://www.cg37.fr/index.php?media=55>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H A 17H. LES 1er ET 3ème
SAMEDI DU MOIS : DE 9H A 11H45.

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU LOIR-ET-CHER – A.D. 41

2 RUE LOUIS-BODIN
41000 BLOIS

 02 54 58 41 24

 02 54 58 42 16

 sec.archives@cg41.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU JEUDI : 9H00-12H30;13H30-17H30 VENDREDI :
DE 9H00-17H30

Fermeture annuelle : FERMETURE LE 1ER MARDI MATIN DE CHAQUE MOIS.

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU LOIRET – A.D. 45

COUVENT DES MINIMES-CENTRE DES HIST. ET GEN.
6 RUE D 'ILLIERS
45000 ORLEANS CEDEX 1

 02 38 54 95 95

 02 38 52 98 06

 dad@cg45.fr

 <http://www.loiret.com>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H A 12H30 ET DE 13H30 A
17H00.

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE



CHAMPAGNE - ARDENNES

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DES ARDENNES – A.D. 08

10 RUE DE LA PTE. DE BOURGOGNE
BP 831
08011 CHARLEVILLE-MEZIERES CEDEX

 03 24 57 40 06
 03 24 57 40 18
 archives@cg08.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 12H ET DE 13H30 A 17H30

Fermeture annuelle : DEUXIEME QUINZAINE DU MOIS DE JUIN

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE L'AUBE – A.D. 10

131 RUE ETIENNE PEDRON
10000 TROYES

 03 25 42 52 62
 03 25 42 52 79
 archives.aube@cg10.fr
 <http://www.archives-aube.com>

Horaires d'ouverture : LUNDI, MERCREDI A VENDREDI DE 9H-17H LE MARDI DE 13H30-17H

Fermeture annuelle : 2eme SEMAINE D'OCTOBRE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA MARNE – A.D. 51

1 RUE JUST-BERLAND
51000 CHALONS-EN-CHAMPAGNE

 03 26 68 06 69
 03 26 21 58 37
 archives51@cg51.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 17H.

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA HAUTE-MARNE – A.D. 52

B.P. 509
RUE DU LYCEE AGRICOLE, CHAMARANDES - CHOIGNES
52011 CHAUMONT CEDEX

 03 25 03 33 54

 03 25 01 58 35

 archives.departementales@haute-marne.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30-16H45

Fermeture annuelle : SECONDE QUINZAINE DE DECEMBRE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA MARNE (DEPOT ANNEXE)

Bâtiment annexe
129 RUE DE L'YSER
51100 REIMS

 03 26 85 17 58

 03 26 82 36 46

 archives51reims@cg51.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 à 12H ET DE 14H à 17H15

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE



CORSE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA CORSE-DU-SUD – A.D. 2A

LES SALINES
RUE FRANCOIS PIETRI
20090 AJACCIO

 04 95 29 14 26

 04 95 29 12 14

 archives@cq-corsedusud.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 11H45 ET DE 13H15 A 16H45

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA HAUTE-CORSE – A.D. 2B

CHEMIN DE L'ANNONCIADE
20405 BASTIA CEDEX 9

 04 95 55 55 81

 04 95 55 57 93

 ARCHIVES2B@cq2b.fr

 <http://www.haute-corse.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H00 A 11H45 ET DE 13H30 A 17H15 (VENDREDI 16H15) JUILLET-AOUT (HORAIRE D'ETE) SE RENSEIGNER.

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE

FRANCHE COMTE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU DOUBS – A.D. 25

RUE MARC BLOCH
B.P. 2059
25050 BESANCON CEDEX

 03 81 25 88 00

 03 81 25 88 01

 archives.departementales@doubs.fr

 <http://www.doubs.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU JEUDI DE 9H A 18H, LE VENDREDI DE 9H A 17H ET LE SAMEDI DE 9H A 12H. FERMETURE LES SAMEDIS VEILLES DE FETES.

Fermeture annuelle : dernière semaine de juillet et de décembre

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU JURA – A.D. 39

90 RUE DES SALINES
B.P. 14
39570 MONTMOROT CEDEX

 03 84 47 41 28

 03 84 43 05 41

 archives-jura@cg39.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 12H ET DE 13H15 A 17H15. COMMUNICATION DES DOCUMENTS DE 8H30 A 11H45 ET DE 13H15 A 16H45

Fermeture annuelle : LA SEMAINE PRECEDENT LES CONGES SCOL. DE LA TOUSSAINT ET DE PAQUES (ZONE B)

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA HAUTE-SAONE – A.D. 70

14 B, RUE MIROUDOT-DE-ST-FERJEU
70000 VESOUL

 03 84 97 15 80

 03 84 75 34 89

 archives@cg70.fr

 <http://www.cg70.fr/decouvertes/archives.htm>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU JEUDI DE 9H A 12H ET DE 13H30 A 17H. VENDREDI DE 9H A 12H ET DE 13H30 A 16H SAMEDI DE 8H A 12H

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE



ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU TERRITOIRE DE BELFORT – A.D. 90

4 RUE DE L'ANCIEN THEATRE
90000 BELFORT

 03 84 90 92 00

 03 84 90 92 11

 xavier.laurent@cq90.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI : DE 8H30 A 12H00 ET DE 13H30 A 17H00

Fermeture annuelle : 2 SEMAINES AU COURS DE L'ETE

ILE DE FRANCE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE PARIS – A.D. 75

18 BOULEVARD SERURIER
75019 PARIS

 01 53 72 41 23

 01 53 72 41 34

 dac.archives@mairie-paris.fr

 <http://www.archives.paris.fr>

Horaires d'ouverture : LE LUNDI DE 13H30 A 17H30, DU MARDI AU VENDREDI DE 9H30 A 17H30, LE SAMEDI DE 9H30 A 17H.

Fermeture annuelle : LA SEMAINE DU 15 AOUT ET ENTRE NOEL ET LE JOUR DE L'AN.

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA SEINE-ET-MARNE – A.D. 77

248 AV. CHARLES PRIEUR
BP 48
77196 DAMMARIE-LES-LYS CEDEX

 01.64.87.37.00

 01.64.87.37.10

 dap@cq77.fr

 <http://www.seine-et-marne.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9h à 16h45 (fermeture à 11 h 45 le mercredi) + 10 samedis par an (appeler pour les dates précises).

Fermeture annuelle : semaine entre Noël et Jour de l'An

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DES YVELINES – A.D. 78

Quartier du Pas du Lac
2 avenue de Lunca
78000 VERSAILLES

 01 39 07 72 99

 01 39 49 59 30

 archives@cq78.fr

 <http://www.archives.yvelines.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8h45 à 17h30 (ouverture à 12h30 le LUNDI)

Fermeture annuelle : DU 1ER AU 15 AOUT ET DU 25 DECEMBRE AU 1er JANVIER



ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE L'ESSONNE – A.D. 91

DOMAINE DEPARTEMENTALE
RUE DU COMMANDANT ARNOUX
91730 CHAMARANDE

 01 69 27 14 14

 01 60 82 32 12

 archi91@cg91.fr

 <http://www.essonne.fr>

Horaires d'ouverture : LUNDI DE 10H A 18H, DU MARDI AU VENDREDI, DE 9H A 18H
OUVERTURE: 1 SAMEDI PAR MOIS (9H-17H)

Fermeture annuelle : ENTRE NOEL ET LE PREMIER DE L'AN

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DES HAUTS-DE-SEINE – A.D. 92

137 AVENUE FREDERIC ET IRENE JOLIOT-CURIE
92023 NANTERRE CEDEX

 01 41 37 11 02

 01 41 37 13 13

 archivesdepartementales@cg92.fr

Horaires d'ouverture : LUNDI ET VENDREDI DE 9h à 13h ; MARDI DE 9h à 19h ;
MERCREDI ET JEUDI DE 9h à 17h

Fermeture annuelle : 1ère QUINZAINE D'AOUT - ENTRE NOEL ET LE NOUVEL AN.

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA SEINE-SAINT-DENIS – A.D. 93

18 AVENUE DU PRESIDENT SALVADOR-ALLENDE
Conseil Général, B.P. 193
93000 BOBIGNY

 01 43 93 97 00

 01 43 93 96 00

 dsa@cg93.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9h à 17h ; un samedi par mois de 9h
à 12h15 (sauf juillet et août).

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU VAL-DE-MARNE – A.D. 94

10 RUE DES ARCHIVES
94006 CRETEIL CEDEX

 01.45.13.80.50

 01 45 13 80 52

 archives94@cg94.fr

 <http://www.archives94.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI ET UN SAMEDI PAR MOIS DE 9H A 17H30 NOCTURNE PREMIER MARDI DU MOIS JUSQU'A 20H.

Fermeture annuelle : PREMIERE QUINZAINE D'AOUT

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU VAL D'OISE – A.D. 95

3 AVENUE DE LA PALETTE
95011 CERGY-PONTOISE CEDEX

 01 34 25 36 75 (STANDARD)

 01 30 32 91 39

 archives@valdoise.fr

 <http://www.valdoise.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H45 A 17H.

Fermeture annuelle : DERNIER VENDREDI DE MARS, JUIN ET SEPTEMBRE ET LA SEMAINE ENTRE NOEL ET JOUR DE L'AN.



LANGUEDOC ROUSSILLON

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE L'AUDE – A.D. 11

41 AVENUE CLAUDE BERNARD
11855 CARCASSONNE CEDEX 9

 04 68 11 31 54

 04 68 11 31 87

 ARCHIVES@CG11.FR

 http://www.aude.fr/www/contenu/c_culture_archives.asp

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU JEUDI DE 8H30 A 17H30 SANS INTERRUPTION. LE VENDREDI DE 8H30 A 16H30 SANS INTERRUPTION.

Fermeture annuelle : DU 15 AU 30 JUIN.

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU GARD – A.D. 30

20 RUE DES CHASSAINTES
30900 NIMES

 04 66 67 23 95

 04 66 36 51 84

 archives@cg30.fr

 http://www.cg30.fr/page.php?couleur=orange&rubrique=pra_culture_archives

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30-17H00 SANS INTERRUPTION.

Fermeture annuelle : PREMIERE QUINZAINE DE JUIN

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE L'HERAULT – A.D. 34

2 AVENUE CASTELNAU
34093 MONTPELLIER CEDEX 5

 04 67 14 82 14

 04 67 02 15 28

 archives@cg34.fr

 <http://www.cg34.fr/loisirs/savoir/archives/archives.html>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 18H.

Fermeture annuelle : DU 1er AU 15 AOÛT

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA LOZERE – A.D. 48

12 AVENUE DU PERE COUDRIN
48000 MENDE

 04 66 65 22 88

 04 66 49 39 07

 archives@cg48.fr

 http://www.lozere.fr/page/p-76/art_id-/

Horaires d'ouverture : Lundi : 13h00 à 17h30 Du mardi au vendredi : 8h30 à 12h00 et de 13h00 à 17h30 Samedi : 8h30 à 12h30 (Juillet - Août)

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DES PYRENEES-ORIENTALES – A.D. 66

74 avenue Paul Alduy
BP 948
66020 PERPIGNAN CEDEX

 04 68 54 60 39

 04 68 85 32 75

 archives@cg66.fr

 <http://www.cg66.fr/culture/archives/index.html>

Horaires d'ouverture : LUNDI, MERCREDI ET JEUDI : 8H30-16H30 SANS INTERRUPTION. MARDI ET VENDREDI : 8H30-12H30

Fermeture annuelle : PREMIERE QUINZAINE DE JUIN



LIMOUSIN

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA CORREZE – A.D. 19

LE TOURON
19000 TULLE

 05 55 20 11 91

 05 55 20 95 47

 archive19@cg19.fr

 http://www.cg19.fr/page.php?P=data/fr/tourisme-culture/archives_departementales/presentation/

Horaires d'ouverture : 8H30-17H (EN JOURNEE CONTINUE DU LUNDI AU JEUDI).
8H30-16H30 (EN JOURNEE CONTINUE LE VENDREDI).

Fermeture annuelle : 2 DERNIERES SEMAINES DE SEPTEMBRE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA CREUSE – A.D. 23

30 RUE FRANKLIN ROOSVELT
B.P. 164
23004 GUERET Cedex

 05.44.30.26.50

 05.44.30.26.51

 archives@cg23.fr

 <http://www.cg23.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU JEUDI DE 9H A 18H ET LE VENDREDI DE 9H A 17H (COMMUNICATIONS INTERROMPUES ENTRE 12H30 ET 13H30 ET 17H30,16H30 LE VENDREDI)

Fermeture annuelle : LES DEUX SEMAINES EN JANVIER

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA HAUTE-VIENNE – A.D. 87

1 ALLEE ALFRED LEROUX
87032 LIMOGES CEDEX

 05 55 50 97 60

 05 55 01 39 85

 archiv@cg87.fr

 <http://www.archives-hautevienne.com>

Horaires d'ouverture : LUNDI, MARDI, MERCREDI, VENDREDI DE 8H30 A 17H ET LE JEUDI DE 9H A 17H

Fermeture annuelle : SEMAINE PRECEDENTE ET SEMAINE DU 15 AOUT ET DERNIER JOUR OUVRE DE L'ANNEE.

LORRAINE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA MEURTHE-ET-MOSELLE – A.D. 54

1 RUE DE LA MONNAIE
CS 75202
54052 NANCY CEDEX

 03 83 30 90 90

 03 83 37 81 11

 archives54@cg54.fr

 <http://www.archives.cg54.fr>

Horaires d'ouverture : Hors période de congés scolaires, Lu., Ma., Me. et Ve. 9 h 30 à 17 h 30 ; Je. 9 h à 12 h ; Sa. 9 h à 12 h (pour la consultation des documents réservés à l'avance).

Fermeture annuelle : seconde quinzaine de mai

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA MEUSE – A.D. 55

20 RUE MONSEIGNEUR-AIMOND
BP514
55012 BAR-LE-DUC CEDEX

 03 29 79 01 89

 03 29 79 00 29

 archives@cg55.fr

 http://www.cg55.fr/culture/user_archive_competence_accueil.htm

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 17H.

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA MOSELLE – A.D. 57

1 ALLEE DU CHATEAU
57070 ST-JULIEN-LES-METZ

 03 87 21 85 00

 03 87 21 85 01

 annick.kuhn@cg57.fr

 <http://www.archives57.com>

Horaires d'ouverture : DU MARDI AU VENDREDI DE 8H30 A 16H45 LE SAMEDI DE 8H30 A 12H30.

Fermeture annuelle : 26 décembre et Vendredi Saint



ARCHIVES DEPARTEMENTALES DES VOSGES – A.D. 88

4 AVENUE PIERRE BLANCK

BP 1002

88050 EPINAL CEDEX 9



03 29 81 80 70



03 29 31 96 52



ichave@cg88.fr



<http://www.vosges.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 17H30, LE SAMEDI MATIN DE 8H30 A 12H30

Fermeture annuelle : première semaine de juillet et du 24 décembre au 31 décembre inclus

MIDI PYRENEES

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE L'ARIEGE – A.D. 09

59 CHEMIN DE LA MONTAGNE
09000 FOIX

 05 34 09 36 80

 05 61 65 45 37

 archives@cg09.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 12H00 ET DE 14H A 1700
FERMETURE LE MERCREDI APRE-MIDI.

Fermeture annuelle : première quinzaine d'août.

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE L'AVEYRON – A.D. 12

25 AVENUE VICTOR-HUGO
12000 RODEZ

 05 65 73 80 70

 05 65 73 80 71

 dad@cg12.fr

 <http://www.cg12.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H15 A 12H ET DE 13H15 A 17H.
LE SAMEDI DE 9H A 12H (POUR DOCUMENTS RESERVES).

Fermeture annuelle : DERNIERE SEMAINE DE JUIN ET DERNIERE SEMAINE DE
DECEMBRE (DU DIMANCHE AU DIM)

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA HAUTE-GARONNE – A.D. 31

11 - 14 BOULEVARD GRIFFOUL-DORVAL
31400 TOULOUSE

 05 34 31 19 70

 05 34 31 19 71

 archive@cg31.fr

 <http://www.archives.cg31.fr>

Horaires d'ouverture : LUNDI DE 13H A 18H30 DU MARDI AU VENDREDI DE 8H30 A
17H SANS INTERRUPTION

Fermeture annuelle : DU 1er AU 15 JUILLET



ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU GERS – A.D. 32

81 route de Pessan
B.P. 21
32001 AUCH CEDEX 1

 05.62.67.47.67

 05.62.67.47.51

 pdebofle@cg32.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H A 17H

Fermeture annuelle : 1er AU 15 JUILLET

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU LOT – A.D. 46

218 RUE DES CADOURQUES
46000 CAHORS

 05 65 20 80 40

 05 65 20 80 69

 archives@cg46.fr

 http://www.lot.fr/culture_4.php

Horaires d'ouverture : LUNDI : DE 10H A 12H ET DE 13H A 17H DU MARDI AU VENDREDI DE 8H30 A 12H ET DE 13H A 17H.

Fermeture annuelle : DERNIERE SEMAINE DE SEPTEMBRE ET SEMAINE DE NOEL AU 1ER DE L'AN.

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DES HAUTES-PYRENEES – A.D. 65

5 RUE DES URSULINES
B.P. 1343
65013 TARBES CEDEX 9

 05 62 56 78 65

 05 62 56 76 24

 archives@cg65.fr

Horaires d'ouverture : LUNDI : 10H-12H30 ET 13H30-17H MARDI AU VENDREDI : 8H-12H30 ET 13H30- 17H

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU TARN – A.D. 81

Avenue de la Verrerie
81013 ALBI CEDEX 9

 05 63 38 80 00

 05.63.36.21.10

 archives.tarn@cg81.fr

 <http://www.cg81.fr/arch81/arch.html>

Horaires d'ouverture : LE LUNDI DE 13H30 A 17H30 DU MARDI AU VENDREDI DE 9H A 12H ET DE 13H30 A 17H30 SAMEDI (SAUF EN JUILLET ET AOUT) DE 9H A 12H (POUR LA CONSULTATION DES DOC.RESER.)

Fermeture annuelle : 3ème SEMAINE DE JUIN ET DU 25 AU 31 DECEMBRE.

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU TARN-ET-GARONNE – A.D. 82

14 AVENUE DU 10ème DRAGONS
82000 MONTAUBAN

 05 63 03 46 18

 05 63 66 93 98

 pascale.marousseau@cg82

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 17H00

Fermeture annuelle : DU 1er 15 JUILLET



NORD PAS DE CALAIS

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU NORD – A.D. 59

22 RUE SAINT-BERNARD
59000 LILLE

 03.20.85.31.50

 03.20.85.31.69

 archivedep@cg59.fr

Horaires d'ouverture DU LUNDI AU JEUDI DE 9H A 17H VENDREDI DE 9H A 16H.
SAMEDI DE 9H A 12H (RESERV.DES DOCUMENTS A L'AVANCE
PAR COURRIER, TEL OU MEL)

Fermeture annuelle : 1ERE QUINZAINE DE JUILLET
LE 1ER LUNDI DE SEPTEMBRE (LUNDI DE BRADERIE)

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU PAS-DE-CALAIS – A.D. 62

12 PLACE JEAN MOULIN
62018 Arras Cedex 9

 03 21 21 61 90

 03 21 21 62 98

 iung.jean.eric@cg62.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H A 12H, ET DE 13H A 17H. LE
SAMEDI (1er, 3ème 5ème samedi du mois) DE 9H A 12H (SAUF
VEILLES DE FETES ET VACANCES SCOLAIRES).

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE.

NORMANDIE (BASSE)

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU CALVADOS – A.D. 14

61 RUE DE LION-SUR-MER
14000 CAEN

 02 31 94 70 85

 02 31 43 74 39

 <http://www.cg14.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 17H Ouverture à 14 h de la salle de lecture chaque troisième mardi du mois

Fermeture annuelle : DERNIERE SEMAINE DE JUIN ET DE DECEMBRE.

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA MANCHE – A.D. 50

103 RUE MARECHAL JUIN
B.P. 540
50000 ST-LO CEDEX

 02 33 75 10 10

 02 33 75 10 11

 archives@cg50.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU SAMEDI DE 9H A 17H. COMMUNICATIONS INTERROMPUES ENTRE 12 ET 14H

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE L'ORNE – A.D. 61

6-10 AVENUE DE BASINGSTOKE
61000 ALENCON CEDEX

 02.33.81.23.00

 02.33.81.23.01

 archives@cg61.fr

 <http://www.cg61.fr/orne-archives.html>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 17H30

Fermeture annuelle : 25 décembre - 1er janvier



NORMANDIE (HAUTE)

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE L'EURE – A.D. 27

2 RUE DE VERDUN
27025 EVREUX CEDEX

 02 32 31 50 85

 02 32 62 37 16

 archives@cg27.fr

Horaires d'ouverture : LUNDI AU VENDREDI DE 9h à 12h et 13h à 17h ; SAMEDI
sauf veille ou avant-veille de fête, 9h à 12h et 14h à 17h

Fermeture annuelle : 2e semaine de juillet et semaine entre Noël et le jour de l'An.

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA SEINE-MARITIME – A.D. 76

HOTEL DU DEPARTEMENT
COURS CLEMENCEAU.
76101 ROUEN CEDEX

 02 35 03 54 95

 02 35 03 56 89

 mary-francoise.breant@cg76.fr

 <http://www.seinemaritime.net/archives>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H A 18H, PERMANENCE LE
SAMEDI DE 9H A 12H. (RESERVER LES DOCUMENTS AVANT LE
VENDREDI MIDI)

Fermeture annuelle : du 1er au 8 juillet et du 24 au 31 décembre

PAYS DE LOIRE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA LOIRE-ATLANTIQUE – A.D. 44

6 RUE DE BOUILLE
BP 23505
44035 NANTES CEDEX 01

 02 51 72 93 20

 02 40 20 26 91

 archives@cg44.fr

 <http://www.culture.cg44.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 17H30 INTERRUPTION
DES DEMANDES DE COMMUNICATION DE DOCUMENT DE 12H A
13H30 ET A PARTIR DE 16H30.

Fermeture annuelle : 1ere QUINZAINE DE JUILLET

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU MAINE-ET-LOIRE – A.D. 49

106 RUE DE FREMUR
B.P. 80744
49007 ANGERS CEDEX 01

 02 41 80 80 00

 02 41 68 58 63

 e.veryy@cg49.fr

 <http://www.cg49.fr/themes/archives-departementales>

Horaires d'ouverture : LE LUNDI DE 13H30 A 18H00, DU MARDI AU VENDREDI DE 9H
A 18H00

Fermeture annuelle : PREMIERE QUINZAINE D' AOUT.

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA MAYENNE – A.D. 53

6 PLACE DES ARCHIVES
53000 LAVAL

 02 43 59 10 90

 02 43 53 25 73

 archives@cg53.fr

 <http://www.lamayenne.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H A 17H (SANS INTERRUPTION)
ET LE SAMEDI (HORS CONGES SCOLAIRES) DE 9H A 12H ET DE
13H30 A 16H.

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE



ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA SARTHE – A.D. 72

9 RUE CHRISTIAN PINEAU
72016 LE MANS CEDEX 2

 02 43 54 74 74

 02 43 54 74 46

 archives@sarthe.com

 <http://www.archives.sarthe.com>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30-17H30 SAMEDI 8h30 à 13h
uniquement le premier samedi du mois sauf juillet et août

Fermeture annuelle : LA DEUXIEME QUINZAINE DE SEPTEMBRE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA VENDEE – A.D. 85

14 RUE HAXO
BP 34
85001 LA ROCHE-SUR-YON CEDEX

 02 51 37 71 33

 02 51 44 95 80

 archives@vendee.fr

 <http://archives.vendee.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H A 17H30, LE SAMEDI DE 9H A
12H SUR RESERVATION LA VEILLE.

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE

PICARDIE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE L' AISNE – A.D. 02

28 RUE FERNAND-CHRIST
02013 LAON

 03 23 24 61 47
 03 23 24 61 26
 archives@cg02.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H A 17H
Fermeture annuelle : DU 1er AU 15 JUIN INCLUS

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE L'OISE – A.D. 60

71 RUE DE TILLOY
B.P. 941
60024 BEAUVAIS CEDEX

 03 44 12 14 80
 03 44 12 14 81
 archives-dep@cg60.fr
 <http://www.cg60.fr>

Horaires d'ouverture : LUNDI : 13H00-17H00 DU MARDI AU VENDREDI : 9H00-17H00
SANS INTERRUPTION. LE SAMEDI : 8H30-12H30 SAUF WEEK-
ENDS DE FETE, JUILLET ET AOUT.
Fermeture annuelle : LES 2 PREMIERES SEMAINES DE JUIN

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA SOMME – A.D. 80

61 RUE SAINT-FUSCIEN
80000 AMIENS

 03 22 71 86 00
 03 22 92 16 98
 archives@somme.fr
 <http://www.cg80.fr/culture/archive/index.asp>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H A 17H SANS INTERRUPTION.
Fermeture annuelle : se renseigner



POITOU CHARENTES

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA CHARENTE – A.D. 16	
24 AVENUE GAMBETTA 16000 ANGOULEME	
	05 45 95 66 76
	05 45 94 69 67
	archives16@cg16.fr
Horaires d'ouverture :	DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H A 17H30
Fermeture annuelle :	DU 1er AU 15 JUILLET

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA CHARENTE-MARITIME – A.D. 17	
35 RUE FRANCOIS DE VAUX DE FOLETIER 17000 LA ROCHELLE CEDEX 1	
	05.46.45.17.77
	05.46.45.65.11
	archives@cg17.fr
	http://www.charente-maritime.org/conseil_general_17/archives_departementales/accueil_archives.htm
Horaires d'ouverture :	DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H A 17H30
Fermeture annuelle :	PAS DE FERMETURE ANNUELLE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DES DEUX-SEVRES – A.D. 79	
26 RUE DE LA BLAUDERIE BP 505 79022 NIORT CEDEX	
	05 49 08 94 90
	05.49.06.63.80
	archives@cg79.fr
	http://www.deux-sevres.com/culture/archives/index.shtml
Horaires d'ouverture :	LE LUNDI DE 10h30 à 17h ; MARDI AU VENDREDI DE 8h30 à 17h
Fermeture annuelle :	PAS DE FERMETURE ANNUELLE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA VIENNE – A.D. 86

30 RUE DES CHAMPS BALAIS

86000 POITIERS



05 49 03 04 05



05 49 03 04 19



archives@cg86.fr



<http://www.cg86.fr/cotes/archives.html?v=14>

Horaires d'ouverture : LE LUNDI DE 13H30 A 17H30. LE MARDI, MERCREDI ET JEUDI DE 9H00 A 17H30. LE VENDREDI DE 9H00 A 16H30.

Fermeture annuelle : DU 1er AU 15 JUILLET INCLUS.



PROVENCE ALPES COTE D'AZUR

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DES ALPES DE HAUTE-PROVENCE – A.D. 04

2 RUE DE TRELUS
BP 212
04200 DIGNE-LES-BAINS CEDEX

 04 92 36 75 00

 04 92 36 07 45

 j.ursch@cg04.fr

 <http://archives04.free.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H-17H

Fermeture annuelle : la semaine entre Noël et le Jour de l'An

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DES HAUTES-ALPES – A.D. 05

22 ROUTE DE RAMBAUD
05000 GAP CEDEX

 04 92 52 56 00

 04 92 53 94 16

 archives05@cg05.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU JEUDI, DE 9H A 12 ET 13H30 A 17H15 ET LE VENDREDI DE 9H A 17H EN CONTINU.

Fermeture annuelle : semaines de Noël et du jour de l'An

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DES ALPES-MARITIMES – A.D. 06

CENTRE ADM. DEPARTEMENTAL-BAT.
GRAND CAPELET- RTE DE GRENOBLE
06206 NICE CEDEX 3

 04 97 18 61 71

 04 97 18 60 46

 dad@cg06.fr

 <http://www.cg06.fr/culture/culture-archives.html>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H45 A 17H45

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DES BOUCHES DU RHONE – A.D. 13

66 B rue Saint-Sébastien
13256 MARSEILLE CEDEX 6

 04.91.04.72.00

 04.91.04.72.98

 archives13.aix@cg13.fr

 http://www.cg13.fr/?page=culture_archives_dpt

Horaires d'ouverture : LE LUNDI DE 12h à 17h ; ET DU MARDI AU VENDREDI 9h à 17h

Fermeture annuelle : 1 semaine entre Noël et Jour de l'An.

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU VAR – A.D. 83

157 AVENUE ALPHONSE DAUDET
BP 277
83007 DRAGUIGNAN CEDEX 07

 04 98 10 22 40

 04 94 67 00 57

 adroquet@cg83.fr

 <http://www.var.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 17H AVEC INTERRUPTION DES COMMUNICATIONS ENTRE 11H ET 14H ET APRES 16H.
MICROFILMS : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 17H Fermé tous les premiers jeudis matin du mois

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE. FERME LE PREMIER JEUDI DE CHAQUE MOIS JUSQU'A 13H

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU VAUCLUSE – A.D. 84

PALAIS DES PAPES
84000 AVIGNON

 04 90 86 16 18

 04 90 86 71 60

 archives84@cg84.fr

 <http://archives.vaucluse.fr>

Horaires d'ouverture : Le LUNDI de 11h à 17h ; MARDI AU VENDREDI DE 8H30 A 17H

Fermeture annuelle : 1ère SEMAINE COMPLETE APRES LE 1er JANVIER



RHONE ALPES

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE L'AIN – A.D. 01

1 BOULEVARD PAUL-VALERY
01000 BOURG-EN-BRESSE

 04 74 32 12 80

 04 74 21 84 88

 archives.departementales@cg01.fr

 <http://www.ain.fr/decouvrir/archivesdep/accueil.html>

Horaires d'ouverture : Du lundi au vendredi de 8h30 à 17h Interruption des communications de 12h30 à 13h30 + un samedi matin par mois de 9h à 12h

Fermeture annuelle : Pas de fermeture annuelle

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE L'ARDECHE – A.D. 07

PLACE ANDRE-MALRAUX
BP 737
07007 PRIVAS CEDEX

 04 75 66 98 00

 04 75 66 98 18

 archives@cg07.fr

Horaires d'ouverture : LUNDI AU VENDREDI DE 8H15 A 12H00 ET DE 13H15 A 17H00 (16H45 LE VENDREDI).

Fermeture annuelle : DEUXIEME QUINZAINE DE JUIN.

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA DROME – A.D. 26

14 RUE DE LA MANUTENTION
B.P. 722
26007 VALENCE CEDEX

 04 75 82 44 80

 04 75 82 44 89

 archives-drome@cg26.fr

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H A 17H.

Fermeture annuelle : DEUXIEME QUINZAINE DE DECEMBRE.

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE L'ISERE – A.D. 38

2 RUE AUGUSTE PRUDHOMME
38000 GRENOBLE

 04 76 54 37 81

 04 76 44 51 35

 sce.adi@cq38.fr

 <http://www.archives-isere.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H A 17H, LE SAMEDI DE 8H45 A 11H45 (sauf vacances scolaires et veilles de fête)

Fermeture annuelle : DU 1er AU 15 JUILLET

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA LOIRE – A.D. 42

6 RUE BARROUIN
42000 SAINT-ETIENNE

 04 77 93 58 78

 04 77 74 94 10

 archives@cq42.fr

 <http://www.loire-archives.fr>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 17H (ARRET DE COMMUNICATION DES DOCUMENTS 11H45 ET 13H15). PENDANT LES VACANCES SCOLAIRES(ZONE A), FERME DE 12H A 13H.

Fermeture annuelle : (fermeture durant les vacances scolaires de l'Académie de Lyon de 12 h à 13 h).

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DU RHONE – A.D. 69

2 CHEMIN DE MONTAUBAN
SECTION ANCIENNE
69005 LYON

 04 78 28 05 73

 04 72 00 28 95

 archanc@rhone.fr

 <http://www.rhone.fr/noheto/ebn.ebn?pid=12&pthm=4&prub=122>

Fermeture annuelle : DU 1ER AU 15 AOÛT



ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA SAVOIE – A.D. 73

244 QUAI RIZE
73000 CHAMBERY

 04 79 70 87 70

 04 79 85 79 25

 ad@cg73.fr

 <http://www.sabaudia.org>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 8H30 A 17H30. SAMEDI DE 8H30 A 12H00 (SUR RESERVATION DES DOCUMENTS).

Fermeture annuelle : DEUXIEME QUINZAINE DE DECEMBRE

ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA HAUTE-SAVOIE – A.D. 74

37 BIS AVENUE DE LA PLAINE
74000 ANNECY

 04 50 66 84 20

 04 50 66 70 49

 archedep@cg74.fr

 <http://www.sabaudia.org>

Horaires d'ouverture : DU LUNDI AU VENDREDI DE 9H A 17H INTERRUPTION DES COMMUNICATIONS DE 12H30 A 13H30

Fermeture annuelle : PAS DE FERMETURE ANNUELLE



BRGM
(Bureau de Recherches Géologiques et
Minières)

Fiche descriptive des sources d'information

Identification : BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières)

Données accessibles : Banque de données du sous-sol (BSS), cartes de synthèse (géologiques, hydrogéologiques, vulnérabilité, cavités souterraines...), données géochimiques issues de l'inventaire minier dans les zones de socle (cf. liste plus détaillée ci-jointe), inventaires historiques régionaux, rapports méthodologiques pour la gestion des sites et sols (potentiellement) pollués, publications scientifiques,....

Utilisation possible :

- Inventaire régional ou thématique : oui
- Reconstitution de l'historique du site : oui
- Analyse des enjeux liés au site : oui

Condition d'accès à l'information :

- Rendez-vous : oui, pour s'assurer de la présence du responsable BSS.
- Consultation sur place : oui pour dossiers papier et possibilité Internet
- Horaire d'ouverture : oui
- Photocopies payantes : oui
- Possibilité d'achat de publication : oui
- Nombre de dossiers consultables/jour : autant qu'on peut
- Mode de consultation : la consultation des dossiers "papier" de la BSS se fait en présence du responsable de ces archives. Chaque information concernant le sous-sol est repérée par un numéro sur les cartes IGN à 1/25 000. Ce numéro renvoie à un dossier papier.

Confidentialité : La banque de données du sous-sol est ouverte à tout public.

Adresse nationale : BRGM
B.P. 36009 45060 Orléans Cedex 2
Tél. : 02 38.64.34.34

Site Internet : <http://www.brgm.fr>

Adresses régionales : Cf. liste jointe.

Commentaires : -



Liste des données accessibles au BRGM :

Le BRGM contribue à la connaissance du sol et du sous-sol dans les domaines géologiques, hydrogéologiques et géochimiques. Plusieurs types d'informations y sont accessibles, notamment celles relatives à ses missions de service public :

- la banque de données sol/sous-sol : Infoterre (<http://infoterre.brgm.fr>) qui comporte 500 000 dossiers relatifs aux forages, captages, carrières, qualité de l'eau, coupes géologiques... La consultation des dossiers relatifs à la région peut être faite au Service Géologique Régional du BRGM,
- les niveaux d'eau de certaines nappes relevés dans le cadre du réseau de surveillance piézométrique (chroniques de données disponibles sur certains forages depuis plus de cent ans),
- mais aussi les publications, telles que les rapports publics réalisés depuis 1994 par le BRGM accessibles par interrogation d'une base de données spécifique sur le site internet <http://www.brgm.fr>. Une grande partie est directement téléchargeable au format PDF.

En complément, la base CORPUS regroupe à la fois les publications écrites dans des revues nationales ou internationales, les participations aux congrès scientifiques (communications orales, posters...), les prises de brevets, l'écriture d'ouvrages ou de parties d'ouvrages, l'édition de cartes et de notices géologiques, et enfin les productions multimédia.

Pour avoir accès à la totalité de l'information disponible au BRGM (35 000 ouvrages et 10 000 thèses, 60 000 cartes, 4 000 titres de périodiques, 45 000 rapports), les services documentaires vous accueillent sur le Centre scientifique et technique d'Orléans.

Liste des services géologiques régionaux du BRGM

Adresse	Téléphone	Télécopie
<p>ALSACE SGR/ALS Parc Club des Tanneries 15, rue du Tanin LINGOLSHEIM – B.P. 177 67834 TANNERIES CEDEX</p>	03 88 77 48 90	03 88 76 12 26
<p>AQUITAINE SGR/AQI Parc Technologique Europarc 24, avenue Léonard de Vinci 33600 PESSAC</p>	05 57 26 52 70	05 57 26 52 71
<p>AUVERGNE SGR/AUV 12 Avenue des Landais 63170 AUBIERE</p>	04 73 15 23 00	04 73 15 23 10
<p>BOURGOGNE SGR/BOU Parc Technologique 27, rue Louis de Broglie 21000 DIJON</p>	03 80 72 90 40	03 80 78 01 34
<p>BRETAGNE SGR/BRE Rennes Atalante Beaulieu 2 Rue de Jouanet 35700 RENNES</p>	02 99 84 26 70	02 99 84 26 79
<p>CENTRE SGR/CEN B.P. 36009 45060 ORLEANS CEDEX 02</p>	02 38 64 31 92	02 38 64 31 94



CHAMPAGNE-ARDENNE SGR/CHA Pôle technologique Henri Farman 12, rue Clément Ader B.P. 137 51685 REIMS CEDEX 2	03 26 84 47 70	03 26 84 47 79
CORSE SGR/CSC Immeuble Agostini, ZI de Furiani20600 BASTIA	04 95 58 04 33	04 95 30 62 10
FRANCHE-COMTE SGR/FRC Parc scientifique et industriel 21 A, rue Alain Savary 25000 BESANCON	03 80 72 90 40	03 80 78 01 34
ILE-DE-France SGR/IDF 7, rue du Théâtre 91884 MASSY	01 69 75 10 25	01 60 11 73 57
LANGUEDOC- ROUSSILLON SGR/LRO 1039, rue de Pinville 34000 MONTPELLIER	04 67 15 79 80	04 67 64 58 51
LIMOUSIN SGR/LIM ESTER B.P. 6932 87069 LIMOGES Cedex	05 55 35 27 86	05 55 35 64 53
LORRAINE SGR/LOR 1, Avenue du Parc de Brabois 54500 VANDOEUVRE LES NANCY	03 83 44 81 49	03 83 44 15 18
MIDI-PYRENEES SGR/MPY Parc technologique du Canal 3 Rue Marie Curie – Bât. Aruba BP 49 31527 RAMONVILLE ST AGNE	05 62 24 14 50	05 62 24 14 69

<p>NORD-PAS-DE-CALAIS SGR/NPC Synergie Park 6 ter, rue Pierre et Marie Curie 59260 LEZENNES</p>	03 20 19 15 40	03 20 67 05 56
<p>NORMANDIE (BASSE) SGR/BNO CITIS "Odyssee", Bât. B, 1er étage 4, avenue de Cambridge 14200 HEROUVILLE SAINT-CLAIR CEDEX</p>	02 31 06 66 40	02 31 06 66 43
<p>NORMANDIE (HAUTE) SGR/HNO Parc de la Vatine 10, rue Sakharov 76130 MONT-SAINT- AIGNAN</p>	02 35 60 12 00	02 35 60 80 07
<p>PAYS-DE-LA LOIRE SGR/PAL 1, rue des Saumonières B.P. 92342 44323 NANTES Cedex 3</p>	02 51 86 01 51	02 51 86 01 59
<p>PICARDIE SGR/PIC Polytech de Rivery 7, rue Anne Franck 80136 RIVERY</p>	03 22 91 42 47	03 22 92 31 90
<p>POITOU-CHARENTES SGR/POC 11, allée de la Providence La Gibauderie 86000 POITIERS</p>	05 49 38 15 38	05 49 38 15 44
<p>PROVENCE-ALPES-COTE- D'AZUR SGR/PAC 117, avenue de Luminy, B.P. 168 13276 MARSEILLE CEDEX 09</p>	04 91 17 74 77	04 91 17 20 40



RHONE-ALPES SGR/RHA 151 Boulevard Stalingrad 69626 VILLEURBANNE CEDEX	04 72 82 11 50	04 72 82 11 51
BRGM GUYANE Domaine de Suzini Route de Montabo, B.P. 552 97333 CAYENNE CEDEX 2	05 94 30 06 24	05 94 31 49 07
BRGM Réunion 5, rue Sainte-Anne, B.P. 906 97478 SAINT DENIS CEDEX	02 62 21 22 14	02 62 21 86 96
Antenne Mayotte : 9 Centre Amatoula – ZI de Kawéni BP 1398 97600 MAMOUDZOU MAYOTTE	02 69 61 28 13	02 69 61 28 15
BRGM Antilles Martinique SGR/MAR Villa Bel Azur 4 Lot. Miramar Route Pointe des Nègres 97200 FORT DE FRANCE Guadeloupe	05 96 71 17 70	05 96 63 21 15
SGR/GUA Morne Houëlmont Route de l'Observatoire 97113 GOURBEYRE	05 90 41 35 48	05 90 94 85 82
Service des actions régionales BRGM B.P. 36009 45060 ORLEANS CEDEX 2	02 38 64 31 88	02 38 64 47 73



Centre des Archives du Monde du Travail (C.A.M.T)

Fiche descriptive des sources d'information

Identification : Centre des Archives du Monde du Travail (C.A.M.T.)

Données accessibles : Quelques 200 fonds d'archives d'entreprises industrielles ou commerciales, de syndicats, d'associations ou même de personnes privées, triés, classés et inventoriés. De très nombreux fonds sont en cours de tri. État des fonds en constante évolution.

Utilisation possible :

- Inventaire régional ou thématique : oui
- Reconstitution de l'historique du site : oui
- Analyse des enjeux liés au site : oui

Condition d'accès à l'information :

- Rendez-vous
- Consultation sur place : oui
- Horaire d'ouverture : oui (9h - 17h sauf samedi)
- Photocopies payantes : oui
- Possibilité d'achat de publication : oui
- Nombre de dossiers consultables/jour : Pas de restrictions à ce jour.
- Mode de consultation : Une carte magnétique est remise au lecteur lors de son inscription. Cette carte lui donne droit à la consultation d'archives. Le lecteur note les références des dossiers souhaités dans les inventaires et les fichiers, puis il fait sa demande de consultation au clavier d'un ordinateur. Un système informatique vérifie si la demande est recevable, et attribue au lecteur une place dans la zone de recherche. Les documents sont remis au guichet sur présentation de la carte magnétique.

Confidentialité : la salle de lecture est ouverte à toute personne sur présentation d'une pièce d'identité nécessaire pour son inscription.

Adresse nationale : Centre des Archives du Monde du Travail
78 Boulevard du Général Leclerc – BP 405
59057 Roubaix Cedex 1
Tél. : 01.20.65.38.00

Site internet : <http://www.archivesnationales.culture.gouv.fr/camt/>

Commentaires : Le centre rassemble les fonds d'archives de toute entreprise qui veut bien les lui céder. L'état des fonds conservés est consultable sur leur site internet.



**Directions Régionales de l'Industrie,
de la Recherche et de l'Environnement
(DRIRE)**

Fiche descriptive des sources d'information

Identification : Directions Régionales de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE)

Données accessibles : Dossiers des installations classées essentiellement en activité, mais aussi de tout site suivi à l'heure actuelle par les inspecteurs des installations classées (demandes, déclarations et autorisations diverses, suivi de l'autosurveillance de la qualité des milieux, études particulières sur les sites), inventaires des sites pollués appelant une action de l'administration (BASOL), annales et archives de certaines entreprises, inventaires des carrières, documents émanant des arrondissements minéralogiques (rapports d'activité des mines...), publications internes (tels que "l'industrie au regard de l'environnement" dans le Nord - Pas de Calais).

Utilisation possible :

- Inventaire régional ou thématique : Oui
- Reconstitution de l'historique du site : Oui
- Analyse des enjeux liés au site : Oui

Condition d'accès à l'information :

- Rendez-vous : oui
- Consultation sur place : oui
- Horaire d'ouverture : oui
- Photocopies payantes
- Possibilité d'achat de publication
- Nombre de dossiers consultables/jour :
- Mode de consultation :

Confidentialité : Certains documents peuvent avoir une réserve d'accès.

Adresse nationale :

Site Internet : <http://www.drire.gouv.fr/>

Adresses régionales : Cf. Liste jointe des Directions régionales. Se rapprocher d'eux pour les adresses des subdivisions territoriales.

Commentaires : Les documents les plus intéressants pour l'analyse historique sont essentiellement disponibles auprès des subdivisions territoriales des DRIRE.



Liste des DRIRE

	Téléphone	Télocopie
ALSACE 1 rue Pierre Montet 67082 Strasbourg cedex http://www.alsace.drire.gouv.fr/	03 88 25 92 92	03 88 25 92 68
AQUITAINE 42 Rue du Général de Larminat – BP 55 33035 Bordeaux cedex http://www.aquitaine.drire.gouv.fr/	05 56 00 04 00	05 56 00 04 98
AUVERGNE 21 allée Evariste Galois 63174 AUBIERE Cedex http://www.auvergne.drire.gouv.fr/	04 73 34 91 00	04 73 34 91 39
BOURGOGNE Parc Technologique 15 - 17 avenue Jean Bertin – BP 16610 21066 Dijon Cedex http://www.bourgogne.drire.gouv.fr/	03 80 29 40 00	03 80 29 40 93
BRETAGNE 9 rue du Clos Courtel – CS 34308 35043 Rennes cedex http://www.bretagne.drire.gouv.fr/	02 99 87 43 21	02 99 87 43 03
CENTRE 6 rue Charles de Coulomb 45077 Orléans cedex 2 http://www.centre.drire.gouv.fr/	02 38 41 76 00	02 38 56 43 31
CHAMPAGNE - ARDENNE 2 rue Grenet Tellier 51038 Châlons en Champagne cedex http://www.champagne-ardenne.drire.gouv.fr/	03 26 69 33 00	03 26 21 22 37

	Téléphone	Télécopie
CORSE Résidence d'Ajaccio - Bâtiment A Rue Nicolas Péraldi 20090 Ajaccio http://www.corse.drire.gouv.fr/	04 95 23 70 70	04 95 22 26 40
FRANCHE - COMTE TEMIS Technopole Microtechnique et Scientifique 21b, rue Alain Savary – BP 1269 25005 Besançon Cedex http://www.franche-comte.drire.gouv.fr/	03 81 41 65 00	03 81 53 00 81
ILE DE FRANCE 10 rue Crillon 75194 Paris cedex 04 http://www.ile-de-france.drire.gouv.fr/	01 44 59 47 47	01 44 59 47 00
LANGUEDOC ROUSSILLON 6 avenue de Clavières 30319 Alès cedex http://www.ile-de-france.drire.gouv.fr/	04 67 69 70 00	04 67 69 70 55
LIMOUSIN 15 Place Jourdan 87038 Limoges cedex http://www.limousin.drire.gouv.fr/	05 55 11 84 00	05 55 32 19 84
LORRAINE 15 rue Claude Chappe – BP 95038 57071 Metz cedex 3 http://www.lorraine.drire.gouv.fr/	03 87 56 42 00	03 87 76 97 19
MIDI PYRENEES 12 rue Michel Labrousse – BP 1345 31107 Toulouse cedex 9 http://www.midi-pyrenees.drire.gouv.fr/	05 61 14 90 00	05 61 14 90 01



	Téléphone	Télécopie
NORD PAS DE CALAIS 941 rue Charles Bourseul B.P. 20750 59507 Douai cedex http://www.nord-pas-de-calais.drire.gouv.fr/	03 27 71 20 20	03 27 88 37 89
NORMANDIE (BASSE) Citis le Pentacle Avenue de Tsukuba 14209 Hérouville Saint Clair cedex http://www.basse-normandie.drire.gouv.fr/	02 31 46 50 00	02 31 46 50 55
NORMANDIE (HAUTE) 21 avenue de la Porte des Champs 76037 Rouen cedex http://www.haute-normandie.drire.gouv.fr/	02 35 52 32 00	0235 52 32 32
PAYS DE LOIRE 2 rue Alfred Kastler La Chanterie 44070 Nantes cedex 03 http://www.pays-de-la-loire.drire.gouv.fr/	02 51 85 80 00	02 51 85 80 44
PICARDIE 44 rue Alexandre Dumas 80026 Amiens cedex http://www.picardie.drire.gouv.fr/	03 22 33 66 00	03 22 33 66 22
POITOU CHARENTES 1 Rue de la Goélette 86280 Saint Benoit http://www.poitou-charentes.drire.gouv.fr/	05 49 38 30 00	05 49 38 30 30
PROVENCE ALPES COTE D'AZUR 67 - 69 avenue du Prado 13286 Marseille cedex 06 http://www.paca.drire.gouv.fr/	04 91 83 63 63	04 91 79 14 19

	Téléphone	Télécopie
RHONE ALPES 2 rue Antoine Charial 69426 Lyon cedex 03 http://www.rhone-alpes.drire.gouv.fr/	04 37 91 44 00	04 37 91 28 00
GUYANE - GUADELOUPE - MARTINIQUE Pointe Buzaré, B.P. 7001 97307 Cayenne cedex http://www.ggm.drire.gouv.fr/	05 94 29 75 30	05 94 29 07 34
REUNION 130 rue Léopold Rambaud, B.P. 12 97491 Sainte Clotilde cedex http://www.reunion.drire.gouv.fr/	02 62 92 41 10	02 62 29 37 31



Cartes et photographies de l'Institut Géographique National (IGN)

Fiche descriptive des sources d'information

Identification : Cartes IGN

Données accessibles : Cartes topographiques et cartes d'Etat Major à 1/20 000 ou 1/25 000 généralement des années 1930, 1950/1960 et 1970/1980. Chaque région peut posséder des particularités comme par exemple dans le Nord-Pas-de-Calais (cartes de la guerre 1914/1918) ou en Alsace (cartes allemandes de 1886).

Utilisation possible :

- Inventaire régional ou thématique : Oui
- Reconstitution de l'historique du site : Oui
- Analyse des enjeux liés au site : Oui

Condition d'accès à l'information :

- Rendez-vous
- Consultation sur place
- Horaire d'ouverture
- Photocopies payantes : oui
- Possibilité d'achat de publication : oui
- Nombre de dossiers consultables/jour
- Mode de consultation : oui

Confidentialité : la mission de l'IGN est une mission de Service Public.

Adresse nationale :

Photothèque nationale IGN
2/4 avenue Pasteur - 94160 SAINT-MANDÉ CEDEX
Tél. : 01.43.98.80.00
Fax : 01.43.98.80.01

Adresse internet : www.ign.fr

Adresses régionales : Outre les antennes régionales de l'IGN, d'autres organismes peuvent avoir certaines couvertures cartographiques (BRGM, DIREN, Agences de l'eau, ...). De plus, certaines collectivités locales mettent à disposition d'importante collection de cartes provenant de l'IGN, des services du cadastre, ... pour un territoire donné (région, département, agglomération, ville, ...) classées par thèmes et dotées d'une large palette de fonctionnalités interactives via des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) utilisables sur internet.

Commentaires : Les cartes permettent de localiser les sites et la toponymie des cartes anciennes (antérieures à 1970) présente l'avantage de préciser, souvent, l'activité industrielle des usines qui y figurent.

La consultation de plusieurs éditions de la même carte permet également de voir apparaître ou disparaître une usine au fil du temps et d'avoir ainsi une idée sur la période d'activité du site. En contrepartie, cette toponymie n'est pas exhaustive et ne précise pas, sauf exception pour quelques grands groupes industriels, le nom de la société exploitant le site.



Fiche descriptive des sources d'information

Identification : Photographies aériennes (IGN)

Données accessibles :

- Photographies aériennes de 1976 à nos jours dans les agences locales IGN,
- Les cartes aériennes récentes de l'ensemble du territoire français sont consultables sur le site internet GéoPortail (<http://www.geoportail.fr/>).
- Photographies aériennes antérieures à 1976, à la photothèque nationale de SAINT-MANDÉ.

Utilisation possible :

- Inventaire régional ou thématique : Oui
- Reconstitution de l'historique du site : Oui
- Analyse des enjeux liés au site : Oui

Condition d'accès à l'information :

- Rendez-vous
- Consultation sur place à SAINT-MANDÉ
- Horaire d'ouverture
- Photocopies payantes
- Possibilité d'achat de publication : oui
- Nombre de dossiers consultables/jour

Confidentialité : Il est possible de connaître le nom du client pour lequel a été réalisée une mission photographique, surtout s'il s'agit de fonds publics.

Adresse nationale :

Photothèque nationale IGN
2, avenue Pasteur -
94160 - SAINT-MANDÉ
Tél. : 01.43.98.80.00
Fax : 01.43.98.80.01



Préfectures et autres services déconcentrés de l'État DDAF, DDE, DDSV, DIREN, DRAC,...

Fiche descriptive des sources d'information

Données accessibles :

- **Directions Départementales des Services Vétérinaires (DDSV) :**
Dossiers des installations classées liées aux activités d'élevage et agro alimentaires, études de dépistage de pathologies animales,...
- Direction Départementale de l'Équipement (DDE), Direction régionale de l'environnement (DIREN), Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF), Direction Régionale des Affaires Culturelles (DRAC),...
: Plans de prévention des risques (PPR), données sur le régime hydraulique d'un cours d'eau, notamment sur les risques d'inondation, données sur les documents d'urbanisme, les friches, les monuments historiques, sur les nappes souterraines et superficielles ainsi que des données environnementales que gèrent ou produisent en régie les acteurs de l'environnement régionaux (données brutes, bancarisées, publications, atlas, cartes, fichiers SIG...).

Utilisation possible :

- Inventaire régional ou thématique : Oui
- Reconstitution de l'historique du site : Oui
- Analyse des enjeux liés au site : Oui

Conditions d'accès à l'information :

- Rendez-vous : oui
- Consultation sur place : oui
- Horaire d'ouverture
- Photocopies payantes : oui
- Possibilité d'achat de publication
- Nombre de dossiers consultables/jour

Mode de consultation :

Confidentialité : Possibilité de réserve d'accès

Commentaire : de nombreuses données, études, publications, cartes, fichiers SIG régionaux ou locaux sont accessibles sur les sites internet de ces organismes.



**Directions Départementales des Affaires
Sanitaires et Sociales
(DDASS)**

Fiche descriptive des sources d'information

Identification : Directions Départementales des Affaires Sanitaires et Sociales
DDAS

Données accessibles : Position des captages AEP, données sur la qualité des eaux alimentant ces ouvrages, population desservie, périmètres de protection des captages. Également, les DDASS gère les risques sanitaires de la population générale en matière d'environnement (qualité de l'eau, pollution atmosphérique, alimentation...), élabore des études de préserver et d'améliorer la santé.

Utilisation possible :

- Inventaire régional ou thématique : Oui
- Reconstitution de l'historique du site : Oui
- Analyse des enjeux liés au site : Oui

Condition d'accès à l'information :

- Rendez-vous : oui
- Consultation sur place : oui
- Horaire d'ouverture
- Photocopies payantes
- Possibilité d'achat de publication
- Nombre de dossiers consultables/jour
- Mode de consultation :

Confidentialité : la mission des DDASS est une mission de Service Public.

Commentaires : Pour les données "qualité" des captages AEP, Il est recommandé de faire parvenir des demandes écrites, en respectant les points suivants :

- Mentionner l'objet de la consultation (installations classées, décharges, constructions routières, bassins de retenues, carrières épandages, étude simplifiée des risques,...), les noms du maître d'ouvrage, ainsi que le Service de l'Etat instructeur du dossier.
- Localiser le site concerné sur un plan précis (1/10 000 maximum)
- Joindre une (des) carte(s) à échelle correcte (par exemple 1/25 000) comportant un encadré de la zone d'étude.
- Préciser les renseignements techniques désirés (coupe, indice BRGM, coordonnées Lambert, périmètres de protection...).
- Un délai moyen de réponse de 2 à 3 semaines est à prendre en compte.

Sur internet, la banque **Accès aux Données des Eaux Souterraines (ADES)** : <http://www.ad.es.eaufrance.fr>, réunit les données quantitatives et qualitatives de nombreux réseaux. En particulier, les données de la base SISE-EAUX, du ministère chargé de la Santé, alimentée par le contrôle sanitaire des directions départementales des affaires sanitaires et sociales, concernant les eaux souterraines captées pour la production d'eau potable (uniquement les données sur les eaux brutes) sont bancarisées.



Pour des raisons de sécurité nationale, la localisation géographique exacte des stations relatives à la qualité des eaux souterraines ne figure pas sur le site de consultation, et les données relatives à la qualité des eaux souterraines ne sont pas téléchargeables.

Concernant les domaines de la santé et la protection des animaux, de l'hygiène alimentaire et des installations d'élevage animal classées pour la protection de l'environnement : les **Directions Départementales des Services Vétérinaires (DDSV)** peuvent être également consultées. Les missions des services vétérinaires s'articulent autour du thème de la sécurité des aliments livrés au consommateur. Les agents contrôlent l'application de la réglementation par les élevages et les entreprises qui interviennent dans la production, la transformation, le transport et la distribution des aliments.



Archives notariales

Fiche descriptive des sources d'information

Données accessibles : Servitudes ; limites de propriété, description des installations/ bâtiments

Utilisation possible :

- Inventaire régional ou thématique : Oui
- Reconstitution de l'historique du site : Oui
- Analyse des enjeux liés au site : Oui

Conditions d'accès à l'information :

- Rendez-vous : oui
- Consultation sur place
- Horaire d'ouverture
- Photocopies payantes
- Possibilité d'achat de publication
- Nombre de dossiers consultables/jour

Mode de consultation :

Confidentialité :

Adresse nationale :

Adresse régionale :

Commentaire :



Mairies

Fiche descriptive des sources d'information

Données accessibles : Anciens Plans d'Occupation des Sols (POS), Plan d'urbanisme (PLU, SCOT), cadastre, historique, fiches BASIAS, inventaire des décharges, des cavités, plan de préventions des risques (PPI), SIG urbain...

Utilisation possible :

- Inventaire régional ou thématique : Oui
- Reconstitution de l'historique du site : Oui
- Analyse des enjeux liés au site : Oui

Conditions d'accès à l'information :

- Rendez-vous : oui
- Consultation sur place
- Horaire d'ouverture
- Photocopies payantes
- Possibilité d'achat de publication
- Nombre de dossiers consultables/jour

Mode de consultation :

Confidentialité :

Adresse nationale :

Adresse régionale :

Commentaire : consulter également les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) :

- Communautés d'agglomération,
- Communautés de communes,
- Communautés urbaines.



Adresses Internet de sites et bases de données nationales

Cette annexe présente une liste non exhaustive de sites Internet et de bases de données susceptibles de fournir des informations utiles à l'élaboration de l'étude documentaire du site :

ADES : www.ades.eaufrance.fr

Banque d'Accès aux Données des Eaux Souterraines

AFNOR : www.afnor.fr

Elaboration, homologation et vente de normes, information, formation, conseil, certification de produits, services...

AIDA : <http://aida.ineris.fr>

Tous les textes législatifs et réglementaires relatifs aux installations classées pour la protection de l'environnement.

ARIA : <http://aria.ecologie.gouv.fr/index2.html>

Inventaire des accidents technologiques et industriels

BASIAS : <http://basias.brgm.fr>

Inventaire des Anciens Sites Industriels et Activités de Service.

BASOL : <http://basol.ecologie.gouv.fr>

Base de données sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif.

BD Cavité : <http://www.bdcavite.net>

Base de données nationale sur les cavités souterraines : relevé et caractéristiques des cavités souterraines en France....

BD Mvt : <http://www.bdmvt.net/>

Base de données nationale sur les mouvements de terrain : relevé et caractéristiques des mouvements de terrain en France....

Information légales sur les entreprises : <http://www.infogreffe.fr/>,
<http://www.societe.com/>

Infoterre : <http://infoterre.brgm.fr>

Portail de diffusion des données géologiques

INSEE : <http://www.insee.fr/>

Études et enquêtes statistiques sur la population, l'emploi, les entreprises, la conjoncture économique...

Géoportail : <http://www.geoportail.fr/>

Portail les informations géographiques, photos aériennes...

Gest'eau : <http://www.gesteau.eaufrance.fr/>

Portail des outils de gestion intégrée de l'eau, les Sage, les contrats de rivières,...

Mérimée : <http://www.culture.gouv.fr/documentation/merimee/accueil.htm>

Recensement du patrimoine monumental français dans toute sa diversité.
architecture industrielle, religieuse, domestique, agricole, scolaire, militaire

Météo France : <http://www.meteofrance.com>

Prévisions météorologiques, bulletins climatiques, images...

Portail sites et sols (potentiellement) pollués ou radio-contaminés :
<http://www.sites-pollues.ecologie.gouv.fr>

Portail national en matière de gestion des sites et des sols (potentiellement) pollués

Registre français des émissions polluantes :

www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr

Remontées de nappe : <http://www.inondationsnappes.fr>

Crues, inondations, ruissellements, débordements, remontées de nappes,...

SisFrance Métropole : <http://www.sisfrance.net>

Base de données nationale des séismes en France métropolitaine : relevé et caractéristiques des séismes historiques et contemporains en France....



ANNEXE C : Les sources d'information sur les produits chimiques

Cette annexe présente une liste non exhaustive de bases de données (sites internet, CDROM) fournissant des informations sur les substances chimiques dans différents domaines techniques et scientifiques (toxicologie, écotoxicologie aquatique, chimie, généralités...) :

ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry produit par l'US ATSDR

<http://www.atsdr.cdc.gov/>

ChemID Advanced,: United States, National Library of Medicine

<http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus>

HSDB : Hazardous Substances Data Bank produit par l'US National Library of Medicine.

[Site internet : //sis.nlm.nih.gov.](http://sis.nlm.nih.gov)

INERIS : Institut National de l'environnement Industriel et des Risques

www.ineris.fr

INRS : Institut National de la Recherche Scientifique

<http://www.inrs.fr/indexnosdoss.html>

IRIS : Integrated Risk Information system produit par l'US Environmental Protection Agency.

<http://www.epa.gov/iris/>

Merck : The Merck Manual Medical Library, the 18th Edition of The Merck Manual

<http://www.merckbooks.com/>

OMS : Organisation Mondiale de la Santé, Environmental Health Criteria :IPCS Inchem. <http://www.inchem.org>

RAIS : Risk Assessment Information System

http://risk.lsd.ornl.gov/tox/rap_toxp.shtml

TOXNET: Toxicology and Environmental Health Information Program

<http://toxnet.nlm.nih.gov>

Liste de bases de données plus spécialisées :

TPH : Working Group Series (Vol. 1 - 5) :

<http://www.aehs.com/publications/catalog/contents/tph.htm>

concerne les coupes d'hydrocarbures définies par le TPHCWG

OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment, Agency Oakland California <http://www.oehha.ca.gov/risk/chemicalDB>

autre base pour la toxicologie

Health Canada : <http://www.hc-sc.gc.ca/francais/>
autre base pour la toxicologie

RIVM : Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu (national institute of public health and environment) (2001) Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels, report 711701 025, March 2001 - <http://www.rivm.nl>
autre base pour la toxicologie

Pour des articles scientifiques spécifiques, pour la recherche de publications :

<http://www.sciencedirect.com/>,
<http://www.scirus.com/>,
[http://scholar.google.com/...](http://scholar.google.com/)

Agences françaises de sécurité sanitaire :

AFSSA : Agence française de sécurité sanitaire des aliments
<http://www.afssa.fr>

AFSSET : Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail
<http://www.afsse.fr>

IRSN : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
<http://www.irsn.org>

INVS : Institut de veille sanitaire
<http://www.invs.sante.fr/>

OBS : Observatoire de la qualité de l'air intérieur
<http://www.air-interieur.org/>



ANNEXE D : Matrices simplifiées activités-polluants

MATRICES ACTIVITES - POLLUANTS

Activités - Polluants organiques

Activités - Polluants métalliques

Activités - Polluants minéraux

LEGENDE



rencontré dans une des références de la liste ci-dessous



rencontré dans au moins deux références de la liste ci-dessous

BIBLIOGRAPHIE CONSULTEE

1. FICHES TOXICOLOGIQUES INRS (226 substances - septembre 1994) - Référence ED 613.

2. RAPPORT BRGM 73 SGN 439 AME - Documentation sur les pollutions industrielles - 1973.

3. RAPPORT ANRED - CTC - La filière cuir : valorisation des déchets - 1988.

4. RAPPORT ANRED - CTC - La valorisation des déchets de tannerie et mégisserie - 1983.

5. DOCUMENT INTERNE ADEME - Les sables de fonderie : nature, régénération, recyclage, réutilisation. - novembre 93.

6. MONOGRAPHIES DE L'ADEME :

- Les résidus de forages pétroliers - décembre 1991.
- Les déchets de peinture, les boues de peinture - mars 1994.
- Les sels de traitements thermiques "sels de trempe" - janvier 1992.
- Les goudrons sulfuriques et terres de filtration usées - décembre 1991.
- Les déchets mercuriels - décembre 1991.
- Les déchets cadmiés - octobre 1992.
- Les déchets organohalogénés dans la chimie fine - mars 1994.
- Les déchets organofluorés, organobromés et organoiodés (hors P.C.B.) - mars 1992.
- Les déchets chlorofluorocarbonés - décembre 1991.
- Le traitement de surface - décembre 1991.
- Les boues d'hydroxydes métalliques - décembre 1991.
- Les déchets arsénicaux - décembre 1991.

- Comportement à la lixiviation de matériaux considérés comme inertes - juillet 1993.
- Les déchets des fluides d'usinage - décembre 1990.
- Matériau explosible et déchets à caractère explosible - décembre 1990.
- Les résines échangeuses d'ions usagées - décembre 1990.
- Les déchets de la métallurgie de première et seconde fusion des métaux non ferreux - mars 1994.
- Les déchets de la photographie - novembre 1993.
- Les solvants chlorés - novembre 1993.
- Les déchets de l'imprimerie et des industries graphiques - novembre 1993.
- Les déchets d'amiante - décembre 1994.

7. RAPPORT ANRED - Produits Chimiques de Loos, usine Frédéric Kühlmann, Diagnostic déchets - pollution du sol, rapport de première phase - novembre 1989.

8. RAPPORT LECES - Les déchets sidérurgiques - Référence RPF/L 50 - juin 1993.

9. PROJETS DE GRILLE ACTIVITES-DECHETS-POLLUANTS POTENTIELS de l'ADEME (usine à gaz, cokerie, aciérie, préservation du bois, tréfilerie, faïencerie, régénération d'huiles, régénération de solvants), septembre 1993.

10. MATRICE BADE-WURTEMBERG (Allemagne) ACTIVITES-POLLUANTS.

11. HABER W. et al - Sondergutachen Altlasten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen, Drucksache, 11/6191, Deutscher Bundestag, 1990 - D'après CHAMPION D., DONNAT Ph., MICHEL L. - "Un problème d'environnement industriel : les sites contaminés ", Mémoire de l'Ecole des Mines de Paris, 1992.

12. RICHARDS I.G, PALMER J.P., BARRATT P.A. - The reclamation of former coal mines and steelsworks - 1993, Elsevier.

13. RAPPORT CECAD - Le cadmium en "questions" - avril 1992.

14. RAPPORT SEDL - Diagnostic relatif à l'état du sous-sol des anciennes tanneries du centre de Roanne - Zone Nord - septembre 1992.

15. HANDBOOK OF ENVIRONMENTAL CONTAMINANTS - A Guide for Site Assessment - 1992, Lewis Publishers.

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS METALLIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Antimoine	Argent	Arsenic	Baryum	Beryllium	Bismuth	Bore	Brome	Cadmium	Chrome	Cobalt	Cuivre	Etain	Iode	Lanthane	Lithium	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Palladium	Plomb	Sélénium	Tellure	Thallium	Uranium	Vanadium	Zinc
A AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE																													
	AA AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE																												
01	Agriculture, Chasse, Services Annexes																												
01.1	Culture																												
01.2	Élevage																												
01.3	Culture et élevages associés																												
01.4	Services annexes à l'agriculture																												
01.5	Chasse																												
02	Sylviculture, Exploitation Forestière, Services Annexes																												
02.0	Sylviculture, exploitation forestière, services annexes																												
B PÊCHE, AQUACULTURE																													
	BB PÊCHE, AQUACULTURE																												
05	Pêche, Aquaculture																												
C INDUSTRIES EXTRACTIVES																													
	CA EXTRACTION DE PRODUITS ENERGETIQUES																												
10	Extraction de Houille, Lignite et Tourbe																												
10.1	Extraction et agglomération de la houille																												
10.2	Extraction et agglomération du lignite																												
10.3	Extraction et agglomération de la tourbe																												
11	Extraction d'Hydrocarbures, Services Annexes																												
12	Extraction de Minerais d'Uranium																												
	CB EXTRACTION DE PRODUITS NON ENERGETIQUES																												
13	Extraction de Minerais Métalliques																												
13.1	Extraction de minerais de fer																												
13.2	Extraction de minerais de métaux non ferreux																												
14	Autres Industries Extractives																												
14.1	Extraction de pierres																												
14.2	Extraction de sables et d'argiles																												
14.3	Extraction de minéraux pour l'industrie chimique et d'engrais naturels																												
14.4	Production de sel																												

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS METALLIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Antimoine	Argent	Arsenic	Baryum	Beryllium	Bismuth	Bore	Brome	Cadmium	Chrome	Cobalt	Cuivre	Etain	Iode	Lanthane	Lithium	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Palladium	Plomb	Selenium	Tellure	Thallium	Uranium	Vanadium	Zinc
14.5	Activités extractives n.c.a.																												
D INDUSTRIE MANUFACTURIERE																													
DA INDUSTRIES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES																													
15	Industries Alimentaires																												
15.1	Industrie des viandes																												
15.2	Industrie du poisson																												
15.3	Industrie des fruits et légumes																												
15.4	Industrie des corps gras																												
15.5	Industrie laitière																												
15.6	Travail des grains, fabrication de produits amylacés																												
15.7	Fabrication d'aliments pour animaux																												
15.8	Autres industries alimentaires																												
15.9	Industrie des boissons																												
15.9N	Brasserie																												
16	Industrie du Tabac																												
DB INDUSTRIE TEXTILE ET HABILLEMENT																													
17	Industrie Textile																												
17.1	Filature																												
17.1K	Moulinage et texturation de la soie et textiles artificiels																												
17.2	Tissage																												
17.3	Ennoblement textile																												
17.4	Fabrication d'articles textiles																												
17.5	Autres industries textiles																												
17.6	Fabrication d'étoffes à maille																												
17.7	Fabrication d'articles à maille																												
18	Industrie de l'Habillement et des Fourrures																												
18.1	Fabrication de vêtements en cuir																												
18.2	Fabrication de vêtements en textile																												
18.3	Industrie des fourrures																												
DC INDUSTRIE DU CUIR ET DE LA CHAUSSURE																													
19	Industrie du Cuir et de la Chaussure																												
19.1	Apprêt et tannage des cuirs																												
19.2	Fabrication d'articles de voyage et de maroquinerie																												
19.3	Fabrication de chaussures																												

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS METALLIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Antimoine	Argent	Arsenic	Baryum	Beryllium	Bismuth	Bore	Brome	Cadmium	Chrome	Cobalt	Cuivre	Etain	Iode	Lanthane	Lithium	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Palladium	Plomb	Selenium	Tellure	Thallium	Uranium	Vanadium	Zinc
	DD TRAVAIL DU BOIS ET FABRICATION D'ARTICLES EN BOIS																												
20	Travail du Bois et Fabrication d'Articles en Bois			■							■		■							■		■							■
20.1	Sciage, rabotage, imprégnation du bois			■							■		■							■		■							■
20.1B	Imprégnation du bois			■				■			■		■	■					■				■	■					■
	DE INDUSTRIE DU PAPIER ET DU CARTON, EDITION ET IMPRIMERIE																												
21	Industrie du Papier et du Carton	■		■	■					■	■	■	■						■			■				■			■
22	Edition, Imprimerie, Reproduction																												
22.1	Edition																												
22.2	Imprimerie		■	■						■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	■				■	■
22.2A-C	Imprimerie		■	■						■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	■				■	■
22.2G	Composition et photogravure										■																		■
22.3	Reproduction d'enregistrements										■																		■
22.3C	Reproduction d'enregistrements vidéo		■																										
	DF COKEFACTION, RAFFINAGE, INDUSTRIES NUCLEAIRES																												
23	Cokéfaction, Raffinage, Industries Nucléaires																												
23.1	Cokéfaction			■						■	■	■	■	■							■	■	■	■					■
23.2	Raffinage de pétrole			■				■	■	■	■	■	■	■					■	■	■	■	■	■				■	■
23.3	Elaboration et transformation de matières nucléaires					■		■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■	■			■		■
	DG INDUSTRIE CHIMIQUE																												
24	Industrie Chimique	■																	■										
24.1	Industrie chimique de base	■																	■										
24.1A	Fabrication de gaz industriels																												
24.1C	Fabrication de colorants et de pigments	■		■		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
24.1E	Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base	■		■		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
24.1G	Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base		■	■		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
24.1J	Fabrication de produits azotés et d'engrais		■	■		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
24.1L	Fabrication de matières plastiques de base	■		■		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
24.1N	Fabrication de caoutchouc synthétique																												
24.2	Fabrication de produits agrochimiques			■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
24.3	Fabrication de peintures et vernis	■		■		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
24.4	Industrie pharmaceutique	■						■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
24.4A	Fabrication de produits pharmaceutiques de base			■				■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
24.4C	Fabrication de médicaments			■				■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
24.4D	Fabrication d'autres produits pharmaceutiques			■				■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS METALLIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Antimoine	Argent	Arsenic	Baryum	Beryllium	Bismuth	Bore	Brome	Cadmium	Chrome	Cobalt	Cuivre	Etain	Iode	Lanthane	Lithium	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Palladium	Plomb	Selenium	Tellure	Thallium	Uranium	Vanadium	Zinc
24.5	Fabrication de savons, parfums et produits d'entretien																												
24.5A	Fabrication de savons, détergents et produits d'entretien																												
24.5C	Fabrication de parfums et produits pour la toilette																												
24.6	Fabrication d'autres produits chimiques																												
24.6A	Fabrication de produits explosifs																												
24.6C	Fabrication de colles et gélatines																												
24.6E	Fabrication d'huiles essentielles																												
24.6G	Fabrication de produits chimiques pour la photographie																												
24.6L	Fabrication de produits chimiques à usage industriel																												
24.7	Fabrication de fibres artificielles ou synthétiques																												
	DH INDUSTRIE DU CAOUTCHOUC ET DES PLASTIQUES																												
25	Industrie du Caoutchouc et des Plastiques																												
25.1	Industrie du caoutchouc																												
25.2	Transformation des matières plastiques																												
	DI FABRICATION D'AUTRES PRODUITS MINERAUX NON METALLIQUES																												
26	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques																												
26.1	Fabrication de verre et d'articles en verre																												
26.2	Fabrication de produits céramiques																												
26.3	Fabrication de carreaux en céramique																												
26.4	Fabrication de tuiles et briques en terre cuite																												
26.4B	Fabrication de tuiles																												
26.4C	Fabrication de produits divers en terre cuite																												
26.5	Fabrication de ciment, chaux et plâtre																												
26.5A	Fabrication de ciment																												
26.6	Fabrication d'ouvrages en béton ou en plâtre																												
26.7	Travail de la pierre																												
26.8	Fabrication de produits minéraux divers																												
26.8A	Fabrication de produits abrasifs																												
26.8C	Fabrication de produits minéraux non métalliques n.c.a.																												
	DJ METALLURGIE ET TRAVAIL DES METAUX																												
27	Métallurgie																												
27.1	Sidérurgie (CECA)																												
27.2	Fabrication de tubes																												
27.3	Première transformation de l'acier (non CECA)																												
27.3C	Laminage à froid de feuillards																												
27.3J	Production de ferro-alliages et autres produits non CECA																												

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS METALLIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Antimoine	Argent	Arsenic	Baryum	Beryllium	Bismuth	Bore	Brome	Cadmium	Chrome	Cobalt	Cuivre	Etain	Iode	Lanthane	Lithium	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Palladium	Plomb	Selenium	Tellure	Thallium	Uranium	Vanadium	Zinc
27.4	Production de métaux non ferreux																												
27.4A	Production de métaux précieux																												
27.4C-L	Métallurgie de l'aluminium																												
27.4F-G	Métallurgie du plomb, du zinc ou de l'étain																												
27.4J-K	Métallurgie du cuivre																												
27.4M	Métallurgie des autres métaux non ferreux																												
27.5	Fonderie																												
27.5A	Fonderie de fonte																												
27.5C	Fonderie d'acier																												
27.5E	Fonderie de métaux légers																												
27.5G	Fonderie d'autres métaux non ferreux																												
28	Travail des Métaux																												
28.1	Fabrication d'éléments en métal pour la construction																												
28.2	Fabrication de réservoirs métalliques et de chaudières pour le chauffage central																												
28.3	Chaudronnerie																												
28.3C	Chaudronnerie-tuyauterie																												
28.4	Forge, emboutissage, estampage; métallurgie des poudres																												
28.5	Traitement des métaux; mécanique générale																												
28.5A	Traitement et revêtement des métaux																												
28.5C	Décolletage																												
28.6	Fabrication de coutellerie, d'outillage et de quincaillerie																												
28.6C	Fabrication d'outillage à main																												
28.6D	Fabrication d'outillage mécanique																												
28.7	Fabrication d'autres ouvrages en métaux																												
28.7C	Fabrication d'emballages métalliques légers																												
28.7G	Visserie et boulonnerie																												
	DK FABRICATION DE MACHINES ET EQUIPEMENTS																												
29	Fabrication de Machines et Equipements																												
29.1	Fabrication d'équipements mécaniques																												
29.1C-F	Fabrication de pompes, compresseurs et systèmes hydrauliques																												
29.4	Fabrication de machines-outils																												
29.4D	Fabrication de matériel de soudage																												
29.6	Fabrication d'armes et de munitions																												
	DL FABRICATION D'EQUIPEMENTS ELECTRIQUES ET ELECTRONIQUES																												
30	Fabrication de Machines de Bureau et de Matériel Informatique																												
31	Fabrication de Machines et Appareils Electriques																												
31.1	Fabrication de moteurs, génératrices et transformateurs électr.																												
31.2	Fabric. de matériel de distribution et de commande électrique																												
31.3	Fabrication de fils et câbles isolés																												

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS METALLIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Antimoine	Argent	Arsenic	Baryum	Beryllium	Bismuth	Bore	Brome	Cadmium	Chrome	Cobalt	Cuivre	Etain	Iode	Lanthane	Lithium	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Palladium	Plomb	Selenium	Tellure	Thallium	Uranium	Vanadium	Zinc
31.4	Fabrication d'accumulateurs et de piles électriques																												
31.5	Fabrication de lampes et d'appareils d'éclairage																												
32	Fabrication d'Equipements de Radio, Télévision et Communication																												
32.1	Fabrication de composants électroniques																												
32.1A	Fabrication de composants passifs et de condensateurs																												
32.1B	Fabrication de composants électroniques actifs																												
32.2	Fabric. d'appareils d'émission et de transmission																												
32.3	Fabric. d'appareils de réception, enregistr. du son et de l'image																												
33	Fabrication d'Instruments Médicaux, de Précision, d'Optique et d'Horlogerie																												
33.1	Fabrication de matériel médico-chirurgical et d'orthopédie																												
33.2	Fabrication d'instruments de mesure et de contrôle																												
33.2B	Fabrication d'instrumentation scientifique et technique																												
33.4	Fabrication de matériels optique et photographique																												
33.4A	Fabrication de lunettes																												
33.4B	Fabrication d'instruments d'optique et de matériel photogr.																												
34	Industrie Automobile																												
34.1	Construction de véhicules automobiles																												
34.2	Fabrication de carrosseries et de remorques																												
34.2A	Fabrication de carrosseries automobiles																												
34.2B	Fabrication de caravanes et véhicules de loisirs																												
34.3	Fabrication d'équipements automobiles																												
35	Fabrication d'Autres Matériels de Transport																												
35.1	Construction navale																												
35.2	Construction de matériel ferroviaire roulant																												
35.3	Construction aéronautique et spatiale																												
	DN AUTRES INDUSTRIES MANUFACTURIERES																												
36	Fabrication de Meubles; Industries Diverses																												
36.1	Fabrication de meubles																												
36.2	Bijouterie																												
36.2A	Fabrication de monnaies et médailles																												
36.2C	Bijouterie, joaillerie, orfèvrerie																												
36.3	Fabrication d'instruments de musique																												
36.4	Fabrication d'articles de sport																												
36.5	Fabrication de jeux et jouets																												
36.6	Autres industries diverses																												
37	Récupération																												
37.1	Récupération de matières métalliques recyclables																												
37.2	Récupération de matières non métalliques recyclables																												

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS METALLIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Antimoine	Argent	Arsenic	Baryum	Beryllium	Bismuth	Bore	Brome	Cadmium	Chrome	Cobalt	Cuivre	Etain	Iode	Lanthane	Lithium	Manganèse	Mercurie	Molybdène	Nickel	Palladium	Plomb	Selenium	Tellure	Thallium	Uranium	Vanadium	Zinc	
E PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ELECTRICITE, DE GAZ ET D'EAU																														
	EE PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ELECTRICITE, DE GAZ ET D'EAU																													
40	Production et Distribution d'Electricité, de Gaz et de Chaleur																													
40.1	Production et distribution d'électricité																													
40.2	Production et distribution de combustibles gazeux																													
40.3	Production et distribution de chaleur																													
41	Captage, Traitement et Distribution d'Eau																													
	FF CONSTRUCTION																													
45	Construction																													
45.1	Préparation des sites																													
45.2	Construction d'ouvrages de bâtiment ou de génie civil																													
45.2J	Réalisation de couvertures par éléments																													
45.2P	Construction de chaussées routières et de sols sportifs																													
G COMMERCE; REPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES DOMESTIQUES																														
	GG COMMERCE; REPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES DOMESTIQUES																													
50	Commerce et Réparation Automobile																													
50.5	Commerce de détail de carburants																													
51	Commerce de Gros et Intermédiaires du Commerce																													
52	Commerce de Détail et Réparation d'Articles Domestiques																													
H HOTELS ET RESTAURANTS																														
	HH HOTELS ET RESTAURANTS																													
55	Hôtels et Restaurants																													
I TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS																														
	II TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS																													
60	Transports Terrestres																													
60.1	Transports ferroviaires																													
60.2	Transports urbains et routiers																													

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS METALLIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Antimoine	Argent	Arsenic	Baryum	Beryllium	Bismuth	Bore	Brome	Cadmium	Chrome	Cobalt	Cuivre	Etain	Iode	Lanthane	Lithium	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Palladium	Plomb	Selenium	Tellure	Thallium	Uranium	Vanadium	Zinc
60.3	Transports par conduites																												
61	Transports par Eau																												
62	Transports Aériens																												
62.1	Transports aériens réguliers																												
62.2	Transports aériens non réguliers																												
62.3	Transports spatiaux																												
63	Services Auxiliaires des Transports																												
64	Postes et Télécommunications																												
J ACTIVITES FINANCIERES																													
K IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES																													
	KK IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES																												
73	Recherche et Développement																												
73.1	R&D en sciences physiques et naturelles																												
74	Services Fournis Principalement Aux Entreprises																												
74.8	Services divers fournis aux entreprises																												
74.8A-L	Activités photographiques																												
	L ADMINISTRATION PUBLIQUE																												
M EDUCATION																													
N SANTE ET ACTION SOCIALE																													
	NN SANTE ET ACTION SOCIALE																												
85	Santé et Action Sociale																												
85.1	Activités pour la santé humaine																												
85.1A	Activités hospitalières																												
85.1C	Pratique médicale																												
85.1E	Pratique dentaire																												
85.1K	Laboratoires d'analyses médicales																												
85.2	Activités vétérinaires																												
O SERVICES COLLECTIFS, SOCIAUX ET PERSONNELS																													
	OO SERVICES COLLECTIFS, SOCIAUX ET PERSONNELS																												

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS METALLIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Antimoine	Argent	Arsenic	Baryum	Beryllium	Bismuth	Bore	Brome	Cadmium	Chrome	Cobalt	Cuivre	Etain	Iode	Lanthane	Lithium	Manganèse	Mercur	Molybdène	Nickel	Palladium	Plomb	Selenium	Tellure	Thallium	Uranium	Vanadium	Zinc
90	Assainissement, Voirie et Gestion des Déchets																												
90.0	Assainissement, voirie et gestion des déchets																												
90.0A	Epuration des eaux usées																												
90.0B	Enlèvement et traitement des ordures ménagères																												
90.0C	Elimination et traitement des autres déchets																												
91	Activités Associatives																												
92	Activités Récréatives, Culturelles et Sportives																												
92.1	Activités cinématographiques																												
92.1A-L	Production de films																												
92.1F-J	Distribution de films																												
92.2	Activités de radio et de télévision																												
92.3	Autres activités de spectacle																												
93	Services Personnels																												
93.0	Services personnels																												
93.0A-E	Blanchisserie - teinturerie																												
P	SERVICES DOMESTIQUES																												
Q	ACTIVITES EXTRA-TERRITORIALES																												

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS MINERAUX

Code NAF	Activités industrielles originelles	Calcium	Magnésium	Sodium	Potassium	Fer	Silice	Strontium	Titane	Aluminium	Azote	Chlore	Fluor	Phosphore	Soufre	Cyanures
A AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE																
AA AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE																
01	Agriculture, Chasse, Services Annexes															
01.1	Culture	■	■	■	■						■		■	■	■	■
01.2	Elevage															
01.2G	<i>Elevage de volailles</i>										■					
01.3	Culture et élevages associés															
01.4	Services annexes à l'agriculture															
01.5	Chasse															
02	Sylviculture, Exploitation Forestière, Services Annexes															
02.0	Sylviculture, exploitation forestière, services annexes			■							■		■			■
B PÊCHE, AQUACULTURE																
BB PÊCHE, AQUACULTURE																
05	Pêche, Aquaculture															
C INDUSTRIES EXTRACTIVES																
CA EXTRACTION DE PRODUITS ENERGETIQUES																
10	Extraction de Houille, Lignite et Tourbe															
10.1	Extraction et agglomération de la houille	■	■	■			■				■	■			■	■
10.2	Extraction et agglomération du lignite															
10.3	Extraction et agglomération de la tourbe															
11	Extraction d'Hydrocarbures, Services Annexes															
11.1	Extraction d'hydrocarbures	■	■	■								■			■	
11.2	Services annexes à l'extraction d'hydrocarbures															

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS MINERAUX

Code NAF	Activités industrielles originelles	Calcium	Magnésium	Sodium	Potassium	Fer	Silice	Strontium	Titane	Aluminium	Azote	Chlore	Fluor	Phosphore	Soufre	Cyanures
12	Extraction de Minerais d'Uranium															
	CB EXTRACTION DE PRODUITS NON ENERGETIQUES															
13	Extraction de Minerais Métalliques															
13.1	Extraction de minerais de fer															
13.2	Extraction de minerais de métaux non ferreux															
14	Autres Industries Extractives															
14.1	Extraction de pierres															
14.2	Extraction de sables et d'argiles															
14.3	Extraction de minéraux pour l'industrie chimique et d'engrais naturels															
14.4	Production de sel															
14.5	Activités extractives n.c.a.															
D INDUSTRIE MANUFACTURIERE																
	DA INDUSTRIES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES															
15	Industries Alimentaires															
15.1	Industrie des viandes															
15.1A	<i>Production de viandes de boucherie</i>															
15.2	Industrie du poisson															
15.3	Industrie des fruits et légumes															
15.3A	Transformation et conservation des pommes de terre															
15.4	Industrie des corps gras															
15.5	Industrie laitière															
15.6	Travail des grains, fabrication de produits amylacés															
15.6A-B	<i>Travail des grains</i>															
15.6D	<i>Fabrication de produits amylacés</i>															
15.7	Fabrication d'aliments pour animaux															
15.8	Autres industries alimentaires															
15.8H	<i>Fabrication de sucre</i>															

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS MINERAUX

Code NAF	Activités industrielles originelles	Calcium	Magnésium	Sodium	Potassium	Fer	Silice	Strontium	Titane	Aluminium	Azote	Chlore	Fluor	Phosphore	Soufre	Cyanures
15.9	Industrie des boissons															
15.9G	Vinification															
15.9N	Brasserie															
16	Industrie du Tabac															
	DB INDUSTRIE TEXTILE ET HABILLEMENT															
17	Industrie Textile															
17.1	Filature															
17.1A	Filature de l'industrie cotonnière															
17.1C-F	Préparation et filature de l'industrie lainière															
17.1K	Moulinage et texturation de la soie et des textiles artificiels															
17.1P	Préparation et filature d'autres fibres															
17.2	Tissage															
17.3	Ennoblement textile															
17.4	Fabrication d'articles textiles															
17.5	Autres industries textiles															
17.6	Fabrication d'étoffes à maille															
17.7	Fabrication d'articles à maille															
18	Industrie de l'Habillement et des Fourrures															
18.1	Fabrication de vêtements en cuir															
18.2	Fabrication de vêtements en textile															
18.3	Industrie des fourrures															
	DC INDUSTRIE DU CUIR ET DE LA CHAUSSURE															
19	Industrie du Cuir et de la Chaussure															
19.1	Apprêt et tannage des cuirs															
19.2	Fabrication d'articles de voyage et de maroquinerie															
19.3	Fabrication de chaussures															
	DD TRAVAIL DU BOIS ET FABRICATION D'ARTICLES EN BOIS															
20	Travail du Bois et Fabrication d'Articles en Bois															

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS MINERAUX

Code NAF	Activités industrielles originelles	Calcium	Magnésium	Sodium	Potassium	Fer	Silice	Strontium	Titane	Aluminium	Azote	Chlore	Fluor	Phosphore	Soufre	Cyanures
20.1	Sciage, rabotage, imprégnation du bois															
20.1B	Imprégnation du bois															
	DE INDUSTRIE DU PAPIER ET DU CARTON, EDITION ET IMPRIMERIE															
21	Industrie du Papier et du Carton															
21.1	Fabrication de pâte à papier, de papier et de carton															
21.1A	Fabrication de pâte à papier															
21.1C	Fabrication de papier et de carton															
21.2	Fabrication d'articles en papier ou en carton															
22	Edition, Imprimerie, Reproduction															
22.2	Imprimerie															
22.2A-C	Imprimerie															
22.2E	Reliure et finition															
22.2G	Composition et photogravure															
22.2J	Autres activités graphiques															
22.3	Reproduction d'enregistrements															
22.3C	Reproduction d'enregistrements vidéo															
	DF COKEFACTION, RAFFINAGE, INDUSTRIES NUCLEAIRES															
23	Cokéfaction, Raffinage, Industries Nucléaires															
23.1	Cokéfaction															
23.2	Raffinage de pétrole															
23.3	Elaboration et transformation de matières nucléaires															
	DG INDUSTRIE CHIMIQUE															
24	Industrie Chimique															
24.1	Industrie chimique de base															
24.1A	Fabrication de gaz industriels															
24.1C	Fabrication de colorants et pigments															
24.1E	Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base															
24.1G	Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base															
24.1J	Fabrication de produits azotés et d'engrais															

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS MINERAUX

Code NAF	Activités industrielles originelles	Calcium	Magnésium	Sodium	Potassium	Fer	Silice	Strontium	Titane	Aluminium	Azote	Chlore	Fluor	Phosphore	Soufre	Cyanures
24.1L	Fabrication de matières plastiques de base															
24.1N	Fabrication de caoutchouc synthétique															
24.2	Fabrication de produits agrochimiques															
24.3	Fabrication de peintures et vernis															
24.4	Industrie pharmaceutique															
24.4A	Fabrication de produits pharmaceutiques de base															
24.4C	Fabrication de médicaments															
24.4D	Fabrication d'autres produits pharmaceutiques															
24.5	Fabrication de savons, parfums et produits d'entretien															
24.5A	Fabrication de savons, détergents et produits d'entretien															
24.5C	Fabrication de parfums et de produits pour la toilette															
24.6	Fabrication d'autres produits chimiques															
24.6A	Fabrication de produits explosifs															
24.6C	Fabrication de colles et gélatines															
24.6E	Fabrication d'huiles essentielles															
24.6G	Fabrication de produits chimiques pour la photographie															
24.6J	Fabrication de supports de données															
24.6L	Fabrication de produits chimiques à usage industriel															
24.7	Fabrication de fibres artificielles ou synthétiques															
	DH INDUSTRIE DU CAOUTCHOUC ET DES PLASTIQUES															
25	Industrie du Caoutchouc et des Plastiques															
25.1	Industrie du caoutchouc															
25.2	Transformation des matières plastiques															
25.2A	Fabric. de plaques, feuilles, tubes et profilés en plastiques															
25.2C	Fabrication d'emballages en matières plastiques															
	DI FABRICATION D'AUTRES PRODUITS MINERAUX NON METALLIQUES															
26	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques															
26.1	Fabrication de verre et d'articles en verre															
26.2	Fabrication de produits céramiques															
26.3	Fabrication de carreaux en céramique															
26.4	Fabrication de tuiles et briques en terre cuite															
26.4C	Fabrication de produits divers en terre cuite															

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS MINERAUX

Code NAF	Activités industrielles originelles	Calcium	Magnésium	Sodium	Potassium	Fer	Silice	Strontium	Titane	Aluminium	Azote	Chlore	Fluor	Phosphore	Soufre	Cyanures
26.5	Fabrication de ciment, chaux et plâtre															
26.5A	<i>Fabrication de ciment</i>	■					■						■		■	
26.5C	<i>Fabrication de chaux</i>	■					■									
26.5E	<i>Fabrication de plâtre</i>	■					■									
26.6	Fabrication d'ouvrages en béton ou en plâtre			■												
26.6J	<i>Fabrication d'ouvrages en fibre-ciment</i>		■				■									
26.7	Travail de la pierre															
26.8	Fabrication de produits minéraux divers															
26.8A	<i>Fabrication de produits abrasifs</i>									■						
26.8C	<i>Fabrication de produits minéraux non métalliques n.c.a.</i>									■						
	DJ METALLURGIE ET TRAVAIL DES METAUX															
27	Métallurgie	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■
27.1	Sidérurgie (CECA)	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■
27.2	Fabrication de tubes			■	■											
27.3	Première transformation de l'acier (non CECA)	■		■	■								■			■
27.3C	<i>Laminage à froid de feuillards</i>					■										
27.3J	<i>Production de ferro-alliages et autres produits non CECA</i>		■					■				■				
27.4	Production de métaux non ferreux										■	■	■			■
27.4A	<i>Production de métaux précieux</i>										■	■	■			■
27.4C-D	<i>Métallurgie de l'aluminium</i>	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■
27.4F-G	<i>Métallurgie du plomb, du zinc ou de l'étain</i>	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■
27.4J-K	<i>Métallurgie du cuivre</i>	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■
27.4M	<i>Métallurgie des autres métaux non ferreux</i>	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■
27.5	Fonderie	■	■	■	■					■		■	■	■	■	■
27.5A	<i>Fonderie de fonte</i>	■		■	■							■	■	■	■	■
27.5C	<i>Fonderie d'acier</i>	■		■	■							■	■	■	■	■
27.5E	<i>Fonderie de métaux légers</i>											■	■	■	■	■
27.5G	<i>Fonderie d'autres métaux non ferreux</i>			■	■							■	■	■	■	■
28	Travail des Métaux	■		■	■				■	■	■	■	■	■	■	■
28.1	Fabrication d'éléments en métal pour la construction			■	■											
28.2	Fabrication de réservoirs métalliques et de chaudières pour le chauffage central															
28.2D	<i>Fabrication de radiateurs et chaudières</i>										■					
28.3	Chaudronnerie															

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS MINERAUX

Code NAF	Activités industrielles originelles	Calcium	Magnésium	Sodium	Potassium	Fer	Silice	Strontium	Titane	Aluminium	Azote	Chlore	Fluor	Phosphore	Soufre	Cyanures
28.4	Forge, emboutissage, estampage; métallurgie des poudres															
28.5	Traitement des métaux; mécanique générale															
28.5A	Traitement et revêtement des métaux															
28.5C	Décolletage															
28.5D	Mécanique générale															
28.6	Fabrication de coutellerie, d'outillage et de quincaillerie															
28.6C	Fabrication d'outillage à main															
28.6D	Fabrication d'outillage mécanique															
28.7	Fabrication d'aures ouvrages en métaux															
28.7C	Fabrication d'emballages métalliques légers															
28.7G	Visserie et boulonnerie															
	DK FABRICATION DE MACHINES ET EQUIPEMENTS															
29	Fabrication de Machines et Equipements															
29.1	Fabrication d'équipements mécaniques															
29.1D	Fabrication de transmissions hydrauliques et pneumatiques															
29.2	Fabrication de machines d'usage général															
29.2F	Fabric. d'équipements aérauliques et frigorifiques industriels															
29.4	Fabrication de machines-outils															
29.4D	Fabrication de matériel de soudage															
29.6	Fabrication d'armes et de munitions															
	DL FABRICATION D'EQUIPEMENTS ELECTRIQUES ET ELECTRONIQUES															
30	Fabrication de Machines de Bureau et de Matériel Informatique															
31	Fabrication de Machines et Appareils Electriques															
31.1	Fabrication de moteurs, génératrices et transformateurs															
31.2	Fabrication de matériel de distribution et de commande électrique															
31.2A	Fabric. de mat. de distrib. et de commande pour basse tension															
31.2B	Fabric. de mat. de distrib. et de commande pour haute tension															
31.3	Fabrication de fils et câbles isolés															
31.4	Fabrication d'accumulateurs et de piles électriques															
31.5	Fabrication de lampes et d'appareils d'éclairage															

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS MINERAUX

Code NAF	Activités industrielles originelles	Calcium	Magnésium	Sodium	Potassium	Fer	Silice	Strontium	Titane	Aluminium	Azote	Chlore	Fluor	Phosphore	Soufre	Cyanures
32	Fabrication d'Équipements de Radio, Télévision et Communication															
32.1	Fabrication de composants électroniques															
32.1A	<i>Fabrication de composants passifs et de condensateurs</i>															
32.1B	<i>Fabrication de composants électroniques actifs</i>															
33	Fabrication d'Instruments Médicaux, de Précision, d'Optique et d'Horlogerie															
32.1	Fabrication de composants électroniques															
33.2	Fabrication d'instruments de mesure et de contrôle															
33.3	Fabric. d'équipements de contrôle des processus industriels															
33.4	Fabrication de matériels optique et photographique															
34	Industrie Automobile															
35	Fabrication d'Autres Matériels de Transport															
35.1	Construction navale															
35.2	Construction de matériel ferroviaire roulant															
35.3	Construction aéronautique et spatiale															
	DN AUTRES INDUSTRIES MANUFACTURIERES															
36	Fabrication de Meubles; Industries Diverses															
36.1	Fabrication de meubles															
36.2	Bijouterie															
36.2A	<i>Fabrication de monnaies et médailles</i>															
36.2C	<i>Bijouterie, joaillerie, orfèvrerie</i>															
36.3	Fabrication d'instruments de musique															
36.4	Fabrication d'articles de sport															
36.5	Fabrication de jeux et jouets															
36.6	Autres industries diverses															
37	Récupération															
37.1	Récupération de matières métalliques recyclables															
37.2	Récupération de matières non métalliques recyclables															
E	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ELECTRICITE, DE GAZ ET D'EAU															

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS MINERAUX

Code NAF	Activités industrielles originelles	Calcium	Magnésium	Sodium	Potassium	Fer	Silice	Strontium	Titane	Aluminium	Azote	Chlore	Fluor	Phosphore	Soufre	Cyanures
	EE PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ELECTRICITE, DE GAZ ET D'EAU															
40	Production et Distribution d'Electricité, de Gaz et de Chaleur															
40.1	Production et distribution d'électricité															
40.2	Production et distribution de combustibles gazeux															
40.3	Production et distribution de chaleur															
41	Captage, Traitement et Distribution d'Eau															
	F CONSTRUCTION															
	FF CONSTRUCTION															
45	Construction															
45.1	Préparation des sites															
45.2	Construction d'ouvrages de bâtiment ou de génie civil															
45.2B	Construction de bâtiments divers															
45.2J	Réalisation de couvertures par éléments															
45.2P	Construction de chaussées routières et de sols sportifs															
45.3	Travaux d'installation															
45.3A	Travaux d'installation électrique															
45.3C	Travaux d'isolation															
45.4	Travaux de finition															
45.4F	Revêtement des sols et des murs															
	G COMMERCE; REPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES DOMESTIQUE															
	GG COMMERCE; REPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES DOMESTIQUES															
50	Commerce et Réparation Automobile															
50.5	Commerce de détail de carburants															
51	Commerce de Gros et Intermédiaires du Commerce															
52	Commerce de Détail et Réparation d'Articles Domestiques															

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS MINERAUX

Code NAF	Activités industrielles originelles	Calcium	Magnésium	Sodium	Potassium	Fer	Silice	Strontium	Titane	Aluminium	Azote	Chlore	Fluor	Phosphore	Soufre	Cyanures
H HOTELS ET RESTAURANTS																
	HH HOTELS ET RESTAURANTS															
55	Hôtels et Restaurants															
I TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS																
	II TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS															
60	Transports Terrestres															
60.1	Transports ferroviaires															
60.2	Transports urbains et routiers															
61	Transports par Eau															
62	Transports Aériens															
62.1	Transports aériens réguliers															
62.2	Transports aériens non réguliers															
62.3	Transports spatiaux															
63	Services Auxiliaires des Transports															
63.1	Manutention et entreposage															
63.1D	Entreposage frigorifique															
64	Postes et Télécommunications															
J ACTIVITES FINANCIERES																
K IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES																
	KK IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES															
73	Recherche et Développement															
73.1	R&D en sciences physiques et naturelles															
73.2	R&D en sciences humaines et sociales															

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS MINERAUX

Code NAF	Activités industrielles originelles	Calcium	Magnésium	Sodium	Potassium	Fer	Silice	Strontium	Titane	Aluminium	Azote	Chlore	Fluor	Phosphore	Soufre	Cyanures
74	Services fournis principalement aux entreprises															
74.3	Activités de contrôle et analyses techniques															
74.3A	Contrôle technique automobile															
74.3B	Analyses, essais et inspections techniques															
74.7	Activités de nettoyage															
74.8	Services divers															
74.8A-D	Activités photographiques															
	L ADMINISTRATION PUBLIQUE															
	M EDUCATION															
	N SANTE ET ACTION SOCIALE															
	NN SANTE ET ACTION SOCIALE															
85	Santé et Action Sociale															
85.1	Activités pour la santé humaine															
85.1A	Activités hospitalières															
85.1C	Pratique médicale															
85.1E	Pratique dentaire															
85.1K	Laboratoires d'analyses médicales															
85.2	Activités vétérinaires															
	O SERVICES COLLECTIFS, SOCIAUX ET PERSONNELS															
	OO SERVICES COLLECTIFS, SOCIAUX ET PERSONNELS															
90	Assainissement, Voirie et Gestion des Déchets															
90.0	Assainissement, voirie et gestion des déchets															
90.0A	Epuración des eaux usées															
90.0B	Enlèvement et traitement des ordures ménagères															
90.0C	Elimination et traitement des autres déchets															
91	Activités Associatives															

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS MINERAUX

Code NAF	Activités industrielles originelles	Calcium	Magnésium	Sodium	Potassium	Fer	Silice	Strontium	Titane	Aluminium	Azote	Chlore	Fluor	Phosphore	Soufre	Cyanures
92	Activités Récréatives, Culturelles et Sportives															
92.3	Autres activités de spectacle															
92.3J	Autres spectacles															
93	Services Personnels															
93.0	Services personnels															
93.0A-B	Blanchisserie-Teinturerie	■		■							■	■	■		■	
P SERVICES DOMESTIQUES											■					
Q ACTIVITES EXTRA-TERRITORIALES																

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS ORGANIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Hydrocarbures aromatiques	Hydrocarbures arom. polycycliques	Hydrocarbures monocycliques	Hydrocarbures bicycliques	Hydrocarbures acycliques	Hydrocarbures halogénés aliph.	Hydrocarbures halogénés arom.	Hydrocarb. halogénés arom. polycycl.	PCB	Organométalliques	Alcools	Phénols	Ethers-oxydes	Acides carboxyliques et sels	Anhydrides d'acides	Halogénures d'acides carbox. et sels	Esters	Aldéhydes	Cétones	Amines	Amides	Nitriles	Nitro	Sulfures	Hétérocycles	Pesticides	Composés à fonctions multiples	
		A AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE																											
	AA AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE																												
01	Agriculture, Chasse, Services Annexes																												
01.1	Culture	■	■			■	■	■			■	■	■	■	■						■	■	■	■	■	■	■	■	
01.2	Élevage																												
01.3	Culture et élevages associés																												
01.4	Services annexes à l'agriculture																												
01.5	Chasse																												
02	Sylviculture, Exploitation Forestière, Services Annexes																												
02.0	Sylviculture, exploitation forestière, services annexes	■	■			■	■	■			■		■			■					■		■	■	■	■	■	■	
B PÊCHE, AQUACULTURE																													
	BB PÊCHE, AQUACULTURE																												
05	Pêche, Aquaculture																												
C INDUSTRIES EXTRACTIVES																													
	CA EXTRACTION DE PRODUITS ENERGETIQUES																												
10	Extraction de Houille, Lignite et Tourbe																												
10.1	Extraction et agglomération de la houille	■	■			■							■												■			■	
10.2	Extraction et agglomération du lignite					■																							
10.3	Extraction et agglomération de la tourbe																												
11	Extraction d'Hydrocarbures, Services Annexes																												
11.1	Extraction d'hydrocarbures	■	■			■				■																			
11.2	Services annexes à l'extraction d'hydrocarbures																												

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS ORGANIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Hydrocarbures aromatiques	Hydrocarbures arom. polycycliques	Hydrocarbures monocycliques	Hydrocarbures bicycliques	Hydrocarbures acycliques	Hydrocarbures halogénés aliph.	Hydrocarbures halogénés arom.	Hydrocarb. halogénés arom. polycycl.	PCB	Organométalliques	Alcools	Phénols	Ethers-oxydes	Acides carboxyliques et sels	Anhydrides d'acides	Halogénures d'acides carbox. et sels	Esters	Aldéhydes	Cétones	Amines	Amides	Nitriles	Nitro	Sulfures	Hétérocycles	Pesticides	Composés à fonctions multiples		
		12	Extraction de Minerais d'Uranium																											
	CB EXTRACTION DE PRODUITS NON ENERGETIQUES																													
13	Extraction de Minerais Métalliques																													
13.1	Extraction de minerais de fer																													
13.2	Extraction de minerais de métaux non ferreux																													
14	Autres Industries Extractives																													
14.1	Extraction de pierres																													
14.2	Extraction de sables et d'argiles																													
14.3	Extraction de minéraux pour l'industrie chimique et d'engrais naturels																													
14.4	Production de sel																													
14.5	Activités extractives n.c.a.																													
	D INDUSTRIE MANUFACTURIERE																													
	DA INDUSTRIES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES																													
15	Industries Alimentaires																													
15.1	Industrie des viandes																													
15.1A	Production de viandes de boucherie																													
15.1C	Production de viandes de volaille																													
15.2	Industrie du poisson																													
15.3	Industrie des fruits et légumes																													
15.3F	Transformation et conservation des fruits																													
15.4	Industrie des corps gras																													
15.5	Industrie laitière																													
15.6	Travail des grains, fabrication de produits amylacés																													
15.7	Fabrication d'aliments pour animaux																													
15.8	Autres industries alimentaires																													
15.8H	Fabrication de sucre																													
15.8P	Transformation du thé et du café																													

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS ORGANIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Hydrocarbures aromatiques	Hydrocarbures arom. polycycliques	Hydrocarbures monocycliques	Hydrocarbures bicycliques	Hydrocarbures acycliques	Hydrocarbures halogénés alph.	Hydrocarbures halogénés arom.	Hydrocarb. halogénés arom. polycyc	PCB	Organométalliques	Alcools	Phénols	Ethers-oxydes	Acides carboxyliques et sels	Amydrides d'acides	Halogénures d'acides carbox. et sels	Esters	Aldéhydes	Cétones	Amines	Amides	Nitriles	Nitro	Sulfures	Hétérocycles	Pesticides	Composés à fonctions multiples
		15.8R	Fabrication de condiments et assaisonnements																									
15.9	Industrie des boissons																											
15.9B	Fabrication de spiritueux																											
15.9G	Vinification																											
15.9N	Brasserie																											
15.9T	Production de boissons rafraîchissantes																											
16	Industrie du Tabac																											
	DB INDUSTRIE TEXTILE ET HABILLEMENT																											
17	Industrie Textile																											
17.1	Filature																											
17.1A	Filature de l'industrie cotonnière																											
17.1C	Préparation et filature de l'industrie lainière																											
17.1K	Moulinage et texturation de la soie et textiles artificiels																											
17.1P	Préparation et filature d'autres fibres																											
17.2	Tissage																											
17.3	Ennoblement textile																											
17.4	Fabrication d'articles textiles																											
17.5	Autres industries textiles																											
17.6	Fabrication d'étoffes à maille																											
17.7	Fabrication d'articles à maille																											
18	Industrie de l'Habillement et des Fourrures																											
18.1	Fabrication de vêtements en cuir																											
18.2	Fabrication de vêtements en textile																											
18.3	Industrie des fourrures																											
	DC INDUSTRIE DU CUIR ET DE LA CHAUSSURE																											
19	Industrie du Cuir et de la Chaussure																											
19.1	Aprêt et tannage des cuirs																											
19.2	Fabrication d'articles de voyage et de maroquinerie																											
19.3	Fabrication de chaussures																											

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS ORGANIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Hydrocarbures aromatiques	Hydrocarbures arom. polycycliques	Hydrocarbures monocycliques	Hydrocarbures bicycliques	Hydrocarbures acycliques	Hydrocarbures halogénés aliph.	Hydrocarbures halogénés arom.	Hydrocarb. halogénés arom. polycycl.	PCB	Organométalliques	Alcools	Phénols	Ethers-oxydés	Acides carboxyliques et sels	Anhydrides d'acides	Halogénures d'acides carbox. et sels	Esters	Aldéhydes	Cétones	Amines	Amides	Nitriles	Nitro	Sulfures	Hétérocycles	Pesticides	Composés à fonctions multiples
	DD TRAVAIL DU BOIS ET FABRICATION D'ARTICLES EN BOIS																											
20	Travail du Bois et Fabrication d'Articles en Bois	■			■				■				■							■				■				
20.1	Sciage, rabotage, imprégnation du bois																											
20.1B	Imprégnation du bois	■	■																									
20.2	Fabrication de panneaux de bois																											
20.3	Fabrication de charpentes et de menuiseries																											
20.4	Fabrication d'emballages en bois																											
20.5	Fabrication d'objets divers en bois, liège ou vannerie																											
20.5C	Fabrication d'objets en liège, vannerie ou sparterie															■												
	DE INDUSTRIE DU PAPIER ET DU CARTON, EDITION ET IMPRIMERIE																											
21	Industrie du Papier et du Carton	■			■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
21.1	Fabrication de pâte à papier, de papier et de carton																											
21.2	Fabrication d'articles en papier ou en carton																											
22	Edition, Imprimerie, Reproduction																											
22.1	Edition																											
22.2	Imprimerie	■	■																									
22.2A	Imprimerie de journaux																											
22.2C	Autre imprimerie (labeur)																											
22.2G	Composition et photogravure																											
22.3	Reproduction d'enregistrements																											
	DF COKEFACTION, RAFFINAGE, INDUSTRIES NUCLEAIRES																											
23	Cokéfaction, Raffinage, Industries Nucléaires																											
23.1	Cokéfaction	■	■																									
23.2	Raffinage de pétrole																											
23.3	Elaboration et transformation de matières nucléaires																											
	DG INDUSTRIE CHIMIQUE																											

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS ORGANIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Hydrocarbures aromatiques	Hydrocarbures arom. polycycliques	Hydrocarbures monocycliques	Hydrocarbures bicycliques	Hydrocarbures acycliques	Hydrocarbures halogénés aliph.	Hydrocarbures halogénés arom.	Hydrocarb. halogénés arom. polycycl.	PCB	Organométalliques	Alcools	Phénols	Ethers-oxydes	Acides carboxyliques et sels	Anhydrides d'acides	Halogénures d'acides carbox. et sels	Esters	Aldéhydes	Cétones	Amines	Amides	Nitriles	Nitro	Sulfures	Hétérocycles	Pesticides	Composés à fonctions multiples
		24	Industrie Chimique																									
24.1	Industrie chimique de base																											
24.1A	Fabrication de gaz industriels																											
24.1C	Fabrication de colorants et de pigments																											
24.1E	Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base																											
24.1G	Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base																											
24.1J	Fabrication de produits azotés et d'engrais																											
24.1L	Fabrication de matières plastiques de base																											
24.1N	Fabrication de caoutchouc synthétique																											
24.2	Fabrication de produits agrochimiques																											
24.3	Fabrication de peintures et vernis																											
24.4	Industrie pharmaceutique																											
24.4A	Fabrication de produits pharmaceutiques de base																											
24.4C	Fabrication de médicaments																											
24.4D	Fabrication d'autres produits pharmaceutiques																											
24.5	Fabrication de savons, parfums et produits d'entretien																											
24.5A	Fabrication de savons, détergents et produits d'entretien																											
24.5C	Fabrication de parfums et de produits pour la toilette																											
24.6	Fabrication d'autres produits chimiques																											
24.6A	Fabrication de produits explosifs																											
24.6C	Fabrication de colles et gélatines																											
24.6E	Fabrication d'huiles essentielles																											
24.6G	Fabrication de produits chimiques pour la photographie																											
24.6J	Fabrication de supports de données																											
24.6L	Fabrication de produits chimiques à usage industriel																											
24.7	Fabrication de fibres artificielles ou synthétiques																											
	DH INDUSTRIE DU CAOUTCHOUC ET DES PLASTIQUES																											
25	Industrie du Caoutchouc et des Plastiques																											
25.1	Industrie du caoutchouc																											
25.2	Transformation des matières plastiques																											
25.2A	Fabric. de plaques, feuilles, tubes et profilés en plastiques																											
25.2C	Fabrication d'emballages en matières plastiques																											
	DI FABRICATION D'AUTRES PRODUITS MINERAUX NON METALLIQUES																											

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS ORGANIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Hydrocarbures aromatiques	Hydrocarbures arom. polycycliques	Hydrocarbures monocycliques	Hydrocarbures bicycliques	Hydrocarbures acycliques	Hydrocarbures halogénés aliph.	Hydrocarbures halogénés arom.	Hydrocarb. halogénés arom. polycycl.	PCB	Organométalliques	Alcools	Phénols	Ethers-oxydes	Acides carboxyliques et sels	Anhydrides d'acides	Halogénures d'acides carbox. et sels	Esters	Aldéhydes	Cétones	Amines	Amides	Nitriles	Nitro	Sulfures	Hétérocycles	Pesticides	Composés à fonctions multiples
		26	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques																									
26.1	Fabrication de verre et d'articles en verre																											
26.2	Fabrication de produits céramiques																											
26.3	Fabrication de carreaux en céramique																											
26.4	Fabrication de tuiles et briques en terre cuite																											
26.5	Fabrication de ciment, chaux et plâtre																											
26.6	Fabrication d'ouvrages en béton ou en plâtre																											
26.7	Travail de la pierre																											
26.8	Fabrication de produits minéraux divers																											
	DJ METALLURGIE ET TRAVAIL DES METAUX																											
27	Métallurgie																											
27.1	Sidérurgie (CECA)																											
27.2	Fabrication de tubes																											
27.3	Première transformation de l'acier (non CECA)																											
27.3C	Laminage à froid de feuilletés																											
27.4	Production de métaux non ferreux																											
27.4A	Production de métaux précieux																											
27.4C-I	Métallurgie de l'aluminium																											
27.4F-G	Métallurgie du plomb, du zinc ou de l'étain																											
27.4J-K	Métallurgie du cuivre																											
27.4M	Métallurgie des autres métaux non ferreux																											
27.5	Fonderie																											
27.5A	Fonderie de fonte																											
27.5C	Fonderie d'acier																											
27.5E	Fonderie de métaux légers																											
27.5G	Fonderie d'autres métaux non ferreux																											
28	Travail des Métaux																											
28.1	Fabrication d'éléments en métal pour la construction																											
28.2	Fabrication de réservoirs métalliques et de chaudières pour le chauffage central																											
28.3	Chaudronnerie																											
28.4	Forge, emboutissage, estampage; métallurgie des poudres																											
28.5	Traitement des métaux; mécanique générale																											
28.5A	Traitement et revêtement des métaux																											

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS ORGANIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Hydrocarbures aromatiques	Hydrocarbures arom. polycycliques	Hydrocarbures monocycliques	Hydrocarbures bicycliques	Hydrocarbures acycliques	Hydrocarbures halogénés aliph.	Hydrocarbures halogénés arom.	Hydrocarb. halogénés arom. polycycl.	PCB	Organométalliques	Alcools	Phénols	Ethers-oxydes	Acides carboxyliques et sels	Amhydrides d'acides	Halogénures d'acides carbox. et sels	Esters	Aldéhydes	Cétones	Amines	Amides	Nitriles	Nitro	Sulfures	Hétérocycles	Pesticides	Composés à fonctions multiples
		26	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques																									
26.1	Fabrication de verre et d'articles en verre																											
26.2	Fabrication de produits céramiques																											
26.3	Fabrication de carreaux en céramique																											
26.4	Fabrication de tuiles et briques en terre cuite																											
26.5	Fabrication de ciment, chaux et plâtre																											
26.6	Fabrication d'ouvrages en béton ou en plâtre																											
26.7	Travail de la pierre																											
26.8	Fabrication de produits minéraux divers																											
	DJ METALLURGIE ET TRAVAIL DES METAUX																											
27	Métallurgie																											
27.1	Sidérurgie (CECA)																											
27.2	Fabrication de tubes																											
27.3	Première transformation de l'acier (non CECA)																											
27.3C	Laminage à froid de feuillets																											
27.4	Production de métaux non ferreux																											
27.4A	Production de métaux précieux																											
27.4C-I	Métallurgie de l'aluminium																											
27.4F-G	Métallurgie du plomb, du zinc ou de l'étain																											
27.4J-K	Métallurgie du cuivre																											
27.4M	Métallurgie des autres métaux non ferreux																											
27.5	Fonderie																											
27.5A	Fonderie de fonte																											
27.5C	Fonderie d'acier																											
27.5E	Fonderie de métaux légers																											
27.5G	Fonderie d'autres métaux non ferreux																											
28	Travail des Métaux																											
28.1	Fabrication d'éléments en métal pour la construction																											
28.2	Fabrication de réservoirs métalliques et de chaudières pour le chauffage central																											
28.3	Chaudronnerie																											
28.4	Forge, emboutissage, estampage: métallurgie des poudres																											
28.5	Traitement des métaux; mécanique générale																											
28.5A	Traitement et revêtement des métaux																											

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS ORGANIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Hydrocarbures aromatiques	Hydrocarbures arom. polycycliques	Hydrocarbures monocycliques	Hydrocarbures bicycliques	Hydrocarbures acycliques	Hydrocarbures halogénés alph.	Hydrocarbures halogénés arom.	Hydrocarb. halogénés arom. polycycl.	PCB	Organométalliques	Alcools	Phénols	Ethers-oxydes	Acides carboxyliques et sels	Anhydrides d'acides	Halogénures d'acides carbox. et sels	Esters	Aldéhydes	Cétones	Amines	Amides	Nitriles	Nitro	Sulfures	Hétérocycles	Pesticides	Composés à fonctions multiples
		26	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques																									
26.1	Fabrication de verre et d'articles en verre																											
26.2	Fabrication de produits céramiques																											
26.3	Fabrication de carreaux en céramique																											
26.4	Fabrication de tuiles et briques en terre cuite																											
26.5	Fabrication de ciment, chaux et plâtre																											
26.6	Fabrication d'ouvrages en béton ou en plâtre																											
26.7	Travail de la pierre																											
26.8	Fabrication de produits minéraux divers																											
	DJ METALLURGIE ET TRAVAIL DES METAUX																											
27	Métallurgie																											
27.1	Sidérurgie (CECA)																											
27.2	Fabrication de tubes																											
27.3	Première transformation de l'acier (non CECA)																											
27.3C	Laminage à froid de feuillets																											
27.4	Production de métaux non ferreux																											
27.4A	Production de métaux précieux																											
27.4C-L	Métallurgie de l'aluminium																											
27.4F-G	Métallurgie du plomb, du zinc ou de l'étain																											
27.4J-K	Métallurgie du cuivre																											
27.4M	Métallurgie des autres métaux non ferreux																											
27.5	Fonderie																											
27.5A	Fonderie de fonte																											
27.5C	Fonderie d'acier																											
27.5E	Fonderie de métaux légers																											
27.5G	Fonderie d'autres métaux non ferreux																											
28	Travail des Métaux																											
28.1	Fabrication d'éléments en métal pour la construction																											
28.2	Fabrication de réservoirs métalliques et de chaudières pour le chauffage central																											
28.3	Chaudronnerie																											
28.4	Forge, emboutissage, estampage: métallurgie des poudres																											
28.5	Traitement des métaux; mécanique générale																											
28.5A	Traitement et revêtement des métaux																											

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS ORGANIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Hydrocarbures aromatiques	Hydrocarbures arom. polycycliques	Hydrocarbures monocycliques	Hydrocarbures bicycliques	Hydrocarbures acycliques	Hydrocarbures halogénés aliph.	Hydrocarbures halogénés arom.	Hydrocarb. halogénés arom. polycycl.	PCB	Organométalliques	Alcools	Phénols	Ethers-oxydés	Acides carboxyliques et sels	Anhydrides d'acides	Halogénures d'acides carbox. et sels	Esters	Aldéhydes	Cétones	Amines	Amides	Nitriles	Nitro	Sulfures	Hétérocycles	Pesticides	Composés à fonctions multiples
		28.6	Fabrication de coutellerie, d'outillage et de quincaillerie																									
28.6C	Fabrication d'outillage à main																											
28.6D	Fabrication d'outillage mécanique																											
28.7	Fabrication d'autres ouvrages en métaux																											
28.7G	Visserie et boulonnerie																											
	DK FABRICATION DE MACHINES ET EQUIPEMENTS																											
29	Fabrication de Machines et Equipements																											
29.1	Fabrication d'équipements mécaniques																											
29.1C	Fabrication de pompes et compresseurs																											
29.1D	Fabrication de transmissions hydrauliques et pneumatiques																											
29.2	Fabrication de machines d'usage général																											
29.2D	Fabric. d'équipements de levage et de manutention																											
29.2F	Fabric. d'équipements aérauliques et frigorifiques industriels																											
29.3	Fabrication de machines-outils																											
29.6	Fabrication d'armes et de munitions																											
	DL FABRICATION D'EQUIPEMENTS ELECTRIQUES ET ELECTRONIQUES																											
30	Fabrication de Machines de Bureau et de Matériel Informatique																											
31	Fabrication de Machines et Appareils Electriques																											
31.1	Fabrication de moteurs, génératrices et transformateurs électriques																											
31.2	Fabric. de matériel de distribution et de commande électrique																											
31.3	Fabrication de fils et cables isolés																											
31.4	Fabrication d'accumulateurs et de piles électriques																											
31.5	Fabrication de lampes et d'appareils d'éclairage																											
31.6	Fabrication d'autres matériels électriques																											
32	Fabrication d'Equipements de Radio, Télévision et Communication																											
32.1	Fabrication de composants électroniques																											

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS ORGANIQUES

Code MAF	Activités industrielles originelles	Hydrocarbures aromatiques	Hydrocarbures arom. polycycliques	Hydrocarbures monocycliques	Hydrocarbures bicycliques	Hydrocarbures acycliques	Hydrocarbures halogénés aliph.	Hydrocarbures halogénés arom.	Hydrocarb. halogénés arom. polycyc.	PCB	Organométalliques	Alcools	Phénols	Ethers-oxydes	Acides carboxyliques et sels	Anhydrides d'acides	Halogénures d'acides carbox. et sels	Esters	Aldéhydes	Cétones	Amines	Amides	Nitriles	Nitro	Sulfures	Hétérocycles	Pesticides	Composés à fonctions multiples	
		33	Fabrication d'Instruments Médicaux, de Précision, d'Optique et d'Horlogerie																										
33.1	Fabrication de matériel médico-chirurgical et d'orthopédie																												
33.1A	Fabrication de matériel d'imagerie médicale et de radiologie																												
33.1B	Fabrication d'appareils médico-chirurgicaux et d'orthopédie																												
33.4	Fabrication de matériels optique et photographique	■					■				■				■	■			■	■									
33.4B	Fabrication d'instr. optiques et de matériel photographique													■							■								
34	Industrie Automobile	■	■				■	■							■	■									■				
34.1	Construction de véhicules automobiles																												
34.2	Construction de carrosseries et remorques																												
34.2A	Fabrication de carrosseries automobiles							■																					
34.2B	Fabrication de caravanes et véhicules de loisirs																												
34.3	Fabrication d'équipements automobiles																												
35	Fabrication d'Autres Matériels de Transport																												
35.1	Construction navale		■				■		■	■																			
35.2	Construction de matériel ferroviaire roulant																												
35.3	Construction aéronautique et spatiale	■					■																						
	DN AUTRES INDUSTRIES MANUFACTURIERES																												
36	Fabrication de Meubles; Industries Diverses																												
36.1	Fabrication de meubles																												
36.2	Bijouterie														■														
36.3	Fabrication d'instruments de musique																												
36.4	Fabrication d'articles de sport																												
36.5	Fabrication de jeux et jouets														■														
36.6	Autres industries diverses																												
37	Récupération						■						■																
37.1	Récupération de matières métalliques recyclables	■	■					■	■	■																			
37.2	Récupération de matières non métalliques recyclables	■					■																						
E	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ELECTRICITE, DE GAZ ET D'EAU																												
	EE PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ELECTRICITE, DE GAZ ET D'EAU																												

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS ORGANIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Hydrocarbures aromatiques	Hydrocarbures arom. polycycliques	Hydrocarbures monocycliques	Hydrocarbures bicycliques	Hydrocarbures acycliques	Hydrocarbures halogénés aliph.	Hydrocarbures halogénés arom.	Hydrocarb. halogénés arom. polycycl.	PCB	Organométalliques	Alcools	Phénols	Ethers-oxyles	Acides carboxyliques et sels	Anhydrides d'acides	Halogénures d'acides carbox. et sels	Esters	Aldéhydes	Cétones	Amines	Amides	Nitriles	Nitro	Sulfures	Hétérocycles	Pesticides	Composés à fonctions multiples
		40	Production et Distribution d'Electricité, de Gaz et de Chaleur																									
40.1	Production et distribution d'électricité																											
40.2	Production et distribution de combustibles gazeux	■				■						■	■								■				■	■		
40.3	Production et distribution de chaleur																											
41	Captage, Traitement et Distribution d'Eau																											
41.0	Captage, traitement et distribution d'eau						■															■						
F CONSTRUCTION																												
	FF CONSTRUCTION																											
45	Construction																											
45.2	Construction d'ouvrages de bâtiment ou de génie civil																											
45.2B	Construction de bâtiments divers																										■	
45.2K	Travaux d'étanchéification																										■	■
45.2L	Travaux de charpente																										■	■
45.2P	Construction de chaussées routières et de sols sportifs		■				■					■	■		■						■							■
G COMMERCE; REPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES DOMESTIQUES																												
	GG COMMERCE; REPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES DOMESTIQUES																											
50	Commerce et Réparation Automobile																											
50.5	Commerce de détail de carburants	■				■	■	■				■	■		■													■
51	Commerce de Gros et Intermédiaires du Commerce																											
52	Commerce de Détail et Réparation d'Articles Domestiques																											
H HOTELS ET RESTAURANTS																												
	HH HOTELS ET RESTAURANTS																											

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS ORGANIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Hydrocarbures aromatiques	Hydrocarbures arom. polycycliques	Hydrocarbures monocycliques	Hydrocarbures bicycliques	Hydrocarbures acycliques	Hydrocarbures halogénés aliph.	Hydrocarbures halogénés arom.	Hydrocarb. halogénés arom. polycycl.	PCB	Organométalliques	Alcools	Phénols	Ethers-oxyles	Acides carboxyliques et sels	Anhydrides d'acides	Halogénures d'acides carbox. et sels	Esters	Aldéhydes	Cétones	Amines	Amides	Nitriles	Nitro	Sulfures	Hétérocycles	Pesticides	Composés à fonctions multiples
		55	Hôtels et Restaurants																									
I TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS																												
II TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS																												
60	Transports Terrestres																											
60.1	Transports ferroviaires																											
60.2	Transports urbains et routiers																											
60.3	Transports par conduites																											
61	Transports par Eau																											
62	Transports Aériens																											
62.1	Transports aériens réguliers																											
62.2	Transports aériens non réguliers																											
62.3	Transports spatiaux																											
63	Services Auxiliaires des Transports																											
63.1	Manutention et entreposage																											
63.1D	Entreposage frigorifique																											
63.1E	Entreposage non frigorifique																											
64	Postes et Télécommunications																											
J ACTIVITES FINANCIERES																												
K IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES																												
KK IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTRPRISES																												
73	Recherche et Développement																											
73.1	R&D en sciences physiques et naturelles																											
73.2	R&D en sciences humaines et sociales																											
74	Services Fournis Principalement Aux Entreprises																											
74.7	Activités de nettoyage																											

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS ORGANIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Hydrocarbures aromatiques	Hydrocarbures arom. polycycliques	Hydrocarbures monocycliques	Hydrocarbures bicycliques	Hydrocarbures aycycliques	Hydrocarbures halogénés aliph.	Hydrocarbures halogénés arom.	Hydrocarb. halogénés arom. polycycl.	PCB	Organométalliques	Alcools	Phénols	Ethers-oxydes	Acides carboxyliques et sels	Anhydrides d'acides	Halogénures d'acides carbox. et sels	Esters	Aldéhydes	Cétones	Amines	Amides	Nitriles	Nitro	Sulfures	Hétérocycles	Pesticides	Composés à fonctions multiples	
74.8	Services divers fournis principalement aux entreprises																												
74.8A-D	Activités photographiques																												
L ADMINISTRATION PUBLIQUE																													
M EDUCATION																													
N SANTE ET ACTION SOCIALE																													
NN SANTE ET ACTION SOCIALE																													
85	Santé et Action Sociale																												
85.1	Activités pour la santé humaine																												
85.1A	Activités hospitalières																												
85.1C	Pratique médicale																												
85.1E	Pratique dentaire																												
85.1K	Laboratoires d'analyses médicales																												
85.2	Activités vétérinaires																												
85.3	Action sociale																												
O SERVICES COLLECTIFS, SOCIAUX ET PERSONNELS																													
OO SERVICES COLLECTIFS, SOCIAUX ET PERSONNELS																													
90	Assainissement, Voirie et Gestion des Déchets																												
90.0	Assainissement, voirie et gestion des déchets																												
90.0A	Epuraton des eaux usées																												
90.0B	Enlèvement et traitement des ordures ménagères																												
90.0C	Elimination et traitement des autres déchets																												
91	Activités Associatives																												
92	Activités Récréatives, Culturelles et Sportives																												
92.3	Autres activités de spectacle																												
92.3J	Autres spectacles																												

GRILLE ACTIVITES - POLLUANTS ORGANIQUES

Code NAF	Activités industrielles originelles	Hydrocarbures aromatiques	Hydrocarbures arom. polycycliques	Hydrocarbures monocycliques	Hydrocarbures bicycliques	Hydrocarbures acycliques	Hydrocarbures halogénés aliph.	Hydrocarbures halogénés arom.	Hydrocarb. halogénés arom. polycyc	PCB	Organométalliques	Alcools	Phénols	Ethers-oxydes	Acides carboxyliques et sels	Anhydrides d'acides	Halogénures d'acides carbox. et sels	Esters	Aldéhydes	Cétones	Amines	Amides	Nitriles	Nitro	Sulfures	Hétérocycles	Pesticides	Composés à fonctions multiples	
		93	Services Personnels																										
93.0	Services personnels																												
93.0A-E	Blanchisserie-Teinturerie																												
	P SERVICES DOMESTIQUES																												
	Q ACTIVITES EXTRA-TERRITORIALES																												



Industries et substances polluantes correspondantes

Type d'industrie	Contaminants typiques
Industrie du pétrole	Hydrocarbures aromatiques volatils: benzène, toluène, xylènes et éthylbenzène; alcanes: C ₃ à C ₂₀ , lubrifiants à base de benzine, méthyléthylcétone, méthyl-tert-butyléther, hydrocarbures aromatiques polycycliques, goudrons acides, Pb, As, B, Cr, Cu, Mo, Ni
Stations d'essence et autres sites de stockage, de traitement et de manipulation d'essence, d'huile et de gaz	Hydrocarbures aromatiques volatils: benzène, toluène, xylènes et éthylbenzène; alcanes: C ₃ à C ₂₀ , méthyléthylcétone, méthyl-tert-butyléther, Pb
Usines à gaz	Phénols et phénols alicycliques, hydrocarbures aromatiques polycycliques, hydrocarbures aromatiques volatils, cyanures, thiocyanates, ammoniac, composés de soufre
Production et produits de l'asphalte et du goudron	Hydrocarbures aromatiques volatils: benzène, toluène, xylènes; phénols, naphthalines, hydrocarbures aromatiques polycycliques et autres hydrocarbures
Industries du bois, des fibres de bois et des contre-plaqués	Toluène, xylènes, trichloréthylène, méthacrylate de méthyle, autres solvants
Imprégnation du bois	Phénols, As, B, Cr, Cu, Hg, Sn, Zn, fluorures, hydrocarbures aromatiques polycycliques, créosote, chlorophénols, pesticides, dinitrophénol, PCCD/F
Industrie des pâtes et papiers	Chlorophénols, solvants organiques, métaux
Industries graphiques	Solvants chlorés, benzène, toluène, xylènes, acétone, alcool isopropylique, autres solvants, Ag, As, Cr, Cu, Hg, Pb, Sb, Zn
Fonderies, travail du métal, etc.	Al, As, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn, Sb, phénols, formaldéhyde, acides, cyanures, carbamides, amines, B, Ba, Hg, Se, Sn
Industrie des métaux	Al, B, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Sn, Zn, fluorures, PCB, PCT, hydrocarbures, hydrocarbures chlorés, solvants, glycols, essence de térébenthine, paraffines, cyanures, phosphore, acides, éthers, silicates, hydrocarbures aromatiques polycycliques, Sb, As, Co
Industrie galvanique	Solvants, Ag, As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, cyanures, hydrocarbures
Fabrication de peintures, laques et émaux	Solvants: essence, essence de térébenthine, hydrocarbures aromatiques volatils, alcools, cétones, esters, éthers et esters de glycol, hydrocarbures chlorés, acrylamides; As, Cr, Cu, Cd, Pb, Zn, Sb, B, Ba, Co, Mn, Hg, Mo, Ni, Se
Industries du caoutchouc et des synthétiques	Hydrocarbures aromatiques volatils: benzène, toluène, xylènes et éthylbenzène; solvants à base de chlore, autres solvants, butadiène, Sb, B, Cd, Cr, Hg, Pb, Se, Te, Zn
Industries du textile et tanneries	Sulfures et sulfates, chlorophénols, solvants, cyanures, acides, Al, As, B, Cd, Co, Cr, Pb, alcools, esters, cétones, xylènes
Laveries chimiques et teintureries	Trichloréthylène, tétrachlorure de vinyle, essence de térébenthine, tétrachlorure de carbone
Réparation automobile	Hydrocarbures aliphatiques, hydrocarbures aromatiques volatils, hydrocarbures aromatiques polycycliques, styrène, hydrocarbures chlorés, autres solvants, amines, isocyanates, méthyl-tert-butyléther (MTBE), glycols, toluène-diisocyanate (TDI), Al, Cu, Pb

Il convient d'utiliser cette liste ainsi que toute autre liste similaire avec précaution. La liste des contaminants potentiels n'est pas nécessairement exhaustive; les composés présents sur un site spécifique dépendent des procédés réels utilisés. Tous les contaminants mentionnés dans cette liste ne seront pas nécessairement présents sur un site particulier.

Tableau 7 : Industries et substances polluantes correspondantes (Norme NF ISO 15800)



ANNEXE E : Stratégie d'échantillonnage

Les investigations de terrain qui peuvent être menées concernent :

- les sols,
- les eaux de surface, les sédiments,
- les eaux souterraines,
- les déchets/produits (non clairement identifiés par les seules données documentaires),
- l'air à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments, les poussières et les gaz du sol,
- les végétaux à vocation alimentaire et autres aliments.

A. Milieu sol

a) Stratégie d'échantillonnage

Les échantillons de sol présentent souvent une grande variabilité géologique en plus de la variabilité des types de polluants et une hétérogénéité de distribution de leur concentration à l'échelle du lieu. L'échantillonnage des sols doit donc faire l'objet de considérations particulières qui ne s'appliquent pas dans le cas des autres milieux (ou matrices).

i. Définition de la stratégie d'échantillonnage

La stratégie d'échantillonnage définit le plan d'implantation des points d'observation sur la zone étudiée. Elle devra être adaptée à la taille du site (nombre "raisonnable" d'échantillons par site), mais aussi au niveau de connaissances déjà acquises sur l'existence de sources de pollution.

Pour chaque zone, il convient donc de définir :

- la densité d'investigation correspondante,
- les modalités de réalisation des investigations.

La pertinence du choix d'implantation des prélèvements sera d'autant plus aléatoire que les investigations documentaires (définition des zones sources de pollution potentielles), et les investigations visuelles de terrain (notamment en termes de couleurs ou odeurs inhabituelles, végétation spécifique ou absente...) n'auront pas permis de cerner les zones suspectes.

En l'absence de possibilité d'accéder à ces informations, une aide au choix d'implantation des points de prélèvements peut être fournie par des techniques de criblage analytique et par les techniques de reconnaissance in situ (analyses des gaz, techniques géophysique, détecteurs de terrain, analyses chimique sur site et in-situ), préalablement à des investigations lourdes. La démarche consiste alors à déterminer l'approche de terrain la mieux adaptée à la recherche de zones singulières, selon un processus dont le principe peut être décrit dans la Figure 8.

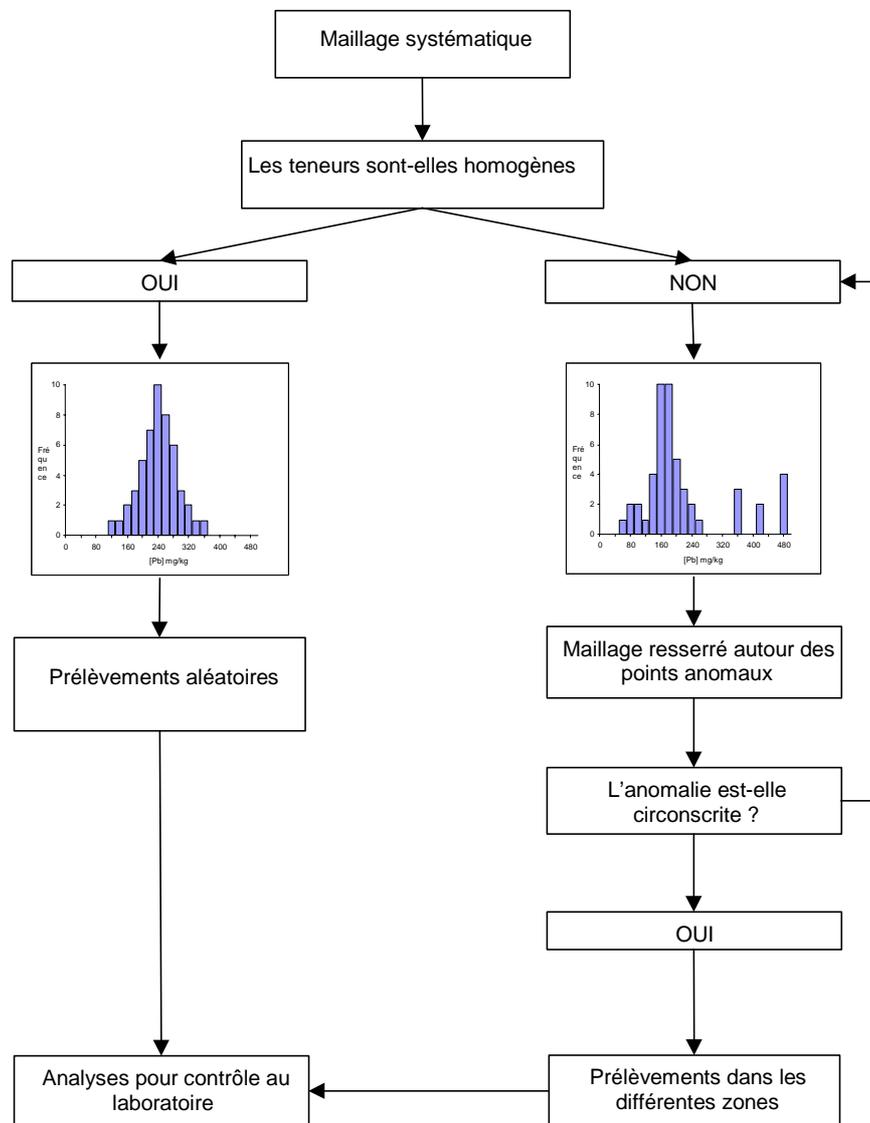


Figure 8 : Principe de détermination d'une stratégie d'échantillonnage des sols à partir d'un criblage de terrain



ii. Choix de la stratégie d'échantillonnage

Une fois les besoins définis, on dispose de plusieurs types de stratégies d'échantillonnage en fonction de la nature des informations recherchées :

- pour évaluer **la qualité de la tranche superficielle du sol** par rapport à un usage de type récréatif ou résidentiel (plus particulièrement pour l'habitat individuel avec ou sans jardin potager), une stratégie d'échantillonnage à partir d'un échantillon global composite⁵ constitué de prélèvements ponctuels, homogénéisés et mélangés, peut être appropriée. Selon le type d'information recherchée, et le niveau de connaissance sur le site, ce protocole s'adressera à un nombre plus ou moins important de prélèvements, et devra porter sur une épaisseur compatible avec les voies d'exposition retenues ou le type des sources recherchées.
- pour **évaluer le sol en profondeur**, et, plus particulièrement, pour rechercher (identifier) une source, ou pour délimiter les volumes à excaver ou à traiter, une approche spécifique doit être envisagée, basée sur un maillage dans les trois dimensions, et dont la densité dépend du niveau de précision souhaitée, et du niveau de connaissance acquise sur le site. L'épaisseur d'investigation à prendre en compte dans ces cas là n'est, en principe, pas limitée a priori.
- la **vérification de la qualité globale d'un sol** peut nécessiter la mise en œuvre d'un nombre limité de prélèvements, si suffisamment d'éléments existent pour supposer qu'il n'existe pas (ou plus, après traitement) de sources possibles d'exposition. Dans ce cas, des prélèvements ciblés (zones après traitement, zones moins documentées, zones considérées comme non contaminées...) suffisent pour effectuer la vérification. Cependant, si le niveau de connaissance est trop incertain, ou si on désire réaliser une cartographie de la qualité des sols en surface, une approche systématique (par lignes ou par maillage) doit être envisagée, éventuellement complétée par une approche ciblée.
- la **recherche de zones en surface susceptibles de contenir des teneurs en polluant incompatibles avec l'usage** existant du site peut être initiée suite à des constatations de terrain, un diagnostic antérieur (étude historique en particulier), ou en cas de découverte fortuite de source(s).
- la **délimitation de masses contaminées** peut s'avérer nécessaire dès lors qu'un traitement est envisagé. Il s'agit alors de répondre aux questions suivantes : Où traiter ? Jusqu'à quelle profondeur ? De la réponse à la seconde question, dépendra la stratégie d'échantillonnage à mettre en face. S'il s'agit d'éliminer la totalité de la source, une approche ponctuelle par maillage selon les trois directions de l'espace semble la plus appropriée. Le nombre d'échantillons à réaliser dépend du degré de précision recherchée.

⁵ A l'exception où des substances volatiles sont présentes dans le sol, l'échantillon ne doit pas être remanié pour éviter la perte de polluants au moment du prélèvement.

- enfin, des investigations de sol peuvent s'avérer nécessaires indépendamment de l'usage qui lui est affecté : lorsque **des travaux d'aménagement** sont entrepris, l'existence de source(s) de contamination en surface ou en profondeur peut représenter un risque potentiel (dissémination de la contamination sur et/ou hors du site, exposition accidentelle de travailleurs ou de population à une source découverte fortuitement...). Là encore, une approche ponctuelle systématique doit être envisagée (selon les trois dimensions de l'espace), éventuellement guidée en fonction du niveau de connaissance du site. Le caractère systématique ou guide de l'échantillonnage, ainsi que le nombre de prélèvements à réaliser, dépendent du niveau de précision recherché de la réponse.

Les Tableau 8 et

Tableau 9 indiquent les stratégies d'échantillonnage les mieux adaptées, par croisement des besoins potentiels avec les types d'approche d'échantillonnage correspondants, ce qui peut représenter un outil d'aide à la décision, quant aux choix à retenir. Le chapitre suivant présente les différentes localisations des points de prélèvement dans les diverses approches possibles.

Stratégie Objectif	Aléatoire	Systématique	Systém. aléatoire	Recherche	Aléatoire stratifié	Profil	Jugement
Evaluation du risque	4	2 A	3	3	3	2	1
Identification des sources	4	2 A	3	2	2	3	1
Délimitation de l'extension	3	1 B	1	1	3	1	4
Perspectives de décontamination	3	2	2	4	1	2	3
Contrôle de la décontamination	1 C	1 B	1	1	3	1 D	4

Stratégie :

- 1 : la plus adaptée
- 2 : possible
- 3 : peu adaptée
- 4 : la moins adaptée

Commentaires :

- A : à appliquer avec une technique de criblage analytique de terrain
- B : adaptée seulement si des tendances sont connues
- C : validation statistique si l'ensemble du site est couvert
- D : possible si le site est supposé propre (plusieurs techniques)

Tableau 8 : Evaluation des stratégies d'échantillonnage en fonction de l'objectif (EPA, 1991)



Objectifs	Besoins potentiels	Stratégie proposée	Commentaire
Rechercher une source de pollution	Caractériser une source de pollution	Échantillonnage ponctuel	Approche basée sur le jugement, ou par maillage systématique, selon les informations disponibles sur les sources
S'assurer que la qualité du sol est conforme à l'usage.	Vérification de l'état du sol	Échantillonnage ponctuel systématique adapté, où les prises d'échantillon de N prélèvements sont homogénéisés et mélangés pour constituer un échantillon global composite (sous réserve d'avoir défini l'épaisseur d'investigation)	Selon le contexte, le nombre de points de prélèvement à réaliser peut être variable. Peut nécessiter d'être complété par une approche spécifique, en cas de réponse négative
Evaluer/identifier des zones d'exposition potentielles, si une vérification de la qualité du sol aboutit à une réponse négative, ou si indications existantes (étude historique, données existantes, constatations...)	Recherche de zones en surface susceptibles de contenir des teneurs en polluant incompatibles avec l'usage existant ou connu	Échantillonnage ponctuel systématique adapté (sous réserve d'avoir défini l'épaisseur d'investigation)	Approche systématique par maillage (densité selon besoin) ou lignes.
Evaluer/identifier des zones d'exposition potentielles, si une vérification de la qualité du sol aboutit à une réponse négative, ou si indications existantes (étude historique, données existantes, constatations...)	Recherche de zones en surface susceptibles de contenir des teneurs en polluant incompatibles avec l'usage existant ou connu	Échantillonnage ponctuel systématique adapté (sous réserve d'avoir défini l'épaisseur d'investigation)	Approche systématique par maillage (densité selon besoin) ou lignes.
Mise en œuvre de solutions de gestion ou de réhabilitation (traitement, excavation...). Evaluation des besoins technico-économiques	Délimitation de zones contaminées (sources)	Échantillonnage ponctuel systématique	Utilisation d'un maillage. Le cas échéant, en considérant la profondeur
Identification des zones à risque pour éviter la dispersion de contaminant, ou l'exposition des travailleurs/populations à la contamination, lors de travaux d'aménagement	Identification des zones contaminées (source) en surface et en profondeur	Échantillonnage ponctuel systématique	Recours à un maillage selon les trois dimensions

Tableau 9 : Options possibles de stratégies d'échantillonnage des sols en fonction des besoins exprimés

b) Plans d'échantillonnage

On distingue deux types d'approches possibles pour établir un plan d'échantillonnage :

- Une approche systématique,
- Une approche aléatoire,
- Une approche au jugé, ou guidée.

Ce sont les **objectifs** recherchés qui permettent de déterminer le type d'approche à retenir, en fonction de la nature, de la fiabilité des informations dont on dispose et selon l'objectif établi à l'origine de l'investigation, ce qui conduit à une réflexion propre au site étudié.

i. Plan d'échantillonnage systématique ou aléatoire

Si l'objectif de la démarche systématique est de réaliser une étude statistique de distribution des pollutions, ou s'il s'agit de procéder à des criblages ou à une recherche systématique, un plan d'échantillonnage systématique peut être élaboré (Figure 9).

Cependant une approche par **échantillonnage systématique** selon un maillage géométrique peut rapidement représenter un grand nombre de prélèvements et d'analyses à réaliser, et ainsi nécessiter la mise en œuvre de moyens économiques importants, parfois démesurés par rapport au problème à traiter, en plus de délais parfois longs. Différents types de maillage existent qui obéissent à des règles particulières avec leurs avantages et leurs inconvénients. En outre, lors d'investigations sur un site comportant des pollutions ponctuelles (points chauds), la maille doit tenir compte de la dimension probable des zones polluées (exemple : une auréole de contamination de 10 m² représente que 0,1% de la surface d'un site d'1 hectare).



<p>Échantillonnage aléatoire</p> <p>Une telle approche est particulièrement appropriée pour effectuer des vérifications (prélèvements en nombre limité) ou dans tous les cas où les informations sur l'état du site, en terme de pollution, sont inexistantes ou insuffisantes pour une utilisation rationnelle (grand nombre de prélèvements)</p>	
<p>Échantillonnage aléatoire stratifié</p> <p>Dérivée de la précédente, cette stratégie s'en distingue par un découpage des zones étudiées en secteurs (ou strates) plus homogènes, qui seront échantillonnés aléatoirement, indépendamment les uns des autres</p>	
<p>Échantillonnage systématique</p> <p>Parfaitement adapté à l'échantillonnage de sites de superficie élevée. Souvent utilisé pour déterminer la distribution d'un polluant. Différentes variantes peuvent être utilisées :</p>	
<p>Échantillonnage systématique aléatoire</p> <p>Cette approche est utile pour évaluer la concentration moyenne en polluant à l'intérieur de chaque maille et déterminer celles qui nécessitent un complément d'investigation.</p>	
<p>Échantillonnage systématique semi aléatoire</p> <p>Dérivée de la précédente par un découpage ordonné à l'intérieur des mailles.</p>	
<p>Échantillonnage systématique stratifié en plan</p> <p>Cette stratégie permet de densifier les points de prélèvement dans certaines zones susceptibles d'être plus particulièrement polluées.</p>	
<p>Échantillonnage stratifié en couches</p> <p>Cette approche est adaptée à la recherche d'une source enfuie non préalablement localisée ou pour délimiter les volumes à excaver ou à traiter.</p>	

Figure 9 : Exemples de plans d'échantillonnages systématiques

ii. Plan d'échantillonnage guidé

Quand on dispose d'informations sur les zones contaminées du site, un plan d'échantillonnage basé sur le jugement, **échantillonnage guidé**, permet d'apporter les précisions attendues, tout en **optimisant les coûts et les délais** de réalisation.

Un plan d'échantillonnage guidé consiste à intensifier les prélèvements aux endroits où on soupçonne l'existence d'une contamination, et de se contenter d'une vérification de l'absence de contamination dans les autres parties du site (échantillonnage aléatoire). Cela suppose de disposer d'informations historiques et de terrain, de la qualité (fiabilité) desquelles dépendent les bénéfices d'une approche guidée. La Figure 10 présente quelques aspects de différents plans d'échantillonnage. Attention cependant de ne pas utiliser sans précaution les données d'un échantillonnage au jugé dans le cadre d'une interprétation statistique.



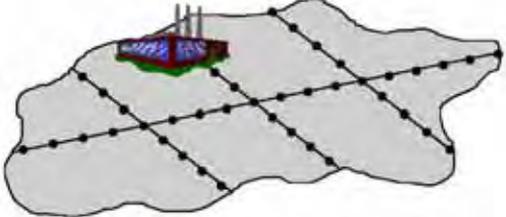
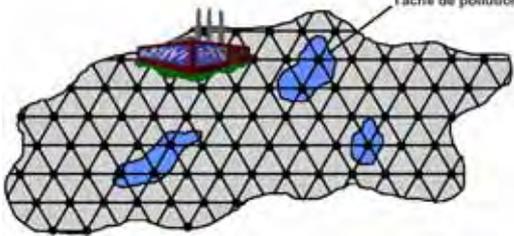
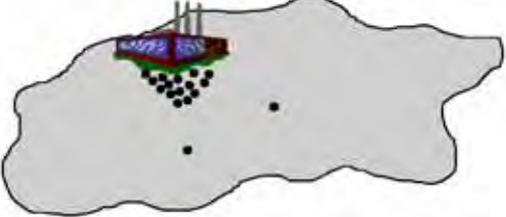
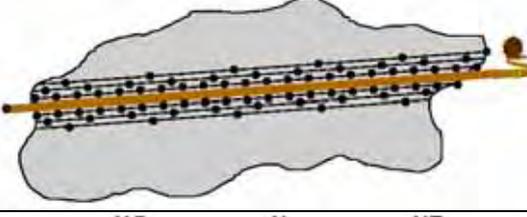
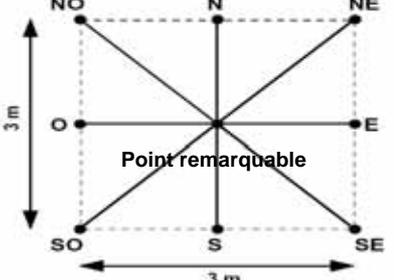
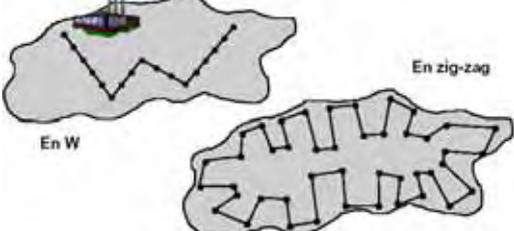
<p>Échantillonnage par profils</p> <p>A pour avantage de limiter le nombre d'échantillons prélevés, et apparaît bien adaptée pour démontrer l'extension d'une pollution.</p>	
<p>Échantillonnage de recherche spécifique</p> <p>Ce type d'approche est utilisé pour identifier ou détecter une zone présentant des concentrations anormales. La maille est proportionnelle à la taille minimale des taches de pollution suspectées (nécessite d'avoir une idée sur la valeur de la surface des taches de pollution)</p>	
<p>Échantillonnage ciblé</p> <p>Cette démarche ne peut pas être utilisée à des fins statistiques. Applicable pour déterminer les polluants présents dans une source déjà localisée.</p>	
<p>Utilisation de grilles</p> <p>Lorsque la source de pollution est ponctuelle et bien localisée, il peut être intéressant de prélever les échantillons à partir d'une grille circulaire</p>	
<p>Si la source de pollution n'est pas ponctuelle mais linéaire, l'échantillonnage peut avantageusement se faire à partir de prélèvements régulièrement répartis le long d'une ou plusieurs lignes parallèles</p>	
<p>Échantillonnage à neuf points</p> <p>Utile pour focaliser autour de points anomaux mis en évidence lors d'une approche de type aléatoire. Une étoile à huit branches est définie à partir du point remarquable.</p>	
<p>Échantillonnage non systématique</p> <p>Une telle démarche ne peut servir pour des interprétations statistiques. Elle est surtout utilisable pour des caractérisations de zones dont la forme et la composition sont supposées homogènes</p>	

Figure 10 : Exemples de stratégies d'échantillonnage guidé



L'échantillonnage de chaque niveau (ou échantillonnage stratifié verticalement) doit prendre en compte chacun des horizons traversés. Chaque horizon est en principe échantillonné séparément et en faisant attention de ne pas les mélanger. Dans tous les cas, l'échantillonnage doit s'accompagner d'une description précise des horizons de sol rencontrés en les mentionnant dans le rapport.

La profondeur de prélèvement doit également **tenir compte de l'usage présent ou futur** du site, ainsi que des voies probables de migration des contaminants dans l'environnement. (cf. Tableau 10)

Par exemple : Pour caractériser un sol en tant que milieu d'exposition par contact ou ingestion directe de sol sur une aire de jeu, la tranche superficielle du sol (0-10 cm) est concernée. Un échantillonnage plus profond augmente la possibilité de dilution des concentrations présentes en surface par mélange avec des concentrations plus faibles contenues dans le sol en sub-surface.

Voies de transfert	Usage	Profondeur d'investigation
Inhalation	Aires de jeu, habitations, zone d'activités, industrie	0-2 cm
Ingestion directe /contact dermique	Aires de jeu, habitations,	0-10 cm 10-35 cm (1)
	Parc et aires de loisir	0-10 cm
	Industrie et zone d'activités	0-10 cm
Consommation de plantes cultivées	Zones cultivées, jardins potagers	0-30 cm (2) 30-60 cm
Consommation de viande ou de lait de bétail	Prairies	0-10 cm (3) 10-30 cm

1) 0-35 cm : profondeur moyenne pouvant être atteinte par un enfant

2) Zone cultivée

3) Zone racinaire

Tableau 10 : Préconisation pour l'échantillonnage des sols dans le cadre d'une étude des risques

v. Échantillon ponctuel ou échantillon composite

- Les échantillons sont dits **ponctuels** s'ils sont prélevés en un seul point, à une seule profondeur et à un moment donné. Ils permettent d'identifier et de caractériser la contamination en un point spécifique et fournissent l'information la plus riche concernant la variabilité à travers le site, par exemple, pour connaître la distribution d'une substance sur une zone précise ou en fonction de la profondeur.
- Les échantillons **composites** sont constitués de plusieurs prises ponctuelles de sol en plusieurs points et/ou à plusieurs profondeurs, chacune ayant été préalablement homogénéisée et le mélange également homogénéisé. Ils sont donc représentatifs de la composition moyenne des échantillons dont ils sont issus et caractérisent la composition moyenne d'une zone (composite spatial ou horizontal) ou d'un profil vertical (composite vertical), ce qui réduit le nombre d'analyse à réaliser et diminue la variabilité intrinsèque de chaque échantillon. En outre, l'utilisation de techniques de quartage permet de réduire la taille de l'échantillon.

Bien que ce type d'échantillonnage présente une économie évidente, il doit être pratiqué avec beaucoup de précautions :

- les échantillons composites ne témoignent pas de la variabilité spatiale de la contamination, des concentrations faibles sur certaines des prises peuvent ne pas être détectées du fait de la dilution engendrée par le mélange, conduisant à une concentration moyennée inférieure à la limite de détection analytique,
- l'homogénéisation des échantillons est rendue très difficile dans le cas de sols humides et argileux, et l'échantillon composite résultant est alors non représentatif de l'ensemble des sous-échantillons.

Cette méthode ne doit pas être utilisée dans les cas de contaminants volatils, pouvant entraîner une volatilisation importante des composés au moment du remaniement des échantillons.

vi. Échantillons "témoins" du bruit de fond géochimique local

1. Définition

Les échantillons "témoin" permettent d'avoir une image soit du **fond géochimique** initial du sol, avant la contamination ou de toute perturbation anthropique (particulièrement important dans les secteurs ayant des concentrations naturellement élevées des métaux), soit du **bruit de fond** local voire régional qui est constitué des apports diffus des activités humaines des derniers siècles autres que celles du site étudié.

Ces échantillons témoins fournissent une base pour la comparaison des niveaux de concentration en contaminant avec le fond géochimique local. Ils servent à établir si le sol est contaminé. La présence de la contamination dans les sols est liée aux activités du site s'il diffère vraiment des conditions de fond géochimique dans la zone ou si des concentrations élevées sont présentes de façon naturelle dans l'environnement du site.

Dans le cadre d'un plan de gestion d'un site ou d'une démarche d'interprétation de l'état des milieux, la connaissance du bruit de fond permet de replacer les seuils de réhabilitation évalués pour les sols dans un contexte local, et s'assurer qu'ils ne sont ni beaucoup trop faibles, ni beaucoup plus élevés que les teneurs usuellement rencontrées dans le secteur.

2. Localisation des prélèvements

Les échantillons témoins sont prélevés, près du site ou milieu pouvant être affecté par la source de contamination mais en amont de celle-ci, dans un lieu où elle n'a pu migrer.

Les lieux de prélèvement doivent présenter les mêmes caractéristiques que les zones contaminées. Cependant quelle que soit la méthodologie utilisée, l'échantillonnage doit permettre d'obtenir des mesures représentatives des dépôts meubles naturels en place. Si le lieu d'étude ou les lieux témoins contiennent des remblais, ce ne sont pas les concentrations des matériaux de remblayage qui servent à évaluer la teneur de fond géochimique local dans les sols.



Les lieux de prélèvement d'échantillons témoins devront être adjacents ou proches du site, mais à des endroits non influencés par ce dernier (sol forestier ou agricole), et avoir des caractéristiques pédologiques ou géologiques communes. Les prélèvements proviendront de sols issus de la même unité géologique et appartenant à la même couche que le sol du lieu étudié. On n'échantillonnera pas à des profondeurs identiques, mais plutôt en suivant les couches des sols (même type d'horizon issu du même type de sol). Dans certain contexte, en particulier lors de travaux d'excavation durant la réhabilitation d'un site, il existe la possibilité de comparer les teneurs dans la couche de sol étudié à celles de la couche située immédiatement dessous si celle-ci est de même nature lithologique. Dans ce dernier cas de figure, il faut notamment tenir compte des mécanismes de migration et de dispersion des polluants.

L'échantillonnage doit être réalisé de manière aléatoire de façon à pouvoir réaliser un traitement statistique des résultats afin d'interpréter les données.

3. Utilisation de base de données

Une autre possibilité consiste à utiliser des données géochimiques contenues dans des bases de données d'organismes reconnus et dont les principales sont listées ci-dessous. La consultation de bases de données (pédo)géochimiques doit permettre de replacer par comparaison les résultats des analyses de sols prélevés sur ou hors d'un site donné dans leur contexte naturel et d'estimer l'ampleur des apports anthropogènes.

Depuis de nombreuses années, différentes démarches ont été appliquées sur plusieurs secteurs du territoire national en vue, d'une part d'accroître la connaissance de la géochimie du sous sol (prospection minière) et d'apprécier la qualité agronomique des sols. Il existe donc plusieurs types de bases de données à l'échelle nationale et régionale issues de différents programmes :

Au niveau national :

- Inventaire Minier National réalisé par le BRGM (cf. <http://www.infoterre.bgrm.fr>),
- ANADEME (collecte de données nationales sur les sols avant épandage de boues de station d'épuration), réalisée par l'ADEME (cf. <http://etm.orleans.inra.fr>),
- BDETM (Base de Données des Eléments Traces Métalliques), réalisée par l'ADEME et l'INRA (cf. <http://gissol.orleans.inra.fr>),
- INDIQUASOL (Base de données INDICateurs des la QUALité des SOLs) réalisée par le groupement GISSOL-INRA (cf. <http://gissol.orleans.inra.fr>),
- ASPITET (Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Eléments Traces) réalisée par l'INRA (cf. <http://etm.orleans.inra.fr>).

Au niveau local :

- Référentiel pédo-géochimique (PRG) du Nord - Pas-de-Calais réalisé par l'INRA et l'ISA (cf. <http://www.lille.inra.fr/Documents/rpg.htm>)

Au niveau européen :

- FOREGS (Geochemical Atlas of Europe) réalisé par l'Eurogeosurveys (cf. <http://www.gsf.fi/publ/foregsatlas/index.php>)

Lors de la sélection des données, on tiendra compte de la nature et de l'origine des sols par rapport aux sols du lieu étudié, ainsi que de la proximité des lieux de prélèvement. Lors de l'interprétation des données, une attention particulière devra être portée sur les différences de méthodologies pour le prélèvement, le milieu échantillonné, la préparation et l'analyse indiquées dans la base de données par rapport à la méthodologie employée sur le site (risque important de biais d'interprétation).

L'objectif est de comparer des sols dérivés de la même unité géologique et appartenant le plus possible à la même couche géologique, en tenant compte de la composition du matériau parental et de la pédogénèse des sols. Pour les couches naturelles en surface, on tentera de regrouper les sols sur le plan textural et pédologique. Les données choisies doivent être celles qui sont les moins susceptibles d'avoir été influencées par une activité humaine. On pourra vérifier les dates de prélèvement par rapport à l'historique des activités humaines du secteur.

4. Interprétation des données

L'interprétation des résultats nécessite un traitement statistique des résultats. La densité d'échantillonnage et le nombre d'échantillons doivent être adéquats afin d'assurer une représentativité statistique et d'éviter de devoir présumer ou extrapoler les résultats par la suite. C'est pourquoi, il peut être recommandé dans la littérature scientifique au moins une trentaine d'échantillons témoins, l'idéal étant une centaine afin de dresser un histogramme significatif de la distribution des teneurs ou pour calculer un percentile représentatif. La teneur de fond locale ou régionale dans les sols peut alors correspondre à un centile supérieur (généralement le 90e, 95e ou 98e) de la distribution des valeurs publiées ou celles des échantillons témoins.

5. Protocole alternatif simplifié

A défaut d'une campagne d'investigation lourde, il pourra être proposé la constitution d'au moins cinq échantillons composites, constitués eux-mêmes après homogénéisation de plusieurs prises d'essais (3 à 5 prises) prélevés au niveau des mêmes couches géologiques ou horizons dont les sols du site sont issus. Le prélèvement des échantillons "témoins" sera réalisé en même temps que ceux des sols du site. Ils devront être, si possible, confiés au même laboratoire d'analyse pour l'application des protocoles de préparation et d'analyse de manière similaire afin d'éviter certains biais analytiques.

L'évaluation du bruit de fond sera considérée comme étant représentative du bruit de fond local à partir du moment où les résultats obtenus sur les cinq échantillons sont « semblables » (ie. l'écart entre la valeur maximale et la valeur minimale est inférieur à 20 %). Dans ce cas, la valeur approchée de bruit de fond retenue sera, pour chaque polluant, égale à la valeur maximale mesurée.

Pour aller plus loin :

Document en appui aux démarches de gestion des sites pollués :

BRGM - «Bases de données existantes relatives à la qualité des sols : contenu et utilisation dans le cadre de la gestion des sols pollués», 2007 (disponible sur le site internet : www.sites-pollues.ecologie.gouv.fr).



c) Mise en œuvre du prélèvement

i. Choix des techniques d'investigation

Compte tenu de la gamme étendue des techniques disponibles, le choix d'une procédure d'investigation devra tenir compte des avantages et des inconvénients de chacune d'entre elles.

Les techniques permettant de réaliser les prélèvements souhaités sont multiples (tarières manuelles, mécaniques légères, tubes, fosses, tranchées...). Le choix de la technique la plus adaptée au cas de figure étudié (type d'échantillons à prélever, nature du sol, profondeur à atteindre, types de polluants susceptibles d'être rencontrés, sécurité des personnes et protection de l'environnement...) est laissé à l'appréciation des utilisateurs du guide.

Deux techniques principales sont utilisables, la réalisation de sondages ou de tranchées. Les informations données par **les tranchées** sont plus complètes, on a réellement une image en trois dimensions du sous-sol du site, permettant de mieux appréhender l'hétérogénéité du sous sol et/ou de la contamination. En effet, dans des contextes géologiques complexes (zone alluvionnaire, zone faillée), il peut arriver que l'on n'identifie pas correctement les limites de certaines couches (extension verticale et horizontale). Cependant la réalisation de fosse est limitée en profondeur et selon le type de sol considéré, contrairement aux forages. La réalisation de tranchées de reconnaissance implique également un remaniement et la destructuration de plusieurs m³ de sol avec un risque, en cas de présence de volatils, d'exposer aux émanations les opérateurs sur le terrain.

Dans le cas **des sondages**, la technique utilisée doit être adaptée au type de sol. On distingue les techniques destructives (marteau de fond de trou, oedex, rotary), les techniques semi destructives (tarières) et les techniques non destructives (carottage rotary, battu ou vibrofoncé). Il faut prêter une attention particulière à toute utilisation de fluide nécessaire au sondage : eau (utilisée de l'eau potable), boues (bentonite et eau potable), et air. Les lubrifiants utilisés doivent être choisis avec précaution afin de ne pas entraîner de contamination des échantillons.

Les techniques destructives ne sont pas adaptées à l'échantillonnage de composés organiques en général et volatils en particulier. Le carottage présente l'avantage d'échantillonner des sols en place très peu perturbés en limitant le risque de contamination par les parois du trou de forage, voire en limitant les risques de pertes de polluants volatils par la mise en œuvre de carottage sous gaine.

Les sondages à la tarière hélicoïdale peuvent parfois engendrer des erreurs de sur ou sous estimation des teneurs liées au contact à la montée et à la descente des tiges avec des terrains plus ou moins pollués.

Si une nappe perchée fortement contaminée existe ; elle peut contaminer les échantillons par contact. Dans ce cas, le carottage intègre est à privilégier.

Désignation	Méthode	Méthode d'extraction de l'échantillon	Zone/diamètre normal(e)	Détail du profil du sol mm	Adaptation au type de sol		Adaptée au-dessous de la nappe phréatique	Type d'échantillonnage possible	Profondeur d'échantillonnage m	Commentaires
					Ne convient pas pour ces types de sols	Convient pour ces types de sols				
Méthodes manuelles										
Tarière manuelle	Rotative	Avec tarière	50 mm à 100 mm	50	Gravier non cohésif, pierres, blocaille, morceaux de matériau	Argile, limon, sable cohésif et sol similaire	Non	Remanié	0 à 2,0	Échantillonnage possible jusqu'à 5,0 m dans un sol sableux cohésif
Excavation manuelle	Creusement	Avec outil d'échantillonnage	1 m x 1 m	10	Béton solide ou obstacle similaire	Tous types	Non	Remanié et non remanié	0 à 1,5	Il peut être nécessaire d'étayer les parois en cas de sol instable
Trous d'échantillonnage réalisés mécaniquement										
Tarière mécanique	Rotative	Avec tarière	50 mm	50	Gravier non cohésif, grosses pierres, morceaux de matériau	Argile, limon, sable cohésif et sol similaire	Non	Remanié	0,05 à 2,0	Échantillonnage possible jusqu'à 5,0 m dans un sol sableux cohésif
Forage par impulsions/sonde dynamique	Pilonnage	Avec outil d'échantillonnage sur machine	50 mm	25	Gravier, grosses pierres, morceaux de matériaux	Argile, limon, sable cohésif et sol similaire	Oui	Remanié et non remanié	0,5 à 10	
Forage multifonctions	Percussion Rotative Pression	Divers	> 30 mm	150 à 2 500	Aucun obstacle naturel	Tous types, y compris till glaciaire et socle rocheux	Oui	Remanié et non remanié	0 à 100	Spécialement adapté pour les terrains gelés
Outils de forages par câble	Percussion	Avec outils de forage	150 mm à 250 mm	100	Obstacles, par exemple pneus, bois, béton	Argile, limon, sable cohésif et sol similaire	Oui	Remanié et non remanié	0,5 à 30	
Forets rotatifs (plein diamètre)	Rotative	Extraction impossible. Pour formation d'un trou de forage uniquement	150 mm à 500 mm	300 à 500	Obstacles solides	Tous types	Non	Aucun	1,0 à 40	Convient pour traverser des couches supérieures sans intérêt
Forets rotatifs (trépan de sondage)	Rotative	Extraction de carotte	150 mm à 500 mm	300 à 500	Obstacles solides	Tous types	Non	Aucun	1,0 à 20	
Tarière à vis	Rotative	Extraction impossible	150 mm à 500 mm	300 à 500	Obstacles solides	Tous types	Non	Aucun	1,0 à 20	Convient pour traverser des couches supérieures sans intérêt
Tarière à tige creuse	Rotative	Avec matériel d'échantillonnage	150 mm à 500 mm	50	Obstacles solides	Tous types	Oui	Remanié et non remanié	1,0 à 20	Échantillonnage dans la tige centrale, la tarière étant in situ
Sondes contrôlées	Pression	Extraction de carotte	30 mm à 150 mm	10	Obstacles solides	Tous types	Oui	Remanié et non remanié	0 à 30	Carotte obtenue et positionnement des instruments in situ possible dans certains cas
Excavation mécanique										
Puits d'exploration	Creusement	Avec outils d'échantillonnage	3 m à 4 m x 1 m	10	Gros obstacles solides	Tous sols et matériaux	Non	Remanié et non remanié	0 à 6	

Tableau 11 : Comparaison des techniques d'échantillonnage des sols (ISO 10381-2, 2000)



ii. Précautions sur l'intégrité de l'échantillon prélevé

Dans la mesure du possible, tout risque d'interférence de la technique de prélèvement sur la représentativité de l'échantillon doit être minimisé. Les précautions à prendre doivent faire l'objet d'une attention toute particulière des opérateurs, la qualité du résultat analytique étant directement liée à celle de l'échantillon. Les précautions les plus couramment citées sont :

- nettoyage des outils de prélèvements entre chaque échantillon,
- minimisation du risque de contamination de l'échantillon par des produits liés aux appareils de prélèvement (fuel, graisse, lubrifiant) ou au matériel de conditionnement (adéquation entre ce dernier et les polluants recherchés lors des analyses, utilisation de marqueur approprié...),
- réalisation des prélèvements avec des outils dont la qualité même ne peut interférer et doit être régulièrement contrôlée.

En cas de prélèvements destinés à certains travaux bactériologiques, en particulier, la désinfection des outils de prélèvement peut-être indispensable, ou l'utilisation de matériel à usage unique. En cas d'intervention sur des sols fortement contaminés, les opérateurs devront porter un équipement de protection adapté, qui peut également représenter un risque de contamination des échantillons s'il est souillé.

iii. Recommandations lors de prélèvement

Lors de la phase de prélèvement de sols, une attention toute particulière devra être portée, et notamment lors :

- **du repérage des points de prélèvement sur le site** : un plan d'échantillonnage (prévu, réalisé), reporté sur un fond cartographique adéquat, est nécessaire en cas de traitement de l'information acquise ou de nécessité de nouvelle intervention,
- **du choix du volume prélevé** : Celui-ci est dépendant de la profondeur et de la surface à investiguer, mais aussi du type de sol. Selon les cas, il conviendra de prévoir que des échantillons devront servir de référence ou être conservés pour des analyses ultérieures. Une quantité plus importante devra alors être prévue. La quantité de sol à prélever est à minima la quantité de solide requise pour la détermination de la teneur en polluant recherché. Cependant, l'échantillon prélevé doit être représentatif du milieu où il se trouve, ainsi plus la granulométrie du milieu est élevée et plus le volume élémentaire représentatif (VER) sera important. La Figure 11 illustre le choix du VER relativement à la taille des plus gros éléments rencontrés.

La plupart des techniques analytiques demandent un traitement de l'échantillon de sol qui est généralement applicable uniquement sur la fraction fine (fraction granulométrique inférieure à 2 mm). Ainsi si on ne broie pas les éléments grossiers pour les intégrer à l'échantillon, on peut dans le cas des pollutions métallique surestimer la teneur en polluant, la pollution étant souvent associée à la fraction fine ou à contrario pour certaines pollution organique, sous estimer les teneurs si on ne prend pas en compte les amas (goudrons par exemple).

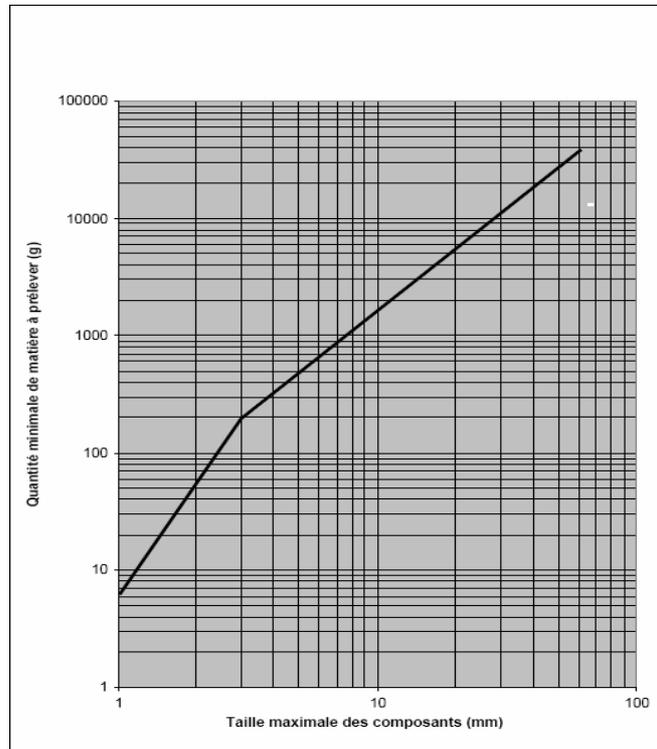


Figure 11 : Quantité minimale à prélever en fonction de la taille maximale des composants (Bunge, 1999)

- dans tous les cas, la quantité retenue envoyée au laboratoire devra permettre de mener à bien les analyses et les éventuels traitements prévus (ex. : caractérisations granulométriques et minéralogiques, perte au feu, tests de comportement...). Une quantité de 500 g à 2 kg est généralement recommandée par les laboratoires pour l'analyse chimique,
- **du mode de préparation envisagé** : élimination des corps étrangers, tamisage préalable, homogénéisation (quartage), divisions (pour analyses séparées), constitutions d'échantillon composite (pour diminuer le nombre d'analyses à réaliser et réduire la variabilité intrinsèque de chaque échantillon - à ne pas utiliser dans le cas de polluants volatils),
- **de la description de l'échantillon** : soit pris individuellement, soit comme partie d'un profil (type de sol ou de roche, épaisseur des différents niveaux et horizons traversés, couleur, odeur, texture, estimation de la teneur en matières organiques, en carbonates, ou en eau),
- **de la description des conditions du lieu de prélèvement** : conditions climatiques, relief, végétation, régime des eaux souterraines et superficielles...



Sur site, un minimum d'informations est à relever pour chaque échantillon afin d'assurer sa traçabilité. A ce titre, la préparation d'un formulaire standard facilite la rédaction du compte-rendu d'échantillonnage et évite les oublis.

Les données minimales à indiquer sont :

- la références du prélèvement (identification, date, heure, conditions climatiques, opérateur...),
- la localisation du site d'échantillonnage et de l'échantillon (coordonnées de géo référencement, constat visuel et olfactif, profondeur de prélèvement...),
- la procédure d'échantillonnage (méthode de prélèvement, préparation, observations diverses...),
- les conditions et délais de transport et de stockage.

Afin de permettre la traçabilité des données, il est important que la référence attribuée à chaque échantillon soit conservée tout le long de la chaîne de traitement (cf. Figure 12).

Fiche de sondage ou de tranchée d'exploration																																																																																																								
Projet :		Sondage/Tranchée n° :																																																																																																						
Localisation :		Description du site :																																																																																																						
N° de dossier :		Photographie : n°																																																																																																						
Effectué par :		Date :																																																																																																						
Sols en place (nature, composition, couleur, odeur, humidité, lithologie,...)		Échantillons		Analyses																																																																																																				
Prof. (m)	Description visuelle	Prof. (m)	N°	Paramètres																																																																																																				
Dispositif d'excavation		Schéma																																																																																																						
Équipement utilisé :		<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																																																																																																						
Profondeur :																																																																																																								
Orientation :																																																																																																								
Traitement sur site des échantillons :																																																																																																								
Tamisage :																																																																																																								
Ajout d'un conservateur :																																																																																																								
Stockage :																																																																																																								
Remarques																																																																																																								
Vue en coupe <input type="checkbox"/> Vue ne plan <input type="checkbox"/> Échelle :																																																																																																								

Figure 12 : Exemple de fiche de sondage ou de tranchée d'exploration



iv. Conditionnement et le transport

1. Conditionnement

Le choix du contenant est essentiel pour garantir l'intégrité de l'échantillon durant le prélèvement, mais aussi pendant toute la durée du transport et du stockage. Les contenants sont choisis en fonction de leur compatibilité avec les matériaux échantillonnés, leur résistance physique et chimique, et le volume à prélever (Tableau 12).

Conteneurs	Présence de contamination					Exigences analytiques				Avantage	Inconvénient
	Acide	Alcaline	Huiles et goudrons	Solvants	Gaz	Inorganique	Huiles et goudrons	Solvants et composants organiques	Composants volatils		
Sac en plastique	++	++	-	-	+	+ ^a	-	-	-	Coût faible	Enlèvement surplus air Facilement endommagé
Seau en plastique	++	++	-	-	-	++ ^b	-	-	-	Coût faible	-
Bouteilles en verre à large goulot ^{c, d} (à bouchon vissant)	++	-	++	++	-	++	++	-	-	Inerte	Fragile
Boîtes en aluminium (à bouchon vissant)	-	-	++	++	-	++	++	+	+	-	Coût Contamination aluminium Altérés par les acides/alcali
Conteneurs en polymère fluoré (par exemple PTFE)	++	++	++	++	++	++	++	++	++	Inerte	Coûts
Boîtes avec couvercle emboutable	-	-	++	++	-	++	++	+	+	-	Corrosion par la rouille Altérés par les acides

++ Très approprié
 + Peut être approprié
 - Inapproprié
 Il est recommandé de consulter le laboratoire d'analyses pour s'assurer que le contenant à échantillons approprié est utilisé.
^a Il convient de ne pas utiliser ce type de contenant pour les études sur terrains contaminés.
^b Il convient de ne pas utiliser ce type de contenant pour les études sur terrains contaminés lorsqu'il y a possibilité qu'une analyse de la contamination organique soit requise.
^c Pour des résultats optimaux en présence de composants organiques volatils, l'utilisation d'échantillons non remaniés avec un solvant tel que le méthanol peut être nécessaire.
^d L'utilisation d'un septum en PTFE peut être appropriée.

Tableau 12 : Adaptabilité des contenants à l'échantillon (ISO 10381-2, 2002)

La fermeture des contenants doit être étanche afin d'éviter toute volatilisation (solvants, humidité...) et l'espace d'air libre doit être minimisé pour limiter les risques d'interaction avec celui-ci. Les échantillons devant être analysés pour des éléments organiques doivent être conservés à des températures de l'ordre de 4°C et à l'obscurité rapidement après le prélèvement.

Dans tous les cas, le choix des contenants doit être décidé en accord avec le laboratoire qui réalisera les analyses et selon les indications mentionnées dans le protocole (ou norme) analytique appliqué (interférences du polluant et du contenant, perte par adsorption/absorption ou volatilisation...).

2. Étiquetage

Chaque échantillon doit être référencé dès son conditionnement et de manière à éviter tout risque d'ambiguïté. La référence est inscrite soit directement sur le contenant, soit sur une étiquette collée sur le contenant. Si le couvercle est indépendant du récipient, la référence doit être indiquée sur les deux parties.

Il convient d'utiliser des étiquettes qui résistent à l'humidité, ainsi qu'à l'abrasion due à la manipulation des contenants. De même, les références devront être inscrites avec une encre indélébile.

3. Transport et stockage

Les échantillons doivent être stockés fermés et transportés au froid et à l'abri de la lumière (utilisation de glacières ou boîtes isothermes). Dans certains cas (examens microbiologiques notamment), les exigences de températures sont accrues (jusqu'à -25 °C) et nécessitent des équipements spécifiques (caissons frigorifiques, dioxyde de carbone solide, azote liquide,...).

Pour les échantillons non remaniés, le transport nécessite un minimum de vibrations et de chocs afin de ne pas endommager la structure originelle du sol. Les échantillons remaniés, de matériau fin, peuvent avoir subi un ré-arrangement intergranulaire pendant le transport, qui peut nécessiter une homogénéisation avant traitement analytique. De plus, les délais de transport doivent être adaptés aux délais de réalisation des analyses souhaitées après prise des échantillons.

De même, la conservation (avant et après analyse) au froid et à l'abri de la lumière, dont la durée dépend des produits et de la composition du sol, doit être relativement courte dès qu'il s'agit de composés organiques.

v. Remise en état du chantier de sondage

A l'issue des travaux de prélèvement d'échantillons, il convient de s'assurer que le chantier de sondage n'est pas susceptible de générer des risques pour les usagers du site et/ou l'environnement. Il conviendra de :

- S'assurer que les travaux n'ont pas mis à l'affleurement des matériaux contaminés dangereux, et prévoir selon les cas, l'enlèvement des matériaux vers une filière appropriée,
- Rebouchage des tranchées et sondages avec les matériaux réservés,
- Rebouchage des sondages ayant rencontré des venues d'eau à la bentonite ou à la bentonite ciment,
- Cimentation en surface des trous de sondage sur les sites en activité et les aires revêtues (voiries, dallages, etc.)...



Pour en savoir plus :

AFNOR - Norme NF ISO 15175 «Qualité du sols – Caractérisation des sols en relation avec la nappe phréatique», 2004.

AFNOR - Norme NF ISO 10381-1 (X 31-008-1) « Qualité du sol – Échantillonnage – Partie 1 : Lignes directrices pour l'établissement des programmes d'échantillonnage », mars 2003.

AFNOR - Norme NF ISO 10381-2 (X 31-008-2) « Qualité du sol – Échantillonnage – Partie 2 : Lignes directrices pour les techniques d'échantillonnage», mars 2003.

AFNOR - Norme NF EN ISO 10381-4 (X 43-008-4) « Qualité du sol – Échantillonnage – Partie 4 : Lignes directrices pour les procédures d'investigation des sites naturels, quasi naturels et cultivés, octobre 2003.

AFNOR - Norme NF ISO 10381-5 (X 31-008-5) «Qualité du sol – Échantillonnage – Partie 5 : lignes directrices pour la procédure d'investigation des sols pollués en sites urbains et industriels», décembre 2005.

AFNOR - Norme NF ISO 10381-6 (X 31-008-6) «Qualité du sol – Échantillonnage – Partie 6 : lignes directrices pour la collecte, la manipulation et la conservation de sols destinés à une étude en laboratoire des processus microbiens aérobies», mai 1994.

AFNOR - Norme NF ISO 10381-8 (X 31-008-8) «Qualité du sol - Échantillonnage - Partie 8 : lignes directrices pour l'échantillonnage des matériaux en tas» (projet de norme), janvier 2004.

AFNOR - Norme NF ISO 11259 (X 31-001) «Qualité du sol - Description simplifiée du sol», Mai 1998.

AFNOR - Norme NF ISO 15903 (X 31-005) «Qualité du sol – Format d'enregistrement des données relatives aux sols et aux sites», 2003.

AFNOR - Norme NF ISO 19258 (X 31-606) «Qualité du sol – Guide pour la détermination des valeurs de bruit de fond», 2006.

AFNOR - Norme NF X 31-100 «Qualité des sols – Échantillonnage – Méthode de prélèvement d'échantillons de sol », 1992.

US Environmental Protection Agency - «Superfund program - Representative Sampling Guidance - Volume 1 : soil», OSWER Directive 9360.4-10, EPA 540/R-95/141, 1995.

Conseil canadien des ministres de l'Environnement (1993) - Guide pour l'échantillonnage, l'analyse et la gestion des données pour les sites contaminés, volume I : Rapport principal.

Conseil canadien des ministres de l'Environnement (1993) - Guide pour l'échantillonnage, l'analyse et la gestion des données pour les sites contaminés, volume II : Résumé des méthodes analytiques.

Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec CEAEQ (2001) - Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementale, Cahier 5, Échantillonnage des sols. 2e édition, Edition Le Griffon d'argile.

BRGM - Échantillonnage de sols pour caractérisation d'une pollution : guide méthodologique, Rapport R37865, Décembre 1993.

Federal Remediation Technologie Roundtable (FRTR), US-EPA - Field Sampling and Analysis Technologies Matrix Version 1.0 : www.frtr.gov.

Office Fédéral de l'Environnement, des Forêts et du Paysage OFEFP (2005) - L'environnement pratique, Sites contaminés et déchets ; Méthodes d'analyse pour échantillons solides et aqueux provenant de sites pollués et de matériaux d'excavation.

Office Fédéral de l'Environnement, des Forêts et du Paysage OFEFP (2003) - L'environnement pratique, Prélèvement et préparation d'échantillon de sols pour l'analyse de substances polluantes.



B. Milieu eau de surface

a) Stratégies d'échantillonnage

Si l'accessibilité des eaux de surface (cours d'eau ou plan d'eau) présente moins de problèmes que les eaux souterraines, leur échantillonnage reste cependant une opération délicate, facilement sujette à des biais importants.

Les aspects suivants de l'eau de surface devraient être considérés lors de l'élaboration d'un programme de prélèvements :

i. Dilution et courant

L'estimation du devenir des produits déversés dans l'eau de surface se base essentiellement sur l'effet de dilution⁶. L'intensité de la dilution dépend, en première approche, de la vitesse et du débit du cours d'eau, de sa largeur, de sa profondeur, et de sa pente moyenne qui conditionnent son régime (torrentiel - turbulent, fluvial - laminaire), de la concentration et du débit de produit atteignant l'eau de surface.

A proximité du point d'entrée, la dilution n'est pas réalisée de façon uniforme, créant une zone de mélange constituant un panache où les concentrations ne sont pas homogénéisées dans le cours d'eau (Figure 13).



Figure 13 : Matérialisation de la zone de mélange (photomontage)

En outre, les courants peuvent déranger des zones de mélange et réduire les chances d'obtenir un échantillon représentatif lors d'un prélèvement. Par exemple, un courant fort peut porter et distribuer la contamination sur une longueur étendue du cours d'eau ou déplacer les sédiments souillés plus loin en aval, compliquant l'identification du point de rejet.

⁶ Certaines substances peuvent être également adsorbées sur les matières en suspension ou sur les sédiments présents au droit du rejet.

ii. Nature et densité des polluants recherchés :

Les particules solides dont la densité apparente est seulement légèrement supérieure à celle de l'eau, resteront en suspension dans le courant mais ils formeront des dépôts stratifiés dans des chenaux s'écoulant plus lentement au niveau du lit du cours d'eau. Les huiles et les solides plus légers que l'eau flotteront à la surface ou près de la surface. Certains liquides comme les composés organiques halogénés sont plus lourds que l'eau et couleront au fond. Les composés hydrophobes auront tendance à s'adsorber à la surface des matières en suspension ou des sédiments déposés en fond.

iii. Stratification chimique et thermique des eaux

La composition chimique des lacs et des étangs peut aussi varier beaucoup selon la profondeur et la saison. Dans des plans d'eau dont la profondeur est inférieure à environ cinq mètres, l'eau est habituellement mélangée sous l'action du vent et de la chaleur solaire, et il n'y a donc pas de stratification chimique ou thermique prolongée. Toutefois une telle stratification peut se produire dans des lacs plus profonds, particulièrement en saison chaude avec une couche d'eau superficielle réchauffée par le soleil (épilimnion) qui présente une densité moindre que les couches plus profondes, plus froides et minéralisées (hypolimnion). La thermocline est la couche de transition thermique rapide entre les eaux superficielles et les eaux profondes.

Pour les lacs et les étangs, l'opérateur doit également prendre en compte la saison car on observe deux fois par an, une inversion des couches entre niveau profond et niveau superficiel. Des micros-courants font couler la couche superficielle au printemps et au début de l'hiver, entraînant des modifications de la composition chimiques et biologiques des couches d'eau.

Les cours d'eau peu profonds qui s'écoulent rapidement ne présente généralement pas de stratification, alors que les cours d'eau profonds peuvent présenter une stratification chimique accompagnée ou non de stratification thermique. La stratification peut aussi exister au point de confluence de deux cours d'eau, par exemple au point de rejet d'un effluent dans un cours d'eau.

iv. Variations temporelles

La qualité instantanée des eaux de surfaces peut également être excessivement variable compte tenu des changements des conditions météorologiques (orages, pluies, vent,...), du régime d'écoulement, de l'hydraulicité (période de crue ou d'étiage), de la morphologie du cours d'eau ou du plan d'eau et du rythme des **activités humaines** (notamment en termes de volume et de qualité des rejets) voire des activités de navigation de bateaux (remise en suspension de sédiments). Les variations de débit induites par le fonctionnement normal ou exceptionnel d'un aménagement hydraulique (prise d'eau ou restitution d'eau) peuvent avoir une influence sur les analyses et leur signification.

On ne peut donc se contenter d'une ou deux mesures ponctuelles pour juger de la qualité des eaux de surface.

Les conditions et les modes de prélèvement, ainsi que les lieux où ils sont effectués sont donc des données indispensables à connaître pour interpréter les résultats obtenus, ou pour suivre des évolutions qui ne soient pas dues à des biais d'échantillonnage. Comme pour toute opération de terrain, c'est l'objectif de qualité attendu de l'échantillonnage qui fixe la procédure à mettre en œuvre, selon qu'on souhaite caractériser l'état global des eaux de surface à l'aval d'un site ou les effets d'un déversement dans une zone.



b) Plan d'échantillonnage

i. Approche systématique ou jugée

Deux types d'approches sont possibles pour établir un plan d'échantillonnage des eaux de surface :

- une **approche systématique** ; basée sur un maillage. Les prélèvements seront réalisés à distance régulière pour déterminer l'étendue d'un panache de pollution. Les prélèvements concernant les fossés ou les ruisseaux seront réalisés suivant un profil en long du fait de la faible largeur du cours d'eau.
- une **approche au jugé, ou guidée** ; basée sur la connaissance historique, l'inspection visuelle, et le jugement professionnel. Cette approche est la plus appropriée quand l'origine des contaminants est connu ou lors d'échantillonnages ponctuels de produits s'écoulant avec les eaux dont l'apparition est soudaine, tels que des flottants, des contaminants rejetés sur une courte période,...

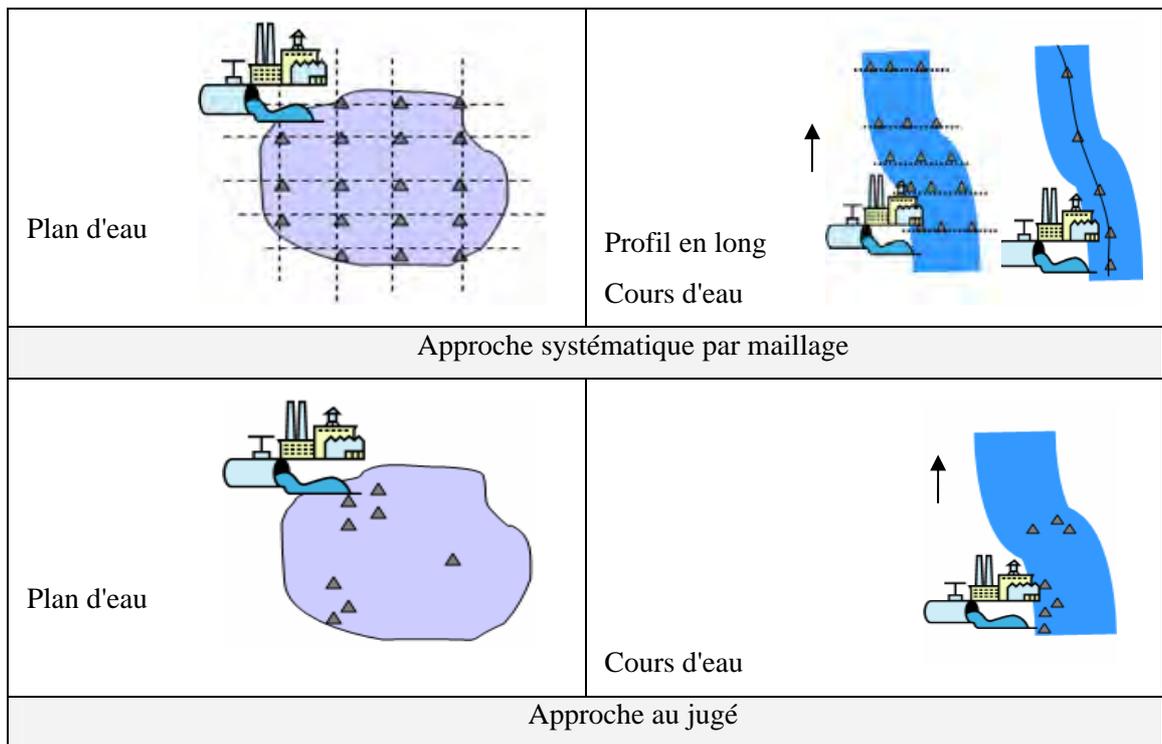


Figure 14 : Échantillonnage d'un plan d'eau ou d'un cours d'eau

Ce sont les **objectifs** recherchés qui permettent de déterminer le type d'approche à retenir, en fonction de la nature et de la fiabilité des informations dont on dispose.

ii. Choix de la station de prélèvement

Les lieux de prélèvement doivent donc être choisis aux endroits où les variations de la qualité des eaux est probable (au niveau du point rejet) ou aux emplacements où il existe un usage (baignade, pêche, pisciculture, captage d'eau,...).

De préférence, les emplacements de prélèvement devront se situer à proximité de station de jaugeage où les relevés de débit sont possibles. Ces stations sont fréquemment équipées par les Agences de l'eau de matériel de contrôle de la qualité des eaux. Dans ce cas, il apparaît souhaitable de faire appel aux mesures réalisées par les Agences lors des 3 à 4 campagnes annuelles systématiques de prélèvement sur les stations du réseau de surveillance du cours d'eau concerné. Le rassemblement des résultats de plusieurs années sur les points les plus proches du site étudié apparaît comme une solution adaptée permettant d'éviter les risques d'erreurs d'interprétation.

Les analyses existantes comportent les paramètres physico-chimiques fondamentaux (pH, conductivité, température, oxygène dissous, matières en suspension, matières organiques et minérales), mais aussi parfois les substances indésirables (manganèse, fer, phénols...) ou toxiques (mercure, cyanures, arsenic, produits phytosanitaires...).

Si une échelle limnimétrique est située au niveau ou à proximité de la station de prélèvement, sa lecture doit être mentionnée dans le compte-rendu du prélèvement.

Dans le cas où le site étudié n'est pas implanté à proximité d'une des stations du réseau de surveillance des Agences de l'eau, il est conseillé de procéder à des prélèvements d'eau soit :

- **au droit du rejet du site** où là où les variations de la qualité des eaux est probable,
- **en amont des plans d'eau, en amont et en aval des zones de rejet du site**, des affluents, des confluent. Les prélèvements d'échantillons "témoins" en amont de la zone de rejet d'un site ont l'avantage de permettre l'évaluation du "bruit de fond hydrogéochimique" du bassin versant considéré. Ils servent à monter si le lieu est contaminé ou s'il ne se différencie pas de manière significative des conditions de fond dans la zone par comparaison à des échantillons prélevés au niveau ou en aval du rejet.
- **au droit d'un usage existant ou potentiel** ; zones de baignade, pêche, pisciculture, captage d'eau,

Les prélèvements d'eau devront respectés les règles fixées par les protocoles des Agences de l'eau, voire de l'IFREMER pour les zones côtières. Les procédures d'échantillonnage doivent viser à ne pas perturber la qualité de l'eau prélevée (physique, chimique, biologique).

A noter que l'utilisation d'un traceur ou des mesures de conductivité de l'eau peut faciliter la mise en évidence des modes de migration ou de transfert d'un éventuel polluant depuis son point de rejet dans le milieu récepteur et permettre de déterminer avec une meilleur précision la localisation des points de prélèvements.



iii. Types d'échantillon

Il existe deux catégories d'échantillon :

- **L'échantillon ponctuel**, qui est un échantillon direct, c'est à dire prélevé en un point, une profondeur et un moment donné,
- **L'échantillon composite**, qui est constitué par le mélange de plusieurs échantillons distincts. Un échantillon intégré peut être composé :
 - ◆ d'échantillons ponctuels prélevés en plusieurs endroits déterminés de la masse d'eau soit au niveau d'une colonne d'eau sur toute ou une partie de sa hauteur ou selon un profil transversal du cours ou d'un plan d'eau (échantillons de profondeur intégrés),
 - ◆ d'échantillons prélevés en divers points de la masse d'eau à une profondeur déterminée (échantillons de zone intégrés).

iv. Prélèvement d'échantillons représentatifs d'un cours d'eau

Dans le cas de détermination de la qualité de l'eau sur une partie homogène d'un cours d'eau, le prélèvement d'échantillons intégrés (ou composites) en fonction de la profondeur sur une seule verticale peut se révéler adéquat. Dans le cas des petits cours d'eau, il suffit de prélever un échantillon ponctuel dans la partie médiane du cours. Si l'on choisit un point fixe de prélèvement, celui-ci devra être situé à mi-profondeur du cours d'eau, dans **la zone de turbulence maximale**⁷ et la vitesse de prélèvement devrait être égale à la vitesse moyenne de l'eau, c'est à dire dans des conditions d'échantillonnage isocinétique.

Dans le cas d'un secteur non homogène du lit d'un cours d'eau (chenaux, méandres, zones mortes, trous d'eau,...), il est nécessaire d'échantillonner la section transversale du lit en un nombre spécifié de points et de profondeurs.

Certaines considérations pratiques concernant les conditions de prélèvement pour échantillonner les eaux de surfaces peuvent être évoquées :

- **depuis la rive**, les prélèvements doivent être effectués à l'aide d'une perche de façon à éviter au maximum les effets de bords (oxygénation trop près de la surface, mise en suspension des matières solides trop près du fond, eau stagnante trop près des rives...),
- si **l'agent préleveur avance dans l'eau**, il doit faire attention à éviter la remise en suspension des dépôts et attendre la fin des perturbations pour prélever en amont de lui-même,
- **depuis un pont**, le prélèvement sera réalisé en aval et assez loin des obstacles (piles du pont),
- **depuis un bateau**, l'échantillon sera prélevé en amont et en dehors de la zone d'influence de l'embarcation. Cela permet d'éviter la contamination des échantillons par de l'huile ou de l'essence s'échappant du moteur ou encore de micro-polluants provenant du revêtement de la coque du bateau.

En tout état de cause, il conviendra d'éviter de prélever de grosses particules non homogènes comme des feuilles, des détritiques,...

Le nombre et le type d'échantillons prélevés dépendront de la largeur, de la profondeur, du rejet, des usages, de la qualité des sédiments en suspension et de la vie aquatique présente.

⁷ Ce contexte ne doit toutefois pas être le cas pour le prélèvement d'échantillons destinés au dosage de gaz dissous et de substances volatiles, dont la concentration peut être modifiée par la turbulence induite.

v. Prélèvement d'échantillons représentatifs d'un plan d'eau

L'échantillonnage de l'eau d'un plan d'eau naturel ou artificiel présente moins de variance temporelle (mais plus de variance spatiale) que l'échantillonnage des cours d'eau. Pour les plans d'eau profonds, la qualité de l'eau peut présenter des hétérogénéités importantes dans le sens vertical en raison de la stratification thermique présente au niveau de la thermocline.

Des recherches préliminaires dans les zones de mesures sont recommandées afin d'établir un profil vertical à intervalles réguliers ou continus de la température, de la teneur d'oxygène, du pH, de la conductivité ainsi que de la turbidité (diagraphie verticale).

Dans ce cas, il convient également d'échelonner les profondeurs d'échantillonnage de manière à pouvoir enregistrer tous les défauts d'homogénéité dans le sens vertical.

Pour un plan d'eau étendu, le prélèvement à partir d'un bateau est généralement nécessaire.

vi. Prélèvement d'échantillons de matériaux "intégrateurs"

Dans certains cas, les mesures porteront aussi sur les **sédiments** déposés dans le fond ou des matières en suspension, voire sur certains **bio-indicateurs tels que les diatomées, macro-invertébrés benthiques ou les bryophytes**. Pour des pollutions diffuses ou continues, ceux-ci peuvent se révéler plus représentatifs pour la mesure de la qualité d'une masse d'eau. Ils témoignent des altérations subies par le milieu durant une période plus ou moins étendue avant le prélèvement.

De même, des organismes susceptibles d'être consommés (poissons, coquillages, crustacés,...) pouvant être exposés à des polluants peuvent également faire l'objet de prélèvement.

Toutefois, il convient de préciser que la détermination de la **causalité** et de la période d'une pollution d'une eau superficielle peut s'avérer alors **difficile**. Là encore, il est nécessaire de faire appel à un **historique** de la qualité de ces matériaux en vue de l'interprétation.

Par ailleurs, une attention particulière concernant la caractérisation des sédiments devra être portée préalablement à toute opération de curage ou de réhabilitation de canaux, cours d'eau ou plans d'eau situés à proximité de site industriel.



c) Mise en œuvre du prélèvement

i. Méthodes de prélèvement

Il existe deux méthodes de prélèvement :

- une **méthode manuelle** avec un récipient adapté (flacon, bouteille, seau, porte bouteille, ...),
- une **méthode automatique** (pompe de prélèvement) équipée d'un programmateur, permettant des prélèvements continus ou à pas réguliers. Dans certain contexte, il peut être pertinent de suivre l'évolution des variations de la qualité de l'eau sur une journée ou sur une plus long période en un point donné.

La méthode de prélèvement et les précautions à prendre devront être adaptées en fonction des paramètres à analyser. En particulier, les échantillons d'eau doivent être prélevés dans des récipients propres, rincés plusieurs fois avec l'eau à analyser, puis fermés hermétiquement sans laisser de bulles d'air dans le flacon.

Pour un échantillonnage ponctuel nécessitant un volume de prélèvement important, il est recommandé de réaliser l'opération en une seule passe puis de répartir le volume prélevé dans les récipients après homogénéisation afin d'éviter un biais dans le prélèvement dû au flux du cours d'eau.

Par ailleurs, on évitera que le bullage ou le barbotage produit lors du remplissage du récipient perturbe la prise d'échantillon.

Il est important d'indiquer que quelque soit la méthode de prélèvement réalisé, le prélèvement de l'eau superficielle dit film superficiel doit être évitée, à moins que l'on ait un besoin particulier de celle-ci pour l'analyse (analyse de flottants : hydrocarbures, résidus de pesticide,...).

En même temps que l'échantillonnage des eaux, l'acquisition de données physico-chimique doit être effectuée sur site telles que les mesures de la turbidité, le pH, la conductivité, l'oxygène dissous, la température et la turbidité. Ils permettent une première estimation de la qualité du milieu.

Les mesures seront effectuées selon les normes en vigueur. Les appareillages nécessaires à ces mesures devront avoir fait, auparavant, l'objet d'un étalonnage en laboratoire.

Afin d'assurer la traçabilité des conditions de prélèvement, un rapport ou une fiche de suivi devra être établi sur le terrain. Les informations à mentionner seront au minimum pour chaque échantillon :

- la description de la station d'étude (aspect de l'eau, odeur, du bord, végétation, du substrat en fond de cours d'eau, ...),
- les conditions de terrain : origine de l'eau, conditions climatologiques et hydraulique du cours d'eau (non perturbé, en crue, en décrue, influencé par un aménagement hydraulique, prélèvement ou venue d'eau,...),
- caractéristique de l'écoulement (débit, vitesse,...),
- la date et l'heure de prélèvement,
- le lieu de prélèvement (au milieu du lit, à proximité de la berge, profondeur...),
- la méthode et les conditions de prélèvement...

La Figure 15 propose un exemple de fiche de prélèvement pour les eaux superficielles.

Pour le prélèvement de sédiments :

Les sédiments sont par essence des substrats hétérogènes ; il faut donc réaliser plusieurs prélèvements, dont le nombre dépend, au cas par cas, de l'étendue du site, de sa conformation, de la répartition et de la nature des substrats et de l'emplacement des rejets en amont. Il est recommandé de réaliser au minimum trois prélèvements : un sur chaque rive et un au milieu (espacé de quelques mètres).

Selon l'âge de la pollution recherchée, la profondeur de prélèvement sera différente. Si l'on veut mesurer des impacts récents, seule la couche supérieure de sédiment sera prélevée :

- Drague manuelle : facile d'emploi depuis la berge et l'eau, utilisable uniquement pour de faibles profondeurs en raison de la possibilité de mise en suspension des sédiments lors de la remontée,
- Benne : conçues pour pénétrer le substrat sous l'effet de sa propre masse. La remontée se fait le plus lentement possible pour éviter le lessivage de l'échantillon,
- Carottier : utilisé lorsque l'information relative au profil vertical présente de l'intérêt, en particulier pour situer des événements polluants dans le temps.

ii. Conditionnement et transport

1. Le flaconnage

La nature du matériau du récipient de prélèvement est importante, car celui-ci doit être inerte pour ne pas interférer avec l'eau à analyser (passage en solution de certaines substances chimiques entrant dans la composition du récipient ou fixation de certaines substances par adsorption sur les parois du récipient...).

La pratique courante consiste à employer des récipients en polyéthylène ou en verre borosilicaté. Le

Tableau 13 récapitule le type de récipient approprié aux différents paramètres étudiés.

Les flacons doivent être totalement propres, rincés plusieurs fois avec l'eau à analyser, puis doivent être remplis au maximum et fermés hermétiquement.

2. Étiquetage

Chaque échantillon doit être référencé dès son conditionnement et de manière à éviter tout risque d'ambiguïté. La référence est inscrite soit directement sur le contenant, soit sur une étiquette collée sur le contenant. Si le couvercle est indépendant du récipient, la référence doit être indiquée sur les deux parties.

Il convient d'utiliser des étiquettes qui résistent à l'humidité, ainsi qu'à l'abrasion dû à la manipulation des contenants. De même, les références devront être inscrites avec une encre indélébile. L'étiquette peut également indiquer le nom de la station, le site, la date et l'heure de prélèvement, origine de l'eau, le nom du préleveur et les analyses à réaliser ainsi que l'agent conservateur éventuellement introduit dans l'échantillon.

3. Transport et conservation

Si un échantillon d'eau ne peut être analysé immédiatement après prélèvement, il doit être stabilisé jusqu'à l'analyse, de façon à empêcher ou ralentir différents processus chimiques ou biologiques. Les techniques de conservation comprennent le contrôle du pH, l'addition d'agents de conservation, le contrôle de température et la protection contre la lumière.

En règle générale, les échantillons doivent être conservés à une température comprise entre 1°C et 5°C jusqu'à l'analyse et à l'abri de la lumière.

Le temps de stockage maximal dans ces conditions est variable selon les paramètres devant être analysés ; ils dépendent des risques de volatilisation, de biodégradation, de transformations chimiques des substances contenues dans l'eau prélevée.

Pour l'analyse de composés volatils, le temps de stockage doit être aussi bref que possible afin d'éviter les pertes. Il est préconisé de ne pas dépasser quelques jours de stockage ; toutefois cette durée peut être prolongée en cas de congélation des échantillons.

Le

Tableau 13 ci-dessous donne le type de flaconnage à utiliser, le volume nécessaire à l'analyse, la nécessité d'ajouter un conservateur et les délais de conservation en fonction de l'élément à analyser. Également, on pourra utilement se référer à Norme AFNOR NF ISO 5667-3 "Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 3 : lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau", décembre 2003.



Déterminations	Nature	Flaconnage et volume minimum de prélèvement	Technique de conservation	Délai de conservation
Acidité ou Alcalinité (=TA-TAC ou CO_3 - HCO_3)*	Eau filtrée 0,45 μm	P, V = 100 ml	Pas d'agent de conservation	24 heures
Anions (Cl, NO_3 , NO_2 , SO_4 , F, Br)	Eau filtrée 0,45 μm	P, V = 100 ml	Pas d'agent de conservation	28 jours
AOX	Eau brute	V ambré = 250 ml - rempli à ras bord	HNO_3 pH < 2 + Sulfite de sodium	5 jours
Carbone organique total (COT)	Eau brute	V = 125 ml - bouché téflon	H_2SO_4 pH < 2	7 jours
Cations majeurs (Ca, Mg, Na, K) et éléments métalliques traces	Eau filtrée 0,45 μm	P, V = 50 ml	HNO_3 pH < 2	28 jours
Cations majeurs, éléments métalliques totaux	Eau brute	P, V = 100 ml	HNO_3 pH < 2	28 jours
Chrome VI	Eau filtrée 0,45 μm	P, V = 50 ml	Pas d'agent de conservation	24 heures
Cyanures totaux -Cyanures libres	Eau brute	P, V = 125 ml	NaOH pH > 10	7 jours
DCO - P total - Azote Kjeldahl	Eau brute	P, V = 500 ml	H_2SO_4 pH < 2	28 jours
Hydrocarbures totaux	Eau brute	V = 850 ml dans flacon 1 litre - bouchon téflon	H_2SO_4 pH < 2	28 jours
Indice phénol	Eau brute	V = 125 ml	CuSO_4 (250 mg/l) + H_3PO_4 pH < 4	21 jours
Mercure total	Eau brute	V = 100 ml	1 % $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -5 g/l et HNO_3 pH < 2	28 jours
MES	Eau brute	P, V = 1 litre	Pas d'agent de conservation	7 jours
pH	Eau brute	P, V = 100 ml	Pas d'agent de conservation	Immédiat
Conductivité	Eau brute	P, V = 100 ml	Pas d'agent de conservation	28 jours
Sulfures	Eau brute	P, V = 500 ml - rempli à ras bord (sans bulle) - perturber le moins possible l'eau lors du remplissage	NaOH (pH 10) et 1 ml de solution acétate de zinc à 220 g/l	7 jours
Composés organiques semi-volatils par CPG/FID	Eau brute	V ambré = 1 litre bouchon téflon	Pas d'agent de conservation	28 jours
Composés organiques Volatils (COV) par CPG/SM : Composés organohalogénés volatils (COHV), Composés aromatiques volatils (CAV = BTEX), Cétones et autres solvants polaires	Eau brute	V = 2 x 40ml (flacons EPA) remplis ras bord et fermés hermétiquement	sodium hydrogène sulfate - NaHSO_4 une pointe de spatule pour 40 ml	21 jours
Glyphosate, AMPA, Aminotriazole	Eau brute	P = 250 ml	Pas d'agent de conservation	7 jours
HAP - Pesticides - PCB - Pesticides organochlorés POC - Herbicides - Hydrocarbures par CPG/FID	Eau brute	V ambré = 1 litre par famille - bouchon téflon	Pas d'agent de conservation	7 jours
Identification qualitative des composés organiques par GC/MS (composés volatils + semi-volatils)	Eau brute	Composés volatils : V = 2 x 40ml (flacons EPA) remplis ras bord et fermés hermétiquement + Composés semi-volatils : V ambré = 1 litre bouchon téflon	Volatils: NaHSO_4 une pointe de spatule pour 40 ml Semi-volatils: pas d'agent de conservation	7 jours
Pesticides organo phosphorés	Eau brute	V ambré = 1 litre - bouchon téflon	ajout de HCl 0.1N ou NaOH 0.1N (pH entre 3.5 et 4.5)	7 jours
Phénols - chlorophénols	Eau brute	V ambré = 1 litre bouchon téflon	Pas d'agent de conservation	21 jours

P : Polyéthylène V : Verre

Textes de référence : NF EN ISO 5667-3 Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 3 : lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau, FD T90-520 Guide technique de prélèvement pour le suivi sanitaire des eaux en application du Code de Santé publique et les normes d'analyse

Tableau 13 : Quelques techniques appropriées pour la conservation des échantillons (extrait document BRGM)

Pour en savoir plus :

Eau

AFNOR - Norme NF ISO 5667-1 "Qualité de l'eau. Échantillonnage. Partie 1 : guide général pour l'établissement des programmes d'échantillonnage", janvier 1980.

AFNOR - Norme NF ISO 5667-2 "Qualité de l'eau. Échantillonnage. Partie 2 : guide général sur les techniques d'échantillonnage", juillet 1991.

AFNOR - Norme NF ISO 5667-3 "Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 3 : lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau", décembre 2003.

AFNOR - Norme NF ISO 5667-4 "Qualité de l'eau. Échantillonnage. Partie 4 : guide pour l'échantillonnage des eaux des lacs naturels et des lacs artificiels", avril 1987.

AFNOR - Norme NF ISO 5667-6 «Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 6 : lignes directrices pour l'échantillonnage des rivières et des cours d'eau», juillet 2005.

AFNOR - Norme NF ISO 5667-9 "Qualité de l'eau. Échantillonnage. Partie 9 : guide pour l'échantillonnage des eaux marines", octobre 1992.

AFNOR - Norme NF ISO 5667-14 "Échantillonnage - Partie 14 : Lignes directrices pour le contrôle de la qualité dans l'échantillonnage et la manutention des eaux environnementales", septembre 1998.

Agence de l'eau Loire - Bretagne - "Le prélèvement en rivière : qualité des eaux superficielles", Guide technique, 1999, 133p.

Sédiments

Agence de l'eau Artois-Picardie - "Guide méthodologique : Caractérisation des sédiments - projet de curage - surveillance des sédiments", étude 12, version 1, novembre 2001 (téléchargeable sur le site internet <http://www.eau-artois-picardie.fr>).

AFNOR - Norme NF ISO 5667-7 "Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 17 : lignes directrices pour l'échantillonnage des sédiments en suspension", juillet 2000.

AFNOR - Norme NF ISO 5667-12 "Qualité de l'eau. Échantillonnage. Partie 12 : guide général pour l'échantillonnage des sédiments", décembre 1995.

AFNOR - Norme NF ISO 5667-15 "Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 15 : guide général pour la préservation et le traitement des échantillons de boues et de sédiments", septembre 1999.

AFNOR - Norme NF ISO 5667-19 "Qualité de l'eau. Échantillonnage. Partie 19 : guide général pour l'échantillonnage des sédiments en milieu marin", mars 1995.

Federal Remediation Technologie Roundtable (FRTR), US-EPA - Field Sampling and Analysis Technologies Matrix Version 1.0 : www.frtr.gov.

US Environmental Protection Agency - «Superfund program - Representative Sampling Guidance - Volume 5 : Water and Sediment - Part I - Surface Water and Sediment», OSWER Directive 9360.4-16, EPA xxx/x-xx/xxx, 1995



Macro-invertébrés, indices biologiques, etc.

AFNOR - Norme NF ISO 5667-16 " Qualité de l'eau. Échantillonnage. Partie 16 : lignes directrices pour les essais biologiques des échantillons", octobre 1998.

AFNOR - Norme NF ISO 8689-1 (T90-355-1) «Qualité de l'eau - Classification biologique des rivières - Partie 1 : lignes directrices concernant l'interprétation des données relatives à la qualité biologique à partir d'études des macro-invertébrés benthiques», mai 2000.

AFNOR - Norme NF ISO 8689-2 (T90-355-2) «Qualité de l'eau - Classification biologique des rivières - Partie 2 : lignes directrices concernant l'interprétation des données relatives à la qualité biologique à partir d'études des macro-invertébrés benthiques», mai 2000.

AFNOR - Norme NF T90-350 «Qualité de l'eau - Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN)», mars 2004.

AFNOR - Norme NF T90-354 «Qualité de l'eau - Détermination de l'Indice Biologique Diatomées (IBD)», juin 2000.

AFNOR - Norme NF T90-390 «Qualité de l'eau - Qualité de l'eau - Détermination de l'indice oligochètes de bioindication des sédiments (IOBS)», avril 2002.

AFNOR - Norme NF T90-395 «Qualité de l'eau - Détermination de l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR)», octobre 2003.

.

C. Milieu eau souterraine

Dans le cadre de la mise en œuvre d'une démarche de gestion d'un site ou d'un milieu "potentiellement" pollué, on pourra utilement se référer au guide «Maîtrise et gestion des impacts sur la qualité des eaux souterraines (ESO)»⁸ qui précise l'ensemble des enjeux liés à la préservation et à la gestion des eaux souterraines. L'objectif de ce document est de guider les acteurs et décideurs pour la mise en place d'actions de prévention, de surveillance et de maîtrise des pollutions d'origine ponctuelle afin de préserver et améliorer la qualité des ressources en eaux, en précisant les modalités de gestion et les modalités techniques de mise en œuvre. Ce guide contient en outre différents éléments techniques relatifs aux contextes géologiques et hydrogéologiques, au comportement des polluants dans les sols et dans les eaux, aux évaluations des transferts de polluants. Il complète les propos exposés ci-après en matière de diagnostic du milieu eau souterraine.

a) Stratégies d'échantillonnage et de surveillance

L'échantillonnage des eaux souterraines nécessite de disposer d'ouvrages **piézométriques** permettant d'accéder à la nappe, soit à partir d'ouvrages **existants** soit d'ouvrages spécifiquement **mis en place** dans ce but. Préalablement, il doit être souligné que l'implantation d'un réseau piézométrique doit toujours être réalisé sur la base d'une **étude hydrogéologique locale**, de la vulnérabilité des aquifères au droit et à proximité du site et de la sensibilité des cibles susceptibles d'être impactées par le site (captage d'alimentation en eau potable (AEP), d'alimentation en eau agricole (AEA), d'alimentation en eau industrielle (AEI), zone piscicole, zone de baignade, etc.).

Outre la connaissance de la qualité chimique voire de reconnaître la présence éventuelle d'une **phase libre organique flottante** (LNAPL « Light Non Aqueous Phase Liquid ») ou **plongeante** (DNAPL « Dense Non Aqueous Phase Liquid »), l'acquisition de données sur les eaux souterraines doit également porter sur la mesure et le suivi des **côtes piézométriques**, indispensable pour établir en premier lieu une **carte piézométrique** locale et d'évaluer le régime **hydrodynamique** des nappes. Pour que les sens d'écoulement puissent être définis, il est indispensable de disposer d'ouvrages dont la position selon les trois coordonnées de l'espace est connue avec suffisamment de précision pour suivre les fluctuations du niveau de la nappe de l'ordre de quelques millimètres à quelques centimètres (**nivellement NGF** des forages). De même, les levés piézométriques devront être les plus synchrones possibles, pour différentes saisons en hautes et basses eaux.

A côté du suivi du contrôle de la qualité de l'eau souterraine, les prélèvements peuvent se justifier pour des besoins de prise en compte des **évolutions** physico – bio – géochimiques des polluants et des autres éléments dissous, dans le **temps** et dans l'**espace**. Ces informations permettent de prendre en compte de façon plus réaliste les interactions qui peuvent se produire sur les substances, quand il s'agit de déterminer l'extension d'un panache de pollution, des scénarii de **surveillance**, des objectifs de **réhabilitation**, ou de déterminer des techniques de **traitement** à mettre en place.

⁸ Ce document sera prochainement disponible sur le site Internet : <http://www.sites-pollues.ecologie.gouv.fr> (prévu pour l'automne 2007)



Enfin, la définition d'un **plan de surveillance** ou de **suivi** peut nécessiter la mise en place de piézomètres supplémentaires, afin de compléter le réseau existant : l'implantation d'un réseau de surveillance est ainsi une opération **itérative**, qui se met en place progressivement au fur et à mesure que l'on progresse dans la compréhension du fonctionnement du site, et des évolutions que l'on peut anticiper.

Le plan d'échantillonnage doit être conçu en fonction :

- des objectifs du contrôle de la qualité des eaux souterraines, soit au stade des investigations de terrain, soit dans le cadre du plan de gestion ou de réhabilitation du site.
- des composés chimiques à doser et de leurs caractéristiques (mobilité, persistance, toxicité, capacité d'adsorption et de dégradation, ...).

Il devra en particulier préciser :

- la sélection des milieux de transfert (aquifère superficiel ou profond ou multicouches, dans sa globalité ou pris partiellement) et des cibles à contrôler (captages AEP, industriels, agricoles, puits de particuliers, sources...)
- le nombre et la localisation des points de prélèvements.
- le protocole d'échantillonnage (technique de prélèvement, flaconnage, conditionnement, conservation) ; certains modes de prélèvement peuvent être contre - indiqués pour certains paramètres à doser (air lift pour composés volatils ou équilibre calco-carbonique).

A l'aide du schéma conceptuel du site, l'implantation d'ouvrage piézométrique sur ou à proximité du site potentiellement pollué suppose en préalable :

- une connaissance suffisante du contexte géologique et hydrogéologique régional et local ainsi que des paramètres hydrodynamiques de la nappe concernée,
- le recensement de substances susceptibles d'être rencontrés dans les sols et les eaux souterraines résultant soit de la visite préliminaire du site, soit de l'enquête historique. Ainsi, la connaissance des propriétés physico-chimiques des polluants, influençant leur comportement dans les sols, et plus particulièrement leur transfert dans les eaux souterraines, doit orienter de manière pertinente le protocole d'échantillonnage des eaux souterraines à mettre en œuvre.
- l'inventaire des ouvrages piézométriques existants sur et à proximité du site.

Au final, les prélèvements d'eaux souterraines ou de phase organique dans ces ouvrages doivent permettre de répondre aux questions spécifiques posées par le site étudié et de préciser l'élaboration du schéma conceptuel.

Il est à noter qu'il ne sert à rien de mettre en place un réseau de piézomètres pour des nappes profondes protégées par une couverture continue de plusieurs mètres d'argile sauf s'il existe des éléments de motivation particulièrement solides. En effet, il est à rappeler que la réalisation de forages à travers des séries géologiques peut augmenter le risque de communication entre plusieurs aquifères et conduire à des contamination de ressources profonde par la ressource superficielle effectivement polluée (création d'un drain vertical).

b) La mise en place d'ouvrages

La mise en place d'un réseau de forages doit être implanté de telle sorte qu'il intercepte au mieux un éventuel panache de pollution imputable au site étudié. L'ouvrage ne doit pas perturber la qualité chimique de l'eau prélevée mais empêcher également une propagation de la pollution et ne pas faire courir de risques aux opérateurs de terrain.

L'ouvrage doit être en général pérenne et donc résistant chimiquement et mécaniquement à l'environnement dans lequel il est implanté.

L'utilisation d'ouvrages existants n'est pas toujours suffisante pour permettre d'affiner suffisamment le schéma conceptuel du site : ils peuvent être **absents** ou mal placés, ou ils peuvent être insuffisamment **documentés**, quant à leur équipement, ou même la profondeur d'échantillonnage accessible.

La mise en place d'ouvrages spécifiques est alors nécessaire. Leur réalisation nécessite de prendre un minimum de précautions afin de prévenir tout risque de transfert inopiné de polluants. La conception des piézomètres devra donc être réalisée dans les règles de l'Art (cf. Norme AFNOR FD X31-614), en termes de lieux d'implantation, d'organisation du chantier, mode de foration (adapté au type de pollution potentielle ou reconnue), profondeur, matériaux de tubage et de crépines, scellement de l'espace annulaire ou d'un éventuel niveau intermédiaire imperméable, développement de l'ouvrage.

En cas d'aquifère multicouche hétérogène ou de présence de substances plongeants plus dense que l'eau (DNAPL), il peut être pertinent de réaliser des séries de piézomètres atteignant des profondeurs différentes. Il existe trois configurations possibles d'ouvrages :

- Un piézomètre multi-niveaux (un seul tube et un trou de forage),
- Un piézomètre multi-tubes (plusieurs tubes et un trou de forage),
- Un dispositif en « Flûte de pan » (un tube spécifique dans chaque trou de forage).
-

Ces dispositifs permettent de réaliser des prélèvements d'eau à différents niveaux de l'aquifère afin d'intercepter le panache de pollution (cf. Figure 16). Cette configuration a l'avantage de permettre une bonne définition verticale de la pollution tout en minimisant les risques de contamination d'un horizon à l'autre.

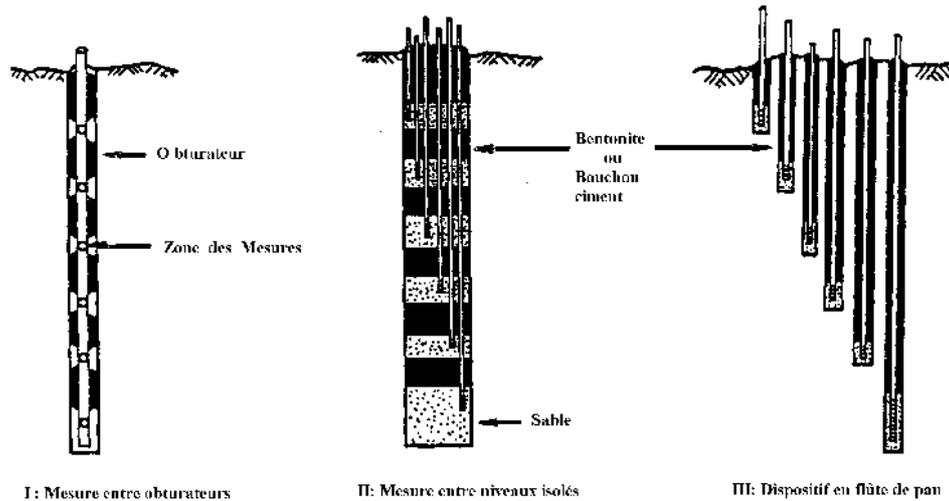


Figure 16 : Dispositifs piézométriques à niveaux multiples (Nielson, 1991)

Tout ceci nécessite des délais qui ne sont pas négligeables, qui justifient que les préoccupations vis à vis des eaux souterraines figurent en tête des investigations à mener.

i. Avant les travaux

En général, la mise en place d'ouvrages piézométriques destinés à contrôler la qualité des eaux souterraines dans le cadre de la réglementation des installations classées, ne nécessite pas la constitution d'un dossier de déclaration d'intention, au titre de l'Arrêté Interministériel du 11 septembre 2003 relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application de l'article 10 de la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau. Cependant, certains ouvrages mis en place dans le cadre de travaux de réhabilitation de sites ou de nappes (puits de rabattement de nappe, par exemple) entrent par contre dans le champ d'application de cet arrêté.

Dans tous les cas, la réalisation d'ouvrages piézométriques ou de sondages dont la profondeur dépasse 10 mètres doit faire l'objet d'une déclaration au titre de l'article 131 du Code Minier. La responsabilité de la déclaration relève du propriétaire de l'ouvrage et du foreur intervenant pour son compte. Il s'agit d'une responsabilité conjointe pouvant être recherchée en cas de désordres constatés. La déclaration dûment renseignée doit être adressée à la DRIRE avant le début des travaux, accompagnée d'une photocopie de la carte topographique à l'échelle 1/25 000^{ème} avec l'indication de la localisation du projet de forage.

ii. Réalisation de l'ouvrage

1. Les conditions d'implantation.

Le choix du site d'implantation de l'ouvrage est déterminé par les besoins mis en évidence par le schéma conceptuel du site, en respectant un certain nombre de contraintes :

- Eviter tout risque de pollution par migration des pollutions de surface ou souterraines ou mélange des différents niveaux aquifères durant le forage,
- Prendre en compte les restrictions ou les interdictions applicables à la zone concernée : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE), objectifs de qualité de la masse d'eau, plans de prévention des risques, inventaires départementaux d'anciens sites industriels et activités de service,
- Prévoir la maîtrise de l'évacuation des eaux de ruissellement et la prévention de toute accumulation de celles-ci à proximité de la tête du forage,
- Tenir compte de la présence éventuelle de canalisations et de réseaux enterrés notamment en zone urbaine.

2. L'organisation du chantier

Le chantier doit s'organiser de façon à prévenir les risques de pollution des eaux souterraines :

- Prévoir l'accès et stationnements de véhicules, stockage d'hydrocarbures et autres produits utilisés sur le chantier,
- Éloigner les produits polluants du forage, disposer une bâche plastique sous la machine de forage, évacuer les boues et déblais de forage, évacuer l'eau des pompes d'essai,
- Prendre en compte les spécificités du terrain (zones karstiques, zones humides, zones à risques...) et des comportements des polluants présents (substances flottantes de type LNAPL ou plongeantes de type DNAPL, composés volatils susceptibles de dégazer...).

3. La foration

Les conditions générales de réalisation du chantier doivent permettre de prévenir les risques de pollution des nappes :

- Veiller à ne pas altérer la structure géologique avoisinante et la qualité des eaux notamment lors des opérations suivantes : injections de boues, développement de l'ouvrage, cimentations, obturations et autres opérations,
- Prévenir toute pollution du milieu par le traitement des déblais de forage, des boues et des eaux extraites du forage par décantation, neutralisation... traitement adaptés en fonction de la sensibilité des milieux,
- Informer le Préfet de tout incident ou accident susceptible d'altérer la qualité des eaux, de la mise en évidence d'une pollution des sols et des eaux, des premières mesures prises pour y remédier,



-
- Établir la coupe géologique de l'ouvrage et un compte rendu des travaux (description de l'ouvrage, localisation, description du matériel et des équipements utilisés pour le forage, report sur la coupe géologique des venues d'eau à la foration, du niveau d'eau avant équipement et niveau d'eau statique après équipement du forage, observations organoleptiques lors de la foration, présences de flottants ou plongeants,...) .
- Le diamètre du forage devra être dimensionné à partir de l'encombrement de la pompe et des outils de prélèvement susceptibles d'y être installés.

La réalisation des travaux de foration peut être effectuée en employant diverses méthodes :

- Le havage,
- Le battage,
- Le rotary,
- La tarière,
- Le marteau fond de trou,
- Le tubage à l'avancement,
- Les forages à l'air,
- Les forages à la boue bentonitique.

L'utilisation des boues suppose de bien maîtriser les dosages en fonction des terrains et de l'avancement de l'ouvrage et si nécessaire, de maîtriser les techniques de décolmatage.

Le choix technique dépend de plusieurs paramètres :

- Les caractéristiques géologiques des terrains : roches dures et massives, roches tendres et friables, etc.
- La profondeur à atteindre,
- Le diamètre souhaité.

L'entreprise de forage est chargée de mettre en œuvre les techniques de forage adaptées aux conditions des terrains rencontrés.

La sécurité de l'ouvrage est garantie par le choix d'équipements appropriés : cuvelages, tubages, crépines, drains... Les caractéristiques des matériaux tubulaires doivent être adaptées à l'ouvrage, aux milieux traversés et à la qualité des eaux souterraines (épaisseur, résistance à la pression et à la corrosion) :

- Les tubages en acier : bonne résistance mécanique, mais peuvent être corrodés par l'eau,
- Les tubages en acier inoxydable : coût plus élevé,
- Les tubages en PVC : résistance à la corrosion, coût plus faible, facilité de manipulation et d'assemblage.

Un forage en nappe libre peut être réalisé en une seule étape et en un seul diamètre (Figure 17).

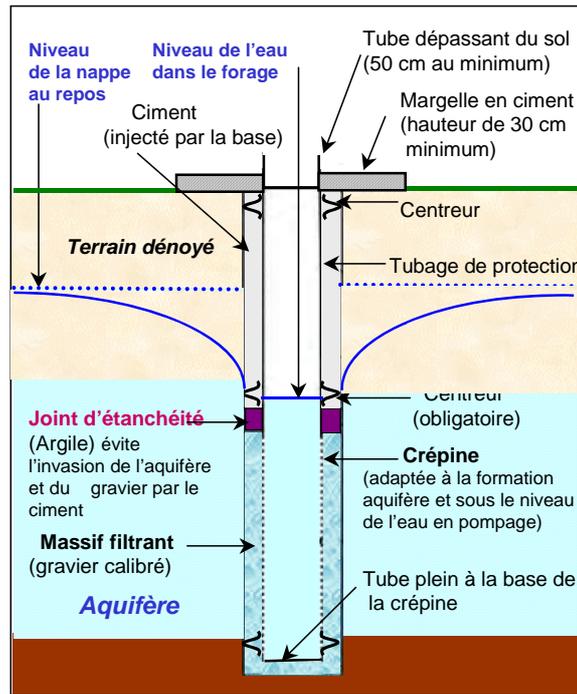


Figure 17 : Principe de réalisation d'un forage en nappe libre (document BRGM)

Par contre, lorsque plusieurs aquifères sont superposés, l'isolation des différentes ressources doit être préservée lors de la réalisation des forages : un même ouvrage ne peut en aucun cas permettre le prélèvement simultané dans plusieurs aquifères distincts superposés.

De plus, afin d'éviter tout mélange d'eau entre les différentes formations aquifères rencontrées, lorsqu'un forage, puits, sondage ou ouvrage souterrain traverse plusieurs formations aquifères superposées, sa réalisation doit être accompagnée d'un aveuglement successif de chaque formation aquifère non exploitée par cuvelage et cimentation (Figure 18).

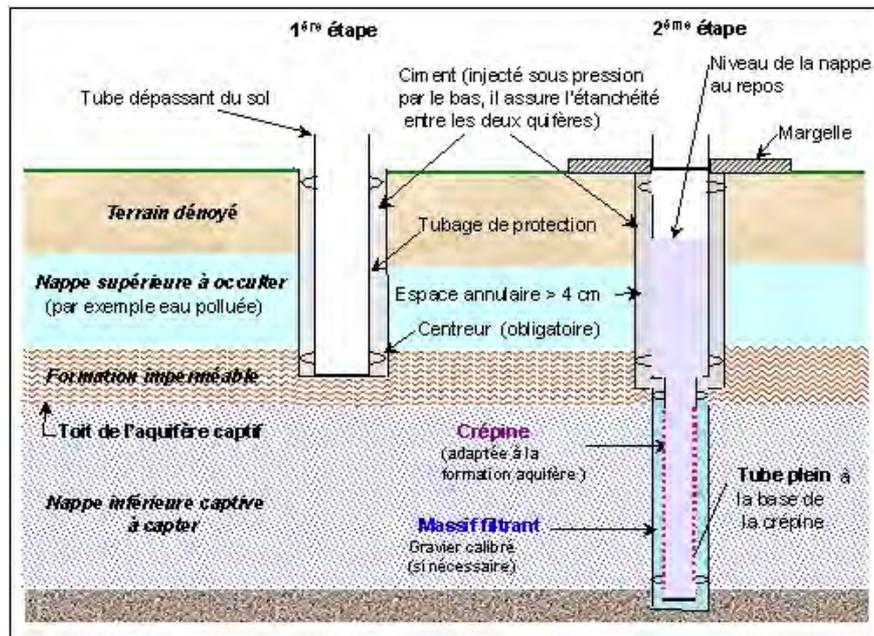


Figure 18 : Principe de réalisation d'un forage dans des aquifères superposés (document BRGM)



Remarque : il est dans certaines circonstances judicieux d'un point de vue technique et économique :

- de sur-dimensionner le diamètre des ouvrages lorsque ces derniers sont implantés dans une nappe contaminée qui devront probablement faire l'objet d'un projet de dépollution par la suite. Ces ouvrages peuvent accueillir un dispositif de pompage, d'injection et/ou de monitoring,
- de relever la crépine au regard de la zone non saturée afin de l'utiliser dans le cadre d'un diagnostic des gaz du sol et/ou une dépollution par voie pneumatique (extraction des gaz du sol).

4. La cimentation

La cimentation d'un tubage dans un forage est une opération capitale pour la préservation de la qualité des eaux souterraines et la longévité de l'installation car elle a pour but d'éviter les infiltrations d'eau depuis la surface, en obturant l'espace compris entre le cuvelage et les terrains forés sur toute la partie supérieure du forage, jusqu'au niveau du terrain naturel. Un contrôle de qualité de la cimentation doit être effectué : il comporte a minima la vérification du volume du ciment injecté.

5. La pose de la crépine et du massif filtrant

La crépine doit être implantée à une profondeur adaptée au type de recherche auquel l'ouvrage est destiné, en tenant compte de la possibilité de stratification chimique de la colonne d'eau (présence de flottants ou plongeants). Elle doit résister à la corrosion et à la pression et avoir une longévité maximale.

Les types de crépines sont déterminés suivant la forme et le pourcentage de vides pour allier résistance et vitesse de l'eau dans les ouvertures.

La vitesse de l'eau au travers des ouvertures de la crépine dépend du débit de pompage, du diamètre de la crépine et de son coefficient d'ouverture.

Le massif filtrant assure l'interface entre la crépine et l'encaissant. Il améliore la protection de l'ouvrage et des instruments vis-à-vis des particules fines de l'aquifère. Il doit être constitué d'un gravier siliceux, roulé, propre, calibré et homogène.

Il doit être chimiquement stable et avoir une forte porosité d'interstice. Sa mise en place est faite par gravité.

6. Le développement du puits

A la fin de la foration, quant l'ouvrage est installé, il doit être développé. Ces opérations visent à nettoyer le trou pour augmenter le débit d'exploitation et à stabiliser la qualité de l'eau prélevée. Elles consistent de plus à éliminer les éléments fins qui colmatent naturellement le terrain et la boue de forage utilisée lors de la foration. L'ouvrage doit rester au repos et être purgé de temps en temps, avant de pouvoir fournir des données qualitatives représentatives d'un état non perturbé de la nappe. Un délai de trois à six mois entre la pose de l'ouvrage et la mesure de données pouvant être considérées comme représentative de l'état de la nappe est courant.

Enfin, une margelle bétonnée assure à la fois la protection de l'ouvrage, et l'étanchéité en surface entre le tube et le terrain naturel, en éloignant les eaux de la tête de forage (Figure 19). La tête du forage est cimentée sur 1 m de profondeur à partir du sol (niveau du terrain naturel).

En zone inondable la tête est rendue étanche ou située dans un local lui-même étanche. Un capot de fermeture doit permettre un parfait isolement du forage (inondations, pollutions superficielles), et représente un dispositif de sécurité interdisant l'accès à l'intérieur du forage.

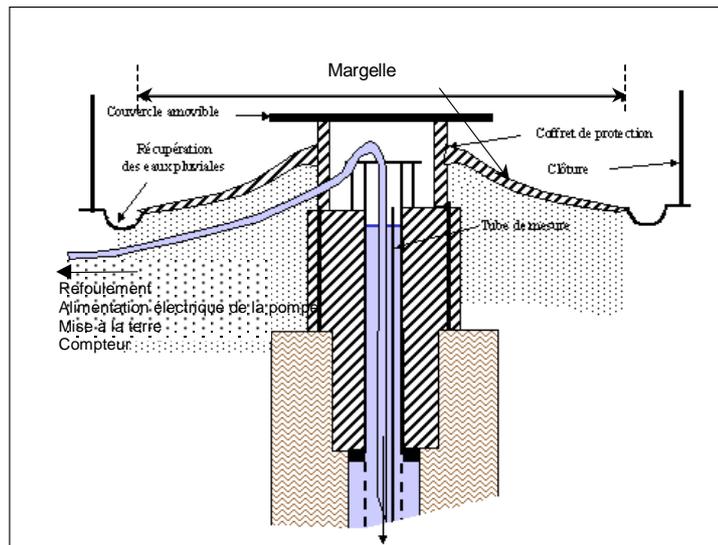


Figure 19 : Exemple de protection de tête de forage

Tous les forages doivent être surveillés et entretenus.

On pourra utilement se référer au fascicule de documentation FD X 31-614 publié en octobre 1999 par l'AFNOR pour la réalisation technique d'ouvrages piézométriques, « Réalisation d'un forage de contrôle de la qualité de l'eau souterraine au droit d'un site potentiellement pollué » et la norme NF X 10-999 publié en avril 2007 "Réalisation, suivi et abandon d'ouvrages de captages ou de surveillance des eaux souterraines réalisés par forages".

7. Le rebouchage du puits inutilisé

Une attention particulière doit être apportée pour le rebouchage, par des matériaux adéquats, des forages et piézomètres préexistants, défectueux ou plus utilisés. L'existence de ces ouvrages constitue des voies de migrations potentielles des polluants éventuellement contenus dans les terrains traversés ou venant de la surface vers la nappe. Le rebouchage pour être efficace nécessite l'enlèvement de l'équipement défectueux et de l'ancien massif filtrant s'il existait, afin d'éviter toute possibilité de migration verticale de polluants par cette voie.

Il est recommandé de se reporter à la norme AFNOR - Norme NF X10-999 publié en avril 2007 "Réalisation, suivi et abandon d'ouvrages de captages ou de surveillance des eaux souterraines réalisés par forages"



iii. Nombre de forages nécessaires

Le nombre d'ouvrages (puits, piézomètres,...), leur caractéristique et leur emplacement est fonction des objectifs de l'étude du milieu eau souterraine. Il peut se déterminer à l'aide d'étude préliminaires de géophysique, d'hydrogéologie, voire de modélisation du déplacement des polluants.

Néanmoins, il faut une certaine expérience professionnelle pour déterminer le nombre d'ouvrage de prélèvement nécessaire, leur localisation judicieuse dans l'espace et la profondeur d'implantation des crépines.

Un minimum de trois est nécessaire pour déterminer le gradient de la nappe. Il en faut plusieurs pour définir les conditions hydrogéologiques locales d'un site ou/et la configuration d'un panache de polluant. L'interception d'un panache est liée à l'importance de celui-ci et aux conditions propres au milieu, telles que l'hétérogénéité des couches géologiques, le niveau de la nappe, les variations de perméabilité ainsi que du comportement du polluant.

En outre, un ou plusieurs ouvrages devront être positionnés en amont hydraulique du site afin de déterminer le bruit de fond hydrogéochimique de la masse d'eau étudiée et d'apprécier l'impact imputable du site sur la qualité des eaux souterraines par comparaison aux forages en aval.

c) Mise en œuvre du prélèvement

i. Plans d'échantillonnage et de surveillance

Le prélèvement d'échantillons d'eau souterraine représente une étape déterminante du processus d'échantillonnage. Il s'agit d'obtenir des échantillons représentatifs de la qualité d'une eau souterraine à un instant donné.

Là encore, des précautions doivent être mises en œuvre pour s'assurer de la représentativité du prélèvement effectué, et de l'adéquation des protocoles au type d'information recherchée. Dans le cas de prélèvements destinés à surveiller ou à suivre des évolutions de concentrations ou de conditions physico-chimiques dans le temps et dans l'espace, il conviendra de respecter scrupuleusement le protocole défini une fois pour toutes, à chaque campagne de prélèvement.

Le protocole doit être élaboré en fonction de l'objectif recherché (Tableau 14), et doit être consigné dans ses détails dans les rapports de suivi qui sont produits. Il peut également être proposé plusieurs protocoles de prélèvement en fonction des substances recherchées et des différents contextes hydrogéologiques où le comportement et le transfert de ces polluants peuvent largement varier de la nappe vers le piézomètre.

Ils doivent en particulier mentionner :

- Les outils (sondes physico-chimiques) utilisés pour vérifier l'existence d'une stratification physico-chimique de la colonne d'eau dans l'ouvrage piézométrique,
- Le matériel utilisé pour purger les ouvrages et pour les échantillonner,
- Les conditions de mise en œuvre du matériel lors des opérations de diagraphie chimique, de purge et de prélèvement,

-
- Les critères permettant de considérer que l'ouvrage est purgé, et les paramètres à suivre,
- L'ordre dans lequel les ouvrages doivent être prélevés,
- Les opérations de nettoyage du matériel à effectuer entre deux prélèvements.

On pourra utilement se référer au fascicule de documentation FD X 31-615 publié en décembre 2000 par l'AFNOR pour le prélèvement et l'échantillonnage dans un forage de contrôle de la qualité de l'eau souterraine potentiellement polluée « Méthodes de détection et de caractérisation des polluants ».

ii. Matériel utilisé et conditions de mise en œuvre

Classiquement, la purge et, ou le prélèvement d'échantillons d'eaux souterraines peuvent être réalisés par des systèmes d'écopage (bouteilles à clapets, seringues) ou par pompage (pompes de surface centrifuges, péristatiques, à membrane ou immergées, à engrenages, à piston, etc.).

Le choix de l'une ou de l'autre technique n'est pas anodin sur le résultat final et sur son interprétation. L'écopage ne permet en général pas de solliciter fortement la nappe, sauf dans les nappes trop peu perméables pour permettre l'utilisation d'une pompe dans de bonnes conditions. L'eau prélevée par écopage sera rarement représentative d'un volume conséquent de la nappe, mais permettra de juger ponctuellement de la qualité de l'eau. La purge d'ouvrage par écopage de l'eau est rarement efficace, et le résultat analytique fourni par l'échantillon doit être interprété avec précaution.

L'utilisation de pompes permet un meilleur contrôle des opérations de purge, en permettant un renouvellement de l'eau du piézomètre plus efficace. Il est recommandé d'utiliser un système de pompage plutôt qu'un système d'écopage pour procéder aux opérations de purge des ouvrages et de prélèvement d'échantillons.

Les conditions et paramètres d'utilisation du système de pompage doivent être définis et adaptés en fonction de la nature du prélèvement et des objectifs recherchés : débits de pompage, temps de pompage, paramètres suivis, type de purge, dynamique ou statique, et les paramètres associés (niveau où placer la pompe, modalités de déplacement de la pompe en cas de purge dynamique...), voire de la saison en basses ou hautes eaux. Dans tous les cas, le matériel utilisé pour purger ou pour prélever doit être le même d'une campagne à l'autre, afin de minimiser les artefacts générés par les interactions possibles entre les matériaux et l'eau en contact, et permettre une reproductibilité optimale des conditions de terrain.

L'appareil choisi doit donc respecter l'intégrité des échantillons, et **ne pas altérer** physiquement ou chimiquement la qualité de l'eau, soit par le matériau dont il est constitué, soit par la méthode de transfert de l'eau à la surface. Il est par conséquent important que le matériau n'adsorbe pas les polluants ou n'en libère pas, que le pH, Eh, potentiel redox ne soient pas altérés, et qu'aucun constituant organique volatil présent dans l'eau ne soit éliminé par aération ou dégazage. Il est recommandé d'utiliser un matériau inerte.



Etape	Objectif	Recommandations
Mesures préalables	Déterminer le niveau d'eau statique par rapport à un repère bien défini. Détermination de la profondeur du puits, du diamètre du forage et du volume d'eau. Constater et mesurer l'épaisseur des "flottants" (LNAPL) en surface de la nappe et/ou des plongeants" (DNAPL) au mur de l'aquifère. Réalisation d'une diagraphie verticale chimique pour mettre en évidence une éventuelle stratification des eaux.	Mesure du niveau à ± 1 cm. Mesures en temps réel de certains paramètres physico-chimiques en fonction de la profondeur
Purge du puits	Élimination de l'eau stagnante dans le forage car elle n'est pas représentative de celle de l'aquifère.	En fonction des résultats de la diagraphie, des substances présentes et du contexte hydrogéologique, les conditions de purge préalable à l'échantillonnage peuvent être aménagées, voire la purge évitée - Pomper l'eau jusqu'à ce que les paramètres pH, température, conductivité ou Eh se stabilisent. - Pomper plusieurs fois le volume du puits, parfois à un débit maximal faible en fonction du type de polluant recherché.
Collecte des échantillons	Collecte avec perturbation minimale de la chimie.	Débits de pompage limités pour organiques volatils et paramètres sensibles aux gaz.
Filtration - Conservation	La filtration permet de déterminer les constituants solubles et est une forme de conservation. Elle doit être faite sur le terrain, aussitôt que possible après la collecte.	Filtrer pour : métaux traces, anions inorganiques et cations, alcalinité. Ne pas filtrer pour : COT, composés organiques volatils, seulement si nécessaire pour les autres organiques
Déterminations sur le terrain	Analyses pour certains paramètres : gaz, alcalinité, pH, Eh, température, conductivité, oxygène dissous.	Mesures sur le terrain (<i>in situ</i> ou aussitôt après la collecte).
Conservation	Stabilisation des échantillons jusqu'au moment de l'analyse.	Utilisation d'un flaconnage et de conservateurs adaptés, respect des délais de préservation.
Stockage/ Transport	Réfrigération et protection des échantillons doivent minimiser l'altération de ceux - ci avant analyse.	Il est recommandé d'observer les temps de conservation maximaux et d'indiquer soigneusement les durées réelles de conservation avant analyse.

Tableau 14 : Protocole général d'échantillonnage d'eau souterraine

iii. Critères et paramètres à suivre

La purge d'un ouvrage consiste à le vider de l'eau qu'il contient. Cette eau ayant stagnée, elle peut être dans un état physico-chimique différente de celle en provenance de la nappe et qui la renouvelle suite à la purge.

Cependant, une attention particulière devra être portée en cas de présence d'une stratification des eaux dans le forage (présence de substances flottantes de type LNAPL ou plongeantes de type DNAPL dans la nappe, biseau salé, conditions physico-chimiques naturelles variant verticalement dans la colonne d'eau). Il est à noter que les épaisseurs de substances flottantes mesurées dans le piézomètre sont dites « apparentes » et sont, le plus souvent, supérieures aux épaisseurs réelles dans le milieu poreux avoisinant.

Avant toute opération de purge préalable à l'échantillonnage, il donc est fortement recommandé de réaliser une diagraphie chimique (mesures en temps réel de certains paramètres physico-chimiques : pH, température, conductivité, oxygène dissous,... en fonction de la profondeur) dans le forages afin de mettre en évidence les éventuelles stratifications physico-chimiques de la colonne d'eau. Par la suite, si au sein d'un même puits, de fortes hétérogénéités chimiques apparaissent, il est conseillé de réaliser des prélèvements d'eaux dans chaque niveau chimique identifié plutôt qu'un seul prélèvement "moyen" de la totalité de la colonne d'eau.

Au cours de la purge pour un aquifère non stratifié chimiquement, un moyen de s'assurer que l'on dispose d'une eau présentant une homogénéité suffisante et représentative de la qualité globale de l'eau dans l'aquifère, est de la renouveler tant que certains paramètres physico-chimiques décrivant l'état de l'eau ne sont pas stabilisés :

- Conductivité,
- Température,
- Potentiel d'hydrogène (pH),
- Potentiel d'oxydo-réduction,
- Oxygène dissous...

Dans le cas de nappes polluées par des composées chimiques, le positionnement précis de la tête de pompe à une profondeur choisie au niveau semble pertinent, associé à un pompage à l'équilibre (stabilité du niveau piézométrique pendant le pompage).

Il est du domaine de l'opérateur de définir à partir de quels critères on considèrera que les paramètres suivis lors de l'opération de purge représentent un état stabilisé et représentatif de l'eau prélevée. Ces critères doivent ensuite être consignés dans le rapport ou fiche de suivi, et être repris scrupuleusement lors des campagnes ultérieures. A ce titre, on pourra s'appuyer sur le modèle de fiche de prélèvement (Figure 20) et de suivi des échantillons (Figure 21) issues de la norme FD X31-615, 2000.

En plus des critères permettant de déterminer l'état stabilisé de l'eau qui va être prélevée, on veillera à mesurer le niveau piézométrique de la nappe lors de chaque campagne de prélèvement.

Cette mesure se fait préalablement aux opérations de purge et de prélèvement. La profondeur à laquelle est réalisée le prélèvement doit être toujours notifiée soit à partir du sol ou d'un niveau de référence. (si possible calé sur le NGF).



Le suivi du rabattement de la nappe pendant la purge, puis son relèvement après les opérations de prélèvement, devraient également être reportés, pour chaque puits, car ils permettent de fournir des indications sur la façon dont la nappe réagit aux sollicitations, autorisant un contrôle relatif de la reproductibilité des conditions de mise en œuvre.

Enfin, le choix des substances analysées ne doit pas se limiter aux seules substances identifiées dans les sources. Les éléments majeurs ainsi que les paramètres physico-chimiques classiques des échantillons, ainsi que la présence de métabolites ou de produits de dégradation, doivent également être recherchés, de façon à prendre en compte de façon aussi complète que possible les phénomènes naturels qui peuvent modifier les caractéristiques d'un panache de pollution.

Dans les piézomètres situés en amont hydraulique du site, des échantillons "témoins" de bruit de fond de la nappe considérée devront être prélevés en même temps que les autres échantillons, dans un forage voisin ou en amont hydraulique. Les éléments recherchés seront représentatifs de la qualité de l'eau de la nappe, hors influence du site.

iv. Ordre de prélèvement des ouvrages et nettoyage des outils

L'ordre dans lequel seront prélevés les différents ouvrages peut revêtir une grande importance, au regard du risque de contaminations croisées. L'idéal est de prélever les ouvrages selon un ordre de contamination croissante (de l'aval du panache vers la zone source, plutôt que de la zone source vers l'aval du panache).

Une fois l'ordre des puits définis, il est recommandé de s'y tenir, particulièrement si l'objectif des prélèvements est d'assurer un suivi dans le temps et dans l'espace, et si les différences de concentrations entre deux ouvrages successifs sont importantes.

En tout état de cause, les procédures de nettoyage du matériel sur le terrain puis au retour, doivent être mises en œuvre et respectées.

FICHE DE PRÉLÈVEMENT		N°
OPÉRATEUR : CONTRÔLE :	SITE : DATE : ___/___/___	FORAGE n° : PUITS n° :
COUPE TECHNIQUE DU FORAGE		
Altitude du repère : m NGF A : m B : m C : m D : m E : m F : m	Vm : Volume au mètre du puits : l/m Vp : Volume de puits (entre niveau piézométrique et base des crépines) litres Matériau du tube et des crépines : Ouverture des crépines : mm Nature du massif filtrant : Transmissivité : m ² /s Rabattement spécifique :	
INSTRUCTIONS — PROCÉDURE DE PRÉLÈVEMENT		PROCÉDURE RÉALISÉE — MESURES SUR SITE
PURGE		PURGE
MATÉRIEL : NATURE ET MATÉRIAUX CONSTITUTIFS Pompe : Tuyaux : Mesure de débit : PROCÉDURE Position de la pompe (pompe fixe) : m/repère Colonne d'eau «balayée» par la pompe : entre et m/repère Durée de purge (mn) : minimum : maximum : Débit de purge : l/min m ³ /h Volume à purger : litres Rabattement maximum : m/repère m/niveau initial Lieu de rejet de l'eau purgée : Paramètres à contrôler : Conductivité Température pH Oxygène Redox Turbidité Couleur Odeur Autres consignes :		MESURES À FAIRE AVANT TOUTE OPÉRATION G : niveau eau : m/repère H : fond forage : m/repère PARAMÈTRES MESURÉS OU OBSERVÉS Temps (min) Niveau (m) Débit () 0 (début purge) (fin purge) Volume purgé : litres OBSERVATIONS — Modifications apportées à la procédure Fiches de contrôle de calibration des sondes n° :
PRÉLÈVEMENT		PRÉLÈVEMENT
MATÉRIEL : NATURE ET MATÉRIAUX CONSTITUTIFS Échantillonneur : Câble ou filin : Pompe : Tuyaux : Mesure de débit : PROCÉDURE Position de la pompe : m/repère Débit de prélèvement : l/min Niveau de prélèvement (préleveur) : m/repère Débuter le prélèvement après : Blanc terrain : Nettoyage du matériel avec : Autres consignes :		Niveau eau avant prélèvement : m/repère Débit de prélèvement : l/min Heure début : Température eau : °C Température air : °C Conductivité : µS/cm à °C pH : Redox : mV Oxygène dissous : g/l % O ₂ Turbidité : Couleur : Odeur : OBSERVATIONS — Modifications apportées à la procédure
BORDEREaux DE SUIVI D'ÉCHANTILLON ASSOCIÉS À CETTE FICHE		N°

Figure 20 : Exemple de fiche de prélèvement d'eau souterraine (Norme FD X 31-615,2000)

v. Conditionnement et transport

1. Le flaconnage

Les recommandations pour le flaconnage des échantillons d'eaux souterraines sont semblables à celles évoquées pour les eaux de surface (cf. chapitre c.ii.1.).

2. Étiquetage

Les recommandations pour l'étiquetage des échantillons d'eaux souterraines sont semblables à celles évoquées pour les eaux de surface (cf. chapitre c. ii.2.).

3. Transport et conservation

Les recommandations pour le transport et la conservation des échantillons d'eaux souterraines sont semblables à celles évoquées pour les eaux de surface (cf. chapitre c.ii.3.).

Néanmoins, le fait de prélever un échantillon d'eau souterraine et de le séparer de son milieu naturel peut entraîner des modifications plus ou moins importantes selon les paramètres.

Une variation de température ou de la teneur en oxygène entre celle du milieu souterrain et ambiant déclenche une modification des constantes d'équilibres des éléments en suspension. De même, la mise en contact avec l'air et la décompression sont également responsables de changements de concentration des gaz au sein de la solution.

Chaque espèce ionique participe à la conductivité totale d'une solution. Aussi, toute modification des équilibres chimiques, donc des proportions relatives des éléments dissous, entraîne un changement de conductivité. Le CO₂ en solution tend d'autant plus à s'échapper que la température de l'eau est plus élevée. Un départ de CO₂ peut provoquer la précipitation de carbonate, qui à son tour modifie le pH. Les nitrates et les sulfates peuvent être réduits par l'activité bactérienne.

Toutefois, une température de conservation basse (environ 4°C) limite ou bloque l'évolution des réactions.



Pour en savoir plus :

AFNOR - Norme NF ISO 5667-1 "Qualité de l'eau. Échantillonnage. Partie 1 : guide général pour l'établissement des programmes d'échantillonnage", janvier 1980.

AFNOR - Norme NF ISO 5667-2 "Qualité de l'eau. Échantillonnage. Partie 2 : guide général sur les techniques d'échantillonnage", juillet 1991.

AFNOR - Norme NF ISO 5667-3 "Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 3 : lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau", décembre 2003.

AFNOR - Fascicule de documentation FD X 31-614 «Qualité du sol - Méthodologie de détection et de caractérisation des pollutions - Réalisation d'un forage de contrôle de la qualité de l'eau souterraine au droit d'un site potentiellement pollué », octobre 1999.

AFNOR - Fascicule de documentation FD X 31-615 «Qualité du sol - Méthodologie de détection et de caractérisation des pollutions - Prélèvement et échantillonnage des eaux souterraines dans un forage», décembre 2000.

AFNOR - Norme NF ISO 5667-18 «Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 18 : lignes directrices pour l'échantillonnage des eaux souterraines sur des sites contaminés», avril 2001.

AFNOR - Norme NF X10-999 «Forage d'eau - Réalisation, suivi et abandon d'ouvrage de captage ou de surveillance des eaux souterraines», avril 2007.

BRGM - Guide pratique d'échantillonnage des eaux souterraines, Rapport R37390, Juin 1993.

Dubéarnes B., Schmitt J.-M., Bégassat P. (2005) - Programmes de recherches sur la représentativité des échantillons d'eau prélevés en forages de contrôle : synthèse et conclusions. Contrat ADEME N°0472C0049. Rapport Armines, LHM/RD/05/32 ; *Hydro Invest*, 4865, 142 p. (téléchargeable sur le site <http://www.ademe.fr/>).

Federal Remediation Technologie Roundtable (FRTR), US-EPA - Field Sampling and Analysis Technologies Matrix Version 1.0 : www.frtr.gov.

MEDD - 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, Éditions BRGM, 2001 (téléchargeable sur le site <http://www.sites-pollues.ecologie.gouv.fr/>).

MEDD - Guide méthodologique pour la recherche de l'origine de pollution(s) dans les eaux souterraines, Éditions BRGM, Décembre 2004 (téléchargeable sur le site <http://www.sites-pollues.ecologie.gouv.fr/>).

Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (1994) - Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementale, Cahier 3, Échantillonnage des eaux souterraines. Edition Le Griffon d'argile.

US Environmental Protection Agency - «Superfund program - Representative Sampling Guidance - Volume 5 : Water and Sediment - Part 2- Ground Water, OSWER Directive 9360.4-16, EPA xxx/x-xx/xxx, 1995.

Office Fédéral de l'Environnement, des Forêts et du Paysage OFEFP (2005) - L'environnement pratique, Sites contaminés et déchets ; Méthodes d'analyse pour échantillons solides et aqueux provenant de sites pollués et de matériaux d'excavation.

D. Déchets ou produits non identifiés

a) Stratégies d'échantillonnage

En l'absence de toute indication sur la dangerosité des substances susceptibles d'être rencontrées, l'ensemble des précautions présentées dans le chapitre 3.3.2. sont susceptibles d'être mises en œuvre.

La diversité des caractéristiques, des états physiques (gaz, liquides, boues, solides), de la stabilité chimique, de la granulométrie pour les solides ou de la viscosité pour les liquides, de la localisation et de la contenance des déchets (en tas, en fûts, en bassin ou lagune, en conteneur, au sein d'une décharge...) est telle qu'il ne peut exister de procédure universelle d'échantillonnage.

i. Notion d'hétérogénéité

Le terme «hétérogénéité» est employé pour définir l'absence d'uniformité d'une grandeur entre tous les éléments constitutifs d'une population donnée ; dans le cas d'une uniformité parfaite de la grandeur, on parle d'homogénéité.

L'hétérogénéité de constitution et de distribution des déchets est généralement source d'erreurs si l'échantillonnage n'est pas réalisé dans les règles de l'art. Les deux types d'hétérogénéité de la matière peuvent alors être définis :

- **l'hétérogénéité de constitution**, résultant des fréquences et des particularités physico-chimiques des particules individuelles de la matière, dans l'état de morcellement où celle-ci se trouve. Elle est liée exclusivement aux propriétés intrinsèques (composition chimique, masse, taille...) de chaque élément individualisé de la matière et elle est indépendante de leur distribution spatiale. L'hétérogénéité de constitution est donc une grandeur définie et invariante pour un lot de matière donnée. Le mélange et l'homogénéisation n'ont aucune influence sur elle,
- **l'hétérogénéité de distribution**, qui résulte principalement de la distribution spatiale (ou temporelle) non-aléatoire des particules au sein du lot, ou à l'intérieur des groupes pouvant être formés en son sein. Elle dépend donc aussi de la taille de ces groupes de particules sur lesquels sont effectuées les observations, ainsi que de l'hétérogénéité de constitution de la matière étudiée. En effet, une matière de constitution homogène ne montrera jamais de distribution hétérogène. A contrario, plus la constitution est hétérogène, plus la distribution a des chances de l'être aussi.

La Figure 22 ci-dessous résume et illustre de façon simplifiée, les deux types d'hétérogénéité de la matière :

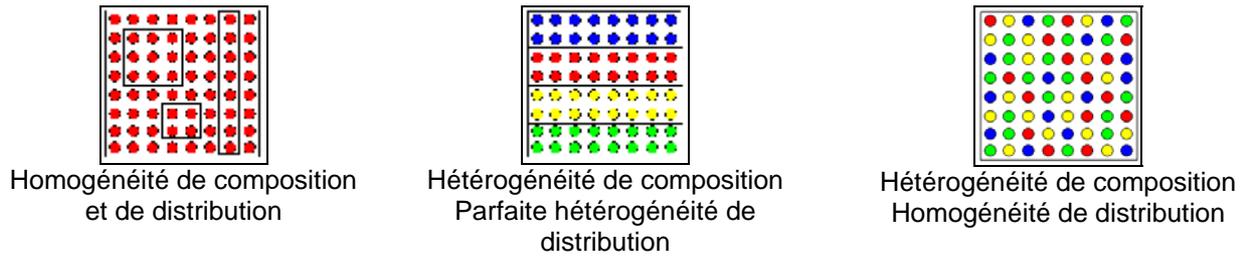


Figure 22 : Hétérogénéité de constitution et de distribution de la matière

ii. Relation hétérogénéités - erreurs d'échantillonnage

Toute matière doit donc être considérée a priori comme hétérogène. L'homogénéité parfaite ne devient alors, dans ce cas, qu'une limite théorique inaccessible pour laquelle toute erreur d'échantillonnage aurait disparu (la plus petite partie du lot initial posséderait alors rigoureusement les mêmes propriétés que lui, pour ce qui concerne la grandeur étudiée en tout cas).

En acceptant cette hypothèse d'hétérogénéité, il est facile d'admettre que n'importe quelle partie du lot à analyser n'a pas forcément les mêmes propriétés que lui. Le résultat d'une analyse effectuée sur une telle fraction peut alors n'avoir aucun sens si on la transpose telle quelle sur l'intégralité de l'objet (Figure 23).

Pour accroître les chances de déterminer avec une précision satisfaisante la composition en une grandeur donnée d'un lot de matière à partir d'un échantillon, il est nécessaire d'augmenter le nombre de prélèvements, à défaut de prélever tous les individus.

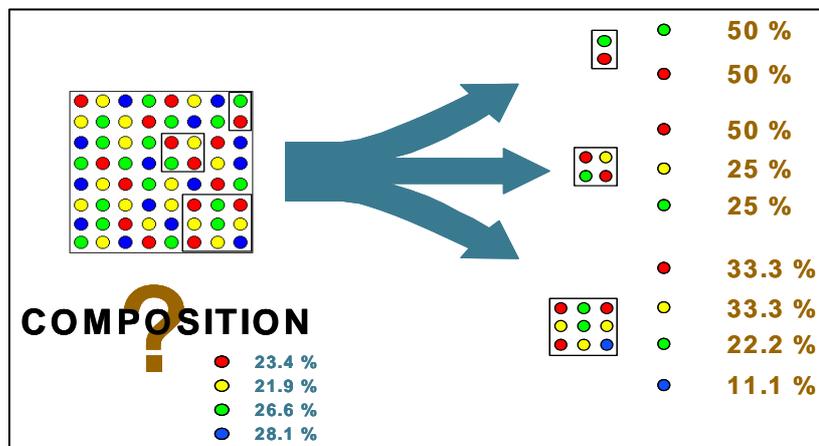


Figure 23 : Hétérogénéité et erreur d'échantillonnage

Considérer toute matière comme étant hétérogène conduit donc à admettre que n'importe quelle fraction n'est pas représentative de l'objet initial. C'est par là même accepter le fait que le résultat de la mesure d'une grandeur obtenu sur une telle fraction soit entaché d'erreurs (parfois minimes, il est vrai) par rapport à sa véritable valeur au sein du lot original.

Le prélèvement d'un échantillon d'une matière hétérogène est donc un processus aléatoire qui engendre des erreurs d'échantillonnage.

iii. Les différentes erreurs d'échantillonnage

Entre le lot initial et l'échantillon destiné à l'analyse, il existe en fait non pas une, mais toute une série d'erreurs d'échantillonnage. Elles sont susceptibles d'entacher la valeur de la grandeur suivie, déterminée sur l'échantillon, par rapport à sa valeur vraie au sein du lot et par-là même la représentativité de l'échantillon.

Certaines de ces erreurs peuvent être éliminées en apportant un soin particulier aux différentes manipulations lors de la constitution de l'échantillon proprement dit. Il s'agit des **erreurs de préparation** et de **prélèvement**. Elles sont dues à la perte ou à l'apport de matière (poussières, mauvais nettoyage des appareils, contamination par l'appareillage), à l'altération chimique (échauffement, évaporation) ou physique (bris de fragment, entre autres) du paramètre étudié, à la négligence ou la maladresse (volontaire ou involontaire) de l'opérateur (mélanges accidentels, oublis, mauvais étiquetage)...

D'autres erreurs peuvent être réduites, sinon annulées. C'est le cas de l'**erreur de ségrégation**, due à l'hétérogénéité de distribution (spatiale ou temporelle) des différents constituants au sein du lot. L'homogénéisation de la totalité du lot à analyser (par mélange, par exemple) permet de la réduire, voire de l'annuler dans certains cas. Lorsqu'il n'est pas possible d'homogénéiser physiquement le lot par mélange, on s'attache à effectuer un maximum de prélèvements élémentaires sur l'intégralité de la matière, ce qui revient à faire un mélange "artificiel".

Il existe enfin une erreur irréductible sans modification de l'état physique de la matière: **l'erreur fondamentale d'échantillonnage**. Elle est liée étroitement à l'hétérogénéité de constitution de la matière et correspond à une limite idéalement atteinte lorsque toutes les particules ou fragments ont une chance égale d'être prélevées dans l'échantillon. De plus, elle est inversement proportionnelle à la masse d'échantillon prélevée. Seule l'erreur fondamentale d'échantillonnage peut être estimée relativement simplement par un calcul a priori issu de la théorie de Pierre Gy et à partir de certains paramètres caractéristiques de la matière échantillonnée (taille, densité, forme, composition des particules ou des fragments qui composent le lot). Toutefois, il importe de garder à l'esprit qu'étant seulement une des composantes de l'erreur totale d'échantillonnage, l'erreur fondamentale est dans tous les cas inférieure à cette dernière et ce dans des proportions qui peuvent être considérables et imprévisibles si l'échantillonnage n'est pas effectué correctement. La valeur de l'erreur fondamentale d'échantillonnage correspond donc à un seuil au-delà duquel il devient illusoire de vouloir énoncer une précision sur la détermination de la grandeur suivie.

b) Procédure d'échantillonnage

Le choix d'une procédure et la définition du matériel de prélèvement seront fonction d'un nombre élevé de critères jouant un rôle significatif vis à vis de la faisabilité et de la validité des opérations. Il s'agit essentiellement :

- de la compatibilité des produits avec la finalité de l'échantillonnage (non altération des propriétés à mesurer),
- des dimensions de l'objet à échantillonner (répartition dans l'espace et génération au cours du temps),
- des caractéristiques physiques des déchets, notamment en termes d'aptitude au prélèvement,
- des propriétés physico-chimiques des produits, et leur tendance à l'évolution dans le temps (instabilité).



La qualité de l'échantillonnage conditionnera largement l'interprétabilité des résultats analytiques. Plus particulièrement, dans le cas des déchets, la disparité entre l'importance des masses de déchets et celle qui sera mise en œuvre pour l'analyse et la caractérisation (prise d'essai) est telle que l'opération ne peut être envisagée en une seule étape, mais en étapes primaires, intermédiaires et finale (Tableau 15). En effet, il pourra s'avérer nécessaire de procéder de manière progressive :

- dans un premier temps, à un **prélèvement représentatif de l'hétérogénéité** des matériaux rencontrés sur le site à partir de prélèvements élémentaires,
- puis à la **réduction de ce premier prélèvement** à une taille permettant son transport jusqu'au laboratoire (prélèvements de fractions de l'ensemble du matériau, ensuite réunies pour former un nouvel échantillon),
- enfin, au laboratoire, à la **constitution d'un échantillon**, généralement de **très faible masse** (utilisation de techniques de quartage), qui sera directement soumis à l'analyse.

c) Techniques d'échantillonnage

i. Méthodes d'échantillonnage

Au cours de l'échantillonnage, l'opérateur devra viser à réduire au minimum l'hétérogénéité de distribution par homogénéisation physique de la matière à analyser, en assurant l'intégrité de constitution de l'échantillon au moment du prélèvement.

On distingue deux grandes catégories de méthodes d'échantillonnage des déchets, selon qu'on échantillonne un flux de déchets, ou un dépôt (Tableau 15).

Dans la mesure du possible, tout risque d'interférence de la technique de prélèvement sur la représentativité de l'échantillon doit être minimisé. Les précautions à prendre doivent faire l'objet d'une attention toute particulière des opérateurs, la qualité du résultat analytique étant directement liée à celle de l'échantillon.

Les précautions les plus couramment citées sont :

- nettoyage des outils de prélèvements entre chaque échantillon,
- minimisation maximale du risque de contamination de l'échantillon par des produits liés aux appareils de prélèvement (fuel, graisse, lubrifiant) ou au matériel de conditionnement (adéquation entre ce dernier et les polluants recherchés lors des analyses, utilisation de marqueur approprié...),
- réalisation des prélèvements avec des outils dont la qualité même ne peut interférer et doit être régulièrement contrôlée.

	État physique du déchet	Méthodes recommandées
Échantillonnage primaire ou échantillonnages intermédiaires		
Interventions sur les flux	- Liquide homogène.	- Prélèvement par pompage continu proportionnel au débit à échantillonner. - Prélèvement par sectionnement discontinu de la veine liquide à fréquence élevée et proportionnelle au débit à échantillonner.
	- Liquide non homogène (matières en suspension ou liquides non miscibles).	- Mêmes méthodes que ci-dessus, mais avec homogénéisation par agitation mécanique au niveau du point de pompage. - Utilisation préférentielle d'un dispositif de sectionnement de la veine liquide pompée, de conception minimisant les problèmes de colmatage. - Utilisation d'un échantillonneur automatique de pulpe.
	- Liquide boueux concentré ou pâteux.	- Prélèvement de la totalité de la veine pendant une fraction du temps déterminée à partir de la variabilité du déchet. - Exceptionnellement en dernier recours : homogénéisation en ligne par mélangeur statique monté sur conduite à alimentation forcée et prélèvement continu d'une fraction de la veine à un débit proportionnel à celui à échantillonner.
	- Solide pulvérulent.	- Échantillonneur rotatif.
	- Solide grossier.	- Échantillonneur à cuillère ou à godet.
Interventions sur les dépôts manipulables	- Liquide ou boueux.	- Reprise par pompage, application des méthodes d'intervention sur les flux (voir ci-dessus).
	- Solide.	- Reprise par pelletage, application des méthodes d'intervention sur les flux (voir ci-dessus).
Interventions sur les dépôts non manipulables	- Liquide ou boueux.	- Dépôt de petite taille (fosse) : homogénéisation mécanique et réalisation de prélèvements sous agitation. - Dépôt de grande taille (lagune) : réalisation de prélèvements localisés suivant une maille à deux dimensions. Utilisation d'un tube plongeur à obturation par la base. Utilisation possible de flacons plongeurs à ouverture retardée dans le cas d'un milieu liquide homogène.
	- Solide.	- Dépôt superficiel (peu profond) : réalisation de prélèvements localisés suivant une maille à deux dimensions - prélèvements par tarière. - Dépôt épais : forage et réalisation de carottages sur toute la hauteur du dépôt, reconstitution d'échantillons à partir de chaque carotte en tenant compte de la géométrie du dépôt (pondération en fonction de la hauteur).
Échantillonnage final		
Échantillons liquides Échantillons boueux concentrés et pâteux Échantillons solides		- Prélèvement de l'échantillon final sous agitation permanente. - Malaxage et prélèvement de l'échantillon final (cuillère). - Quartage ou de préférence pelletage alterné (taille de pelle compatible avec celle de l'échantillon à obtenir), puis utilisation d'un diviseur à riffles. Si nécessaire, et possible, réalisation d'un broyage intermédiaire.

Tableau 15 : Champs d'application des différentes méthodes d'échantillonnage des déchets (Source : ANRED, 1984, Cahier Technique n° 12)



ii. Conditionnement et transport

1. Conditionnement

Le choix du conteneur est essentiel pour garantir l'intégrité des échantillons durant le prélèvement, mais aussi pendant toute la durée du transport et du stockage. Il devra se faire en fonction de la compatibilité physique et chimique avec le matériau échantillonné, de la quantité à prélever, mais aussi de la technique analytique envisagée.

D'une manière générale, il est possible pour les solides de conserver les échantillons intacts dans l'équipement de prélèvement et de les expédier tels quels au laboratoire sans qu'ils soient remaniés.

La fermeture des conteneurs doit être étanche afin d'éviter toute volatilisation (solvants, humidité...) et l'espace d'air libre doit être minimisé pour limiter les risques d'interaction avec celui-ci.

Par ailleurs, les échantillons devant faire l'objet d'analyses de composés organiques doivent être conservés à basse température et à l'obscurité.

Les recommandations pour le flaconnage des échantillons sont semblables à celles évoquées pour les sols (cf. chapitre c.iv.1.).

2. Étiquetage

L'étiquetage des échantillons doit être réalisé dès le conditionnement et de manière à éviter tout risque d'ambiguïté. Il peut être effectué soit directement sur le contenant (et éventuellement sur le couvercle si celui-ci est indépendant), soit à l'intérieur, soit sur une étiquette collée sur le contenant. Il conviendra de s'assurer de ne pas endommager la qualité de l'échantillon avec le mode d'étiquetage sélectionné (utilisation de feutres ou d'étiquettes préencollées pour la recherche d'éléments volatils en trace).

3. Transport et stockage

Le transport et le stockage des échantillons nécessitent également d'être rigoureux et compatibles avec les analyses à réaliser par la suite. Les précautions suivantes doivent, dans la mesure du possible, être respectées :

- minimum de vibrations et de chocs,
- pré-traitement (homogénéisation) avant transport (pour échantillons remaniés de matériau fin),
- échantillons stockés fermés et transportés au froid (température déterminée par la nature des polluants présents et les analyses à réaliser, notamment si examens biologiques) et à l'abri de la lumière,
- délai de transport adapté aux délais de réalisation des analyses souhaitées après prise des échantillons,
- conservation (avant et après analyse) au froid et à l'abri de la lumière, dont la durée dépend des produits et de la composition du sol ; elle doit être relativement courte dès qu'il s'agit de composés organiques.

Dans certains cas, les mesures précédentes sont impératives (ex. : pour les examens biologiques).

Pour en savoir plus :

AFNOR - Norme expérimentale XP X30-411 « Déchets - Guide d'élaboration de procédures d'échantillonnage », Février 1996.

AFNOR - Norme PR NF EN 14899 « Caractérisation des déchets - Prélèvement des déchets : Procédure-cadre pour l'élaboration et la mise en oeuvre d'un plan d'échantillonnage », Juin 2004 (en projet).

AFNOR - Norme NF ISO 10381-8 (X 31-008-8) « Qualité du sol – Échantillonnage – Partie 8 : Lignes directrices pour l'échantillonnage des matériaux en tas », janvier 2004 (en projet).

Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec CEAEQ (2005) - Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementale, Cahier 8, Échantillonnage des matières dangereuses. Édition Le Griffon d'argile.

Gy. P. (1988)- Hétérogénéité, échantillonnage, homogénéisation : ensemble cohérent de théories. Édition Masson.

US Environmental Protection Agency - « Superfund program - Representative Sampling Guidance - Volume 4 : Waste, OSWER Directive 9360.4-14, EPA 540/R-95/141, 1995.

Wavrer Ph. (1996) - Apport à la théorie de l'échantillonnage des solides hétérogènes. Application à des grandeurs mesurées sur matières premières, secondaires ou ultimes. Document BRGM No. 265. 2^e édition BRGM.



E. Milieu air

Chapitre en cours de rédaction par l'INERIS

F. Végétaux à vocation alimentaire et autres denrées alimentaires

a) Stratégies d'échantillonnage

S'il peut paraître aisé, au moins pour les productions végétales, de prélever des échantillons et de les envoyer au laboratoire pour analyse, acquérir une information qui soit la plus représentative possible d'une situation donnée présente une réelle difficulté. Cette condition est pourtant essentielle pour mener une exploitation rationnelle et rigoureuse des résultats et notamment leur comparaison à des données issues de la littérature ou à des valeurs guides. Aussi, la stratégie d'échantillonnage nécessite de prendre de nombreuses précautions à toutes ses étapes : choix des prélèvements, collecte et manipulation des échantillons, envoi au laboratoire avec instructions pour l'analyse.

La démarche proposée ici a pour objectif de rationaliser la mise en œuvre d'investigations visant à évaluer la teneur en contaminants de denrées alimentaires potentiellement exposées à une pollution. La réflexion préalable à la mise en œuvre des investigations de terrains s'appuie sur les informations disponibles pour inventorier les modes de contamination des aliments puis sélectionner les lieux de production et les espèces d'intérêt qui seront préférentiellement recherchées lors des prélèvements à venir.

La démarche d'échantillonnage des denrées alimentaires est en effet étroitement liée à l'acquisition de connaissance sur les autres milieux environnementaux. Le sol n'est en effet pas le seul milieu d'exposition possible. Ainsi, les eaux d'arrosage ou d'abreuvement peuvent entraîner la contamination des végétaux ou des animaux. De même, les retombées de poussières sur les parties aériennes des végétaux peuvent entraîner la contamination de ceux-ci. Ainsi, la recherche des modes de contamination et des voies de transfert potentielles permettra de définir les milieux sources qu'il conviendra également de caractériser lors de la phase de diagnostic.

i. Définition du périmètre d'étude et identification des voies potentielles de contamination des denrées alimentaires

L'analyse des productions alimentaires est envisagée lorsque leur présence est avérée dans l'environnement d'un site (potentiellement) pollué et que les premiers résultats acquis sur les principaux milieux environnementaux (sol, eau, air) ont conduit à supposer ou à vérifier l'existence d'une pollution dans un ou plusieurs de ces milieux. Ainsi, au moment de définir la stratégie d'échantillonnage, on dispose généralement d'informations permettant de définir ou prédéfinir un périmètre d'étude autour du site (potentiellement) pollué. Les informations collectées dans le cadre de l'étude documentaire doivent également permettre de recenser et de matérialiser les différentes sources de contamination des sols de cultures ou d'élevage, ainsi que les voies de contamination par lesquelles les produits peuvent être contaminés.

ii. Identification de productions alimentaires sur le périmètre d'étude

Les denrées alimentaires produites dans la zone d'impact supposée ou avérée peuvent faire l'objet d'analyses. Il peut s'agir de plantes ou d'animaux issus de productions familiales (jardins potagers, arbres fruitiers, basses-cours...) ou agricoles (cultures maraîchères, élevages). Dans le cas de productions agricoles avec commercialisation des denrées, il existe une réglementation et des services en charge de la faire appliquer qu'il convient d'associer à la démarche (DGCCRF, Services vétérinaires, Ministère en charge de l'agriculture...).



Les produits sauvages (champignons, baies, gibiers, poissons) peuvent également être étudiés lorsque des pratiques de cueillette, de chasse ou de pêche sont établies et connues et parfois fortement ancrées dans les traditions locales.

La décision de retenir une ou plusieurs de ces denrées (issues de productions familiales, professionnelles ou tout simplement sauvages), relève d'un choix qu'il convient de justifier. Des échanges avec les riverains du site, des associations (pêche, chasse...) ou des services administratifs locaux peuvent s'avérer utiles. Le seul constat de la présence par exemple d'un buisson potentiellement producteur de mûres ou d'un élevage de quelques poules ou lapins ne doit pas systématiquement engager dans une démarche lourde et coûteuse de prélèvements, d'analyses et d'interprétation des résultats. Il faut aussi que la pratique de consommation soit significative, régulière et non ponctuelle, pour rester dans une logique d'évaluation des risques chroniques. A l'inverse, la présence d'un seul jardin présentant un fort potentiel de production (taille importante, nombre d'espèces et d'individus élevés...) peut suffire à s'intéresser à la qualité des végétaux produits. A l'issue de cette phase, une carte de localisation des différentes productions identifiées et retenues pourra aider à illustrer et à justifier les choix effectués.

b) Conditionnement, transport et analyse des végétaux

Les échantillons prélevés doivent être **séparés du sol** afin d'éviter toute contamination par adhésion de particules de terre. Ils seront par exemple déposés sur un film plastique ou directement dans les conditionnements prévus.

Les échantillons par espèce seront **conditionnés individuellement**, généralement dans de petits sacs ou des boîtes en plastique sur lesquels des références permettent de remonter aux informations descriptives de l'échantillon (localisation, date de prélèvement, masse, etc.). Il est recommandé de noter la référence de l'échantillon à l'extérieur de la poche (étiquette) et à l'intérieur de celle-ci (sur un support neutre chimiquement : au crayon à papier sur un carton volant par exemple). Cette double identification préserve du risque de perdre l'information concernant l'échantillon entre le départ du terrain et l'arrivée au laboratoire.

Le conditionnement et les conditions de transport doivent être adaptés : glacière pour éviter la déshydratation des végétaux fragiles (fraises, salades, etc.). Les végétaux ne doivent pas être « entassés ». En effet, l'écrasement favorise la fermentation et l'altération du végétal. Le récipient ou le conditionnement choisi doit assurer une protection à la lumière. Pour les échantillons les plus fragiles (fraises par exemple), il est conseillé de les conditionner dans des structures rigides pour éviter l'écrasement.

Il convient de spécifier précisément les objectifs de la détermination analytique au laboratoire d'analyse. Les pratiques usuelles ainsi que les méthodes normées développées pour l'analyse des végétaux dans d'autres contextes peuvent ne pas être adaptées aux objectifs de l'étude. Il faut donc préciser systématiquement au laboratoire :

- les organes et les substances à analyser,
- pour les légumes feuilles et en particulier les salades, il faut demander au laboratoire d'écarter de l'analyse les feuilles extérieures qui sont souvent détériorées, les plus souillées et rarement consommées,
- la réalisation d'un échantillon moyen à partir des différents échantillons prélevés,
- l'éventuel nettoyage (qualité de l'eau utilisé le cas échéant) et épluchage des échantillons prélevés. Ces derniers points sont bien sûr fonction des scénarios de consommation spécifiques à chaque cas d'étude et doivent être décidés lors de l'établissement du schéma conceptuel,

- l'unité de la mesure (en masse de végétal frais et sec),
- lorsque l'on dispose de l'information, les niveaux de concentrations attendues a priori dans les échantillons. Cela est notamment utile au laboratoire pour la préparation des solutions étalons.

Pour en savoir plus :

ADEME, INERIS (2007) - Guide pour l'échantillonnage de plantes potagères dans le cadre des diagnostics environnementaux. Document disponible sur le site Internet : <http://www.sites-pollues.ecologie.gouv.fr/>.

ADEME, IRSN (2003) - CIBLEX : Base de données de paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué. CD-Rom coédité ADEME / IRSN, référence 4773.

INRA (2004) - Recommandation pour les prélèvements de végétaux – site internet http://www.bordeaux.inra.fr/web_usrave/usrave.htm

INRA (2000) - Protocole de suivi de la qualité des sols, eaux et végétaux autour des installations de deuxième fusion du plomb. René Prost, rapport papier 34 pages.



ANNEXE F : Les techniques d'investigation in-situ ou sur terrain

Dans cette catégorie des analyses et techniques de terrain, entrent les techniques d'analyses de gaz dans les sols, géophysique et les kits de dosage colorimétrique ou immuno-enzymatique in situ,⁹....

Leurs utilisations peuvent permettre de détecter et éventuellement de doser sur le site, de manière souvent semi-quantitative, les polluants recherchés. De même, les techniques *in situ* ou sur terrain peuvent servir à la définition des zones ou des couches stratigraphiques de terrain les plus propices pour les prélèvements et les analyses plus détaillées pour caractériser des zones d'intérêt. Elles permettent également de procéder à un contrôle des milieux après les travaux de réhabilitation.

Il s'agit généralement de méthodes nécessitant d'être complétées par des méthodes d'analyse normalisées en laboratoire.

⁹ Également, les sondes d'analyses physico-chimiques spécifiques ou multi-paramètres (température, pH, Eh potentiel rédox, conductivité, oxygène dissous, pression atmosphérique,...) entrent dans cette catégorie d'outils de terrain.

Appareillage	Type d'application	Avantages et inconvénients
Fluorescence X	Détection des métaux dans les sols	<ul style="list-style-type: none"> - Temps de réponse court, utilisé sur site - Nécessité d'un opérateur confirmé - Risques d'interférences avec la matrice - Détection au ppm - Limite de détection à étalonner sur site et pouvant être supérieure au niveau recherché
Détecteur à ionisation de flamme (DIF)	Détection semi-quantitative des COVs dans les sols	<ul style="list-style-type: none"> - Résultats immédiats - Possibilités d'utilisation de la chromatographie en phase gazeuse pour identifier des composés spécifiques
Détecteur à photo-ionisation (PID)	Détection de la concentration totale en COVs, en certains composés organiques et inorganiques	<ul style="list-style-type: none"> - Résultats immédiats - facile d'utilisation - Pas de spécificité par composé - Interférences liées à l'humidité ambiante et aux sources électriques (radios) - Ne prend pas en compte le méthane - Détection au ppm
Kits d'analyse	Détection d'éléments spécifiques, de composés chimiques ou familles de composés dans les sols ou les eaux	<ul style="list-style-type: none"> - Résultats rapides - faciles d'utilisation - Adaptabilité possible au besoin de l'utilisateur - Nombre limité de types de kits disponibles - Méthodes semi-quantitatives - Interférences en fonction des composés présents - Interprétation colorimétrique de la réponse - Nécessité de validation préalable
Détecteur de radiations	Détection de types de radiation dans les sols et les déchets	<ul style="list-style-type: none"> - Facile d'utilisation - coût réduit - Existence de sondes spécifiques et combinées, selon les radiations à détecter (alpha, bêta, gamma) - Grande variété au niveau des limites et unités de détection - Interprétation délicate

Tableau 16 : Méthodes de criblage de terrain (EPA, 1991)



A. Les méthodes géophysiques

La géophysique est un outil de reconnaissance des sites qui donne, à partir de la surface du sol, des images des formations géologiques souterraines grâce aux grandeurs physiques qui les caractérisent. Les différentes techniques géophysiques ont été développées pour la recherche de pétrole ou de minerais, ainsi que pour la géotechnique.

Dans le domaine de l'environnement, et plus particulièrement celui du diagnostic des éventuelles pollutions, les techniques géophysiques trouvent quatre principaux champs d'application :

- la recherche de sources de pollution (exemples : présence de canalisations ou d'objets ou de volumes de déchets enfouis), quand on ne dispose pas de l'information par l'étude historique,
- la recherche de fuites dans un système d'étanchéité (contrôle de l'homogénéité, de discontinuités ou de fissurations dans une couverture ou un fond de décharge...),
- la détection de pollutions des sols ou des eaux souterraines (pollution saline ou par hydrocarbures essentiellement) afin d'en délimiter la localisation,
- la recherche d'écoulements souterrains.

Les techniques les plus fréquemment utilisées sont (Tableau 17) :

- la méthode électrique par résistivité, ou par induction électromagnétique (EM),
- la méthode électromagnétique radar ou radar géologique,
- la magnétométrie,
- la gravimétrie,
- la sismique.

Groupe de méthodes	Paramètre physique étudié	Champ mesuré
Gravimétrie	Densité	Pesanteur
Sismique	Vitesse et/ou impédance acoustique des ondes mécaniques	Temps de trajet et amplitude des signaux transmis
Électrique en courant continu	Résistivité	Différence de potentiel
Magnétisme	Susceptibilité magnétique	Champ magnétique terrestre
Electromagnétisme	Résistivité et/ou constante diélectrique	Champ magnétique Champ électrique
Radioactivité	Radioactivité des roches	Nombre d'événements

Tableau 17 : Principales méthodes d'investigations par géophysique

Le choix d'une méthode géophysique et du programme technique ne peut être établi qu'après examen du problème posé, des conditions géologiques et des conditions d'environnement local. Celui-ci doit conduire à retenir le ou les paramètres physiques susceptibles de présenter un contraste suffisant pour répondre à l'objectif fixé.

Parmi les plus grandes contraintes d'emploi de ces méthodes géophysiques, on peut relever:

- la résistivité du bruit de fond naturel qui peut masquer une résistivité anormale due à une pollution par des hydrocarbures,
- la présence d'argiles dans le substratum du site étudié, ou d'un niveau d'eau proche du sol qui réduit considérablement la profondeur de pénétration de certaines techniques (ex. : radar géologique),
- une activité humaine générant des sources électriques ou magnétiques.

Dans tous les cas, les résultats devront ensuite être confirmés par des investigations complémentaires (sondages, fouilles, prélèvements et analyses de sol).

Pour en savoir plus :

ADEME - Guide "Détection et caractérisation appliquées aux sites pollués / Investigation géophysiques et mesures des polluants sur site". Référence 2208, éditions ADEME, 1997.

AFNOR - Fascicule FD X31-611-2 "Qualité du sol - Méthodes de détection et de caractérisation des pollutions - Partie 2 : guide général pour l'utilisation de méthodes géophysiques en criblage de terrain", Août 1999.



Appareillage	Type d'application	Avantages et Inconvénients
Radar géologique	<ul style="list-style-type: none">- Détection d'anomalies souterraines (lithologie ou objet enterré)- Profondeur d'investigation variable, entre 0 et 15 m selon la nature des terrains.	<ul style="list-style-type: none">- Haute résolution- Génération de profils de mesures en continu- Possibilité de quadriller une zone rapidement- Meilleurs résultats par temps sec et dans les sols sableux (les sols argileux et/ou saturés en eau interfèrent et limitent la profondeur de pénétration)- Interprétation nécessitant l'intervention de géophysiciens confirmés.
Magnétomètre	<ul style="list-style-type: none">- Détection de la présence et de l'extension de matériaux ferromagnétiques dans les sols superficiels (bidons de 200 l identifiables à 3 m).	<ul style="list-style-type: none">- Facile et rapide d'utilisation- Outil très adapté pour un état initial- lectures affectées par la proximité de structures en acier- Interprétation nécessitant l'intervention de géophysiciens confirmés.
Conductimètre	<ul style="list-style-type: none">- Détection des variations de conductivité électrique du sol (couches lithologiques, fluides, objets enterrés)- Profondeur d'investigation variable en fonction des appareils (0 à 30 m).	<ul style="list-style-type: none">- Collecte de données rapide- Possibilité de délimiter à grande échelle une contamination organique et inorganique des fluides de sous-surface- Interférences liées à la présence de structures- Réalisation et interprétation nécessitant l'intervention de géophysiciens confirmés.
Electro-magnétisme avec sources très éloignées (Very Low Frequency : V.L.F.)	<ul style="list-style-type: none">-Détection des variations de conductivité électrique en surface et sous-surface par la déformation des ondes à très basses fréquences- Profondeur d'investigation jusqu'à 30 m.	<ul style="list-style-type: none">Utilisation de longues ondes radios (utilisées en communication - 10 à 30 kHz)- Utilisation des émetteurs radios existants- Possibilités de problèmes directionnels- Interprétation nécessitant l'intervention de géophysiciens confirmés.
Résistivimètre	<ul style="list-style-type: none">-Détection des variations de résistivité électrique dans des matériaux superficiels (lithologie, objets enterrés, fluides, structures...)- Résolution verticale à des profondeurs de l'ordre de 30 m.	<ul style="list-style-type: none">- Détection de variations verticales et horizontales- Travail difficile- Risques d'interférences- Interprétation nécessitant l'intervention de géophysiciens confirmés.

Tableau 18 : Avantages et inconvénients des techniques géophysiques (d'après EPA, 1991)

B. Les méthodes de mesures des gaz du sol

Dans certains cas, il peut être utile de procéder à des mesures de l'air interstitiel du sol, en particulier lorsqu'une source de substances volatiles est enfouie dans le sous-sol, ou contenue dans la nappe. Dans ce cas, une prospection par l'air du sol peut permettre de circonscrire la zone concernée, et d'établir une stratégie d'échantillonnage ciblée de la source.

En effet, la mesure des gaz dans les sols a été développée pour la détection de gisements pétrolifères de faible profondeur, puis pour la recherche de minerais uranifères (détection du radon), de ressources en eau minérale, thermique ou géothermale. L'application en environnement, pour la délimitation de panaches de pollution dans les nappes souterraines ou la détection de pollutions du sous-sol, est plus récente. Les plus couramment recherchés sont les Composés Organiques Volatils (COV), le méthane (CH₄), le dioxyde de carbone (CO₂), l'anhydride sulfureux (H₂S), et les hydrocarbures.

Cette technique, basée sur la mesure des substances volatiles dans l'atmosphère des sols, est essentiellement utilisée pour détecter des pollutions peu profondes. Les substances organiques volatiles, dissoutes dans l'eau souterraine ou présentes dans les sols, peuvent migrer dans l'atmosphère du sol, en fonction de leur pression de vapeur et de leur solubilité.

Au vu des expériences menées, il apparaît que la mesure des gaz dans les sols présente un certain nombre d'avantages (rapidité d'obtention des résultats, facilité d'utilisation, peu de perturbation du site...) dans certains contextes géologiques. Cependant, il convient de rappeler :

- qu'il s'agit d'une méthode indirecte de mesure de la pollution des sols,
- que les concentrations en gaz sont variables dans le temps et l'espace,
- que les résultats peuvent être conditionnés par un grand nombre de paramètres, tels que la profondeur de prélèvement des échantillons, les conditions climatiques locales, la compatibilité des substances avec la méthode, celle des caractéristiques du sol avec la technique.

a) Procédure d'échantillonnage

Les objectifs de délimitation d'un panache de pollution ou de localisation d'une source de pollution d'un sol étant différents, il conviendra d'adapter le programme d'échantillonnage à ceux-ci, en termes de densité, de répartition et de profondeur des points de prélèvements.

Différents facteurs spécifiques au sol, comme sa teneur en carbone organique (constituant du sol favorisant l'adsorption du polluant), sa teneur en eau, sa porosité, sa perméabilité, jouent un rôle sur la diffusion des polluants gazeux dans le sol.

De même, certains paramètres climatologiques (pression atmosphérique, température du sol, précipitations) pouvant faire varier les concentrations des gaz contenus dans un sol à faible profondeur (0 à 2 m environ), il convient donc, et ce bien que les cinétiques de propagation de gradients de pression et de température ou l'infiltration d'eau soient lentes, de prélever tous les échantillons dans les mêmes conditions météorologiques et dans le plus court laps de temps possible.



b) Technique de prélèvement

Le prélèvement d'échantillon de gaz dans le sol peut être réalisé par :

- insertion d'une canne sonde dans le sol, d'une sonde pénétrométrique ou réalisation d'un réseau de micro piézomètres ou d'"aiguilles" avec extraction par pompage et récupération du gaz en surface dans une seringue ou un adsorbant (méthode active ou dynamique),
- ou enterrement d'un adsorbant dans le sol pendant quelques heures ou quelques jours, recueil de celui-ci, transport au laboratoire pour analyses après désorption thermique ou extraction chimique (méthode passive).

Les différentes méthodes peuvent être classées par ordre de fiabilité croissante : méthode dynamique - analyse directe, méthodes par adsorption, méthode dynamique - stockage de gaz en leur état naturel (adsorption sur les sacs, porosité de ces derniers).

c) Analyse des gaz

Après la collecte des échantillons, ceux-ci peuvent être analysés :

- **soit sur site** (tubes colorimétriques, chromatographie en phase gazeuse portable (détecteurs par ionisation de flamme ou FID (Flamme Ionisation Dectector), par photoionisation ou PID (Photo Ionisation Detector), par capture d'électrons ou ECD...), infrarouge,
- **soit en laboratoire** pour les gaz adsorbés sur charbon actif, tenax, graphite, silice, résines (après désorption thermique ou chimique), ou, pour les gaz conditionnés en ampoules, sacs..., par chromatographie en phase gazeuse (détecteurs par ionisation de flamme, par capture d'électrons ou par photo-ionisation), ou par spectrométrie de masse.

d) Interprétation des résultats

L'interprétation des résultats analytiques doit être nécessairement réalisée en tenant compte des conditions géologiques, climatiques, physico-chimiques du site étudié. En effet, s'agissant d'une méthode "indirecte", l'utilisation des résultats bruts est à proscrire. Selon les techniques utilisées, différents types de traitement des données pourront être utilisés : cartographie des gaz détectés, cartographie des teneurs détectées, cartographie des flux mesurés, profil de concentration.

Appareillage	Type d'application	Avantages et Inconvénients
Ionisation de flamme	Détection semi-quantitative des COV dans les sols	<ul style="list-style-type: none"> - Résultats immédiats - Possibilités d'utilisation de la chromatographie en phase gazeuse pour identifier les composés spécifiques, - Détection des COV uniquement - Détection au ppm.
Photo-ionisation	Détection de la concentration totale dans les sols en COV et en certains composés organiques et inorganiques	<ul style="list-style-type: none"> - Résultats immédiats - Facile d'utilisation - Pas de spécificité par composé - Interférences liées à l'humidité ambiante et aux sources électriques (radios) - Ne prend pas en compte le méthane - Détection au ppm.
Tube colorimétrique	Détection d'éléments spécifiques, de composés ou de familles de composés dans les sols	<ul style="list-style-type: none"> - Résultats rapides - Faciles d'utilisation - Adaptabilité possible au besoin de l'utilisateur, - Nombre limité de types de kits disponibles - Méthodes semi-quantitatives - Interférences en fonction des produits présents - Interprétation colorimétrique de la réponse - sujet à erreur - Nécessite des expérimentations préalables en vraie grandeur.

Tableau 19 : Méthodes analytiques des gaz du sol sur site

Pour en savoir plus :

ADEME - Guide "Détection et caractérisation appliquées aux sites pollués / Investigation géophysiques et mesures des polluants sur site". Référence 2208, éditions ADEME, 1997.

AFNOR - Fascicule FD X31-611-1 "Qualité du sol - Méthodes de détection et de caractérisation des pollutions - Partie 1 : guide général pour les analyses des gaz des sols in situ employées en criblage de terrain", Juillet 1997.

AFNOR - Norme ISO 10381-7 "Échantillonnage - Partie 7 : lignes directrices pour l'investigation et l'échantillonnage des gaz du sol", septembre 2005.

AFNOR - Norme expérimentale XP X31-612 "Qualité du sol - Méthodes de détection et de caractérisation des pollutions - Mesure in situ des COV dans les gaz du sol et du sous-sol d'un site", Novembre 1997.

AFNOR - Norme expérimentale XP X31-613 "Qualité des sols - Méthodes de détection et de caractérisation des pollutions - Prélèvement dynamique des gaz dans les sols en vue d'un criblage de terrain", Novembre 1997.



C. Les méthodes de laboratoires adaptées au terrain

a) Les immuno-tests

Le principe de base des immuno-tests (ou tests ELISA) repose sur la propriété de reconnaissance spécifique des antigènes par les anticorps. L'antigène est le polluant organique recherché. L'anticorps du polluant recherché se lie spécifiquement au polluant. L'anticorps immobilisé à la surface d'un support (plaque-test ou tube) est mis en présence d'un mélange de l'échantillon à analyser et d'un réactif qui contient un analogue de l'analytique greffé à un marqueur et qui est introduit en quantité précise. L'anticorps peut se lier soit au polluant recherché, soit à cet analogue marqué. Après compétition des différents composés du mélange pour l'anticorps, l'excès de molécules non fixées à la phase solide est éliminé par lavage. On mesure ensuite la quantité de marqueur fixé. On emploie, pour cela une réaction enzymatique qui transforme un substrat incolore en un produit de réaction coloré. La coloration développée se mesure à l'aide d'un photomètre et est inversement proportionnelle à la concentration du polluant dans l'échantillon.

L'analyse peut être réalisée directement à partir d'un prélèvement dans les eaux ou suite à une extraction dans les sols.

Des tests ont été développés sous forme de kits pour identifier certains pesticides, les PCB, les HAP, les chlorophénols (particulièrement le pentachlorophénol), les nitroaromatiques (TNT) et les hydrocarbures pétroliers aromatiques ou non.

Les avantages de l'utilisation de ces tests sont qu'ils sont rapides d'emploi, peu coûteux, relativement sensibles mais semi-quantitatifs. Parmi les inconvénients de cette technique, on peut citer leur sensibilité aux interférences au sein d'une même famille de produits et une mauvaise réponse aux fortes valeurs en concentration.

Pour en savoir plus :

ADEME - Guide "Détection et caractérisation appliquées aux sites pollués / Investigation géophysiques et mesures des polluants sur site". Référence 2208, éditions ADEME, 1997.

AFNOR - Norme FD X31-610 "Qualité du sol - Méthode de détermination semi-quantitative des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les sols - Guide de sélection et d'utilisation des kits de dosage immunoenzymatique", Novembre 1997.

b) Les kits colorimétriques

Les kits de dosages chimiques utilisables sur le terrain font partie des techniques de mesures par colorimétrie. Le principe consiste à provoquer sur un liquide prélevé directement ou obtenu après une phase extraction sur un sol et à l'aide d'un réactif, une réaction chimique se manifestant par une coloration proportionnelle à la concentration de l'élément dosé. Le dosage s'effectue par comparaison visuelle avec une échelle de couleurs de référence, soit par mesure d'absorption lumineuse (photométrie) après étalonnage de l'appareil, ou encore, sans réactif, à l'aide d'électrodes spécifiques.

Il existe sur le marché de nombreux kits par colorimétrie/photométrie pour mesurer dans l'eau les ions majeurs, les paramètres du type pH, DCO, dureté, ainsi que les polluants métalliques, hydrocarbures, cyanures, phénols, PCB...

c) Les méthodes spectrométriques portables

Ce groupe de méthode inclut les spectromètres à fluorescences X pour l'analyse élémentaire, les spectromètres infrarouges pour l'analyse des gaz et des vapeurs organiques et les techniques de chromatographie gazeuse avec des détecteurs à photo-ionisation (PID) ou à conductivité thermique ou encore couplées à la spectrométrie de masse pour l'analyse des polluants organiques et semi-volatils.

L'échantillonnage visant à caractériser les sols peut s'appuyer sur l'utilisation de spectromètres portables sur le terrain (par exemple : les spectromètres portables de fluorescence X (FPXRF : Field Portable X-Ray Fluorescence)).

L'utilisation de ce type d'appareil permet de simplifier la méthodologie en diminuant considérablement les temps d'attente entre les différents niveaux d'investigation envisageables :

- Étude préliminaire,
- Investigation légère du site,
- Investigation approfondie, et, le cas échéant, la délimitation des zones à traiter.

En effet, les temps d'acquisition de la mesure sont relativement courts (quelques minutes), et il est possible de fusionner toutes ces étapes en une seule.

Suivant l'état du terrain, les mesures peuvent être réalisées in situ ou on site.

Pour en savoir plus :

ADEME - Guide "Détection et caractérisation appliquées aux sites pollués / Investigation géophysiques et mesures des polluants sur site". Référence 2208, éditions ADEME, 1997.

Federal Remediation Technology Roundtable (FRTR), US-EPA - Field Sampling and Analysis Technologies Matrix Version 1.0 : www.frtr.gov.

US-EPA - "Method 6200 : Field portable X-Ray fluorescence spectrometry for the determination of elemental concentrations in soil and sediment".

US-EPA - Technology Innovation Program CLU-IN, Field Analytic Technologies : <http://clu-in.org/char/technologies/>





ANNEXE G : Le choix d'un laboratoire

Le lecteur pourra utilement se référer au "Guide Méthodologique pour l'analyse des sols pollués"¹⁰. Ce guide fait le point sur les différentes substances potentiellement polluantes et les techniques disponibles pour les analyser. Les principales familles de contaminants recherchés dans les sols sont présentées (métaux lourds, hydrocarbures aromatiques, hydrocarbures halogénés, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), dioxines et furannes, polychlorobiphényles, phénols, pesticides, etc.). Un schéma de démarche générale est également proposé pour les analyses de polluants dans les sols ; sont abordés le prélèvements et les méthodes de préparation des échantillons, les méthodes d'analyse des composés organiques (chromatographie en phase gazeuse : CG, chromatographie liquide : LC) et inorganiques (spectrométrie d'absorption atomique à flamme : AAS, de fluorescence atomique et à four graphite GFAAS, plasma à couplage inductif ICP, avec spectrométrie de masse ICP/MS), les tests écotoxicologiques, les méthodes de terrain et les méthodes in situ en développement, ainsi que l'assurance qualité et l'accréditation des laboratoires. La plupart des informations mises à jour et présentées ci-dessous sont issues de ce guide.

A. Assurance qualité

Tous les laboratoires sélectionnés devront pouvoir prouver qu'ils travaillent selon le système d'assurance qualité défini dans la norme EN ISO/IEC 17025 "Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais, septembre 2005" et suivent une démarche de bonnes pratiques de laboratoire (BPL) qui permettent de garantir la haute qualité des études effectuées.

Les principaux domaines couverts par les BPL sont :

- l'équipement des laboratoires et le personnel spécialisé,
- le programme de contrôle de qualité,
- les installations,
- l'appareillage, le matériel et les réactifs,
- les systèmes de test,
- les substances de référence,
- les modes opératoires standards,
- l'exécution de l'étude,
- la rédaction des résultats de l'étude,
- l'archivage et la conservation des dossiers et des études.

¹⁰ Ce document est librement téléchargeable sur le site internet : <http://www.sites-pollues.ecologie.gouv.fr>

Il faudra de plus vérifier l'accréditation du laboratoire pour les analyses demandées. En France, les accréditations sont délivrées par le COFRAC¹¹ pour tout ou partie des essais mentionnés dans les programmes d'accréditation. Les programmes susceptibles d'être concernés par les investigations de terrain entre autres sont pour différents milieux :

- Programme 97 : Prélèvements et analyses des polluants atmosphériques à l'émission et dans l'air ambiant :
- Programme 99 : Analyse de contaminants chimiques chez les animaux, dans leurs produits et les denrées alimentaires destinées à l'homme et aux animaux,
- Programme 100 : Analyse des eaux,
- Programme 134 : Analyse des sols en relation avec l'environnement,
- Programme 156 : Analyse des boues et des sédiments.
-

Toutes les étapes du conditionnement des échantillons sur site jusqu'à l'archivage en passant par la conservation et l'analyse doivent être traçables. Les bulletins d'analyse d'étalons ou de solutions standard, la méthode analytique utilisée, les limites de quantification et de détection devront pouvoir être réclamées.

Les limites de quantifications sont fonction pour partie de la technique analytique utilisée, pour partie de la technicité du laboratoire, mais également des échantillons analysés. Ainsi, des composés présents dans l'eau, les sols, les déchets,... autres que ceux à analyser peuvent modifier les limites de quantification en créant un bruit de fond analytique. Ces limites sont particulièrement sensibles pour des composés dont les seuils de quantification sont proches des seuils de réhabilitation demandés.

L'envoi de blanc¹², de doublons (ou duplicats) et de solutions et/ou sols certifiées permet d'avoir un bon contrôle du laboratoire d'analyse sélectionné. L'envoi d'échantillon en double vers deux laboratoires différents permet également un contrôle des résultats.

La

Figure 24 ci-dessous résume les principales étapes d'une analyse d'un sol, avec pour chacune des étapes, des informations sur les sources d'erreurs potentielles

¹¹ Grâce aux accords multilatéraux (*Multilateral agreements*) dont le Cofrac est signataire, une accréditation obtenue en France peut être reconnue en Europe et dans le monde et inversement. Mais attention, pour que la reconnaissance puisse jouer, il faut que la prestation concernée soit bien comprise dans le champ de l'accréditation et que le rapport ou le certificat porte le logo de l'organisme d'accréditation et fasse explicitement référence à l'accréditation de l'émetteur. La liste des accords de reconnaissance est disponible sur le site COFRAC <http://www.cofrac.fr/fr/international/accords.htm>.

¹² Différents types de blanc qui doivent faire partie intégrante du contrôle qualité d'une analyse (estimation du biais, de la précision...):

- **Blanc d'équipement** : Utilisé pour vérifier la propreté des équipements de prélèvement de terrain.
- **Blanc de terrain** : Matériau utilisé sur le site, pendant et sur l'emplacement des prélèvements et échantillonnages, pour déterminer si l'un des polluants présents sur le site a pu fausser l'intégrité des échantillons prélevés.
- **Blancs de laboratoire** : Matériaux utilisés pour tester la méthode, l'appareillage et les réactifs de laboratoire en termes d'interférence ou de pollution.



Il est important de rappeler qu'une des plus fréquentes sources d'erreurs ne fait pas partie du processus analytique : il s'agit des **erreurs d'échantillonnage**, qui affectent la représentativité d'un résultat analytique par ailleurs exact. Elles comprennent notamment :

- les erreurs de stratégie d'échantillonnage (point non représentatif du secteur prélevé),
- les erreurs de technique d'échantillonnage (échantillon non représentatif du point prélevé). Parmi celle-ci, on peut citer pour un sol (liste non limitative) :
 - ◆ un prélèvement aérant le sol et favorisant le dégazage des polluants volatils,
 - ◆ la dilution du polluant dans un sol par une masse trop importante de constituants inertes,
 - ◆ une répartition fautive entre fines et fragments plus grossiers.

On note à cette occasion qu'il est important de connaître la position des polluants par rapport à la matrice (superficiel sur les particules de sol, associé aux fines, etc), voire sa phase porteuse. A ce titre, une analyse granulométrique puis une observation préalable des différents faciès minéralogiques constituant les échantillons solides par microscopie optique ou électronique à balayage peuvent être pertinentes.

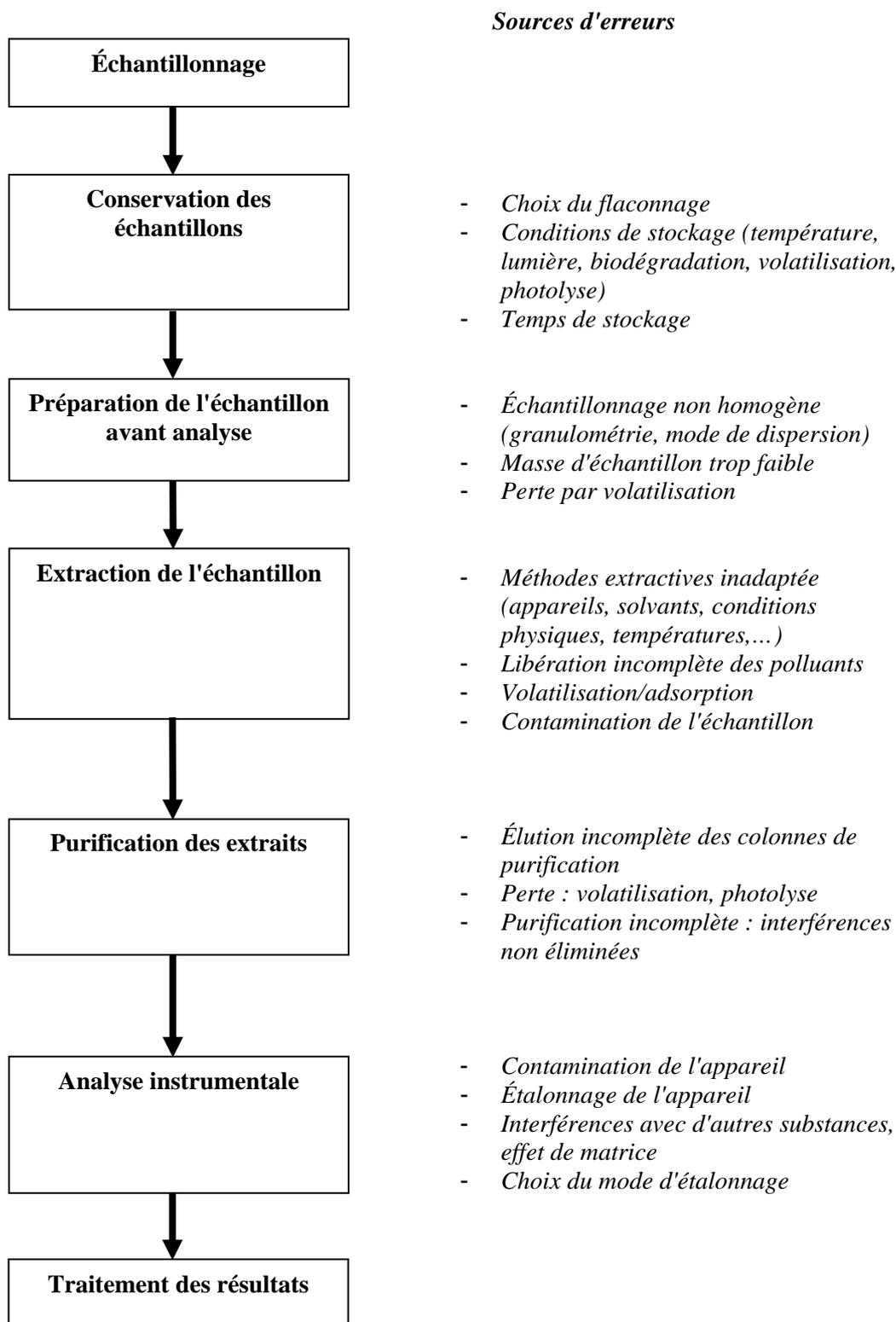


Figure 24 : Sources d'erreurs au cours du processus analytique



B. Choix de la technique analytique

La liste des composés à analyser est à adapter en fonction de la situation examinée. Le choix des composés recherchés sera expliqué dans l'étude d'investigation de terrain et il pourra être revu à mesure de l'avancement des diagnostics.

Dans un premier temps, on pourra réaliser des analyses de quantification globale des composés sans distinction de leur spéciation. Des analyses plus approfondies pourront ensuite être envisagées pour caractériser les formes chimiques précises ou les degrés d'oxydation des éléments chimiques (spéciation des métaux par exemple) afin d'affiner le schéma conceptuel et les démarches de gestion du site à mettre en oeuvre.

Plusieurs techniques analytiques sont parfois possibles pour un certain nombre de polluants, avec des limites de quantifications et/ou de détection qui seront donc variables en fonction des méthodes de préparation, de mise en solution ou de l'extraction et de l'équipement instrumentale mises en oeuvre.

C. Préparation des échantillons

Le laboratoire doit préparer une quantité d'échantillon représentatif et suffisant pour l'analyse. Il appliquera les méthodes de préparation les mieux adaptées aux déterminations demandées sur les échantillons et selon les protocoles indiqués dans les normes. En particulier :

- Pour **un échantillon d'eau** : les échantillons troubles peuvent parfois contenir des particules issues de l'échantillonnage. Ces eaux doivent être débarrassées dans la mesure du possible de telles particules, sans pertes substantielle de polluant afin d'éviter tout artefact dans l'analyse. Pour les polluants inorganiques, ceci peut s'effectuer par filtration avec un filtre membrane inerte. Pour l'analyse des composés organiques et de substances volatiles, il convient de renoncer à toute filtration ou centrifugation. Il est recommandé de laisser reposer l'échantillon (décantation) avant le prélèvement de la phase étudiée pour analyse.
- Pour **un échantillon solide** (sols, sédiments, boues, déchets,...) : le séchage des échantillons peut être réalisé pour les composés majeurs et minéraux traces de la façon suivante :
 - ◆ à l'air à température ambiante,
 - ◆ à l'étuve à basse température (à 40°C maximum),
 - ◆ au moyen d'un lyophilisateur.

Attention : des pertes importantes peuvent se produire pendant cette phase de séchage pour les produits volatils dont le point d'ébullition est bas.

Les échantillons seront ensuite broyés jusqu'à la granulométrie souhaitée (2 mm ou moins) avant analyse. L'estimation de la teneur totale à partir de l'analyse de la fraction fine n'est tolérée que si le broyage de l'échantillon entraînerait une perte de polluant ou un risque de contamination.

Références normatives :

AFNOR - Norme NF ISO 11464 (décembre 2006) : Qualité du sol - Prétraitement des échantillons pour analyses physico-chimiques. Indice de classement X31-412.

AFNOR - Norme NF ISO 14507 (septembre 2007) : Qualité du sol - Prétraitement des échantillons pour la détermination des contaminants organiques. Indice de classement X31-425.

AFNOR - Norme NF X31-107 (septembre 2003) : Détermination de la distribution granulométrique des particules du sol - Méthode à la pipette.

D. Méthode d'extraction des polluants et mise en solution

L'extraction des échantillons a pour but premier de mettre en solution les substances avant analyse. A cette étape, correspond la notion de taux de recouvrement (ou d'extraction) qui peut être défini comme l'efficacité de l'extraction des analytes de la matrice solides. Le taux de recouvrement est généralement obtenu en utilisant un matériau de référence certifié. Il est à noter que ce taux de recouvrement est lié non seulement à la technique d'extraction utilisée, mais aussi à la composition physico-chimique du sol. Il est reconnu, par exemple, que les polluants présents dans un sol ayant une forte teneur en argile seront plus difficiles à extraire que dans un sol plutôt sablonneux. Il existe différentes méthodes d'extraction :

- **La minéralisation par attaques acides pour les éléments métalliques :** pour la détermination des éléments métalliques contenu dans un échantillon solide, les laboratoires peuvent en fonction de la demande et de l'objectif de la mesure, choisir le mode de digestion (ou d'extraction) le mieux adapté, une attaque total (acides fluorhydrique et perchlorique), une attaque pseudo-totale (eau régale), une extraction avec un agent complexant (EDTA, DTPA) ou avec un produit d'extraction faible (solutions salines ou de l'eau).

Références normatives :

AFNOR - Norme NF ISO 11466 (juin 1995) : Qualité du sol - Extraction des éléments en traces solubles dans l'eau régale. Indice de classement X31-415.

AFNOR - Norme NF ISO 14869-1 (août 1996) : Qualité du sol - Mise en solution pour la détermination des teneurs élémentaires totales - Partie 1 : mise en solution par l'acide fluorhydrique et l'acide perchlorique. Indice de classement X31-428-1.

AFNOR - Norme NF ISO 14869-2 (novembre 2002) : Qualité du sol - Qualité du sol - Mise en solution pour la détermination des teneurs élémentaires totales - Partie 2 : mise en solution par fusion alcaline. Indice de classement X31-428-2.

AFNOR - Norme NF ISO 14870 (mars 2002) : Qualité du sol - Extraction des éléments en traces par une solution tamponnée de DTPA. Indice de classement X31-427.

AFNOR - Norme NF 31-147 (juillet 1996) : Qualité du sol - Sols, sédiments - Mise en solution totale par attaque acide.



- La méthode de l'espace de tête (dynamique ou statique) dite "Purge & Trap" pour les composés organiques volatils

Références normatives :

AFNOR - Norme NF ISO 15009 (février 2003) : Qualité du sol - Détermination par chromatographie en phase gazeuse des teneurs en hydrocarbures aromatiques volatils, en naphthalène et en hydrocarbures halogénés volatils - Méthode par purge et piégeage avec désorption thermique. Indice de classement X31-426.

US EPA Method 5030 " Purge-and-Trap Extraction".

US EPA Method 8260b "Volatile organic compounds by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)".

- Les méthodes d'extraction solide/liquide ou liquide/liquide suivantes pour les composés organiques semi-volatils ou non volatils :
 - ◆ la méthode soxhlet avec une variante, la méthode soxtec,
 - ◆ l'agitation mécanique,
 - ◆ l'extraction par ultrasons,
 - ◆ l'extraction accélérée par solvants à haute température sous pression,
 - ◆ l'extraction assistée par micro-ondes,
 - ◆ l'extraction par fluide supercritique.

Références normatives :

US EPA Method 3510 " Separatory Funnel Liquid-Liquid Extraction "

US EPA Method 3520 " Continuous Liquid-Liquid Extraction "

US EPA Method 3540 "Soxhlet extraction "

US EPA Method 3541 "Automated soxhlet extraction"

US EPA Method 3545 "Pressurized fluid extraction (PFE)

US EPA Method 3550 "Sonication extraction"

E. Méthodes analytiques

Ces limites de quantification dans les tableaux ci-après sont données à titre indicatif, en effet selon la nature de la matrice (eau et sol) considérée, ces limites peuvent être modifiées. Des interférences entre certains composés des échantillons à analyser et les composés recherchés peuvent augmenter ces limites de quantification.

Éléments et composés analysés	Référence des méthodes ISO/AFNOR	Principes des méthodes	LQ sol et sédiments	LQ eaux
PH	Matrice solide ISO 10390 (X31-117) Matrice aqueuse NF T 90-008 ISO 10523	Suspension du sol dans l'eau et mesure du PH de l'extrait par mesurage électrochimique	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction	Matrice solide et aqueuse ISO 11271 (X31-557)	Mesurage électrochimique de terrain	-	-
Conductivité électrique spécifique	Matrice solide ISO 11265 (X31-113) Matrice aqueuse NF EN 27888 (T90-031)	Mesurage électrochimique	10 µS/cm	10 µS/cm
Carbone organique total (COT)	Matrice solide ISO 10694 (X31-409) Matrice aqueuse ISO 8245 (T90-031)	Combustion sèche en courant d'oxygène et analyse du CO2 par détection infrarouge	0,5 g C/kg	0,5 mg C/l
Carbone organique	Matrice solide ISO 14235 (X31-419) Matrice aqueuse NF ENV 1484 (T90-102)	Combustion sèche, oxydation sulfochromique et analyse par spectrophotométrie	0,1 g C/ kg	0,05 mg C/l
Azote total (Kjeldahl modifiée)	Matrice solide ISO 11261 (X31-111) Matrice aqueuse NF EN 25663 (T90 110)	Minéralisation en milieu acide suivie d'une détermination quantitative de l'ammoniac par titrimétrie	0,1 g NH4/kg	1 mg NH4/l
Azote ammoniacal	Matrice solide ISO 14256-1 ou -2 Matrice aqueuse NF T90 015-1	Dosage par colorimétrie ou par titrimétrie	50 mg N/kg	0,05 mg N/l
Phosphore soluble	Matrice solide ISO 11263 (X31-403) Matrice aqueuse ISO 6878 (T90 023)	Solubilisation des formes phosphorées par une solution d'hydrogencarbonate de sodium et dosage final de la solution par spectrophotométrie	0,1 g P/kg	0,01 mg P/l
Soufre total	Matrice solide ISO 15178 (X31-429)	Combustion sèche et dosage du dioxyde de soufre par détection infrarouge	0,1 g S/kg	-
Sulfates	Matrice solide ISO 11048 (X31-402) Matrice aqueuse ISO 10304-1 (T90-042) ISO 10304-2 (T90-046)	Solubilisation en milieu acide chlorhydrique et analyse par méthode gravimétrique ou analyse par chromatographie des ions en phase liquide	10 mg SO4/kg	1 mg SO4/l
Teneur pondérale en matière sèche et en eau	Matrice sol ISO 11465 (X31-102) Matrice aqueuse T90-029	Perte de masse à 105 °C	0,1 % en masse	0,1 % en masse
Cyanures totaux	Matrice sol ISO 11262 (X31-147) Matrice aqueuse ISO 14403 (T90-081)	Décomposition des cyanures complexes en milieu acide sulfurique et analyse des cyanures sous forme libre par spectrophotométrie	0,5 mg CN/kg	0,01CN mg/l
Teneur en carbonate	Matrice sol ISO 10693 (X31-105)	Détermination volumétrique du dioxyde de carbone dégagé, par action d'un acide fort sur l'échantillon	-	-

Tableau 20 : Synthèse des méthodes applicables pour l'analyse de sol et de l'eau : paramètres de base



Éléments et composés analysés	Référence des méthodes ISO/AFNOR	Principes des méthodes	LQ sol et sédiments	LQ eaux
Métaux en traces solubles dans eau régale cadmium, chrome, cobalt, cuivre, plomb, manganèse, nickel et zinc	Méthode d'extraction ISO 11466 (X 31-415) Matrice solide ISO 11047	Attaque à l'eau régale et analyse des métaux dans la solution d'attaque par spectrométrie d'absorption atomique	1-10 mg/kg selon les éléments	-
Métaux avec mise en solution totale cadmium, chrome, cobalt, cuivre, plomb, manganèse, nickel et zinc	Méthode d'extraction X 31-147 ou ISO 14869-1 ou ISO 14869-2 Matrice solide ISO 11047	Attaque par un mélange acide fluorhydrique/perchlorique et analyse des métaux dans la solution d'attaque par spectrométrie d'absorption atomique	1-10 mg/kg selon les éléments	-
Métaux avec mise en solution totale aluminium, antimoine, arsenic, baryum, béryllium, bismuth, bore, cadmium, calcium, chrome, cobalt, cuivre, fer, plomb, lithium, magnésium, manganèse, molybdène, nickel, phosphore, potassium, sélénium, silicium, argent, sodium, strontium, soufre, étain, titane, tungstène, vanadium, zinc, zirconium	Méthode d'extraction X 31-147 ou ISO 14869-1 ou ISO 14869-2 Matrice sol ISO 22036 (X31-420PR) Matrice aqueuse ISO 11885 (T90-136)	Attaque par un mélange acide fluorhydrique/perchlorique et analyse de 33 éléments métalliques dans la solution d'attaques par spectroscopie d'émission atomique avec plasma couplé par induction (ICP)	1-10 mg/kg selon les éléments	1-50 µg/l selon les éléments
Métaux à très faibles teneurs argent, aluminium, arsenic, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, fer, plomb, manganèse, molybdène, nickel, sélénium, étain, titane, vanadium, zinc,	Matrice aqueuse ISO 15586 (T90-119)	Analyse des éléments traces par spectrométrie d'absorption atomique en four graphite	-	0,2 à 2 µg/l selon les éléments
Mercure	Matrice aqueuse ISO 13506 (T90-113-2) ou NF EN 12338 (T90-113-3)	Minéralisation dans de l'acide nitrique conc. ou réduit par une solution de chlorure d'étain puis analyse du mercure dans l'extrait par spectrométrie de fluorescence atomique	0,1 mg Hg/kg	0,2 µg Hg/l
Chrome VI	Matrice aqueuse T90-043	Méthode de dosage du chrome (VI) dans les eaux par spectrométrie d'absorption	1 mg Cr VI/kg	10 µg Cr VI/l

Tableau 21 : Synthèse des méthodes applicables pour l'analyse de sol et de l'eau : substances inorganiques

Éléments et composés analysés	Référence des méthodes ISO/AFNOR	Principes des méthodes	LQ sol et sédiments	LQ eaux
Hydrocarbures aromatiques volatils et hydrocarbures halogénés volatils (COV)	Matrice sol ISO 15009 (X31-426) Matrice aqueuse ISO 15680 (T 90-129) ISO 10301 (T90-125)	Méthodes par chromatographie en phase gazeuse	20-200 µg/kg selon les éléments	0,5-5 µg/l selon les éléments
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	Matrice sol ISO 18287 (X31-170) ISO 13877 (X31-417) Matrice aqueuse ISO 17993 (T 90-090) T 90-115	Méthode par chromatographie en phase gazeuse avec détection par spectrométrie de masse (CG-SM) ou par chromatographie en phase liquide à haute performance.	10-50 µg/kg selon les éléments	0,01-0,05 µg/l selon les éléments
Pesticides chlorés et biphényles chlorés (PCB)	Matrice sol ISO 10382 (X31-118) Matrice aqueuse ISO 6468 (T90-120)	Extraction réalisé à l'aide d'un solvant apolaire, éther de pétrole ou acétone et analyse de l'extrait après purification et concentration par chromatographie en phase gazeuse après extraction liquide-liquide	1-20 µg/kg selon les éléments	0,01-0,1 µg/l selon les éléments
Hydrocarbures totaux, Huiles minérales par CPG	Matrice sol ISO 16703 (X31-431) X 31-410 Matrice aqueuse ISO 9377-2 (T 90-150)	Extraction au solvant et analyse des hydrocarbures de C10 à C40 ou de l'indice hydrocarbure par chromatographie en phase gazeuse ou spectrométrie à l'infrarouge	10-30 mg/kg selon les éléments	50-100 µg/l selon les éléments
Phénols, Chorophénols	Matrice sol ISO 14154 (X31-421) Matrice aqueuse ISO 12673 (T90-126) SO 8165-1 SO 8165-2	Extraction à l'aide d'un solvant acétone/hexane ou toluène à pH acide et analyse par chromatographie en phase gazeuse (CPG) par capture d'électrons (DCE) et détecteur à ionisation de flamme (FID)	1-20 µg/kg selon les éléments	0,01-1 µg/l selon les éléments
Indice phénols	Matrice sol X31-144 Matrice aqueuse T90-109 ISO 14402 (T90-127)	Méthode colorimétrique automatisée avec l' amino-4 antipyrine ou méthode par analyse en flux (FIA et CFA)	0,1 mg/kg	10 µg/l
Benzène et dérivés benzéniques (BTEX), du naphthalène et de divers composés chlorés	Matrice sol ISO 15009 (X31-426) Matrice aqueuse ISO 11423-1 et -2 (T90-155) ISO 15680 (T90-129)	Extraction par purge et piégeage avec désorption thermique et analyse par chromatographie en phase gazeuse	10-50 mg/kg selon les éléments	0,5-10 µg/l selon les éléments

Tableau 22 : Synthèse des méthodes applicables pour l'analyse de sol et de l'eau : substances organiques



F. Essais de comportement

La détermination des teneurs totales en métaux est une donnée importante qui permet d'évaluer le degré de contamination des milieux mais qui ne permet toutefois pas d'appréhender les comportements des polluants dans celui-ci (ce qui fait également référence à la notion de caractérisation du "terme source" dans le schéma conceptuel d'un site). Différents tests de comportement des polluants existent en laboratoire permettant d'évaluer la fraction mobilisable ou bio disponible. Seuls quelques méthodes destinées à évaluer l'effet de la contamination d'un solide sur les eaux souterraines sont évoquées ci-après. Il existe d'autres méthodes normalisées ou non apportant des informations sur les comportements physiques et éco toxicologiques des polluants permettant d'évaluer leurs impacts potentiels sur différents milieux.

a) Test de spéciation

Le terme de spéciation fait référence aux formes spécifiques dans lesquelles un élément chimique se trouve dans une matrice (niveau d'oxydation, formes organométalliques...). L'importance de la spéciation repose sur le fait que l'évaluation de la concentration totale n'est pas suffisante pour déterminer la mobilité et l'impact potentiel environnemental d'une substance métallique. En effet, l'utilisation de la concentration totale comme critère d'évaluation des effets potentiels d'un matériau contaminé sous-entend que toutes les formes d'un élément ont un même impact sur l'environnement, ce qui n'est pas réellement le cas (Tessier et al., 1979). Pour évaluer la répartition et la disponibilité des éléments, les laboratoires sont amenés à déterminer non seulement la teneur totale de chaque élément mais aussi sa forme chimique.

La spéciation des métaux peut être étudiée par l'application :

- de **méthodes physiques** (diffraction aux rayons X, spectrométrie résonance magnétique nucléaire RMN, spectrométrie infrarouge...), nécessitant des équipements analytiques de micro caractérisation minéralogique. Les techniques physiques permettent essentiellement d'observer directement les formes chimiques présentes ou les associations métaux/phases porteuses. La reconnaissance des faciès minéralogiques présents est un moyen de déterminer si la phase cristalline porteuse de l'élément recherché se rencontre normalement ou non dans le milieu naturel,
- et des méthodes chimiques.

Préalablement à la mise en œuvre de ces outils analytiques, **les techniques physiques de fractionnements** (étude de la morphologie des particules, tri granulométrique, séparation densimétrique ou magnétique) constituent le plus souvent une première étape, permettant d'une part d'apporter des informations pertinentes sur les contaminants et leur distribution dans les différents faciès d'un sol et, d'autre part, de préparer des lots pour les techniques analytiques complémentaires.

La spéciation chimique reste la méthode la plus commune. Cette méthode, dite d'extraction séquentielle, est une méthode permettant de déterminer sur quelles phases solides du sol, minérales ou organiques, sont liés les polluants.

Les extractions chimiques séquentielles restent les méthodes les plus communes. Le principe est de soumettre successivement l'échantillon à différents réactifs pour extraire le métal associé aux différentes phases. A chaque étape, la fraction de métal mise en solution par le réactif est quantifiée par des techniques d'analyse chimique classique.

De nombreux schémas d'extraction sont disponibles : ils diffèrent par la nature des réactifs et les durées d'extraction.

Toutefois, les principales fractions chimiques déterminées par l'application de ces nombreux schémas d'extraction, ont pour base commune les fractions définies par le protocole de Tessier et al. (1979). Ce dernier est très fréquemment utilisé dans les études de spéciation. Il permet de définir la répartition de l'élément métallique selon son appartenance aux cinq fractions suivantes :

- la **fraction échangeable** : cette fraction correspond aux constituants impliqués dans les échanges de cations qui sont absorbés sur les argiles, les matières organiques et la matière inerte. Elle représente la partie la plus mobile et biodisponible dans l'environnement,
- la **fraction acido-soluble** : elle correspond aux métaux liés aux carbonates qui se dissolvent avec une diminution de pH,
- la **fraction réductible** : elle contient les métaux associés aux oxydes de fer, d'aluminium et de manganèse, plus ou moins cristallisés, instables en conditions anoxiques provoquées par une diminution du potentiel d'oxydo-réduction,
- la **fraction oxydable** : elle correspond aux métaux liés à la matière organique et aux sulfures qui, en milieu oxydant, se dégradent et relarguent ainsi des métaux,
- la **fraction résiduelle** : elle correspond à la matière piégée dans la matrice cristalline aluminosilicatée des minéraux primaires et secondaires.

Les éléments métalliques solubilisés dans les différentes solutions d'extraction et dans le résidu final sont ensuite dosés par une méthode analytique convenablement choisie, de préférence décrite dans une norme AFNOR en vigueur

Néanmoins, les extractions séquentielles sont largement critiquées pour leur manque de précision et de fiabilité. Elles sont contestables du fait :

- d'un manque de spécificité : les extractants utilisés pour dissoudre une phase peuvent aussi attaquer les métaux présents dans une autre (surtout pour le zinc),
- de la redistribution éventuelle des métaux car les éléments extraits d'une phase peut se ré adsorber ou précipiter dans les différentes phases (surtout pour le plomb et le cuivre),
- de l'absence d'une procédure de contrôle qualité et d'un échantillon de référence pour certifier les résultats obtenus dans le cas du schéma d'extraction séquentielle de Tessier.

Cette technique de spéciation présente des inconvénients certains, mais elle reste à ce jour la seule approche chimique simple de caractérisation de la distribution d'un métal dans un sol, un déchet ou un sédiment. Elle permet d'apprécier la capacité des différents constituants du sol à retenir ou à relarguer des métaux dans leur environnement. Cela peut constituer une première approche de la spéciation qui est complémentaire à des caractérisations directes des phases minérales ou organiques, porteuses des éléments métalliques, par méthodes physiques.

Références : Schéma d'extraction séquentielle de Tessier, schéma du BCR (Bureau communautaire de référence),....



b) Test de lixiviation

Pour appréhender la fraction mobilisable des polluants dans une matrice solide poreuse qui peut être de nature très différente (sols, sédiments, boues, déchets solides,...) en relation avec un milieu de transfère aqueux, différents essais peuvent être mis en œuvre.

Une quantité d'un échantillon représentatif du solide pollué, concassé ou broyé à une granulométrie standard est mis en contact avec un volume d'eau donné (à un pH contrôlé) sous agitation pendant une durée normalisée, de quelques heures à plusieurs jours.

Les éluats sont ensuite analysés selon les méthodes analytiques spécifiques aux polluants recherchés.

Références normatives « déchets » :

AFNOR - Norme NF EN 12457-1 (décembre 2002) : Caractérisation des déchets - Lixiviation - Essai de conformité pour lixiviation des déchets fragmentés et des boues - Partie 1 : essai en bâchée unique avec un rapport liquide-solide de 2 l/kg et une granularité inférieure à 4 mm (sans ou avec réduction de la granularité).

AFNOR - Norme NF EN 12457-2 (décembre 2002) : Caractérisation des déchets - Lixiviation - Essai de conformité pour lixiviation des déchets fragmentés et des boues - Partie 2 : essai en bâchée unique avec un rapport liquide-solide de 10 l/kg et une granularité inférieure à 4 mm (sans ou avec réduction de la granularité).

AFNOR - Norme NF EN 12457-3 (décembre 2002) : Caractérisation des déchets - Lixiviation - Essai de conformité pour lixiviation des déchets fragmentés et des boues - Partie 3 : essai en bâchée double avec un rapport liquide-solide de 2 l/kg et de 8 l/kg pour des matériaux à forte teneur en solides et une granularité inférieure à 4 mm (sans ou avec réduction de la granularité).

AFNOR - Norme NF EN 12457-4 (décembre 2002) : Caractérisation des déchets - Lixiviation - E Essai de conformité pour lixiviation des déchets fragmentés et des boues - Partie 4 : essai en bâchée unique avec un rapport liquide/solide de 10 l/kg et une granularité inférieure à 10 mm (sans ou avec réduction de la granularité).

AFNOR - Norme expérimentale XP CEN/TS 14429 (mai 2006) : Caractérisation des déchets - Essais de comportement à la lixiviation - Influence du pH sur la lixiviation avec ajout initial d'acide/base.

AFNOR - Norme expérimentale XP CEN/TS 14997 (décembre 2006) : Caractérisation des déchets - Essais de comportement à la lixiviation - Influence du pH sur la lixiviation avec contrôle continu du pH.

Références normatives « sols » :

AFNOR - Norme en projet PR NF ISO 18772 (octobre 2006) : Qualité du sol - Lignes directrices relatives aux modes opératoires de lixiviation en vue d'essais chimiques et écotoxicologiques ultérieurs des sols et matériaux du sol.

AFNOR - Norme en projet PR NF ISO 21268-1 (septembre 2004) : Qualité du sol - Modes opératoires de lixiviation en vue d'essais chimiques et écotoxicologiques ultérieurs des sols et matériaux du sol - Partie 1 : essai en bâchée unique avec un rapport liquide/solide de 2 l/kg de matière sèche.

AFNOR - Norme en projet PR NF ISO 21268-2 (septembre 2004) : Qualité du sol - Modes opératoires de lixiviation en vue d'essais chimiques et écotoxicologiques ultérieurs des sols et matériaux du sol - Partie 2 : essai en bûchée unique avec un rapport liquide/solide de 10 l/kg de matière sèche.

AFNOR - Norme en projet PR NF ISO 21268-4 (décembre 2006) : Qualité du sol - Modes opératoires de lixiviation en vue d'essais chimiques et écotoxicologiques ultérieurs des sols et matériaux du sol - Partie 4 : influence du pH sur la lixiviation avec ajout initial d'acide/base.

c) Test de lessivage

Les essais de percolation tendent à simuler les processus auxquels une matrice solide (sols, sédiments, boues, déchets solides,...) est susceptible d'être exposé (précipitation, remontée de la nappe). Le principe réside dans l'établissement d'une circulation par flux ascendant ou descendant d'eau au travers d'une colonne verticale de solide, qui a pour conséquence de conduire à l'extraction de composés organiques et minéraux. Les percolats sont ensuite analysés selon les méthodes analytiques spécifiques aux polluants recherchés.

Références normatives « déchets » :

AFNOR - Norme CEN/TS 14405 (juillet 2005) : Caractérisation des déchets - Essai de comportement à la lixiviation - Essai de percolation à écoulement ascendant (dans des conditions spécifiées).

Références normatives « sols » :

AFNOR - Norme en projet PR NF ISO 21268-3 (septembre 2004) : Qualité du sol - Modes opératoires de lixiviation en vue d'essais chimiques et écotoxicologiques ultérieurs des sols et matériaux du sol - Partie 3 : essai de percolation à écoulement ascendant.

Pour en savoir plus :

Sites Internet où obtenir la mise à jour des référentiels normatifs :

AFNOR : <http://www.afnor.org>

ISO : <http://www.iso.org>

US EPA : <http://www.epa.gov>



Ministère de l'Écologie et du Développement Durable
20, avenue de Ségur - 75302 Paris 07 SP
www.ecologie.gouv.fr