



**COÉLYS**

Études et Mesures Hygiène et Environnement

36-38 Avenue Salvador Allende - Parc Mykonos - Bâtiment F - 60 000 BEAUVAIS

☎ : 03 448 448 60 - 📠 : 03 448 448 90

E-mail : [coelys@coelys.fr](mailto:coelys@coelys.fr) - [www.coelys.fr](http://www.coelys.fr)

# **Méthodologie descriptive d'investigation, de prélèvement, de conditionnement et d'analyse**

## **Matrice sol**

## I. INTRODUCTION

Les investigations de sol peuvent être réalisées dans plusieurs cas de figure. Le plus couramment, elles sont faites dans le cas de déversement accidentel de produit chimique mais également dans le cadre de cessation d'activité.

Bien qu'aucune réglementation n'existe pour ce domaine, des normes et des guides sont cependant disponibles. Les deux documents suivants ont servi pour l'établissement de la présente méthodologie :

- Normes : NF X 31-620-1, -2 et -3 (2011),
- Guide : Diagnostic de site (MEDD 2007).

## II. STRATEGIE D'ÉCHANTILLONNAGE

### II.1. Définition et choix de la stratégie

#### II.1.1. Définition de la stratégie d'échantillonnage

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

Pour chaque zone, il convient de définir :

- La densité d'investigation correspondante,
- Les modalités de réalisation des investigations.

La pertinence du choix d'implantation des prélèvements est d'autant plus aléatoire que les investigations documentaires et visuelles de terrain n'ont pas permis de cerner les zones suspectes.

#### II.1.2. Choix de la stratégie

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

- Évaluation de la tranche superficielle du sol : Pour un usage de type récréatif ou résidentiel, une stratégie d'échantillonnage constituée de prélèvements ponctuels peut être appropriée,
- Évaluation du sol en profondeur : Pour une recherche (identification) d'une source, ou pour délimiter les volumes à excaver ou à traiter. Une approche spécifique basée sur un maillage dans les trois dimensions, et dont la densité dépend du niveau de précision souhaitée, et du niveau de connaissance du site,
- 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 suffisent pour effectuer la vérification. Cependant, si le niveau de connaissance est trop incertain ou si une cartographie de la qualité des sols en surface doit être réalisée, une approche systématique doit être envisagée, éventuellement complétée par une approche ciblée,
- 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 le plus appropriée. Le nombre d'échantillon à réaliser dépend du degré de précision recherchée,
- Travaux d'aménagement : L'existence de source(s) de contamination en surface ou en profondeur peut représenter un risque potentiel. Une approche ponctuelle systématique doit être envisagée, éventuellement guidée en fonction du niveau de connaissance du site.

## II.2. Plan d'échantillonnage

On distingue 2 types d'approches possibles pour établir un plan d'échantillonnage :

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

Ce sont les objectifs recherchés qui permettent de déterminer le type d'approche à retenir en fonction également de la nature et de la fiabilité des informations dont on dispose.

### II.2.1. Plan d'échantillonnage systématique ou aléatoire

Une approche 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 moyen économique importants.

Ci-dessous, quelques exemples de plan d'échantillonnage systématique ou aléatoire sont présentés :

- Échantillonnage aléatoire : Comme son nom l'indique, les points d'échantillonnage sont établis aléatoirement sur le site. 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 termes de pollution, sont inexistantes ou insuffisantes,
- Échantillonnage aléatoire stratifié : Le site est découpé en plusieurs zones puis dans chaque zone un échantillonnage aléatoire est effectué,
- Échantillonnage systématique : Un maillage régulier est réalisé et à chaque intersection, un prélèvement est réalisé. Une approche adaptée pour réaliser un échantillonnage sur des sites de superficie élevée,
- Échantillonnage systématique aléatoire : Dérivé de l'approche précédente. Un maillage régulier est réalisé et au sein de chaque maille un prélèvement est réalisé en un lieu aléatoire. Une approche utile pour évaluer la concentration moyenne en polluant à l'intérieur de chaque maille et déterminer celles qui nécessite un complément d'investigation,
- Échantillonnage systématique stratifié en plan : Le site est découpé en plusieurs zones. Sur chaque zone, un maillage est appliqué. Cette stratégie permet de densifier les points de prélèvement dans certaines zones susceptibles d'être plus particulièrement polluées.

### II.2.2. Plan d'échantillonnage guidé

Quand des informations sont disponibles sur les zones contaminées du site, un plan d'échantillonnage basé sur le jugement 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 l'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.

Des exemples d'échantillonnage guidé sont présentés à suivre :

- Échantillonnage ciblé,
- Échantillonnage avec utilisation de grille : Il peut s'agir de grille circulaire lorsque la source de pollution est ponctuelle et bien localisée,
- Échantillonnage linéaire : S'il s'agit d'une pollution non pas ponctuelle mais linéaire, l'échantillonnage peut se faire à partir de prélèvement régulier répartis le long d'une ou plusieurs lignes parallèles.

## II.3. Densité d'échantillonnage

### II.3.1. Profondeur des échantillons

La concentration en contaminants varie à la fois horizontalement et verticalement, en fonction de la configuration du site, de la nature du sol, du type de polluants et de l'âge de la contamination, de l'existence d'une nappe et de sa profondeur. Dans le cas de sites pollués, la connaissance de l'extension latérale et verticale est primordiale pour définir une source ou pour délimiter les volumes à excaver ou à traiter.

La profondeur des échantillons est également ajustée en fonction de l'objectif recherché.

De manière générique, les profondeurs suivantes sont préconisées en fonction des voies de transfert envisagées :

- Inhalation : 0 à 10 centimètres,
- Ingestion : 0 à 35 centimètres,
- Consommation de plantes cultivées : 0 à 60 centimètres,
- Investigation en profondeur sans informations de migration : 0 - 2 mètres,
- Investigation en profondeur avec présence de cuves enterrées : 0 - 4 mètres.

### II.3.2. Nombre d'échantillons prélevés

Le nombre d'échantillons à prélever est couramment le fruit d'un compromis entre les objectifs de qualité visés, de la surface du site, de la taille de la source recherchée, des contraintes liées au site et du degré de précision souhaité. La plupart du temps, ce compromis est arbitré par le jugement et l'expertise des concepteurs du plan d'échantillonnage.

Le nombre d'échantillons à prélever est donc directement déduit de la stratégie d'échantillonnage, ainsi que les niveaux de profondeur à prospecter.

En première approche générique, nous préconisons en général un échantillon au niveau de chaque tranche distinct investiguée, soit :

- Un échantillon tous les 2 mètres de profondeur, pour les échantillonnages en profondeur,
- Un échantillon par coupe investiguée pour les échantillonnages de sub-surface.

### **II.3.3. 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 ainsi que la distribution d'une substance en 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. Ils sont donc représentatifs de la composition moyenne des échantillons dont ils sont issus et caractérisent la composition moyenne d'une zone ou d'un profil vertical, ce qui réduit le nombre d'analyses à réaliser.

Bien que ce type d'échantillonnage présente des avantages économiques, il doit être pratiqué avec beaucoup de précautions car il ne témoigne pas de la variabilité spatiale et l'homogénéisation est rendu difficile dans le cas de sols humides et argileux.

### **II.3.4. Échantillons témoins**

Les échantillons « témoins » permettent d'avoir une image soit du bruit de fond géochimique initial du sol, avant la contamination ou de toute perturbation anthropique, soit du bruit de fond local voir régional qui est constitué des apports diffus des activités humaines.

Ces échantillons témoins fournissent une base pour la comparaison des niveaux de concentrations en contaminant avec le fond géochimique local. Ils servent à établir si le sol est contaminé.

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 d'échantillons témoins devront avoir des caractéristiques pédologiques ou géologiques communes.

### III. MISE EN ŒUVRE DU PRÉLEVEMENT

#### III.1. Choix des techniques d'investigation

Les techniques permettant de réaliser les prélèvements souhaités sont multiples (tarière manuelles, mécaniques légères, tubes, fosses, tranchées,...).

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 3D du sous-sol du site, permettant de mieux appréhender l'hétérogénéité du sous-sol et/ou de la contamination. 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 destruction de plusieurs m<sup>3</sup> 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, odex, 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.

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.

#### III.2. 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.

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 aux matériels de conditionnement,
- Réalisation des prélèvements avec des outils dont la qualité même ne peut interférer et doit être régulièrement contrôlée.

#### III.3. Volume prélevé et préparation envisagée

La quantité de sol à prélever est, à minima, la quantité de solide requise pour la détermination de la teneur en polluant recherchée. 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 est important.

Selon le cas, si des échantillons sont prélevés pour être conservés afin de réaliser des analyses ultérieures, la quantité de sol prélevé doit être augmentée.

Dans tous les cas, la quantité retenue envoyée au laboratoire devra permettre de mener à bien les analyses et les éventuels traitements prévus (ex : granulométrie, perte au feu, ...). Une quantité de 500 g à 2 kg est généralement recommandée par les laboratoires pour l'analyse chimique.

La préparation des échantillons envisagée consiste en :

- L'élimination des corps étrangers, par tamisage par exemple,
- L'homogénéisation (quartage),
- La division, pour analyses séparées par exemple,
- La constitution d'échantillon composite le cas échéant.



## IV. CONDITIONNEMENT, TRANSPORT ET ANALYSES

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.

Toutefois, les contenants fournis par les laboratoires sont très généralement des pots en verre à large goulot. Ils sont peu adaptés aux éléments volatils, mais adaptés pour la majorité des polluants les plus couramment recherchés avec l'avantage que le verre est inerte.

Une fois le prélèvement effectué, les échantillons doivent être stockés fermés et conservés au froid et à l'abri de la lumière au sein de glacière anti-chocs. Cette conservation et l'acheminement au laboratoire doivent être adaptés en fonction des produits et de la composition du sol.

En général, il est recommandé d'acheminer les échantillons au laboratoire dans les plus brefs délais.

Les analyses sont réalisées au sein de laboratoire compétent et, dans la mesure du possible, accrédité pour les éléments recherchés.

Les paramètres analytiques doivent être validés en amont de la campagne avec le client, tout comme la faisabilité des analyses validée avec le laboratoire.