



STRATÉGIE ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Etude RECORD 04-0510/1A



STRATÉGIE ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Contexte

Peu de recul des propriétaires et gestionnaires de sites pour juger et analyser les résultats d'études relatives au diagnostic de sites

Objectif

Faire le point sur les différentes stratégies et techniques applicables à l'échantillonnage des sols sur un site industriel

Fournir aux personnes concernées un outil pour juger de la pertinence des résultats d'études relatives aux sites qu'ils ont à gérer



STRATÉGIE ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Résultat escompté

Proposer une approche méthodologique de l'échantillonnage des sols qui tente de couvrir l'ensemble des questions que se posent l'exploitant en abordant les aspects relatifs à la **représentativité des échantillons prélevés** et au rapport **coûts/efficacité**

Comment?

→ Synthèse des cas d'échantillonnage publiés

- Faire ressortir l'influence de certaines pratiques
- Rappeler les règles de bonnes pratiques et préciser leurs limites de mise en œuvre
- Examiner l'apport de pratiques innovantes dans la quantification des erreurs (outils de mesure de terrain, géostatistiques)

en s'appuyant sur les acquis du CNRSSP, de l'Ademe, des bureaux d'étude, des acquis internationaux



STRATÉGIE ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Démarche adoptée

1. Lister les différents cas nécessitant la mise en œuvre d'un échantillonnage : objectifs de l'échantillonnage
2. Identifier les principales causes de variabilité d'une réponse : typologie des polluants et contexte du site
3. Construire une grille à double entrée en fonction des 2 critères précédents : objectifs vs typologie/contexte

Les différentes cases de la grille correspondent à différentes situations d'échantillonnage auxquelles sera attribuée une stratégie d'échantillonnage préférentielle (*Pas de méthodologie directive dans les normes et la réglementation*).

Stratégie préférentielle : méthode la plus économique permettant d'atteindre l'objectif fixé



STRATÉGIE ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Démarche adoptée

La typologie des polluants et le contexte du site renvoient à des aspects indépendants de l'échantillonnage :

- le plan d'échantillonnage qui sera affecté par le contexte du site (et caractère diffus et ponctuel de la pollution)
- la technique et le matériel d'échantillonnage qui seront affectés par le type de polluants (leur nature)

2 GRILLES :

- un axe horizontal commun correspondant aux objectifs d'échantillonnage
- un axe vertical relatif à la typologie de la pollution et au contexte du site (information sur la stratégie et le plan d'échantillonnage)
- un axe vertical relatif à la nature des polluants (se rapportant aux méthodes et outils d'échantillonnage)



STRATÉGIE ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Délivrable

1. Présentation des grilles = description et illustration de stratégies d'échantillonnage à adopter en fonction des objectifs de campagnes, des contraintes des sites et des caractéristiques de la pollution (**Fascicule I**)
2. Outils pour l'utilisation des grilles (pour la mise en œuvre des stratégies)
 - Références normatives, bibliographiques, termes et concepts (Fascicule III)
 - Présentation des méthodologies : plans d'échantillonnage, hétérogénéité et densité d'échantillonnage, techniques, matériels, gestion des données, qualité (Fascicule II)



STRATÉGIE ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Fascicule I : Présentation des stratégies d'échantillonnage

1. **Stratégies de détection d'une pollution** : identification d'une pollution ponctuelle (source non observable ou source diffuse), localisation d'une pollution en vue de l'évaluation de l'exposition d'un milieu cible/impacté (avec ou sans pollution identifiée au voisinage)
2. **Stratégies de caractérisation d'une pollution** : ponctuelle (source connue, observable ou source non observable) ; diffuse sur l'emprise du site industriel
3. **Stratégies visant la définition de l'emprise de la pollution** : confirmation de l'extension d'une pollution ponctuelle (source connue observable ou non observable) ; évaluation de l'exposition d'un milieu cible/impacté avec ou sans pollution identifiée au voisinage



STRATÉGIE ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Fascicule I : Présentation des stratégies d'échantillonnage

4. Stratégies visant à évaluer le risque ou les enjeux de la pollution :
- étude de risque sur site industriel : pollution ponctuelle de source connue ou diffuse ou non localisée
 - Étude de risque sur site non industriel : pollution ponctuelle ou diffuse identifiée au voisinage
 - Audit environnemental ou transfert de propriété : évaluation d'une pollution ponctuelle, de source connue ou diffuse ou non localisée



STRATÉGIE ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Fascicule I : Présentation des stratégies d'échantillonnage

5. Cas particuliers des sites ouverts à topographie contraignante :
pentes marquées, présence de plans ou cours d'eau
6. Stratégies accompagnant la dépollution et la réhabilitation de site :
évaluation des travaux sur et hors site, tri des matériaux et suivi des
travaux, contrôle technique de fin de travaux
7. Spécificités relatives à la nature des polluants

STRATÉGIE ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Présentation des grilles

- La grille n°1 comprend 100 situations d'échantillonnage différentes correspondant aux cases numérotées de Ai à Ki (i = 0 à 9 ; ligne Ii exclue)

Une stratégie donnée peut être commune à plusieurs situations d'échantillonnage (ajout de codes dans les cases de la grille)

| | | Objectifs de l'échantillonnage | | | |
|--|-----------|--------------------------------|-----------------|-----------|--|
| Typologie de la pollution et contexte du site | A1 2_1 | ... | A9 2_1 ; 4_5 | A0 5_4 | |
| | B1 1_1 | ... | B9 2_2 ; 4_6 | B0 5_4 | |
| | ... | ... | ... | ... | |
| | K1 1_6 | ... | K9 4_6 ; 2_4 | K0 5_4 | |



ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Présentation des grilles

- La grille n°2 comprend 60 situations d'échantillonnage différentes correspondant aux cases numérotées de L_i à R_i (i = 0 à 9 ; ligne Q_i exclue) une technique donnée peut être commune à plusieurs situations

| | | | | | |
|----------------------|-----|--------------------------------|-----|-----|--|
| | | Objectifs de l'échantillonnage | | | |
| Nature des polluants | L1 | ... | L9 | L0 | |
| | M1 | ... | M9 | M0 | |
| | ... | ... | ... | ... | |
| | R1 | ... | R9 | R0 | |



STRATÉGIE ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Objectifs de l'échantillonnage (axe horizontal)

- Identification d'une éventuelle pollution sur un site
- Etude de risque
- Audit environnemental de site, transfert de propriété
- Réhabilitation de site : évaluation des travaux
- Réhabilitation de site : tri des matériaux et suivi des travaux
- Réhabilitation de site : validation de travaux achevés

à regrouper dans :

- Identification, quantification et caractérisation d'une source
- Evaluation de l'exposition d'un milieu



STRATÉGIE ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Typologie de la pollution et contexte du site (axe vertical grille 1)

- Pollution ponctuelle ou diffuse
- Source de pollution
- Géométrie du site source
- Géométrie du milieu d'exposition potentiel
- terrain à étudier présentant une forte pente
- Présence de cours ou plan d'eau

à regrouper dans 3 catégories :

- Site bâti ou partiellement bâti
- Site ouvert : terrain agricole, espace industriel, friche non bâtie, ...
- Site ouvert à topographie contraignante



STRATÉGIE ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Nature des polluants (axe vertical grille 2)

- Pollution inorganique
 - ETM et métalloïdes
 - Autres (sels, cyanures)
- Polluants organiques peu volatils
 - Composés hydrosolubles
 - Composés peu solubles
- Polluants organiques volatils
 - DNAPL (plus denses que l'eau)
 - LNAPL (moins denses que l'eau)



STRATÉGIE ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Exemple 1 : Stratégie 2-1

caractérisation d'une pollution vs pollution ponctuelle à partir d'une source connue observable

- Etude documentaire détaillée :
- Campagne de reconnaissance :
 - Plan d'échantillonnage ciblé ; prélèvements autour des sources et le long des voies de diffusion préférentielle
 - Prélèvements en forage profond ou en fosse (détermination profondeur min.)
 - Recherche d'une large gamme de substances pour cibler les principaux polluants lors de la campagne principale
 - Mise en œuvre d'analyse de terrain (1ère cartographie)
- Campagne de prélèvements systématiques :
 - Grille maille régulière sur tout le site (densité modérée à resserrer là où nécessaire)
 - Sondage ou forage à la tarière avec prélèvement dans plusieurs tranches du sol
- Campagne de vérification (si nécessaire) : ciblée autour des points « sensibles ». Resserré maille et plan en croix, en étoile, en cercles concentriques, ...profils et transects



STRATÉGIE ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Exemple 1 : Stratégie 2-1

caractérisation d'une pollution vs pollution ponctuelle à partir d'une source connue observable

Cette stratégie correspond à 9 situations d'échantillonnage :

- Identification, quantification et caractérisation d'une source sur un site bâti (ou partiellement)
 - Identifier une pollution éventuelle dans le cas d'une pollution ponctuelle de source connue (A1)
 - Etude de risque dans le cas d'une pollution ponctuelle de source connue (A2)
 - Audit environnemental, transfert de propriété dans le cas d'une pollution ponctuelle de source connue (A3)
- Evaluation de l'exposition d'un milieu cible/impacté sur un site bâti (ou partiellement)
 - Etude de risque dans le cas d'une pollution ponctuelle de source connue (A8)
 - Audit environnemental, transfert de propriété dans le cas d'une pollution ponctuelle de source connue (A9)
- Identification, quantification et caractérisation d'une source sur un site ouvert
 - Etude de risque dans le cas d'une pollution ponctuelle de source connue (E2)
 - Audit environnemental, transfert de propriété dans le cas d'une pollution ponctuelle de source connue (E3)
- Evaluation de l'exposition d'un milieu cible/impacté sur un site ouvert
 - Etude de risque dans le cas d'une pollution ponctuelle de source connue (E8)
 - Audit environnemental, transfert de propriété dans le cas d'une pollution ponctuelle de source connue (E9)



STRATÉGIE ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Exemple 2 : Stratégie O_1

Identifier une éventuelle pollution vs composés organiques peu hydrosolubles ou adsorbables sur le sol

- Contraintes par rapport aux méthodes et aux outils d'échantillonnage
- Plans d'échantillonnage comparables à précédemment :
 - Utilisation de mesures de terrain (spectrométrie UV, GC/MS, kits immuno-enzymatiques, ...) : quantification précise des teneurs et identification de tous les composés non nécessaires
 - Localisation et cartographie des fortes teneurs : orientation de futures campagnes (principale ou confirmation)
 - Vérification des limites inférieures de dosabilité des techniques (inférieure aux valeurs seuil choisies)
 - Précaution quant aux outils (pas de plastique)



STRATÉGIE ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Exemple 3 : Stratégie 3-2

définition de l'emprise d'une pollution vs confirmation de l'extension d'une pollution localisée à partir d'une source ponctuelle non observable

- Pas de campagne préliminaire : caractérisation préalable de la pollution
- Confirmation de l'extension : approche systématique autour du point identifié
 - Resserrement de la maille de la grille régulière autour de ce point (réduction $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{4}$)
 - Approche purement géométrique (ne s'appuie pas sur l'implantation d'anciennes installations)
 - Echantillonnage à différentes profondeurs choisies d'une manière systématique et non adapté en fonction des anciennes installations
 - Prendre en compte l'ensemble des polluants : tenir compte de leurs natures pour le choix des outils de prélèvement ainsi que des différences de mobilité dans le choix des profondeurs de prélèvement



STRATÉGIE ET TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS POUR L'ÉVALUATION DES POLLUTIONS

Conclusion / mise en garde

L'étude concerne les sols et les pollutions les plus « classiques »

- Echantillonnages spécifiques non traités : composés volatils, composés radioactifs, explosifs
- Echantillonnage des déchets et sédiments non concerné
- Méthodes géostatistiques non développées (Géosipol)

Document final : recueil de conseils, bonnes pratiques, mises en garde plutôt que guide méthodologique unique