



Panorama des méthodes pouvant inspirer la caractérisation des dépôts sauvages

Association Rudologia

Janvier 2023



RUDO|LOGIA
pôle compétences déchets



Quelques mots sur l'association Rudologia

Histoire

Créée en 2002 sous l'impulsion de l'Association des Maires de France et du Ministère chargé de l'environnement et avec le soutien du SYDOM du Jura, de l'ADEME, de la Région Franche-Comté et de la ville de Lons-le-Saunier, l'association est reconnue pour ses travaux d'accompagnement des collectivités, des opérateurs de gestion de déchets et des éco-organismes. Le nom « *Rudologia* » est dérivé du mot *rudologie*, discipline scientifique qui étudie les déchets (leurs origines, leurs conséquences, les solutions de gestion, etc.).

A sa connaissance des politiques publiques, de la prévention ou encore des filières de recyclage et de traitement des déchets s'ajoute une spécialisation autour des métiers, compétences et emplois du secteur. En 2018, 2 compétences supplémentaires sont venues enrichir les spécialités de l'association : la formation à l'économie circulaire ainsi que les dépôts sauvages et déchets abandonnés.

En 2022, Rudologia compte une trentaine d'adhérents : associations d'élus, fédérations et syndicats professionnels, Régions, associations, collectivités locales et éco-organismes. Elle est également cofondatrice, avec d'autres structures européennes, de l'EPR Club.

France Stratégie, l'ADEME, le CNFPT, la FNADE, CCI France ou encore l'Institut de l'Economie Circulaire ont déjà fait confiance aux connaissances et au savoir-faire de Rudologia.

Missions statutaires

Les statuts adoptés au moment de sa création restent toujours d'actualité puisque l'objet de l'association est de « *réunir l'ensemble des acteurs intervenant dans le domaine des déchets et de les fédérer autour de projets communs et structurants pour la filière, dans une optique de développement durable* » :

- *Capitaliser des connaissances techniques, réglementaires et sociologiques,*
- *Diffuser des informations et des connaissances en matière de gestion de déchets,*
- *Valoriser des expériences, développer l'offre de formation. »*



GLOSSAIRE ET LEXIQUE

ADEME	Agence de la transition écologique
AGEC	Anti-gaspillage pour économie circulaire
AGORAH	Agence pour l'observation de la Réunion, l'Aménagement et l'Habitat
ALIAPUR	Eco-organisme spécialisé dans la collecte et le recyclage des pneus usagés en France
ARS	Agence Régionale de la santé
AutoCAD	Logiciel de dessin assisté
BASOL	Base des Sols pollués
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
BSS	Banque du sous-sol
BTP	Bâtiment et Travaux Publics
CASIAS	Carte des Anciens Sites Industriels et Activités de Services
CCI	Chambre de commerce et d'industrie
CENS	Conservatoire des Espaces Naturels Sensibles
CEREMA	Centre d'Etudes et Expérience en Risques, Environnement, Mobilité et Urbanisme
CNFPT	Centre National de la Fonction Publique Territoriale
DDT	Direction Départementale des Territoires
DDTM	Direction Départementale des Territoires et de la Mer
DéPOs	Méthode développée pour estimer les volumes de déchets générés par Irma
DGPR	Direction Générale de la Prévention des Risques
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
ECT	Pôle de Gestion de terres excavées - Aménagement et Valorisation des terres de chantiers urbains
ELCIMAÏ	Conseil, ingénierie et architecture – Technologies et services numériques
FNADE	Fédération Nationale des Activités de Dépollution et de l'Environnement
FNE	France Nature Environnement
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
ISDI	Installation de Stockage de Déchets Inertes
ISDND	Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux
LCPAE INSA	Laboratoire de Chimie physique appliquée et environnement – Institut National des sciences appliquées
MECADEPI	Méthode d'Évaluation et de Caractérisation des Déchets Post-Inondation
MODECOM	MéthOde DE Caractérisation des Ordures Ménagères
OEC	Office de l'environnement de la Corse
ONF	Office National des forêts
ONG	Organisation Non Gouvernementale
OTD	Ordonnance fédérale sur le traitement des déchets
Polden	Equipe de la filiale de Recherche & Développement, Valorisation et Formation Continue de l'INSA
Insavalor	Lyon
RECORD	Réseau Coopératif de Recherche sur les Déchets
RECYVALOR	Association créée pour éliminer et valoriser les stocks sauvages de pneus en France
REP	Responsabilité élargie des producteurs
TGAP	Taxe Générale sur les activités polluantes





SOMMAIRE

1.	POURQUOI CE PANORAMA ?	6
2.	LES DIFFERENTS CAS RETENUS POUR REALISER CE PANORAMA	8
2.1.	Dépôts sauvages	8
2.2.	Décharges	9
2.2.1.	Décharges illégalement exploitées.....	9
2.2.2.	Anciennes décharges municipales.....	10
2.3.	Sites orphelins	10
2.3.1.	Sites orphelins de pneumatiques	10
2.3.2.	Autres sites orphelins	11
2.4.	Déchets issus d'une catastrophe naturelle	11
2.5.	Sites et sols pollués	11
3.	LA METHODE SUIVIE POUR REALISER LE PANORAMA	13
3.1.	Le déroulé des travaux	14
3.2.	Les limites de ce panorama	14
4.	CLASSIFICATION DES METHODES ET DES RETOURS D'EXPERIENCE	15
4.1.	Retour d'expérience pour caractériser la décharge sauvage de Carrières-sous-Poissy (78)	16
4.2.	Retour d'expérience pour caractériser la décharge sauvage de Boissy (94)	18
4.3.	Pratique utilisée par les collectivités dans le département de l'Essonne (91)	20
4.4.	Pratique utilisée par les collectivités sur le territoire de la Réunion (974)	22
4.5.	Méthode ADEME : réhabilitation des décharges	24
4.6.	Méthode CEREMA : Traitement des dépôts sauvages en place depuis plusieurs années.....	28
4.7.	Processus RECORD pour les dépôts étendus de matière.....	30
4.8.	Retour d'expérience pour les sites orphelins de pneumatiques.....	32
4.9.	Méthode MECADEPI pour les déchets post-inondations	34
4.10.	Méthode DéPOs pour les déchets post ouragan	36
4.11.	Méthode RECORD pour l'évaluation des sites pollués	37
4.12.	Méthode RECORD de détermination des concentrations en polluants dans les sols et déchets ...	39
4.13.	Utilisation de la géostatistique pour la caractérisation des sites et sols pollués (RECORD).....	41
5.	LES CARACTERISATIONS A VISEE JUDICIAIRE	44
6.	CONCLUSION ET MISES EN PERSPECTIVES	45
7.	BIBLIOGRAPHIE.....	46
8.	ANNEXES.....	48





LISTES DES FIGURES

<i>Figure 1 - Plus de 7 000 tonnes de déchets sauvages dans la Plaine de Carrières-sous-Poissy.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 2 - Les 6 grandes étapes pour mener à bien le présent panorama</i>	<i>13</i>
<i>Figure 3 - Part des méthodes et retours d'expériences recueillis pour les dépôts de déchets retenus..</i>	<i>14</i>
<i>Figure 4 - Technique pour les dépôts étendus de matière.....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 5 - Schéma de prise de décision d'étude de site</i>	<i>38</i>

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 - Classification des pratiques retenues</i>	<i>15</i>
<i>Tableau 2 - Coûts des investigations lors de la réhabilitation d'une décharge brute</i>	<i>26</i>
<i>Tableau 3 - Récapitulatif de la méthode MECADEPI pour chaque gisement de déchets</i>	<i>35</i>
<i>Tableau 4 - Les principales méthodes d'échantillonnages des sites et sols pollués</i>	<i>58</i>
<i>Tableau 5 - Détail des méthodes d'échantillonnages des sites et sols pollués.....</i>	<i>62</i>
<i>Tableau 6 - Méthodes de collecte des échantillons</i>	<i>63</i>





1. POURQUOI CE PANORAMA ?

Les dépôts sauvages sont couramment définis comme « *un amoncellement de déchets abandonnés par une ou plusieurs personnes sur une ou plusieurs parcelles de terrain contigües et caractérisés par une absence de gestionnaire du site* ». Si les systèmes de gestion des déchets (par les communes, intercommunalités ou entreprises spécialisées) permettent d'avoir une estimation fiable des quantités de déchets pris en charge dans les circuits officiels, cela est moins le cas pour le phénomène des déchets abandonnés et des dépôts sauvages. Dans les circuits officiels de gestion des déchets, l'unité de mesure courante est le poids (ou tonnage), parfois le volume. Mais **pour ce qui est des déchets abandonnés et des dépôts sauvages ou illégaux, c'est d'abord la fréquence qui interpelle**. La problématique touchant en effet au vivre ensemble et au respect de la Loi.

Depuis la première grande Loi Déchets de 1975 en France, les politiques publiques environnementales ont plutôt délaissé cette thématique des dépôts sauvages, mettant l'accent sur des mesures en faveur du tri, du recyclage et plus récemment de la réduction à la source. Pourtant, **la population témoigne toujours d'un fort intérêt sur cette question qui relève de la propreté et de la pollution des espaces communs**. Ainsi, 90% des Français se sentent concernés par les dépôts sauvages.

En première ligne se retrouvent les communes, les gestionnaires d'espace naturel (dont les forêts) ou encore les gestionnaires de routes. Si pour limiter le phénomène, il existe un **large panel de solutions préventives** (communication, corbeilles, déchèteries, restriction d'accès), **curatives** (mise à disposition de poubelles, déchèteries, nettoyage, évacuation des dépôts) et **répressives** (sanctions pénales et administratives), tous ne les connaissent pas encore suffisamment ou n'en exploitent pas totalement le potentiel. Le curatif reste *in fine* l'étape incontournable, voire privilégiée dans une sorte de précipitation, car c'est bien connu : le déchet attire le déchet.

Les déchets déposés hors des circuits officiels touchent l'ensemble de la société. Ils ont des impacts tant sur la qualité de vie des habitants (nuisances) que sur l'environnement (pollution des sols, de l'air, des cours d'eau et des nappes phréatiques, des mers et des océans par des substances toxiques), et même parfois sur la santé publique (maladies). Certains types de déchets comme les déchets dangereux, présentent un risque plus fort pour la santé et l'environnement. **La complexité et l'urgence de l'évacuation d'un dépôt vont ainsi énormément dépendre non seulement de la taille de ce dernier, mais aussi de la nature des déchets qui s'y trouvent ou encore de sa localisation**. Avant d'envisager une opération d'évacuation, il est alors indispensable d'estimer précisément ce qu'il y a à évacuer, autant pour dimensionner au plus juste les moyens techniques (véhicules, bennes, chargeuses) que pour respecter les règles de traitement (tri, valorisation, élimination) et protéger la santé des travailleurs qui interviendront (présence de substances dangereuses).

Constatant un intérêt croissant sur cette étape de caractérisation des déchets sauvages, et plus particulièrement dans le cas de dépôt d'une certaine taille, l'association Rudologia a souhaité dresser un panorama des connaissances, des pratiques et des méthodes reconnues, utilisées ou inspirantes. Lors des travaux d'élaboration du présent panorama, les échanges avec les principaux acteurs concernés par les dépôts sauvages (communes, associations, intercommunalités et services de l'Etat) ont confirmé la nécessité de **disposer d'un document dans lequel des méthodes, des outils ou des exemples de pratiques seraient répertoriés**.

Ce **panorama est à destination de tous les acteurs publics comme privés qui ont la charge de la gestion et de l'entretien des espaces ou qui œuvrent pour l'amélioration du cadre de vie et la protection de l'environnement** : communes, intercommunalités, conseils départementaux, services de l'Etat, gestionnaires d'espaces et parcs naturels, de littoraux, concessionnaires autoroutiers, bureaux d'études, associations de défense de l'environnement, etc.



Chaque méthode retenue fait l'objet d'une fiche contenant les informations suivantes (lorsque ces informations étaient disponibles et non confidentielles) :

- les types de dépôts auxquels la méthode s'applique,
- l'origine de la méthode, son principe, sa pertinence,
- ses avantages et inconvénients,
- les moyens humains et financiers nécessaires pour l'appliquer,
- des points de vigilance et retours d'expérience d'experts accompagnés d'exemples,
- des contacts pour en savoir plus le cas échéant.

Le document se découpe en trois grandes parties : une première présente **les différents cas retenus comme pertinents pour approfondir des méthodes et/ou pratiques** de caractérisation ; une seconde détaille la méthode suivie par Rudologia pour **recueillir et répertorier les différentes méthodes et/ou pratiques** de caractérisation ; une troisième expose la **classification desdites méthodes et retours d'expérience, accompagnées de « fiches méthodes » et de « fiches REX (retour d'expérience) »**.





2. LES DIFFERENTS CAS RETENUS POUR REALISER CE PANORAMA

Dans un contexte de réflexion sur la gestion et la résorption des déchets sauvages, et du manque de données, de connaissances et de pratiques harmonisées dans ce domaine, les travaux réalisés par Rudologia visent à regrouper les **principales méthodes et pratiques pouvant inspirer la caractérisation d'un dépôt sauvage**. Comme pressenti, il est rapidement ressorti des premières investigations qu'il n'existait pas de méthode unique et standardisée pour qualifier un dépôt sauvage. Cela s'explique surtout par le fait que le terme « dépôt sauvage » est utilisé de manière générique pour désigner quasiment toutes les situations de déchet(s) se trouvant « au mauvais endroit », qu'il s'agisse d'un seul déchet (par exemple un meuble volumineux) ou d'un tas de déchets déposés par une seule ou plusieurs personnes, ponctuellement ou de manière étalée dans le temps. Les cas de petits déchets diffus comme les mégots, les emballages, les chewing-gums, les déjections, etc. sont en revanche moins souvent appelés « dépôts sauvages », sauf peut-être lorsqu'il en existe une certaine concentration, par exemple des restes de pique-nique de plusieurs personnes.

Les présents travaux se sont attachés à **étudier les méthodes et pratiques pour les dépôts d'une taille supérieure à 250kg ou supérieure à 10m³**. En dessous de ces seuils, Rudologia considérait en effet qu'il était peu probable que les acteurs en charge de l'évacuation et du nettoyage utilisent une méthode particulière (autre qu'une simple observation visuelle) pour caractériser le dépôt avant son enlèvement. Considérant toutefois que d'autres méthodes pouvaient servir de sources d'inspiration pour améliorer la caractérisation des dépôts sauvages, le **champ d'étude a été étendu aux anciennes décharges, aux sites orphelins, aux déchets de catastrophes naturelles ainsi qu'aux sites et sols pollués**.

2.1. Dépôts sauvages

Un **dépôt illégal de déchets plus communément appelé dépôt sauvage** est la résultante d'abandons de déchets par des particuliers, ou des professionnels, identifiés ou non, pour se débarrasser de leurs déchets sans avoir à payer un service de collecte et de traitement, entraînant une accumulation anarchique de déchets divers (plus rarement de même type) sur un terrain privé (avec ou sans accord du propriétaire des lieux) ou dans l'espace public en dehors des endroits autorisés par l'autorité administrative responsable de cet espace public. A ce titre, pourra être également considéré comme un dépôt illégal, le fait pour un professionnel de laisser s'accumuler des déchets sur le site de son activité au-delà d'une durée variant de 12 à 36 mois ou après cessation de son activité. Les dépôts sauvages constituent une infraction au Code de l'environnement pour laquelle l'autorité de police peut varier selon la localisation et le type de dépôt (en général le Maire ou le Préfet).

Un dépôt sauvage peut être concentré sur un endroit précis : les déchets sont densément regroupés sur une petite surface, sans discontinuité. Ils peuvent être le fruit d'un ou plusieurs déposants qui amoncellent leurs déchets au même endroit, côte-à-côte ou par-dessus un tas existant (nomment dans des dépressions naturelles comme des ravins). Lorsque des dépôts sont étalés sur une zone plus ou moins vaste sans continuité des déchets (dépendant des voies d'accès qui facilitent l'apport de grandes quantités en même temps à l'aide de véhicules), le terme « dépôt sauvage » au singulier est moins adapté et on préférera alors utiliser un pluriel, voire qualifier la situation de « décharge sauvage » (à ne pas confondre avec les anciennes décharges municipales, cf. ci-après).



Figure 1 - Plus de 7 000 tonnes de déchets sauvages dans la Plaine de Carrières-sous-Poissy (image RTL.fr)

Une décharge sauvage va donc plutôt correspondre à une multitude de dépôts réalisés par différentes personnes sur une vaste étendue et ce de manière assez récurrente. Ce qui rend d'autant plus compliquée la caractérisation et à terme, l'évacuation. L'expression est encore plus adaptée lorsqu'il existe une organisation de l'accueil des déchets, voire des transactions commerciales associées (cf. ci-dessous).

2.2. Décharges

Le terme « décharge » est très présent dans le langage courant pour évoquer des accumulations de déchets, d'où un possible amalgame avec les dépôts sauvages. Si un dépôt sauvage est par nature contraire à une réglementation, ce n'est (ou ne fut) pas toujours le cas pour une décharge. En effet, le terme « décharge » fait normalement référence à un site bien identifié, dont le propriétaire est connu et qui a accueilli sur une période généralement assez longue, de très nombreux déchets. **Et ce de manière tout-à-fait autorisée à un moment donné.** L'expression « décharge sauvage » va alors faire référence à 2 situations : des installations de stockage de déchets pour lesquelles il existe un exploitant, mais sans qu'aucune autorisation administrative de fonctionnement n'ait été délivrée par l'Etat ; une ancienne décharge municipale qui n'est plus exploitée par la commune mais sur laquelle des apports (illicites) pourraient perdurer ou qui relarguerait des déchets du fait de l'érosion du terrain et des sols (laissant ainsi penser à des apports récents). Dans les 2 cas, il peut être nécessaire (voire imposé par les autorités) de procéder à une évacuation des déchets des décharges, impliquant ainsi au préalable une étape de caractérisation.

2.2.1. Décharges illégalement exploitées

Une « décharge illégale » (ou illégalement exploitée) diffère du dépôt sauvage (ou dépôt illégal) par le fait qu'elle est exploitée ou détenue par une personne privée ou publique, sans autorisation délivrée au titre de la réglementation relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). De telles installations présentent même parfois de nombreuses apparences officielles : clôture et contrôle à l'entrée, panneau d'affichage des horaires d'ouverture, acceptation limitée de certains déchets, tarifs, etc. Les décharges illégales dépendent souvent de la morphologie du terrain qui peut être plus favorable au déversement et à



l'accumulation des déchets : sur versant ; en comblement ou remblaiement (de gravières ou carrières, de talweg, de dolines, d'avens, etc.) ; en surélévation sur un fond plat. Pour mieux comprendre la différence entre une décharge illégale et un dépôt sauvage, il est conseillé de se référer à l'annexe 1.

2.2.2. Anciennes décharges municipales

Les **décharges municipales** sont parfois aussi dénommées « décharge brute ». Au sens de la circulaire du 20 février 1989 : « *Les décharges brutes communales sont des décharges de déchets ménagers et assimilés, faisant ou ayant fait l'objet d'apports réguliers, exploitées directement par une collectivité ou laissées par elle à la disposition de ses administrés alors qu'elles ne bénéficient d'aucune autorisation préfectorale au titre de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement* ». Une décharge dont l'autorisation est caduque est ainsi considérée comme une décharge brute au sens de cette même circulaire. En 2022, il est très rare de rencontrer des décharges brutes encore en fonctionnement. Mais comme ces installations ont été grandement utilisées avant 1990, il en existe plusieurs dizaines de milliers un peu partout en France, le plus souvent recouvertes de terres, revégétalisées et identifiées comme étant zone inconstructible et inaptées aux cultures alimentaires.

Les anciennes décharges municipales sont donc des décharges qui ont été fermées mais sans que les déchets n'aient enlevés vers un Centre Enfouissement Technique (ou Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux). Les catastrophes « naturelles » peuvent parfois faire resurgir une ancienne décharge (feu de forêt, crue érodant les berges, érosions du littoral par le courant marin, ...) et il peut alors être nécessaire de prévoir des travaux d'excavation des déchets et de remise en état. Ce qui requiert alors une étape importante de caractérisation des déchets s'y trouvant.

2.3. Sites orphelins

Est qualifié de site orphelin, **un terrain sur lequel une activité, le plus souvent industrielle, a cessé** et où se trouve encore des déchets qui, de fait, deviennent sans propriétaire (d'autant plus en cas de liquidation judiciaire). Il faut alors procéder à une évacuation des déchets en question, et donc au préalable à leurs caractérisations. D'autant que selon les cas, les déchets peuvent avoir été entreposés de manière plus ou moins ordonnée. Les sites orphelins de pneumatiques usagés sont en la matière particulièrement emblématiques d'une accumulation de déchets sur des terrains (privés).

2.3.1. Sites orphelins de pneumatiques

Un site orphelin de pneumatiques est un **terrain dans lequel sont entreposés des pneumatiques usagés, laissés à l'abandon par des particuliers ou des professionnels**. Entre 2008 et 2017, l'action de l'association Recyvalor a permis la résorption d'un stock de 7,2 millions de pneumatiques usagés. Ces décharges de pneus à ciel ouvert s'étaient constituées (souvent en toute illégalité) pendant plus de 40 ans. Leur impact environnemental était peu considéré jusqu'au début des années 2000 mais ces stocks représentaient des risques pour la santé et l'environnement : incendies, prolifération de moustiques potentiellement vecteurs de maladies, pollution visuelle. L'opération Recyvalor a duré 10 ans et a permis d'évacuer 54 gros sites orphelins de pneumatiques pour un total de 55 000 tonnes de déchets. Pour chacun de ces sites, une étape de caractérisation était évidemment requise.

2.3.2. Autres sites orphelins

Les autres sites orphelins sont des sites (potentiellement) pollués dont le responsable n'est pas connu, inexistant ou insolvable. Ces situations sont principalement causées par des opérateurs privés déclarées comme gestionnaires de déchets et qui collectaient les déchets usagés d'autres entreprises ou de particuliers sans les traiter. Ayant entreposé les déchets sur leur terrain, le site est abandonné lorsque les entreprises font faillite et les stocks de déchets doivent être évacués et traités. Ce qui implique là aussi une étape de caractérisation préalable.

2.4. Déchets issus d'une catastrophe naturelle

Est un déchet post-catastrophe naturelle, un déchet produit suite à l'apparition soudaine d'un événement naturel sur un territoire. Les déchets post-catastrophes sont **tous les matériaux, matières, objets et dépôts devenus impropres à la consommation, inutilisables en l'état, et susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement, la santé humaine, la salubrité publique à la suite d'une catastrophe naturelle** : matériaux de construction, branchages, mobiliers, stocks d'entreprises, d'exploitations agricoles ou de supermarché, boue gravats, cadavres d'animaux, etc. Les déchets du bâtiment sont souvent les plus simples à quantifier et ce gisement est réputé comme étant le plus important en termes de volume.

L'élimination des déchets suite à une inondation est la toute première étape du retour à la normale, afin de rendre le territoire à ses habitants et d'y relancer des activités. Des ruissellements et des infiltrations de déchets toxiques laissés en place trop longtemps dans des lieux inadaptés pourraient polluer les sols, les eaux de surface et souterraines. La quantification des déchets engendrés par les inondations est alors indispensable pour mobiliser les décideurs politiques et évaluer au mieux l'ampleur de la nécessité de gérer ces déchets. C'est une première étape nécessaire pour déterminer les moyens matériels et humains, les partenariats à établir, les espaces à mettre à disposition pour permettre une gestion adaptée, respectueuse de l'environnement, de la santé des populations et des besoins de redémarrage rapide des territoires après une inondation. La gestion des déchets post-inondation nécessite souvent plusieurs années. La nature et la quantité des déchets produits par l'inondation dépendent de l'occupation du sol et des caractéristiques de l'inondation : hauteur de l'eau, durée de submersion, vitesse de courant de submersion, turbidité, pollution et salinité de l'eau, emprise géographique, prévisibilité de la crue et délai d'alerte. Soumis à une même inondation, un territoire principalement rural et agricole ne produira pas les mêmes déchets qu'un territoire très urbanisé abritant surtout des activités tertiaires, dont les déchets seront encore différents de ceux produits par un territoire à dominante industrielle¹.

2.5. Sites et sols pollués

Le ministère en charge de l'environnement précise la définition suivante : « *un site pollué est un site qui, du fait d'anciens dépôts de déchets ou d'infiltration de substances polluantes, présente une*

¹ Les méthodes de quantification retenues pour les déchets issus d'une inondation sont la méthode MECADEPI (fiche méthode n°4) et la méthode DéPOs (fiche méthode n°5). La méthode MECADEPI permet de démarrer le travail d'anticipation et de planification de la gestion des déchets produits par les inondations. Elle permet aux gestionnaires du territoire et des déchets de disposer d'une base concernant les principaux types de déchets et les principales quantités.

La méthode DéPOs, quant à elle, a pour but d'analyser globalement la répartition spatiale des bâtiments endommagés et des déchets générés par Irma, et à partir de ces données d'estimer le volume de déchets produits et de développer un algorithme de simulation à la collecte.



pollution susceptible de provoquer une nuisance ou un risque pérenne pour les personnes ou l'environnement. Ces situations sont souvent dues à d'anciennes pratiques sommaires d'élimination des déchets, mais aussi à des fuites ou à des épandages de produits chimiques, accidentels ou pas. Il existe également autour de certains sites des contaminations dues à des retombées de rejets atmosphériques accumulés au cours des années voire des décennies ». Mi-2018, la France recensait 6 800 sites et sols pollués, ou potentiellement pollués selon la base de données BASOL.

Les méthodes retenues pour la caractérisation des sites et sols pollués étant très techniques (et pas toujours pertinentes pour le cas des dépôts sauvages) Rudologia a décidé de n'en décrire que trois dans les grandes lignes².

² Pour en savoir d'avantage se référer aux documents RECORD mentionnés dans la bibliographie



3. LA METHODE SUIVIE POUR REALISER LE PANORAMA

Les travaux de Rudologia se sont articulés autour de 6 grands axes, entre avril 2022 et janvier 2023 :

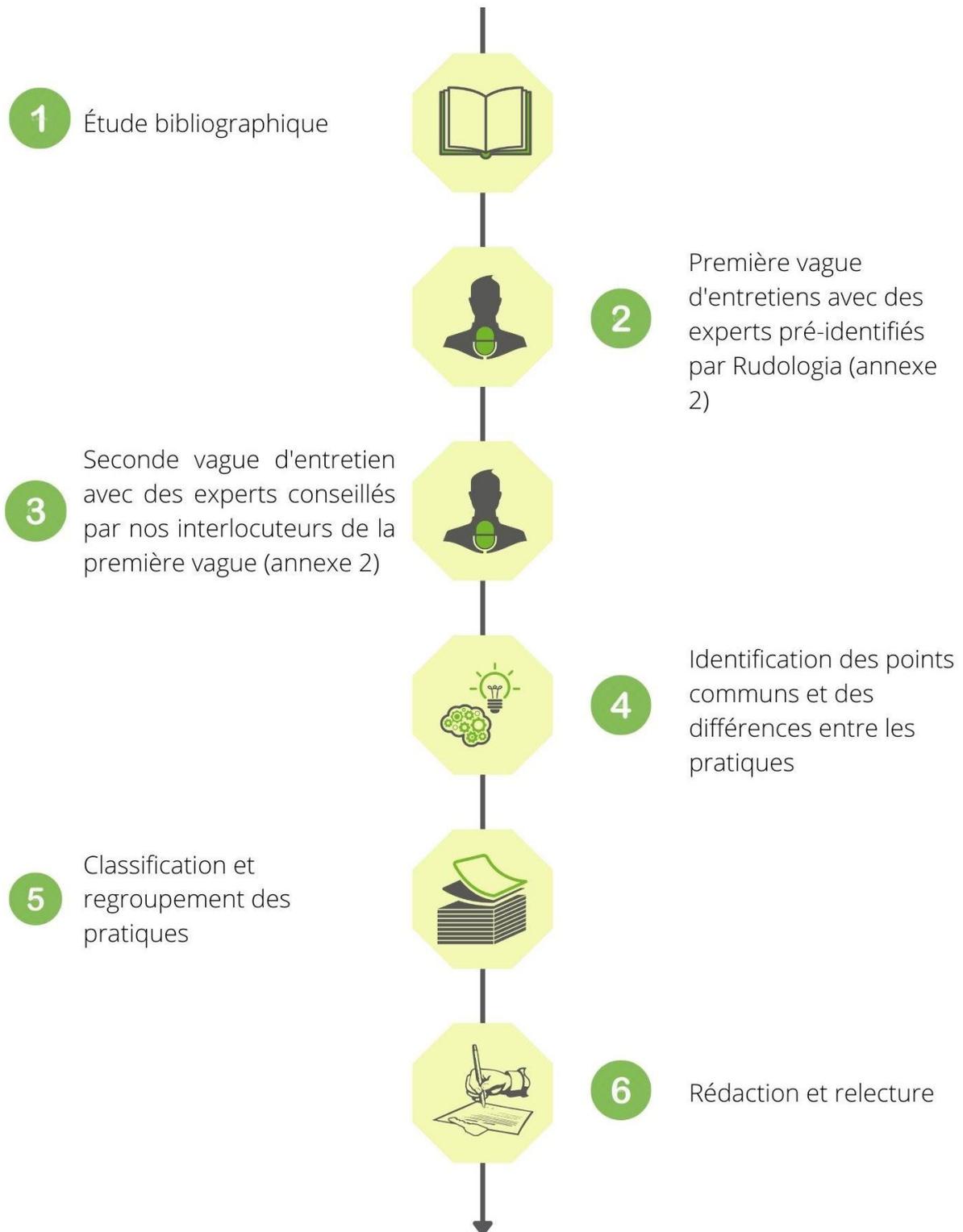


Figure 2 - Les 6 grandes étapes pour mener à bien le présent panorama

Le présent document a été élaboré principalement grâce à une étude bibliographique approfondie (cf. bibliographie page 47) et à des entretiens avec des professionnels.



3.1. Le déroulé des travaux

En préambule de l'analyse des informations, des recherches bibliographiques dans le centre de ressources de Rudologia (Rudoflash et Rudothèque notamment) ainsi que des recherches auprès des centres numériques de documentations des principales institutions, ont été réalisées. Cette première étape était indispensable pour construire une base d'informations solide dans la perspective des futures interviews d'experts. Dans un second temps, une investigation par entretiens semi-directifs auprès de spécialistes a été menée. Elle visait à récolter des retours d'expériences qui viendraient illustrer et enrichir les recherches bibliographiques. Cette investigation a été réalisée en 2 vagues : une première auprès de spécialistes pré-identifiés par Rudologia et une deuxième auprès d'autres personnes ou organismes conseillés par les interlocuteurs de la première vague pour apport de compléments, confirmations ou pratiques différentes (voir annexe 2). La trame d'entretien, disponible en annexe 3, a été élaborée à partir des informations recueillies lors des recherches bibliographiques et a été adaptée à chaque structure pour la rendre plus contextuelle.

Une fois les entretiens terminés, Rudologia a confronté les différentes pratiques et méthodes pré-identifiées au cours des recherches bibliographiques et recueillies lors des entretiens pour en repérer les points communs et différences. De cette confrontation ont découlé une classification et un regroupement des pratiques et méthodes existantes. Lors de fortes ressemblances, Rudologia a décidé de coupler ces pratiques tandis que d'autres, jugées peu pertinentes pour l'étude, ont finalement été écartées et ne figurent donc pas dans le présent document. Les retours d'expérience partagés ici ne prétendent pas être exhaustifs. Les méthodes et pratiques ont été retenues car ayant été confortées par plusieurs retours d'acteurs interrogés.

3.2. Les limites de ce panorama

Le présent panorama s'est volontairement limité à certains types de dépôts et en a occulté d'autres, notamment les déchets accumulés aux bords et dans les cours d'eau. Il pourrait également être amélioré en interrogeant d'autres acteurs et plus particulièrement des experts de l'Office National des Forêts ou de France Nature Environnement qui n'ont pu trouver le temps de contribuer aux travaux de Rudologia. **Dans l'ensemble, 19 cas ont été identifiés et étudiés, soit sous forme de retours d'expérience, soit sous formes de méthodes suffisamment précises et documentés.** Le graphique ci-dessous indique leurs proportions respectives :

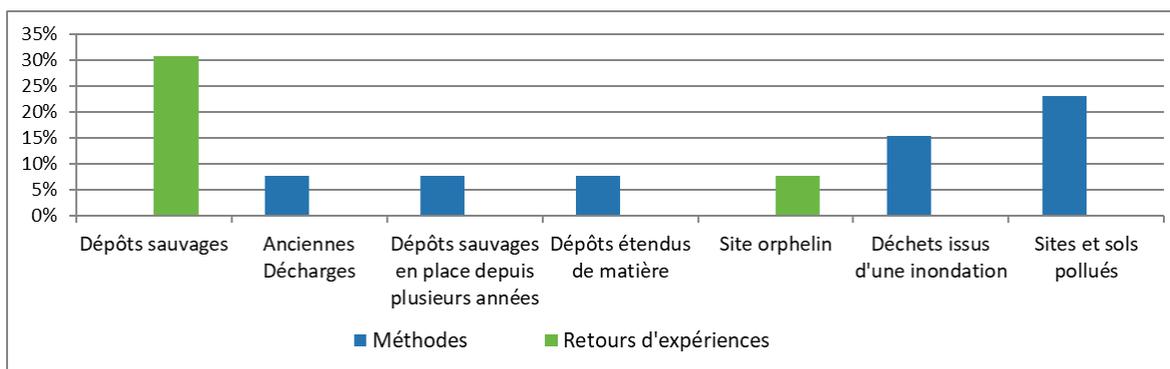


Figure 3 - Part des méthodes et retours d'expériences recueillis pour les dépôts de déchets retenus

Ainsi, près d'un tiers des pratiques étudiées concernent les dépôts sauvages mais ne sont que des retours d'expérience. **Il n'existait en effet, d'après nos recherches, aucune méthode normée ou reconnue par tous pour caractériser les dépôts sauvages.**



4. CLASSIFICATION DES METHODES ET DES RETOURS D'EXPERIENCE

Les méthodes et retour d'expérience qui font l'objet de « fiche méthode (FM) » et de « fiche REX (FREX) » ont été classées en fonction des dépôts auxquels elles s'appliquent, et ordonnées selon plusieurs phases qui généralement s'enchainent. Le tableau suivant synthétise cette classification.

Pour quels cas principalement ?	PRATIQUES													
	Dépôts sauvages				Ancienne décharge	Dépôts sauvages en place depuis plusieurs années	Dépôts étendus de matière	Site Orphelin	Déchets issus d'une inondation		Sites et sols pollués			
	FICHE n°	FREX1	FREX2	FREX3	FREX4	FM1	FM2	FM3	FREX5	FM4	FM5	FM6	FM7	FM8
Constat visuel du dépôt sans consigner les informations par écrit	X	X					X	X	X ³			X	X	X
Recherche visuelle de déchets dangereux	X	X	X		X		X						X	
Caractérisation visuelle à l'aide de grilles « Nature/ quantité / superficie / volume / ... »			X	X	X									
Utilisation d'outils photographiques / satellites / géolocalisation / drones pour affiner – extrapoler les caractérisations	X	X		X	X		X		X				X	X
Réalisation d'opérations de retournement des tas pour affiner		X												
Réalisation d'opérations d'échantillonnage et/ou de prélèvements					X		X	X				X	X	X
Réalisation de sondages sous les déchets apparents		X			X		X							
Etudes documentaires et/ou enquête de voisinage pour apprécier l'historique du site	X				X			X	X ⁴					
Visites de terrain / Organisation de contre-visites / visites complémentaires / bilans intermédiaires	X ⁵	X			X		X	X						
Réalisation d'une analyse de risque environnemental					X		X					X	X	X
Autres (MECADEPI et DÉPOs)										X	X			

Tableau 1 - Classification des pratiques retenues

³ Uniquement lorsque le nombre de pneus peut être estimé à l'œil nu

⁴ Dans le cas de dépôts de pneumatiques estimés à plus de 10 000 T de pneus

⁵ Uniquement si doute sur la présence de déchets dangereux

4.1. Retour d'expérience du Bureau d'Etudes ELCIMAÏ pour caractériser la décharge sauvage de Carrières-sous-Poissy (78)

- Pour quels dépôts peut-elle s'appliquer ? Sous quelles conditions ?



La méthode mise en place ici peut être appliquée dans une **zone où se trouvent plusieurs tas de déchets assez conséquents** (plus ou moins disséminés et sans continuité). Elle est peu adaptée pour un seul tas qu'elle ne permettra pas de caractériser finement. Néanmoins, elle est duplicable aux zones étendues de dépôts de déchets dans la mesure où elle offre un bon compromis résultat / temps / coût.

- Historique de la méthode



La méthode présentée ici a été appliquée par le bureau d'études ELCIMAÏ Environnement pour caractériser la décharge sauvage de Carrières-sous-Poissy (26 000 tonnes de déchets estimées).



- Principe de la méthode

La méthode décrite ici est empirique et essentiellement visuelle. L'observation des dépôts se décompose en deux étapes :

1. **L'analyse de photographies satellitaires** (Google) pour repérer et cartographier les plus gros dépôts du site.
2. **Des visites in situ pour caractériser visuellement chacun de ces gros dépôts.** A l'aide d'un outil, développé par l'ONF pour recenser les massifs forestiers, les techniciens peuvent **tracer par localisation GPS les zones comportant des dépôts sauvages pour former en direct sur l'application des polygones de déchets**, en estimer la hauteur. Le volume du tas de déchet était ensuite calculé par l'application. Une carte de la zone avec tous les polygones des tas de déchets est ainsi

constituée (précisant leurs volumes), auxquels sont adjointes des photographies des tas. Le traçage GPS se fait à pied en circulant autour des dépôts. Les photographies des tas prises sous différents angles sont géolocalisées. Une zone peut être subdivisée en plusieurs sous-zones pour caractériser isolément différents tas à l'aide de photographies et de commentaires. Il est recommandé de faire ce découpage en sous-zone au préalable à l'aide des images aériennes.

Ici, des riverains qui avaient déjà réalisé un recensement des nombreux tas et dépôts ont en plus apporté des informations précieuses pour guider les techniciens de caractérisation parmi les 100aines d'hectares de terrains concernés.

Intérêt de la méthode

La méthode a nécessité l'intervention de plusieurs techniciens et la combinaison photographies satellitaires / observation in situ permet de limiter les déplacements. Pour caractériser l'entièreté de la décharge sauvage de Carrières-sous-Poissy, 3 personnes ont été mobilisées sur site pendant une quinzaine de jours. Les analyses ont ensuite été menées en bureau durant 1 semaine. Les dépôts n'ont fait l'objet que d'une seule visite, sauf en cas de suspicion de déchets dangereux qui entraînait alors une visite complémentaire.

● Les avantages et les inconvénients

La caractérisation peut sembler relativement grossière mais prélever des échantillons aurait été difficilement possible (et peu représentatif) compte-tenu de la diversité des dépôts. Les niveaux d'incertitudes tournent autour de 15/20% mais il est très probable, à dire d'experts, que plus la superficie du ou des dépôts est grande et plus les incertitudes risquent de l'être également.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ■ Permet de caractériser une surface étendue dans un laps de temps limité ■ Niveau de précision satisfaisant ■ Bon rapport coût/résultats 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Méthode strictement visuelle donc avec un certain niveau d'incertitudes ■ Insuffisamment précise en cas de nombreux déchets dangereux

NB : Pour les très gros tas et dépôts, il pourrait être envisageable d'utiliser des engins mécanisés pour affiner la caractérisation.

● Les moyens humains et financiers



Trois personnes ont été mobilisées pour se rendre sur site et caractériser les dépôts.

Concernant les **moyens financiers**, l'estimation des coûts est basée sur :

- Les volumes de déchets à nettoyer, à évacuer, à traiter ;
- Les installations des pistes et les équipements pour évacuer la zone ;
- La rotation des camions ;
- Le potentiel coût du matériel numérique.

Une précaution sur les coûts de gestion des déchets dangereux doit être prise. Une fourchette du coût estimé est donnée mais certains écarts sur les estimations peuvent faire rapidement augmenter

les prix (notamment en raison des déchets dangereux). A noter que le taux de présence de déchets dangereux a pu être sous-estimé par la méthode de caractérisation utilisé ici.

Au final, le coût de l'étape de caractérisation est à rapporter au montant de l'évacuation et du traitement des déchets de la Plaine de Carrières-sous-Poissy qui a atteint plusieurs millions d'euros.

Les points de vigilance

Une répartition spatiale des déchets bien identifiée peut parfois faciliter la caractérisation mais dans le cas de très gros dépôts et de dépôts très étendus, tous les tas existants peuvent ne pas être identifiés. Le phénomène étendu du dépôt ralentit d'autant les recherches et la caractérisation.

Pour les gros massifs de déchets, il peut être intéressant de caractériser sur site à la pelle en prélevant des échantillons mais ceci demande de disposer de voies d'accès pour les véhicules et de prélever des échantillons avec le risque que s'y trouvent des déchets dangereux.

● Exemple / retours d'expériences / contacts



Pour en savoir plus sur la méthode, vous pouvez contacter le groupe Elcimai à l'adresse suivante :

elcimai@elcimai.com



4.2. Retour d'expérience de l'entreprise ECT pour caractériser la décharge sauvage de Boissy (94)



- Pour quels dépôts peut-elle s'appliquer ? Sous quelles conditions ?

La méthode a été utilisée pour caractériser une **décharge illégale de déchets de tous types**, présente à Boissy, avec un **volume de déchets conséquent** estimé à 6 000 tonnes (de l'ordre de 12 000 à 14 000 m³). La méthode peut être appliquée à des **dépôts sauvages présents sur une surface importante et sur des sites à topographie complexe**. La zone doit en revanche être dégagée (ou pouvoir l'être) pour permettre la captation d'images aériennes à l'aide de drones.

- Historique de la méthode



Fin 2017, de nombreuses personnes se sont installées illégalement sur un terrain privé appartenant à un agriculteur. Sur ce même site se mit alors en place une décharge illégale dans laquelle des entreprises et des particuliers venaient décharger leurs déchets à moindre coût.

Les déchets étaient répartis sur trois zones bien délimitées et distinctes :

- De part et d'autre du chemin d'accès,
- Sur différents endroits de parties planes du site,
- Sur un talus de grande hauteur.

Pour caractériser le volume de déchets sur ce site deux techniques ont été utilisées et croisées pour affirmer les estimations. Pour la première technique, **des drones ont été utilisés afin de prendre des images aériennes des dépôts**. Les drones ont relevé la surface où des déchets étaient présents. A l'aide des données topographiques du site avant (sans déchets, croisées avec les données IGN et les données réelles) et après (avec déchets), l'entreprise ECT a pu calculer par une cubature¹ la différence de volume entre les deux situations. Cette différence correspondait alors au volume de déchets estimés être présents sur le site. A noter toutefois que ce volume estimé est d'autant moins précis que le terrain n'est pas plat. **Une fois les relevés de drones réalisés, l'entreprise ECT a travaillé sur carte.**

Au-delà de l'intérêt pour la future évacuation des déchets, la cartographie des zones s'est avérée utile pour la constitution de dossiers réglementaires et pour le règlement des litiges fonciers. Elle a notamment permis d'identifier le propriétaire du terrain et d'obtenir son autorisation pour intervenir sur le site. Des plans cadastraux par vue aérienne ont permis de décrire le contexte pour présenter le projet dans le dossier (la cartographie aérienne est faite à partir d'un outil de type AutoCAD). L'entreprise ECT disposait alors d'une carte géoréférencée des déchets qui a servi de base pour comparer les parcelles.

L'entreprise en charge de l'évacuation des déchets a également fait sa propre estimation de volume mais a procédé différemment. Elle a fait des mesures de longueurs et de largeur des tas de déchets sur place et a évalué dans un premier temps la hauteur des tas à l'œil nu, pour en déduire ensuite le volume approximatif des tas. Dans un second temps, (une fois le marché d'évacuation remporté par l'entreprise), celle-ci a réalisé des sondages à la pelle mécanique pour creuser et avoir la profondeur exacte des dépôts et ainsi confirmer ou infirmer les premières estimations. L'entreprise n'a pas eu besoin de cartographier la zone. Des calculs de tonnages ont également été réalisés à l'aide d'abaques de conversion. Tout ce qui était évacué était évidemment pesé.

La première caractérisation visuelle n'a nécessité qu'une seule visite et compte-tenu de la taille de la décharge, s'est faite en quelques jours. Avec le prestataire retenu pour l'évacuation, il y eut en tout 4 visites. 2 mois ont été nécessaires pour obtenir toutes les informations nécessaires. Le relevé des images aériennes par drones (organisation, programmation, réalisation, traitement et analyse des images) s'est étalé sur environ un mois, l'analyse des résultats de relevés ne durant qu'un à 2 jours. Le sondage par pelle mécanique a pris quant à lui une journée en moyenne et il a fallu ensuite comparer les résultats des sondages avec les premières estimations.



¹ Calcul géométrique qui permet de réduire un solide donné en un cube équivalent en volume

La méthode permet d'estimer des volumes de déchets sur une topographie de site particulière, sur une grande surface et ce de manière assez rapide et efficace. Le site de Boissy est très spécifique car il s'agit d'un très grand site (2^e plus grosse décharge illégale identifiée de la région Ile-de-France). Une grande diversité de déchets y a été retrouvée. Ces spécificités ne permettent pas de le traiter comme un petit dépôt sauvage ou un dépôt sauvage sur un terrain plat. « Des sondages à la pelle mécanique étaient impossibles dans les pentes » a indiqué ECT. La topographie et la configuration du site rendaient en outre l'accès aux engins mécaniques et aux camions particulièrement délicat, voire impossible. Il a donc fallu utiliser d'autres engins pour faire remonter les déchets qui avaient glissé le long des pentes et les ramener à une plateforme de tri au cribleur in situ. Selon ECT, « la pelle mécanique est indispensable car elle permet de faire des sondages et présente l'avantage de pouvoir éclater les tas de déchets en mélange » pour fournir aux opérateurs plus d'informations sur la nature des déchets présents dans les tas.

“ Des sondages à la pelle mécanique étaient impossibles dans les pentes. ”

“ La pelle mécanique est indispensable car elle permet de faire des sondages et a l'avantage de pouvoir éclater les tas de déchets en mélange. ”

- Les avantages et les inconvénients

Avantages

- Estimations précises à l'échelle d'un dépôt étendu sur 3-4 hectares (double estimation)
- Caractérisation rapide
- Méthode duplicable pour d'autres décharges illégales

Inconvénients

- Avoir les compétences et moyens interne pour exploiter les relevés de drones
- Les drones doivent obtenir des autorisations pour voler

- Les moyens humains et financiers



L'opération d'évacuation et de traitement (dont tri) des 6 000 tonnes de déchets a coûté 2M€. Les coûts de gestion ont été entièrement financés par les apports de terre (500 000 m³) et les aménagements réalisés derrière.

Le coût de relevé par drones dépend de la superficie du terrain (entre 3 000 et 5 000€). Une journée de travail à la pelle mécanique, en supposant qu'elle est amenée le matin sur site et en repart le soir, s'élève à 2 000€.

Les points de vigilance

La décharge illégale ayant vécu plusieurs années, la végétation avait repoussé entre les déchets et de la matière organique s'était accumulée sur certains déchets, rendant leur valorisation impossible.

Les opérations menées ont parfois été dangereuses pour les travailleurs. Lors des interventions visuelles, il était nécessaire de marcher sur de gros tas qui pouvaient s'avérer être instables. Un engin mécanisé facilite les choses : une pelle peut creuser et dégager des chemins pour circuler plus facilement.

- Exemple / retours d'expériences / contacts



Pour plus d'informations : contact@groupe-ect.com



4.3. Pratique utilisée par les collectivités dans le département de l'Essonne (91)

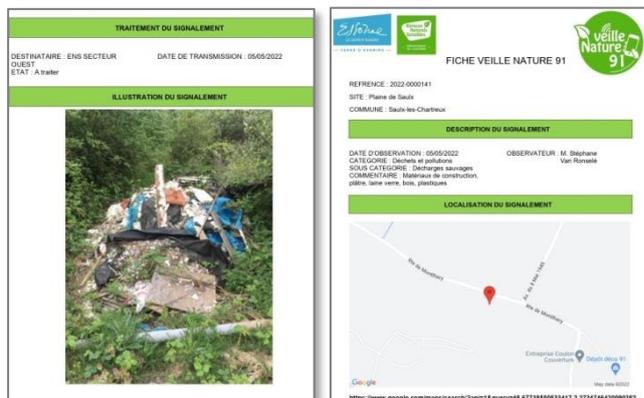
- Pour quels dépôts peut-elle s'appliquer ?
Sous quelles conditions ? 

La méthode exposée ici est utilisée pour caractériser un **dépôt sauvage identifié dans une zone sans typologie particulière**.

- Historique de la méthode 

Le Conservatoire des Espaces Naturels Sensibles (CENS) est sollicité pour retirer les dépôts sauvages du territoire de l'Essonne à travers une application numérique *Veille Nature 91*. Cette application permet au grand public et aux agents départementaux de signaler un dépôt en indiquant le dépôt, sa nature, de joindre une photo et de préciser sa localisation. Un commentaire peut également être laissé pour donner une estimation du volume du dépôt. La signalisation arrive alors au Département sous forme de fiche. S'il s'agit d'un espace départemental, le CENS se charge d'évacuer le dépôt. Si celui-ci est sur un terrain municipal ou privé, les informations sont envoyées à la commune.

Le Département de l'Essonne gère les dépôts sauvages sur sa domanialité (espaces naturels ou non, voiries, dépendances départementales, etc.) et dans le cadre de sa politique déchets, il accompagne également les communes pour les dépôts sur leurs domaines (espaces naturels ou urbanisés). A noter que pour les milieux urbanisés, le département apporte rarement son aide dans la mesure où les intercommunalités disposent généralement de moyens d'actions suffisants.



TRAITEMENT DU SIGNALLEMENT	
DESTINATAIRE: ENI SECTEUR	DATE DE TRANSMISSION: 05/05/2022
QUEST	
STAT: A traiter	

FICHE VEILLE NATURE 91	
REFERENCE: 2022-0000141	
SITE: Plaine de Saucy	
COMMUNE: Saucy-les-Chartroux	

DESCRIPTION DU SIGNALLEMENT	
DATE D'OBSERVATION: 05/05/2022	OBSERVATEUR: M. Stehrane
CATEGORIE: Déchets et pollutions	Van Romaele
SOUS-CATEGORIE: Déchets sauvages	
COMMENTAIRE: Matériau de construction, verre, laine verre, bois, plastiques	

LOCALISATION DU SIGNALLEMENT	
	

“ La politique déchet 2019 – 2022 du département de l'Essonne prévoit un accompagnement des communes pour évacuer les dépôts sur leur domanialité quand elles n'ont pas les moyens de le faire. ”

- Principe de la méthode

La méthode se déroule comme suit :

1. Constat visuel du dépôt
2. Estimation visuelle globale du dépôt
3. Recherche de l'identité de l'auteur par fouille du dépôt (recherche très superficielle et surtout faite dans le cas de déchets du BTP ou de palettes). Dans le cas de déchets verts, l'auteur est généralement impossible à identifier.
4. Recherche de déchets dangereux qui peuvent faire basculer le statut du dépôt (si un dépôt contient de l'amiante, l'ensemble sera alors considéré comme amiante).

L'objectif principal n'est pas de caractériser finement la typologie des déchets du dépôt mais de le faire le plus rapidement possible. L'estimation est donc assez « grossière » et en général, les sites ne font l'objet que d'une seule visite pour la caractérisation.

Intérêt de la méthode

La méthode peut être appliquée à toutes les tailles de dépôts et est réalisée dans un temps limité. Le temps nécessaire à la caractérisation d'un dépôt dépend beaucoup de la taille du site et des informations que peuvent apporter les riverains sur le dépôt. Plus vite le dépôt est caractérisé, plus vite il pourra être évacué pour éviter le phénomène du « déchet qui appelle le déchet ». Quelle que soit la taille du dépôt, il sera caractérisé, car cela conditionne l'édition d'un devis d'évacuation.



● Les avantages et les inconvénients

Avantages

- Rapide
- Ne mobilise qu'une à deux personnes sur un court laps de temps

Inconvénients

- Des incertitudes existent et dépendent de la morphologie du site
- Risque de passer à côté des déchets au cœur du dépôt (dont potentiellement des déchets dangereux)

● Les moyens humains et financiers



Un membre de la structure du Conseil départemental de l'Essonne ou du Conservatoire départemental des Espaces Sensibles se rend sur place pour caractériser seul le dépôt. Ensuite, les services font appel à des prestataires pour évacuer le dépôt. Les coûts dépendent de la nature des

déchets et sont confidentiels. Les coûts sont souvent évalués selon une fourchette haute pour couvrir les aléas et incertitudes liés à l'imprécision de la méthode de caractérisation. La facturation joue un rôle de régularisation (à la hausse ou à la baisse).

Les points de vigilance

L'estimation du volume des tas des déchets est souvent évaluée en se plaçant dans la fourchette haute. Cela permet de garantir la disponibilité des crédits pour assurer l'opération et couvrir d'éventuelles mauvaises surprises. La facturation s'effectue quant à elle au réel.

Il peut parfois être délicat d'avoir accès au site où se trouvent les dépôts pour les camions à grappins. Si le dépôt n'est pas accessible il peut être nécessaire de le déplacer pour le rendre accessible aux véhicules d'évacuation.

La méthode visuelle peut être duplicable à tous types de dépôts sauvages mais dans une certaine limite car plus le dépôt est grand et plus les estimations faites risquent d'être éloignées de la réalité.

● Exemple / retours d'expériences / contacts



Pour plus de précisions : espaces-naturels-sensibles@cg91.fr



4.4. Pratique utilisée par les collectivités sur le territoire de la Réunion (974)

- Pour quels dépôts peut-elle s'appliquer ?
Sous quelles conditions ? 

La méthode détaillée ici est utilisée par les collectivités de l'île de la Réunion pour caractériser un **dépôt sauvage identifié dans une zone délimitée**.

- Historique de la méthode 

Pour les collectivités de la Réunion, l'agence de l'urbanisme AGORAH expérimente des outils internes permettant de caractériser les dépôts sauvages. Elle a notamment testé **l'application numérique Input, outil de géolocalisation enrichi**. Les utilisateurs peuvent localiser le dépôt et fournir des informations sur la taille du dépôt ainsi que sur la nature des déchets qui s'y trouvent. Des photos peuvent également être ajoutées via l'application.

A La Réunion, le dernier état des lieux réalisé par l'agence AGORAH en 2016 à partir de données de l'Agence Régionale de Santé dénombreait **1 920 dépôts sauvages en zone urbaine**.



- Principe de la méthode

Les collectivités font surtout des constats visuels et s'attachent davantage à déterminer les types de déchets présents dans les tas plutôt que leur volume. Il s'agit donc plus de qualification que de quantification en vue de trier les déchets *in situ* et de prévoir les camions adéquats pour les transporter vers les filières de valorisation *ad hoc*. L'information sur le tonnage est disponible après l'évacuation par les véhicules puisque les déchets sont pesés avant d'être envoyés dans les filières de traitement.

Dans un dépôt, aucune cartographie n'est faite. Celle-ci est réalisée à l'échelle de l'ensemble du territoire de la Réunion : les collectivités vont identifier des zones de dépôts qui reviennent régulièrement et qu'elles nommeront « points noirs » pour mettre en place des mesures autour de ces zones afin de dissuader les auteurs de récidiver. Les lieux qui font l'objet de dépôts récurrents sont désormais équipés de caméras de vidéos de surveillance (caméras nomades) pour prendre les auteurs sur le fait.

Intérêt de la méthode

La caractérisation par types de déchets est nécessaire pour le tri en amont sur site et pour optimiser la collecte, le traitement et la valorisation en aval. Plus le dépôt est grand et plus il sera indispensable de le caractériser en raison du risque accru d'y trouver des déchets différents, voire dangereux qui nécessitent un traitement spécifique.

● Avantages et inconvénients

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rapide, évite le phénomène du « déchet qui appelle le déchet » ▪ Les déchets sont triés sur place facilitant le transport vers les filières de traitement 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ De grandes incertitudes subsistes car la méthode est succincte (nature sans les quantités) et uniquement visuelle

● Les moyens humains et financiers



Des brigades environnement se chargent de faire le tour des territoires pour identifier les zones de dépôts sauvages. Elles s'occupent également de se rendre sur place et de caractériser le dépôt.

Les coûts pour la collecte, le transport et le traitement des déchets d'un dépôt sont de

l'ordre de 300 / 400€ pour les petits dépôts (environ une centaine de kilos).

Certaines collectivités recourent à un prestataire à l'année pour que les dépôts sauvages de leur territoire soient enlevés quotidiennement (le montant de la prestation annuelle avoisinant les 2 millions d'euros).

NB : Identifier et caractériser en amont un dépôt permet de contenir les coûts pour éviter les déplacements inutiles de véhicules et d'agents.

Les points de vigilance

Pour les collectivités, il peut y avoir des difficultés d'accessibilité aux lieux du dépôt. Les collectivités ont toute latitude pour intervenir sur le domaine public mais seul le maire peut agir pour contraindre l'occupant ou le propriétaire lorsque le dépôt est sur un terrain privé. Dans ce cas, les dépôts peuvent parfois être plus long à évacuer.

● Exemple / retours d'expériences / contacts



Pour avoir plus d'informations sur la gestion des dépôts sauvages sur le territoire de la réunion veuillez contacter : direction@agorah.com



AGORAH, agence d'urbanisme à La Réunion

4.5. Méthode ADEME : réhabilitation des décharges

- Pour quels dépôts peut-elle s'appliquer ? Sous quelles conditions ?

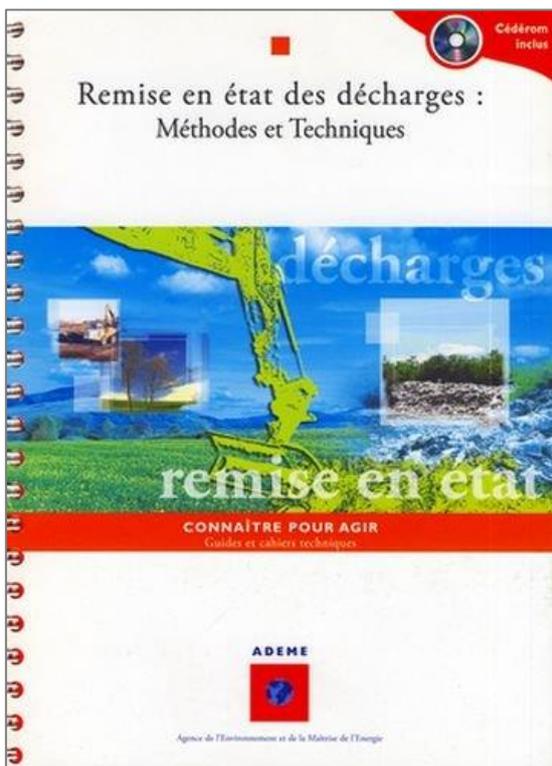


La méthode décrite ci-après concerne les **décharges autorisées de déchets ménagers exploitées sans contraintes particulières**, les **décharges de déchets ménagers et assimilés non autorisée**, les **décharges brutes communales** et les **dépôts sauvages**.

- Historique de la méthode



De nombreuses anciennes décharges brutes sont fermées et non réhabilitées et il subsiste encore des décharges illégales en activité recevant des déchets (ménagers ou professionnels, encombrants, gravats, déchets verts). Les décharges exploitées contrairement à la réglementation peuvent entraîner des nuisances de différentes natures et des risques de pollution pour les riverains et les milieux. Si certaines de ces nuisances sont rapidement réversibles, d'autres constituent des risques pouvant durer relativement longtemps, jusqu'à plusieurs dizaines d'années après la fin des dépôts. Qu'ils soient immédiats et réversibles, ou différés et durables, ces effets sur les populations et les milieux ne sont pas tous équivalents. Pour prévenir ces risques, des opérations de réhabilitation ont été ou sont encore nécessaires.



- Principe de la méthode

Les décharges font l'objet d'un **premier diagnostic : le diagnostic simplifié**, pour pouvoir repérer si la décharge présente un potentiel risque de pollution. Si le diagnostic simplifié conclut à la nécessité d'investigations complémentaires, des études approfondies sur un site de la décharge sont entreprises : c'est le **diagnostic approfondi**. Il **permet d'apprécier plus finement le niveau de risque** généré par le site étudié compte tenu de l'usage destiné et de son environnement. Les objectifs de ce diagnostic sont de caractériser la décharge, de déterminer les possibilités de transferts et les cibles, d'évaluer l'impact et définir des *scenarii* de réhabilitation adaptés à la mesure des impacts ou des risques.

Etape 1 : étude documentaire et historique du site pour identifier et synthétiser toutes les informations aisément disponibles relatives au site (registres, documents réglementaires, plans, cartes géologiques et topographiques, atlas, photographies aériennes et terrestres, rapport d'étude, témoignages, enquêtes de voisinage, interviews de personnes ayant travaillé sur le site, visites de terrain et relevés légers sur site, etc.). Un modèle de questionnaire adressés aux communes et riverains ayant pour objectif de rassembler des informations sur les conditions d'utilisation et d'exploitation du site des décharges est disponible à l'annexe 4.

Les informations collectées sont recoupées, vérifiées, et dans la mesure du possible localisées dans l'espace. Elles portent sur les caractéristiques du site et de son environnement et retracent l'historique du site.

Suite à ces recherches, il est possible d'avoir une première idée des risques généraux liés au site, d'identifier les lacunes d'informations et de concevoir le programme de reconnaissance. Une première synthèse est alors présentée au maître d'ouvrage à ce stade.

Etape 2 : Investigations de terrain. Cette étape met en œuvre les divers moyens précédemment définis afin de confirmer les hypothèses émises en étape 1 et de lever les inconnues restantes. Le niveau des investigations à entreprendre dépend de la complexité de la taille et de l'histoire du site. Des techniques issues de nombreuses disciplines

peuvent être utilisées : hydrogéologie, hydraulique, biologie, chimie analytique, géotechnique, etc.

Etape 3 : Elle regroupe la synthèse et l'évaluation des risques. Le traitement des données, l'analyse et la synthèse des résultats permettent de :

- Mieux caractériser le potentiel polluant de la décharge ;
- Caractériser le transfert des polluants éventuels vers les différents milieux ;
- Identifier et mesurer les impacts sur les milieux et estimer les risques.

Le rapport doit présenter des résultats chiffrés (concentrations, flux massiques, etc.) et des schémas explicatifs (plan, coupes, cartes thématiques, etc.). Lorsque les impacts sont forts et susceptibles d'effets sur la santé, il faut passer à un stade d'étude plus évolué de type « Evaluation détaillée des risques ». La conclusion du diagnostic consiste à définir les objectifs généraux de réhabilitation en relation avec la

problématique, les risques identifiés et le devenir du site.

Etape 4 : Cette dernière étape détermine les objectifs et élabore les scénarii de réhabilitation.

Intérêt de la méthode

L'observation indirecte de la décharge permet la localisation cartographique des zones où la nature du sol et du sous-sol présente des anomalies. Elle est envisagée lorsqu'il faut un zonage précis du site ou lorsque les engins lourds nécessaires au creusement des sondages ne peuvent pénétrer sur la décharge. La méthode est précise et permet de caractériser finement la décharge et donc de définir clairement les étapes de réhabilitation et/ou de résorption de la décharge.

- Les avantages et les inconvénients

	Avantages	Inconvénients
Technique de fouille à la pelle mécanique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rapide ▪ Peu coûteuse au regard de la quantité de déchets présent sur le site ▪ Permet un examen détaillé des déchets ▪ Permet une prise d'échantillons simple 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Profondeur d'investigation limitée (5/6 m maximum) ▪ Exposition des opérateurs ▪ Exposition importante à l'air et aux eaux superficielles ▪ Perturbation importante du milieu
Etudes par forage	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grande profondeur d'investigation (supérieure à 5m) ▪ Moins de nuisance pour les opérateurs et l'environnement que les fouilles à la pelle mécanique ▪ Couplage des échantillons ▪ Mesures en continu 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coûteux ▪ Possibilité de perturbation des échantillons
Techniques et méthodes d'analyses de terrain	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Repérer rapidement les familles de polluant ▪ Cibler des zones de prélèvements en vue d'analyses spécifiques ou plus ponctuelles ▪ Mesurer des paramètres caractérisant les conditions physico-chimiques des milieux concernés ▪ Dresser des documents cartographiques synthétiques 	/
Les analyses in situ	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Obtenir des résultats analytiques rapides ▪ Limitation des risques d'erreurs ▪ Réduction des coûts analytiques 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesures qualitatives et non spécifiques ▪ Les analyses sont sensibles à de nombreuses interférences

- Les moyens humains et financiers



Le déroulement des études est décidé par un maître d'ouvrage, et éventuellement son assistant technique, en concertation avec l'autorité chargée de la conduite du plan de résorption. L'opérateur pour mener l'étude est de préférence un bureau d'étude spécialisé.

Les coûts moyens des études et travaux de réhabilitation varient selon la localisation géographique des décharges.

Les études préalables de réhabilitation (diagnostic approfondi) sont comprises entre 7 000 et 15 000€HT, voire beaucoup plus pour des sites complexes et/ou importants. L'utilisation d'une pelle mécanique avec chauffeur et transport de la pelle coûte entre 800 et 1 000€HT la journée. Les études par forage coûtent environ à 0,1 à 0,2 € / ml.

Les différents coûts d'investigation⁶ sont détaillés dans les tableaux ci-dessous :

Investigations	Coût estimatif en euros
Etude bibliographique et historique	1 500 à 7 500 €
Intervention d'une équipe technique	1 500 à 2 300 €
Reconnaissance des déchets et des terrains	300 à 750 € par jour
Réalisation de forages provisoires	1 000 à 5 500 € plus 40 à 150 € par mètre linéaire
Mesures indirectes (reconnaissance géophysique, électrique ou électromagnétique)	1 000 à 1 500 € par jour
Relevé topographique	1 500 à 3 000 € selon le site
Reconnaissance des eaux	
Forage piézométrique	45 à 75 € par mètre linéaire
Prélèvement et analyse	460 à 1 000 € par échantillon
Reconnaissance des gaz	
Inventaire des éléments gazeux	300 à 760 € par échantillon
Repérage et cartographie des zones de production gazeuse	2 300 à 3 800 €
Test de biodégradabilité	760 à 1 000 € par échantillon
Synthèse des résultats	4 500 à 9 000 €

Tableau 2 - Coûts des investigations lors de la réhabilitation d'une décharge brute

Les points de vigilance

Lors de la phase d'investigation du site, il est primordial de définir une stratégie d'échantillonnage et d'analyse pertinente pour éviter des découvertes ultérieures notamment lors de l'engagement des travaux de réhabilitation. La limite au-delà de laquelle une enquête historique est indispensable peut être fixée à 5 000m³.

Il est important de bien séparer dans le temps les différentes études. Les résultats de chacune conditionnent en effet le démarrage éventuel et le cahier des charges de la suivante.

L'analyse critique lors de l'utilisation de témoignages, avec recoupement d'informations permet de limiter toute erreur d'appréciation. La validité des témoignages peut être, en effet, altérée par les intérêts particuliers des interlocuteurs ou l'ancienneté des faits.

⁶ Attention, ces coûts de référence datent du début des années 2000 et ont sûrement évolué

- Méthode utilisée par le BRGM

Dans les années 2000, le BRGM a été sollicité par les Départements (Conseils Généraux) pour réaliser des études de diagnostics des anciennes décharges. Le BRGM s'est alors référé à différents guides et normes pour mener à bien ces études, à savoir :

- La méthodologie nationale des sites et sols pollués et outils similaires (cf. ssp-infoterre.brgm.fr)
- Les Normes NF X31-620
- Le guide méthodologique de la remise en état des anciennes décharges, méthodes et techniques publié par l'ADEME en 2005 (cf. pages précédentes).

Les principales étapes suivies dans le cadre de la méthode BRGM sont les suivantes :

Etape 1 : Phase LEV (levée de doutes). Cette phase permet de vérifier le risque causé par le site et de déterminer si le site a besoin d'études de diagnostic plus poussées. Si le site ne requiert pas d'études plus poussées, l'évacuation est faite très rapidement. Sinon, lorsque le site est supposé pollué, ou qu'il n'y a pas assez d'informations pour lever le doute sur un potentiel risque, un diagnostic approfondi doit être réalisé.

Etape 2 : Phase INFO. Elle correspond à l'étude documentaire et historique du site. Pour cette phase il est important de se référer à tous types de ressources documentaires pour croiser les informations, les vérifier et les confirmer. Il peut s'agir de cartes topographiques, de photos aériennes, de bases de données (BSS, CASIAS, BASOL), des archives municipales et départementales, des arrêtés municipaux ou préfectoraux, des études géotechniques antérieures si elles existent, des suivis topologiques, des suivis de bordereaux de déchets ou autres. Une cartographie du site ainsi qu'un historique de photographies aériennes permettent de déterminer l'emprise du site et le mode d'exploitation de la décharge. Ces documents sont complétés par des visites de site accompagnées d'enquêtes de voisinage auprès du propriétaire du site, des riverains s'ils ont connaissance du site, du maire, de la gendarmerie s'il y a eu des plaintes, de l'ONF ou du conservatoire du littoral. Les dépôts de plainte peuvent aussi être une bonne source d'information.

***NB :** Concernant les dépôts sauvages, les photographies aériennes peuvent être un bon outil pour remonter le temps sur un territoire et déterminer les différents apports de déchets.*

Etape 3 : Phase DIAG. Elle correspond au diagnostic du site à travers des investigations de terrain (visites de terrain, analyse en laboratoire, prélèvements, etc.). Pour déterminer l'emprise du site, des mesures à la pelle mécanique sont toujours requises pour évaluer la limite du terrain naturel ou de l'ancien site. Le sondage à la pelle mécanique n'est pas profond mais il est efficace pour étudier une grande superficie (possibilité de procéder à une vingtaine de sondages sur une journée). Si des études sont nécessaires à plus de 3 ou 4m de profondeur des forages à tarière mécanique sont utilisés ainsi que des équipements piézométriques. A minima, il est nécessaire de réaliser un sondage par hectare.

Etape 4 : la phase IEM (Interprétation de l'Etat des Milieux) permet de construire le scénario de la gestion du site et de sa réhabilitation.

- Exemple / retours d'expériences / contacts 

A la demande du Conseil Général du Puy-de-Dôme et de l'ADEME Auvergne, le BRGM Auvergne a été chargé de réaliser un diagnostic simplifié des décharges brutes du Puy-de-Dôme et de proposer pour chacune des décharges visitées un dossier de résorption. Ce dernier comprend : le résultat du pré-diagnostic, un plan de situation du site, un schéma et une coupe du site, une planche photographique, les références de la décharge et les travaux de remise en état avec les estimations de coûts.

4.6. Méthode CEREMA : Traitement des dépôts sauvages en place depuis plusieurs années

- Pour quels dépôts peut-elle s'appliquer ? Sous quelles conditions ? 

La méthode expliquée ici va davantage se concentrer sur **les gros dépôts sauvages de déchets en mélange**, qui sont en place depuis déjà plusieurs années. Elle n'a pas pour finalité de caractériser a minima en vue d'une résorption du dépôt dans l'urgence mais s'attache à caractériser finement tant en termes de quantité que de types de déchets.

- Historique de la méthode 

Un diagnostic précis peut permettre de réduire les coûts d'évacuation et de traitement des déchets du dépôt (évidemment d'autant plus que le dépôt contient des déchets dangereux, mais aussi des déchets valorisables).

Même si la priorité est l'évacuation du dépôt, le potentiel de valorisation des déchets mérite d'être systématiquement étudié dans une logique d'économie circulaire.

“ L'urgence est un gage de coûts élevés. Le travail n'est pas simple mais il doit être détaillé. ”

- Principe de la méthode

Lorsqu'un dépôt est en place depuis plusieurs années, **des photos aériennes sont utilisées pour déterminer comment le dépôt sauvage a évolué au fil du temps** et quels déchets y ont été déposés. Ces photos aériennes sont analysées pour détecter les camions qui déversent et la nature des déchets en question. Ces photos permettent de dresser un premier diagnostic du dépôt qui sera confirmé par une visite de terrain. La visite sur site permet de confirmer ce qu'il y a sur les photos et suffit parfois pour proposer une réhabilitation.

Une approche plus détaillée peut cependant être nécessaire : si l'épaisseur du dépôt est conséquente, si un sondage à la pelle mécanique doit être réalisé, si des déchets dangereux non visibles sur les photos sont découverts, si un dépôt perdure dans le temps, ou s'il y a différents types de déchets dans le dépôt.

En cas de suspicion d'un risque de contamination du sol, des prélèvements identiques à ceux réalisés dans le cadre d'un diagnostic des sols pollués peuvent être réalisés. Si la phase de Levée de doute peut être suffisante en elle-même, une analyse plus détaillée du dépôt est parfois requise. Lorsqu'un diagnostic est réalisé, que ce soit pour un sol, pour une qualité des eaux ou pour des déchets, il y a une préparation, avant de se rendre sur le site, à partir de photographies. Une évaluation du stock et du volume est alors réalisée. Cette phase permet de préparer l'intervention :

1. Y a-t-il des déchets dangereux ?
2. Dans les déchets non dangereux, y a-t-il des inertes ?
3. Si oui, y a-t-il la possibilité de les valoriser ?
4. Quelles sont les filières de recyclage à proximité du dépôt ?
5. Y aura-t-il besoin d'un sondage à la pelle mécanique ?

L'analyse est économiquement faisable en général, avant de se poser les questions suivantes :

1. Y a-t-il un espace suffisant pour trier les déchets sur place ?
2. Les bonnes filières sont-elles à proximité ?

Il est important de passer par toutes ces étapes pour détailler finement le dépôt afin de proposer une gestion optimale du dépôt. Plus la caractérisation sera fine, précise, et détaillée et moindre sera le coût. Une fois l'état des lieux du dépôt fait, le dépôt se subdivise de lui-même. Les déchets dangereux sont enlevés en premier. Les déchets non dangereux restent sur place et sont séparés entre ceux qui sont recyclables (les métaux, bois, etc.), les inertes à envoyer dans une installation de recyclage (bétons et granulats), et les autres.

La méthode s'attache à caractériser finement un dépôt. Il s'agit de proposer un programme de réhabilitation cohérent avec les aspects économiques, l'économie circulaire, la nature des déchets, la maîtrise des risques du site et environnementaux. Le CEREMA se méfie de l'évacuation dans la précipitation (vue la taille des dépôts considérés) : une caractérisation précise rendra optimale le traitement des déchets et diminuera d'autant les coûts.

- Les avantages et les inconvénients

Avantages

- Diagnostic fin du dépôt
- Potentiel de réduction des coûts compte-tenu de la taille du dépôt

Inconvénients

- Le diagnostic prend du temps
- Le dépôt doit être conséquent pour avoir un intérêt à mobiliser des filières de valorisation

- Les moyens humains et financiers



Pour le diagnostic, le coût se situe entre 1 000 et 10 000€, alors que la réhabilitation peut aller d'un demi-million d'euros au million d'euros.

Les points de vigilance

En cas de présence de déchets dangereux, il est nécessaire de rapidement les identifier. Les tôles de fibrociment amiantés par exemple, peuvent se casser ou s'émietter si le dépôt n'est pas traité assez rapidement. En cas de brisures, une plus grosse part du dépôt sera considérée comme déchet dangereux et le coût sera alors plus élevé. Pour les déchets non dangereux le coût est de 100-150€ la tonne tandis qu'il est de plusieurs centaines d'euros la tonne pour les déchets dangereux.

Plus le volume est important et le dépôt est vieux, plus il y a un risque de diversité de déchets dans le dépôt plus il sera difficile de diagnostiquer le site puis de le réhabiliter. Il est donc probable qu'il existe une corrélation forte entre l'âge / le volume du dépôt et l'incertitude de la caractérisation.

- Exemple / retours d'expériences / contacts



La méthode décrite ici est celle mise en place par le CEREMA et a été partagée par Laurent Eisenlohr. Le CEREMA agit en amont de l'évacuation des dépôts sauvages en :

- Développant des méthodes ;
- Identifiant ou aidant à repérer des dépôts sauvages ;
- Proposant des conseils de gestion ;
- Mettant en place des plans d'actions de résorption des décharges.



4.7. Processus RECORD pour les dépôts étendus de matière

- Pour quels dépôts peut-elle s'appliquer ? Sous quelles conditions ? 🔍

La méthode s'applique pour des **dépôts de déchets et les étendues de matière.**

- Principe de la méthode

Avant toutes les opérations matérielles d'intervention, il est nécessaire de recueillir le maximum d'informations disponibles pour orienter au mieux les opérations et faciliter l'interprétation des résultats obtenus. Ces informations étant, en général, dispersées, elles nécessitent une collecte, une mise en forme, une identification des manques et un lancement éventuel d'enquêtes ou d'investigations complémentaires.

Pour le cas d'un dépôt ou d'une étendue de matière, ce schéma synthétise l'approche à suivre :

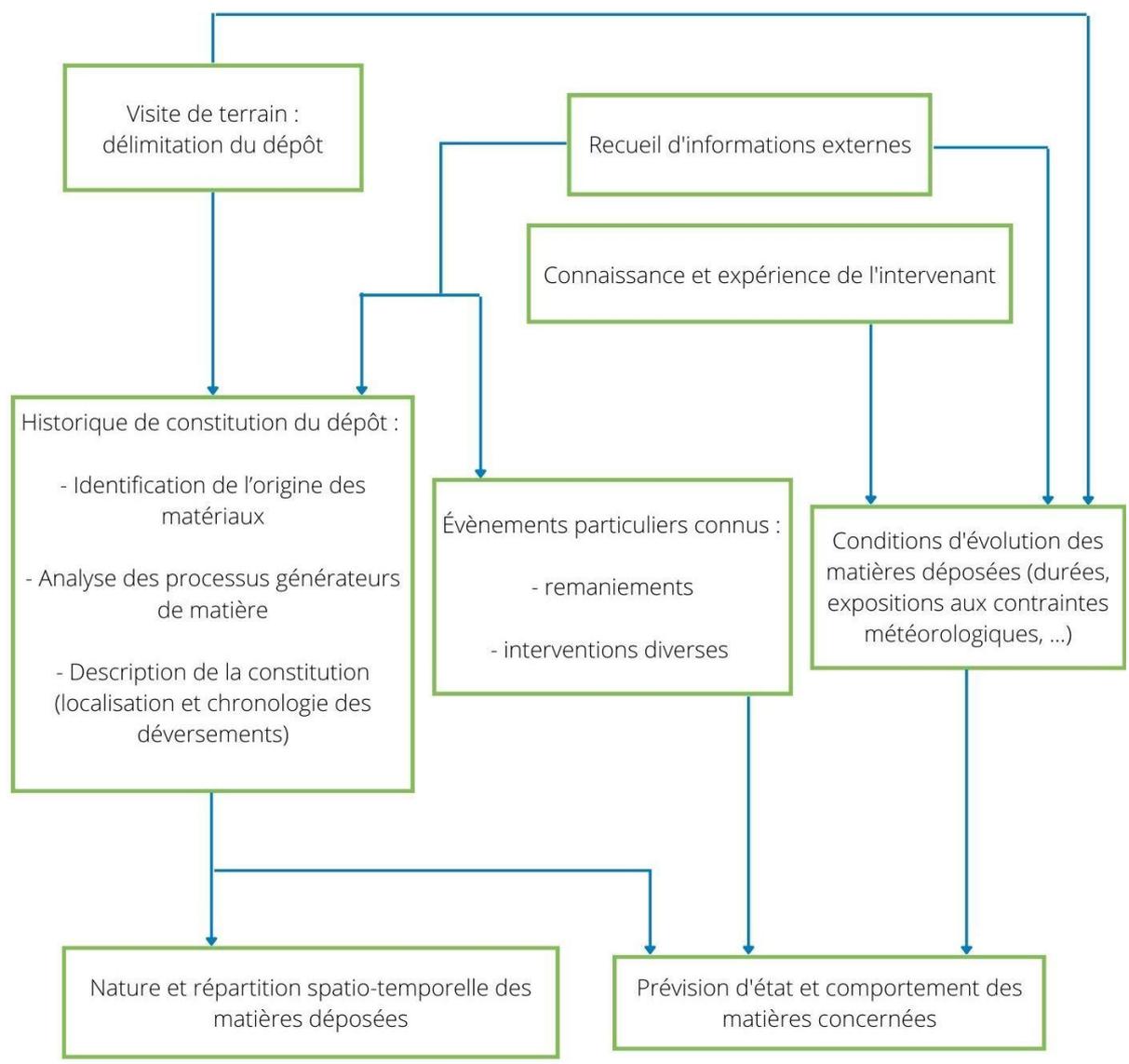


Figure 4 - Technique pour les dépôts étendus de matière

- Processus de caractérisation

La prescription. Le prescripteur délimite clairement l'objet à étudier dans ses dimensions spatiales (délimitation précise de la localisation du site) et temporelle (période de réalisation des opérations : date de démarrage et durée, délai d'obtention des résultats). Le prescripteur doit veiller à la bonne adéquation entre les moyens matériels nécessaires (notamment financier) et le volume des opérations à effectuer faute de quoi celles-ci risquent d'être sacrifiées en termes de quantité ou de qualité, conduisant à des résultats biaisés ou inutilisables et à des prises de décision non ou mal fondées.

La collecte d'informations à travers une enquête. Il s'agit ici d'identifier et de caractériser le lot de matière à échantillonner, de récolter les critères de caractérisation immédiatement perceptibles, de recueillir les autres éléments caractéristiques connus et accessibles par enquête et les connaissances disponibles relatives à la structure

spatiale et/ou temporelle du lot à échantillonner.

L'échantillonnage et le prélèvement. L'objectif ici est de prendre connaissance des propriétés du stock. Pour cela, il faut définir le mode de constitution de petites quantités de matière qui pourront être caractérisées à l'aide des moyens disponibles : mesures *in situ*, mesures sur le terrain ou analyses de laboratoire. L'échantillonnage cherche à représenter un lot de matière par une fraction réduite de ce dernier et à partir de laquelle des mesures, des analyses ou des évaluations de comportement sont effectuées. L'objectif visé est de décrire de façon exacte le lot de matière dans sa nature, sa structure éventuelle (dans le temps et dans l'espace), son comportement.

Mesure ou caractérisations analytiques des échantillons. Une fois les prélèvements réalisés, ceux-ci sont analysés selon les techniques courantes.

Les points de vigilance

Lors de la phase d'échantillonnage et de prélèvement, des règles sont à respecter :

- Le lot de matière échantillonné doit être défini et délimité avec précision.
- Les critères de représentativité des échantillons à constituer doivent être définis clairement.

L'hétérogénéité de la matière doit être prise en compte et par conséquent la mieux connue possible. Cette exigence demande une collecte et une analyse d'un maximum d'informations disponibles et rend nécessaire des opérations préliminaires de reconnaissance.

- Exemple / retours d'expériences / contacts



Pour en savoir davantage :

RECORD, Déontologie de la métrologie en environnement : Contraintes et limites de la métrologie appliquée aux déchets, 1995, 442 p, n°93-0103/1A.

4.8. Retour d'expérience pour les sites orphelins de pneumatiques

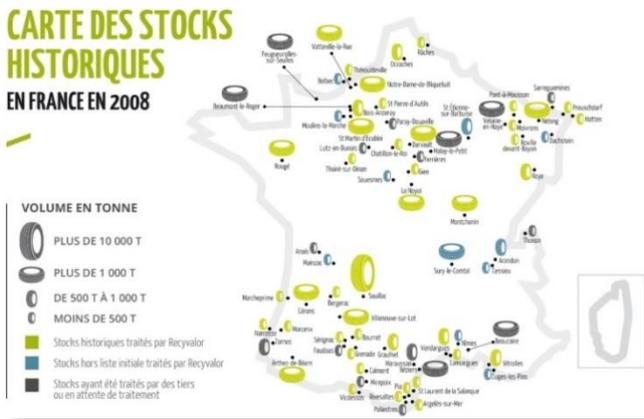
- Pour quels dépôts peut-elle s'appliquer ? Sous quelles conditions ?

La méthode répertoriée ici est principalement utilisée par la société ALIAPUR pour estimer le volume d'un **dépôt de pneus**. Elle pourrait, néanmoins, être envisagée pour quantifier, en termes de volume, un dépôt sauvage multi-déchets.

- Historique de la méthode

Entre 2008 et 2017, l'association Recyvalor, dissoute aujourd'hui, a permis la résorption d'un stock de 7,2 millions de pneumatiques usagés avec le soutien opérationnel d'ALIAPUR.

L'éco-organisme ALIAPUR aide la plupart des communes, qui en font la demande, à retirer les stocks de pneumatiques de n'importe quelle taille qui pourraient se trouver sur leur territoire. Les stocks de pneumatiques sont souvent liés à l'activité illégale d'un professionnel qui récupère les pneus moyennant finance sous prétexte de les revaloriser, mais va finalement les abandonner dans la nature.



- Principe de la méthode

La méthode utilisée n'est pas systématiquement standard. Les communes peuvent évaluer à l'œil nu le nombre de pneumatiques du dépôt en les comptant dans le cadre de petits dépôts. Dans le cas d'un petit dépôt, l'observation du site peut se faire par photographie terrestre prise par la commune et envoyé à ALIAPUR. Sinon, les volumes peuvent être estimés à partir d'un logiciel (photographies aériennes). Des drones sont dirigés par un opérateur détenant un brevet de pilotage pour capturer en image le stock de pneumatiques. Ensuite, un nuage de points est tracé sur un logiciel pour délimiter les endroits où se trouvent tous les pneus. Grâce à une intelligence artificielle, le logiciel est capable d'estimer le volume du stock de pneumatiques. Une fois le volume obtenu il est facile d'obtenir le tonnage et le nombre de pneus. Un mètre cube de pneus équivaut à 600kg de pneus et une tonne équivaut à 120 pneus.

Une fois l'estimation faite, l'opérateur qui s'est rendu sur le site est de nouveau sollicité pour apprécier si l'estimation fournie par le logiciel semble correcte. A noter que pour les gros stocks, une recherche de la topographie du site est généralement nécessaire afin de déterminer si le sol sur lequel repose les déchets est plat ou non. Cette morphologie du terrain étant en effet susceptible d'impacter fortement les estimations du logiciel.

Avant de résorber un ou plusieurs sites de pneumatiques, il est indispensable d'évaluer :

- L'importance du risque sanitaire et environnemental selon la situation géographique du dépôt ;
- La capacité et la facilité de traitement local des pneumatiques usagés ;
- La quantité à traiter ;
- Les difficultés d'interventions sur le site ;
- Le niveau d'implication des acteurs locaux.

La visite du site permet d'évaluer la quantité de matière à enlever et l'environnement de travail. Lorsque la topographie du terrain se révèle au fil de l'évacuation, l'estimation initiale des quantités peut mériter d'être revue.

Cette méthode est capable d'évaluer toutes les tailles de dépôts (modulo la topographie du site) et le logiciel est désormais relativement éprouvé. L'estimation s'avère en général juste si la topographie du site a bien été prise en compte au démarrage. Ces informations peuvent être apportées par les riverains ou la commune. La méthode a été développée pour les dépôts qui ne contiennent que des pneumatiques (la conversion volume > unité > poids étant connue et relativement stable), mais pourrait être adaptée dans le cadre de dépôt d'autres déchets s'il existait des abaques de conversion pour les déchets présents.

- Les avantages et les inconvénients

Avantages

- Méthode rapide
- Simple d'utilisation
- Fiable pour les pneumatiques : les estimations du logiciel sont cohérentes avec les pesées après enlèvement

Inconvénients

- Les conditions météorologiques doivent être optimales pour utiliser le drone
- Besoin d'abaques de conversion volume / poids pour les déchets en mélange qui, par définition, sont très hétérogènes dans un dépôt sauvage

- Les moyens humains et financiers



La méthode requiert un opérateur, ayant un brevet de pilotage de drone, qui se rend sur le site pour estimer le volume du tas et il faut des conducteurs de camion et de semi-remorques. La gestion d'un stock de pneumatiques suppose l'intervention de personnels qualifiés.

Pour les **moyens financiers**, le coût dépend du type de matériel à apporter sur le site. Pour un dépôt de 12 tonnes de pneus sur un site facile d'accès, un seul voyage en semi-remorque sera nécessaire.

En revanche, si les pneus sont sur un terrain difficile d'accès (par exemple en forêt), plusieurs voyages seraient nécessaires à l'aide d'un plus petit véhicule de type camionnette. La collecte des pneus un-à-un entraîne également une augmentation du coût. Dans 90% des cas, il s'agit de pneus de véhicules légers (8kg). Les pneus de poids lourds pesant 60kg l'unité ne sont généralement présents qu'à la marge. Les coûts de gestion se situent entre 200€ et 400€ la tonne.

Les points de vigilance

La topographie du site doit être prise en compte, pour évaluer le volume ou pour déterminer l'accessibilité au site. ALIAPUR demande souvent aux communes une photo du lieu pour l'évaluer. Si l'accès au stock de pneumatiques est difficile pour une semi-remorque, les pneumatiques sont d'abord déplacés par camion à un endroit accessible pour elle.

Sur les sites, il n'y a, en général, pas de pollution constatée. L'exposition des pneumatiques pendant de longues années aux UV ne permettent pas de les utiliser dans les voies de valorisation matière (granulation à destination des terrains de sport). Ils doivent alors faire l'objet d'une valorisation énergétique en tant que combustible de substitution en cimenterie.

- Exemple / retours d'expériences / contacts



Pour plus d'informations, vous pouvez contacter un membre de l'équipe d'ALIAPUR sur leur site internet : <https://aliapur.fr>



4.9. Méthode MECADEPI pour les déchets post-inondations

- Pour quels dépôts peut-elle s'appliquer ? Sous quelles conditions ? 

Cette méthode s'applique aux **déchets générés par une inondation**. Elle n'est *a priori* pas utilisée pour caractériser des dépôts illégaux car elle s'appuie sur des quantités moyennes théoriques qui ne sont aujourd'hui pas adaptées pour.

- Historique de la méthode 

Le Japon, Taïwan ou encore les États-Unis, disposent depuis longtemps d'outils et de méthodes pour quantifier les déchets produits par une catastrophe naturelle. La présente fiche ne reprend que de façon synthétique les grands principes de la méthode française MECADEPI qui est bien plus détaillée dans sa version intégrale.

Avantages

- Anticiper et planifier la quantité de déchets produits par une inondation
- Les gestionnaires du territoire disposent d'une base concernant les principaux types de déchets retrouvés avec les ratios courants

Inconvénients

- Difficile d'estimer de manière exacte les équipements de chaque ménage
- Les données de base issues de l'INSEE ne sont pas toujours récentes
- Hypothèses maximales induisant un risque de surestimation des quantités

- Principe de la méthode

La méthode MECADEPI permet de donner une estimation, en fonction du niveau de la montée des eaux, du nombre de déchets générés par une inondation par catégorie de déchets : les déchets de l'ameublement, les déchets d'équipement électrique et électronique, les déchets dangereux, les déchets d'activité de soins et médicamenteux, les déchets en mélange, les véhicules hors d'usage, les déchets du bâtiment d'habitation. La méthode se base sur un principe d'estimation du nombre de déchets générés par l'inondation en fonction de la hauteur de l'eau et des ménages inondés. Elle considère qu'il n'y a aucune mise à l'abri des biens et propose une formule pour calculer, par grandes familles d'objets, la quantité des déchets générés.

Pour la présente fiche de synthèse, X_{log} représente le nombre de logements touchés par l'inondation et $Q_{déchets}$ la quantité de déchets (en poids ou en nombre d'unités selon les cas) générés par l'inondation.

Intérêt de la méthode

La quantification des déchets produits par une inondation est une étape indispensable pour déterminer les moyens matériels et humains, les partenariats à établir, les espaces à mettre à disposition dans la perspective d'une gestion des déchets adaptée, respectueuse de l'environnement, de la santé des populations et des besoins de redémarrage rapide des territoires. Cette méthode a fait ses preuves pour un retour à la normale aussi prompt que possible.

***NB :** Dans cette méthode il n'y a pas de différenciation par type de logement (appartement / maison) alors que dans les faits les équipements, mobiliers, produits d'entretiens, etc. ne sont pas dans des proportions similaires partout.*

Les points de vigilance

La méthode présentée ici repose sur des estimations qui sont la base de nombreux paramètres théoriques de calculs. La validité de ces hypothèses reste à vérifier lors de la phase de mise en œuvre.

Pour chaque catégorie de déchets, la méthode est résumée dans le tableau suivant :

Déchets	Gisement	Principe de la méthode
Déchets de l'ameublement	- Literie, - meubles de bureau, de salle de bain, de cuisine, de jardin, d'intérieur - les sièges - les tapis - les textiles	On considère le poids moyen total des déchets de l'ameublement dans un ménage notée P. La quantité de déchets générée par la catastrophe et donc : $Q_{\text{déchets}} = X_{\text{log}} * P$
Equipements électroniques et électriques	- Gros appareils ménagers - Petits appareils ménagers, - Equipements informatiques et de télécommunications, - Outils électriques et électroniques	<u>Quantification en unité</u> : Comme il est possible de connaître le taux d'équipements des ménages en fonction de la taille de la commune, taux noté T. Alors, $Q_{\text{déchets}} = X_{\text{log}} * T$ <u>Quantification en poids</u> : En multipliant le taux d'équipement des ménages par des poids moyen. La quantification devient alors : $Q_{\text{déchets}} = X_{\text{log}} * T * P$
Déchets dangereux	- Produits d'entretien, - Produits de jardinage - Produits de bricolage	La quantification est faite en poids. La quantité de déchets dangereux présents dans les ménages est estimée en considérant : - la quantité moyenne de produits dangereux ménagers achetés par an par les ménages - la fréquence d'achat des ménages pour ces produits afin d'affiner le calcul et de déterminer les stocks maximums présents dans les habitations. La quantité obtenue est notée Q_1 . Ainsi, $Q_{\text{déchets}} = X_{\text{log}} * Q_1$.
Déchets d'activités de soins	- Médicaments - Matériels de soins - Produits sanguins, etc.	En appelant V_{bp} le volume moyen d'une boîte à pharmacie, X_1 , le nombre de logements inondables à plus de 1,5m et X_2 le nombre de logements inondables à moins de 1,5m. Ainsi, $Q_{\text{déchets}} = V_{\text{bp}} * (X_1 + X_2/2)$
Déchets en mélange	- Déchets alimentaires, - Vêtements, - Livres, - Vaisselle, etc.	On détermine le volume moyen de déchets en mélange en évaluant la contenance moyenne des meubles présents dans un ménage. On note cette quantité V_m . Donc $Q_{\text{déchets}} = X_{\text{log}} * V_m$.
VHU (Véhicules hors d'usage)	Voitures particulières	Les véhicules que possèdent les habitants de la zone inondable sont comptabilisés. On les note V_{vhu} . Alors $Q_{\text{déchets}} = X_{\text{log}} * V_{\text{vhu}}$.
Déchets du BTP	Bâtiments d'habitation	On note N le nombre de logements (par type) inondés ; D le nombre de déchets inertes produits par le type de logement ; DIB le nombre de déchets industriels banals produits par le type de logement ; DD le nombre de déchets dangereux produits par le type de logement ; DEEE le nombre de déchets des équipements électriques et électroniques (compteurs électriques, chaudières, etc.) produits par le type de logement. Alors $Q_{\text{déchets}} = N * D + N * DIB + N * DD + N * DEEE$

Tableau 3 - Récapitulatif de la méthode MECADEPI pour chaque gisement de déchets

- Exemple / retours d'expériences / contacts



Pour en savoir plus sur la manière selon laquelle les formules ont été déterminées, se référer au document suivant : **CEPRI, Méthode d'Evaluation et de Caractérisation des Déchets Post-Inondation – MECADEPI. 2013,48 p**, https://www.cepri.net/tl_files/pdf/reglementation_digues/MECADEPI.pdf

4.10. Méthode DéPOs pour les déchets post ouragan

- Pour quels dépôts peut-elle s'appliquer ? Sous quelles conditions ? 

Cette méthode de caractérisation DéPOs s'applique aux **dépôts de déchets post-catastrophe de type ouragan**. Elle a été utilisée suite à l'ouragan Irma qui a frappé les îles de Saint-Martin et Saint Barthélemy en septembre 2017.



- Historique de la méthode 

Le développement de cette méthode s'inscrit dans le projet ANR DéPOs qui vise à proposer des outils permettant d'améliorer la collecte des déchets post-ouragans. Suite à l'application de cette méthode pour l'ouragan Irma, des recherches ont abouti à la conception d'un modèle d'analyse de la collecte des déchets post-ouragans et d'une fonction d'estimation des volumes de déchets générés par un ouragan lorsque les impacts sont connus.

- Principe de la méthode

La méthode DéPOs propose d'estimer le volume des déchets provenant des habitations suite à une catastrophe de types cyclone et ouragan.

Des déplacements *in situ* sont nécessaires pour obtenir un certain nombre de données et d'informations. Grâce à des photos et des visites de terrain, il est possible d'estimer de quelle nature sont les déchets : toit, fenêtres, meubles et matériels électroniques du dernier étage, etc. Ainsi, la hauteur des tas produits peut être estimée. Suite à ces observations, la méthode DéPOs de calcul du volume des déchets générés est la suivante :

- Volume déchet = surface * A₀

Avec A₀ qui correspond à l'hypothèse de la hauteur de déchet si le bâtiment est détruit.

Précisons qu'A₀ vaut 1,15 mètres si le bâtiment est considéré comme détruit et 0,5 mètre s'il est fortement endommagé. Les valeurs obtenues d'A₀, ne sont que des variables propres au territoire considéré et peuvent varier en fonction des zones géographiques et des types de construction.

Intérêt de la méthode

Cette méthode, même si elle ne part que d'une estimation visuelle, permet de donner un ordre de grandeur acceptable qui pourra être utilisé dans les simulations de ramassage des déchets.

- Les avantages et les inconvénients

Avantages

- Ordre de grandeur acceptable qui peut être utilisé dans les algorithmes de simulation de ramassage des déchets dans un contexte d'urgence

Inconvénients

- Méthode peu précise qui ne donne qu'un ordre de grandeur

- Exemple / retours d'expériences / contacts 

Si vous souhaitez plus d'information sur la conception de cette méthode, veuillez-vous référer à l'article : **Ruas, A., Lhomme, S., & Lamour, M.** (2021). Localisation et estimation des volumes de déchets suite à l'ouragan Irma à Saint-Martin. Risques urbains, 5(1). http://www.openscience.fr/IMG/pdf/iste_ uris20v4n1_3.pdf

4.11. Méthode RECORD pour l'évaluation des sites pollués

- Pour quels dépôts peut-elle s'appliquer ? Sous quelles conditions ? 

La méthode exposée ici s'applique à **l'étude des sites et sols pollués** et rejoint dans une certaine mesure les cas d'études des anciennes décharges.

- Historique de la méthode 

La méthode a été proposée par des spécialistes des sols (INRA de Versailles et INRA de Grignon) et des spécialistes des déchets (LCPAE INSA de Lyon et POLDEN INSAVALOR) et a été rédigée conjointement par l'INSA et l'INRA. Aujourd'hui répertoriée par le réseau RECORD, elle s'est construite en partie autour de différentes approches qui existaient dans d'autres pays pour qualifier les sols pollués.

- Principe de la méthode

La méthode se découpe en plusieurs étapes :

1. Etude des dangers

- Identification de dangers « évidents » : émanations gazeuses importantes, présence de fûts percés ou enfouis contenant des produits toxiques, terres ou eaux fortement souillées, effets visibles sur la faune ou la flore.
- Etude simplifiée des dangers : cette phase consiste à effectuer des mesures simples dans les compartiments du site facilement accessibles si aucun danger « évident » n'est apparu lors de la phase précédente.
- Etude des dangers : analyse poussée des polluants dans les différents compartiments du site (eaux superficielles et nappes, déchets, sols et sous-sols en prenant en compte plusieurs horizons) de manière à identifier précisément la répartition des polluants dans un espace à trois dimensions, à révéler le « bruit de fond » et éventuellement la migration des polluants.

2. Etude des risques

- Etude simplifiée des risques : cette étape peut suffire pour affirmer qu'un site est non pollué, que le site est pollué mais présente un risque « acceptable », c'est-à-dire ne justifiant pas les coûts et les difficultés d'une réhabilitation. Ce classement de « site à risque acceptable » entraîne en général certaines restrictions d'usage, et automatiquement une certaine

surveillance puisque l'étude simplifiée des risques reste recommandée tant que le danger existe.

- Hiérarchisation : Cette phase est utile uniquement pour les entités qui gèrent plusieurs sites. Elle vise à prioriser les sites à étudier.
- Evaluation des risques : cette évaluation complexe, longue et coûteuse ne s'applique qu'aux sites classés prioritaires (suite à la hiérarchisation). Elle intègre les données de l'étude des dangers et considère en outre le transfert des polluants dans les différents milieux, l'exposition des êtres vivants à ses polluants, et les relations polluants (doses) / organismes vivants (effets) liées à cette exposition. L'évaluation des risques vise donc à calculer les probabilités d'apparition d'effets néfastes dans les populations cibles par rapport aux mêmes populations non exposées.

Lorsqu'elle conduit à un risque jugé « non acceptable », l'objectif de dépollution est alors de ramener le site à un niveau « acceptable ». La démarche globale permet donc différents niveaux de classement : sites « non-pollués », « à surveiller » ou « à réhabiliter ».

● Inconvénients

La mise en œuvre d'une procédure d'évaluation des risques est une opération lourde, longue et onéreuse.

Les points de vigilance

L'évaluation d'un site doit, pour des raisons d'efficacité technique et économique, être effectuée par étapes successives, chacune d'entre elles étant définies en fonction du résultat de la précédente.

La complexité de l'évaluation des risques réside dans l'évaluation de la probabilité d'apparition d'effets néfastes liés à l'exposition au site. Une autre difficulté importante de l'évaluation des risques réside dans le fait que les paramètres d'évaluation ne peuvent pas être déterminés par des données numériques fixes mais par des fonctions de distribution ou de probabilité. Le recours à des outils de mathématiques est indispensable à ce niveau.

Un résumé de la méthode est disponible sur le schéma suivant :

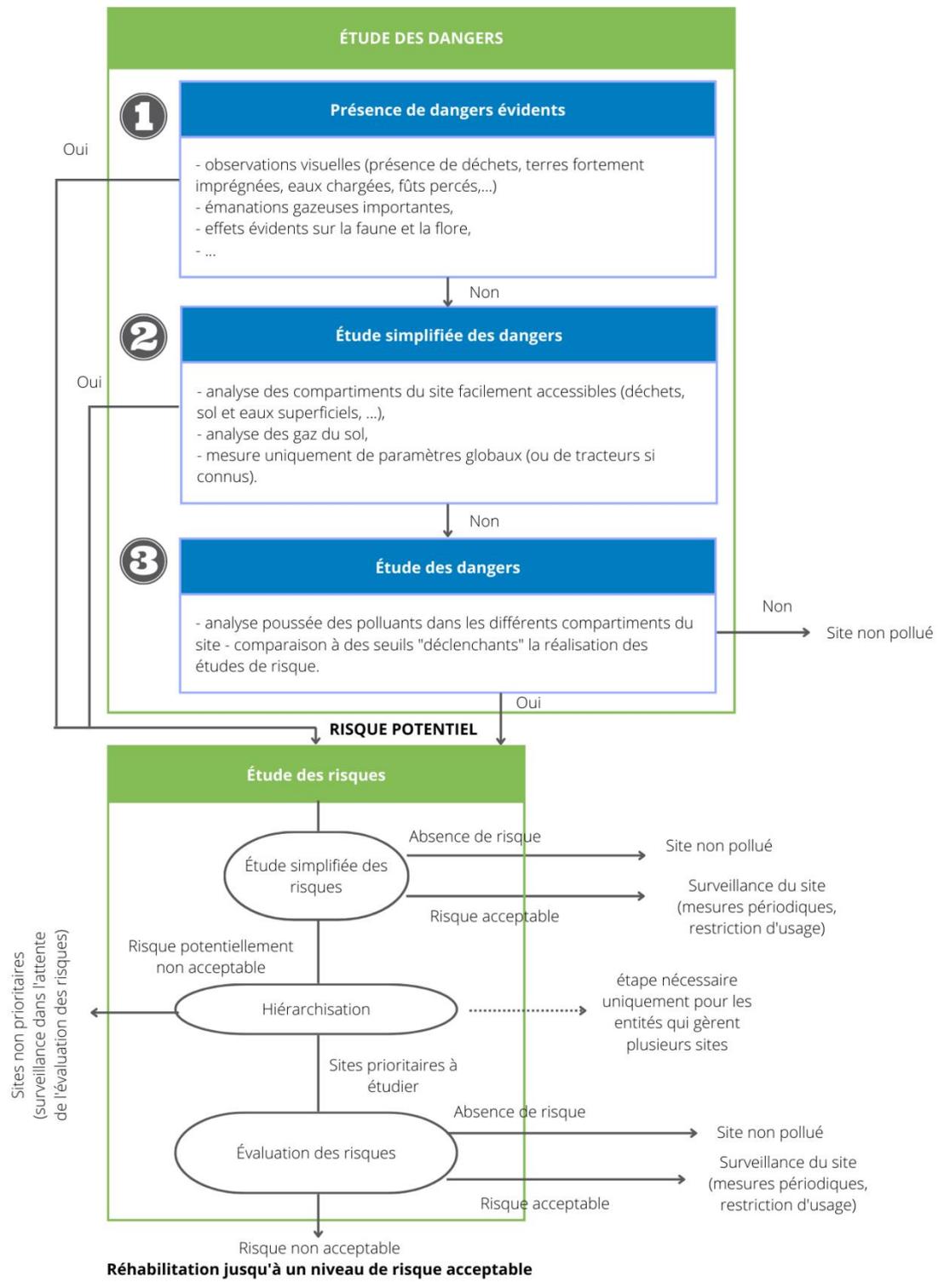


Figure 5 - Schéma de prise de décision d'étude de site

- Exemple / retours d'expériences / contacts

Pour plus de précisions : **RECORD**, Investigation sur les différentes approches de la définition et de la qualification d'un sol pollué, 1994, 189 p, n°93-0503/1A.

4.12. Méthode RECORD de détermination des concentrations en polluants dans les sols et déchets

- Pour quels dépôts peut-elle s'appliquer ? Sous quelles conditions ?



La présente méthode concerne des **sols pollués pour les cas de pollutions localisées**, généralement plus aiguës et d'origine industrielle ou accidentelle. Elle s'applique le plus souvent aux pollutions « chimiques » et « biocides ».

- Historique de la méthode



Préserver la qualité des sols est un enjeu important. D'une part parce que préserver le sol pour lui-même est une des composantes d'un développement durable, et d'autre part parce qu'un sol pollué est susceptible d'engendrer des risques pour la santé humaine, pour les écosystèmes, et des pollutions d'autres milieux. Qualifier les sites pollués, c'est déterminer avec pertinence leur niveau de pollution.

- Principe de la méthode

1. L'étude préliminaire. Les investigations préliminaires sur le site permettent de reconstruire l'historique de l'occupation du site et de son utilisation, complété par des informations sur le type de sol et de substrat géologique, son hydrogéologie, etc. Pour se faire, il faut réunir toute la documentation accessible (cartes détaillées, documents cadastraux, photographies aériennes à différentes dates, etc.), des entretiens avec le voisinage peuvent être utiles, ainsi que des informations sur les activités industrielles des alentours ou sur des sites comparables.

Une étape fondamentale de l'étude préliminaire est la visite du site, qui va permettre de **repérer visuellement la présence de matériaux exogènes ou de déchets suspects**.

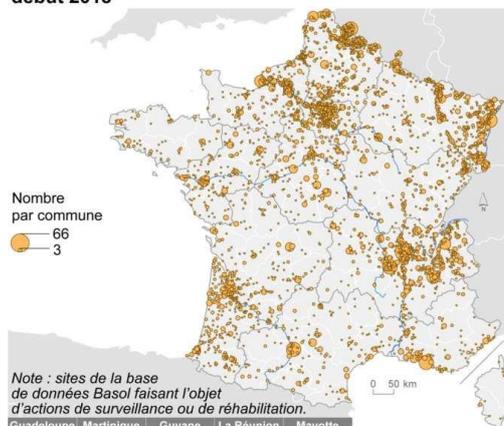
Cette enquête préliminaire doit permettre de poser des hypothèses sur la nature des polluants, la date de la pollution, les quantités impliquées, et leur répartition spatiale. Ces travaux préliminaires doivent aboutir à l'élaboration d'une stratégie d'échantillonnage. Cette stratégie est étroitement dépendante de la taille du site et de la distribution supposée du polluant. Cette répartition peut être homogène ou hétérogène.

2. L'échantillonnage peut se faire en différentes étapes : repérage grossier et vérification des hypothèses émises lors des études préliminaires, suivi d'un échantillonnage plus serré pour une délimitation précise de l'étendue de la pollution. Plusieurs techniques d'échantillonnages existent et sont présentées en annexe 5. Les méthodes de collectes des échantillons sont disponibles en annexe 6.

3. L'analyse précise des polluants, avec leur identification et leur quantification se fait en laboratoire. Elle vise à déterminer les concentrations d'une ou plusieurs substances considérées comme dangereuses indépendamment de leurs effets nocifs immédiats ou potentiels. Beaucoup de méthodes différentes pour l'analyse des polluants existent et il n'est pas pertinent de les exposer ici.

4. Evaluation de la mobilité, de la biodisponibilité et de la rémanence du polluant repéré pour évaluer la probabilité que le produit toxique atteigne une cible. La lixiviation est l'outil d'étude du comportement des déchets actuellement le plus utilisé dans le monde.

Les sites et sols pollués recensés en France début 2018



Source : Mtes, DGPR (Basol au 4 juillet 2018), 2018.
 Traitements : SDES, 2018



La visite du site par des techniciens spécialisés (par exemple des géobotanistes), peut permettre la mise en évidence rapide d'un dysfonctionnement révélateur d'une pollution.

Les points de vigilance

Lors de l'échantillonnage des sols, il faut faire attention à la contamination des échantillons. Celle-ci peut venir des récipients de stockage non correctement lavés ou par contamination par l'intermédiaire des outils de prélèvement. Le stockage des échantillons doit se faire dans des récipients à parois inertes dotés de joints étanches en Téflon. La conservation des échantillons doit se faire de préférence à basse température pour diminuer les risques de perte d'échantillons par volatilisation et biodégradation. Un stockage à 4°C est généralement recommandé si les échantillons sont analysés dans les jours suivant leur prélèvement. Si les délais sont plus longs, les échantillons peuvent être stockés à -4°C ou -20°C

- Exemple / retours d'expériences / contacts



Pour plus d'informations, veuillez-vous référer au document : RECORD, Investigation sur les différentes approches de la définition et de la qualification d'un sol pollué, 1994, 189 p, n°93-0503/1A.

4.13. Utilisation de la géostatistique pour la caractérisation des sites et sols pollués (RECORD)



- Pour quels dépôts peut-elle s'appliquer ? Sous quelles conditions ?

La méthode présentée ici s'applique principalement aux sites et sols pollués. La géostatistique fait aujourd'hui partie de la palette des outils à disposition des professionnels pour caractériser ces sites et sols. Elle est considérée comme un des moyens techniques pouvant être mis en œuvre dans le cas d'un diagnostic ou d'une réhabilitation de site pollué, pour modéliser un phénomène spatialisé et en estimer l'incertitude. La méthode traite la question des pollutions chimiques et/ou radiologiques, qu'elles soient diffuses ou localisées, affectant potentiellement les milieux suivants : les sols (anciennes friches, décharges, etc.), les sédiments (rivières, ports, etc.) et les bétons (installations en cours de démantèlement).

- Historique de la méthode



La méthode fournit un cadre méthodologique rigoureux pour cartographier les contaminations en place, estimer les volumes et tonnages de matériaux contaminés et optimiser les stratégies d'échantillonnage (décrites en annexe 5). Elle permet aussi d'intégrer différents types d'informations sur la pollution et d'augmenter ainsi la précision des modèles.

Les méthodes géostatistiques ont été développées dans les années cinquante pour les besoins de l'industrie minière. La géostatistique désigne un ensemble de méthodes et un formalisme mathématique qui permet de décrire quantitativement des phénomènes présentant une variabilité spatiale et/ou temporelle. Elle diffère de la statistique classique par le fait qu'elle prend en compte la localisation des données.

- Principe de la méthode

On distingue les données directes qui sont dans la plupart des cas constituées de mesures de laboratoire, concentrations en substances minérales ou organiques dans le cas des pollutions chimiques, activités volumiques ou massique dans le cas des contaminations radiologiques, des données indirectes qui sont de plusieurs types (variables continues, catégoriques ou qualitatives).

La construction d'un modèle géostatistique à partir de données collectées sur un site implique un certain nombre d'étapes mettant en œuvre des concepts et méthodes spécifiques.

Les étapes de la méthode sont décomposées comme suit :

- Collecte des données (directes ou indirectes) par échantillonnage (probabiliste ou préférentiel) pour que les données collectées fassent l'objet d'une étude géostatistique. La géostatistique fournit en effet plusieurs outils d'aide à la définition d'échantillonnages complémentaires (carte de variance de krigeage et carte de probabilité de dépassement de seuil).
- Etape « levée de doute » : évaluer rapidement la présence ou non d'une contamination d'identifier les sources et de quantifier sommaire-

ment le risque encouru. Pour réaliser cette levée de doute, un échantillonnage non probabiliste est en général choisi et quelques mesures ou prélèvements sont positionnés par jugement.

- Réalisation des cartographies de contamination pour comprendre la répartition spatiale de la pollution.
- Evaluation de la compatibilité des terres avec les usages futurs du site (Analyse de risque).
- Calcul de volumes, de masses ou de surfaces contaminées. La simulation géostatistique permet d'estimer un volume probable assorti d'un intervalle de confiance.
- Orientation de l'excavation ou du traitement des matériaux solides afin de faire apparaître pour chaque maille la classe à laquelle celle-ci appartient, correspondant à des filières de dépollution/valorisation/mise en décharge.
- Evaluation de la pollution résiduelle, elle peut venir documenter une analyse des risques résiduels.

Dans ces 7 étapes, un modèle géostatistique peut être utilisé (disponible en annexe 7).

La possibilité apportée par la géostatistique de quantifier les incertitudes affectant les modèles de distribution spatiale de la pollution et de les transférer à des modèles de risques financiers ou sanitaires en font un outil très intéressant d'aide à la décision.

● Les avantages et les inconvénients

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ■ Bon équilibre coût /bénéfice d'une étude géostatistique ■ Visualiser la pollution en 2D ou 3D, en appui à la réflexion ou à la communication sur un site ■ Evaluer les volumes de sols à dépolluer, et les incertitudes et risques financiers associés ■ Optimiser une nouvelle campagne de reconnaissance sur la base des informations déjà collectées ■ Utilisation à différents stades : de l'optimisation des échantillonnages à la quantification des traitements à réaliser ■ Bonne approche complémentaire aux approches déterministes classiques pour évaluer les volumes de terres devant faire l'objet de travaux de réhabilitation et pour évaluer l'exhaustivité des travaux mis en œuvre et le risque sanitaire associé au dépassement d'un objectif de réhabilitation ■ Permet d'acquérir une meilleure précision lors de la détermination de volumes de pollutions, le dimensionnement de sources 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Demande une quantité importante de données et problèmes fréquents de structuration des données, dont il est jugé qu'ils ne sont pas optimisés pour la géostatistique ■ Incertitudes associées aux résultats ■ Inadéquation entre le cas rencontré (site, données) et les résultats de la modélisation géostatistique ■ Problème de communication entre les nombreux acteurs (donneur d'ordre, bureau d'étude en charge du diagnostic, géostatisticien, entreprise de dépollution, autorité) ■ L'approche ne semble pas convenir à des milieux non isotropes dus à la géologie, à la présence d'infrastructures souterraines et/ou à la nature des sources de pollution ■ Surcoût de l'étude ■ Manque d'outils logiciels adaptés et de formation des professionnels aux méthodes géostatistiques

● Les moyens humains et financiers



Objectif	Nombre minimum de données sur la variable d'intérêt	Approche géostatistique	Coût/temps
Contrôle qualité et synthèse des données	≈10-15	Outils de base : statistiques élémentaires, histogrammes, corrélations, cartes de points renseignés	Quelques heures
Cartographie de la pollution	> 20	Interpolation déterministe ou par krigeage. Se méfier de l'interpolation de certaines cartographies, communiquer sur les incertitudes sous-jacentes quand peu de données	Quelques heures usuellement intégrées dans la prestation du bureau d'étude
Estimation des volumes contaminés	> 25-30 (> 3-4/ sondages)	Estimation des tonnages contaminés et des incertitudes associées, classification des terres, optimisation d'investigations complémentaires pour réduire les incertitudes	Quelques jours à quelques semaines, prestation individualisée

Tout au long de la phase de modélisation des concentrations, une attention particulière doit être portée à la question du support. Au moment de l'échantillonnage, il faut veiller à ce que le volume de prélèvement soit le plus homogène possible pour l'ensemble des échantillons.

La maille considérée dans l'analyse géostatistique doit être en accord avec la maille choisie pour le traitement des terres.

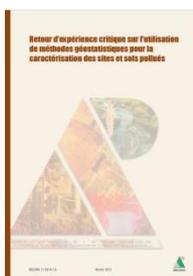
Il est fondamental qu'il y ait, en amont des investigations, une réflexion sur les objectifs à atteindre, la nature des investigations et la pertinence d'une modélisation géostatistique.

- Exemple / retours d'expériences / contacts



Les techniques géostatistiques classiques peuvent être utilisées pour modéliser un panache de gaz souterrain, qui présente en général une bonne continuité spatiale du fait de la dissémination de la pollution par des mécanismes de diffusion/advection.

L'étude géostatistique d'un site de la commune de Sarcelles aura permis un tri fin des matériaux sur site et aura, par sa réconciliation, mis l'accent sur la nécessaire prise en compte des futures conditions de dépollutions et critères de tri pour son processus de modélisation géostatistiques.



Pour plus d'information : RECORD, Retour d'expérience critique sur l'utilisation de méthodes géostatistiques pour la caractérisation des sites et sols pollués, 2013, 135 pages, n°11-0514/1A



5. LES CARACTERISATIONS A VISEE JUDICIAIRE



Les approches judiciaires nécessitent des caractérisations propres aux besoins d'une procédure à visée pénale. **Les policiers et les gendarmes peuvent solliciter l'Office Central de Lutte contre les Atteintes à l'Environnement et à la Santé Publique (OCLAESP), office de police judiciaire et d'enquête de la gendarmerie nationale, qui sert d'appui aux enquêteurs et aide les équipes d'investigation à intégrer les bons réflexes face à un dépôt sauvage.** L'office a mis en place une plateforme de signalement des dépôts similaire à l'outil « Sentinelle de la Nature » de France Nature Environnement. Les remontées des constatations sont traitées par une assistance téléphonique qui assure aussi les appuis aux services de terrain. Les réponses aux alertes de la plateforme consistent souvent à transmettre les éléments de la « *fiche réflexe OCLAESP* » indiquant la conduite à tenir face à un tas de déchet et quelles sont les entités en charge de polices spéciales sur les questions de déchets et d'environnement.

Face à un dépôt de déchets, en premier lieu, se pose la question du contexte administratif et/ou judiciaire. Les enquêteurs cherchent à trouver l'information dans le dépôt pour déclencher les modes d'action. Il est également possible de s'appuyer sur GoogleMaps et StreetView pour imaginer un scénario plausible du dépôt des déchets. Le scénario permet de mieux cerner le profil des auteurs potentiels.

Dans un second temps arrive la caractérisation qui, dans un cadre judiciaire, se fait autant que possible par des constatations avec témoin, idéalement avec le mis en cause ou son représentant. Le gendarme sur le terrain fait une caractérisation visuelle mais cherche aussi et surtout à savoir s'il y a une entité qui organise le dépôt, un responsable ou un gestionnaire du dépôt. Lorsqu'une procédure judiciaire est engagée, il faut être attentif aux activités, aux plans réglementaires et aux stratégies particulières.

6. CONCLUSION ET MISES EN PERSPECTIVES

De ce panorama ressort le constat **qu'il n'existe pour l'heure pas de méthode harmonisée et reconnue pour la caractérisation des dépôts sauvages**. La taille, la diversité des dépôts et des acteurs en charge de la gestion des espaces ou encore l'urgence de l'évacuation en sont une explication probable. Il y a peu de doutes sur le fait que la littérature spécialisée autour de cette problématique reste partielle et insuffisamment connue. Les différents échanges que Rudologia a pu avoir avec de nombreux experts confirment toutefois une attente forte de tous ceux qui subissent la charge de l'évacuation des dépôts : Communes, Intercommunalités, Conseils départementaux, Etat, gestionnaires d'espaces naturels ou de forêts, exploitants agricoles, etc. Contrairement aux circuits officiels de gestion des déchets qui apportent de nombreuses informations consolidées au niveau national sur la nature et les quantités de déchets⁷ permettant ainsi une projection des politiques publiques, les besoins sur les dépôts sauvages sont plus prosaïques et portent prioritairement sur l'enlèvement rapide du dépôt et, de plus en plus, sur l'identification du ou des auteurs.

Il est difficile d'apprécier si le phénomène des dépôts sauvages s'accroît ou se réduit à l'échelle de l'ensemble du territoire français et pour en évaluer les tendances, **un système d'observation mériterait d'être imaginé aux dires de plusieurs spécialistes du secteur**. Cela impliquerait là-aussi des pratiques de quantification et de qualification communes qui pourraient alors s'appuyer sur une méthode nationale harmonisée de caractérisation des dépôts.

L'expérience montre que dans la durée, des **méthodes harmonisées (et enseignées aux professionnels du secteur) sont progressivement reconnues et utilisées par la majorité des acteurs publics et privés du secteur de l'environnement et des déchets** : CARADEME pour la caractérisation des déchets ménagers, Norme NF X30-437 pour la caractérisation en entrée de centres de tri, Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués, Guide de bonnes pratiques de réhabilitation des décharges⁸, etc. Considérant en outre une systématisation du tri pour valorisation maximale des déchets dans tous les domaines de la société (à domicile, dans les administrations, en industrie, dans la restauration, sur les chantiers de construction, etc.), **une méthode harmonisée de caractérisation des dépôts sauvages pourrait tout-à-fait aider à réduire l'élimination des déchets par stockage**.

Les travaux synthétisés dans le présent document apportent de premières pistes inspirantes mais soulèvent d'autres questions qui méritent encore d'être approfondies, notamment sur le **potentiel et l'intérêt de certains outils technologiques** : caméra thermique pour distinguer les déchets en fonction de leur température, télémètres, analyse physique des métaux, reconnaissance des déchets par Intelligence Artificielle, exploitation des images satellitaires, etc.

Pour finir, un dépôt sauvage étant par nature le fait d'une infraction, **la définition d'une méthode harmonisée de caractérisation méritera sûrement de se faire en collaboration avec les autorités de police** qui sont à la fois source d'expérience terrain en la matière et intéressées pour bénéficier d'outils pratiques à utiliser au quotidien.

⁷ Conséquence directe ou indirecte des modes de comptage et de facturation des opérations

⁸ Et plus récemment un Guide méthodologique de gestion des anciennes décharges situées sur ou à proximité du littoral (BRGM)



7. BIBLIOGRAPHIE

Hélène Béraud, Julien Jadot, Bruno Barroca, Gilles Hubert, Nicolas Bauduceau. Estimation du volume et de la nature des déchets produits par une inondation. Éléments de réflexion pour l'élaboration d'une méthode. 12th Congress Interpraevent 2012, Apr 2012, Grenoble, France. hal-01623810

CEPRI, Méthode d'évaluation et de caractérisation des déchets post-inondation – MECADEPI. 2013,48 p, https://www.cepri.net/tl_files/pdf/reglementation_digues/MECADEPI.pdf

Ruas, A., Lhomme, S., & Lamour, M. (2021). Localisation et estimation des volumes de déchets suite à l'ouragan Irma à Saint-Martin. Risques urbains, 5(1).
http://www.openscience.fr/IMG/pdf/iste_uris20v4n1_3.pdf

Ministère de la Transition Ecologique. Guide relatif à la lutte contre les abandons et dépôts illégaux de déchets. Décembre 2020, 132 p.

Wallonie environnement SPW. Evaluation des quantités et du coût de gestion des déchets sauvages et dépôts clandestins. Janvier 2016, 112p, n° CO/2018/187/v.3

FranceAgriMer. Valorisation des déchets verts en France. Mai 2015, 16 p.

CEREMA. Ce qu'il faut savoir sur les installations de stockage de déchets inertes (ISDI), Juillet 2019, 68 p.

Décharges | VD.CH. (s. d.). <https://www.vd.ch/themes/environnement/dechets/decharges/>

Sites pollués | VD.CH. (s. d.). <https://www.vd.ch/themes/environnement/sites-pollues/>

ADEME DR CORSE / OEC . Guide de bonnes pratiques de réhabilitation des décharges. 2015, 18 p.

Le Guern C., Côme M., Bidet S., Chrétien P., Plouhinec H. avec la collaboration de **Conil P.** (2011) - Évaluation des dossiers de réhabilitation des anciennes décharges communales de Maine-et-Loire. Rapport final BRGM/RP-60093-FR., 299 p., 11 Ill., 7 Tabl., 2 Ann., 1 CD avec données par site.

INTEGRE – Atelier « gestion des déchets » - « waste management » workshop – Wallis. Avril 2016

MESLARD-HAYOT, H. (2022, 19 février). *Les anciennes décharges, des voisines oubliées embarrassantes : 288 recensées en Indre-et-Loire.* Les décheticiens.
<https://lesdecheticiens.fr/2021/06/25/les-anciennes-decharges-des-voisines-oubliees-embarrassantes-288-recensees-en-indre-et-loire/>

Ville du Havre. Diagnostic environnemental et propositions de solutions de gestion des décharges de Dollemard. Tranche conditionnelle : définition de solutions d'optimisation de gestion. Rapport 10525E_V1, Janvier 2012, 72 p.

AGORAH. Etat des lieux des dépôts sauvages à la Réunion. Rapport d'étude pôle environnement, Septembre 2016, 200 p.

Différencier les dépôts illégaux de déchets. Décharge illégale ou Dépôt « sauvage » ou Valorisation illégale ? S3PI Hainaut Cambresis Douaisis Douai – 21 septembre 2017.

Plan d'élimination des déchets ménagers et assimilés de l'Essonne. 2007.
https://www.essonne.fr/uploads/tx_w3aides/Annexe_Programme_rehabilitation_decharges.pdf

ADEME. Remise en état des décharges : Méthodes et Technique. 2005 ADEME - Editions.



ADEME, ECOGEOS. 2019. Caractérisation de la problématique des déchets sauvages. Rapport. 84 pages.

RECORD, Déontologie de la métrologie en environnement : Contraintes et limites de la métrologie appliquée aux déchets, 1995, 442 p, n°93-0103/1A.

RECORD, Investigation sur les différentes approches de la définition et de la qualification d'un sol pollué, 1994, 189 p, n°93-0503/1A.

RECORD, Stratégie et technique d'échantillonnage des sols pour l'évaluation des pollutions, 2006, 321 p, n° 04-0510/1A.

RECORD, Déchets de démolition et déconstruction : gisements, caractérisations, filières de traitement et valorisation, 2011, 165 p, n°09-0139/1A.

RECORD, Retour d'expérience critique sur l'utilisation de méthodes géostatistiques pour la caractérisation des sites et sols pollués, 2013, 135 pages, n°11-0514/1A

Groupe ECT. (2022, 14 février). Top départ pour la renaturation d'une décharge sauvage. ECT des terres, des projets, la vie. <https://www.groupe-ect.com/decharges-sauvage-enlevement-dechets-boissyllaillerie-puiseuxpontoise/>

[VIDEO] Décharge sauvage de Carrières-sous-Poissy : La « mer de déchets » change de visage. (s. d.). Actu-environnement. <https://www.actu-environnement.com/ae/news/nettoyage-tri-dechets-decharge-sauvage-carrieres-sous-poissy-35851.php4>

Recyvalor. (s. d.). Recyvalor, une initiative exemplaire. Bilan 2008/2017.

Dacheux, F. Yvelines. Décharge sauvage de Carrières-sous-Poissy : Près de 65% des déchets nettoyés. (s. d.). actu.fr. https://actu.fr/ile-de-france/carrieres-sous-poissy_78123/yvelines-decharge-sauvage-de-carrieres-sous-poissy-pres-de-65-des-dechets-nettoyés_34652785.html

Les sites et sols pollués. (s. d.). notre-environnement.gouv.fr. <https://notre-environnement.gouv.fr/rapport-sur-l-etat-de-l-environnement/themes-ree/risques-nuisances-pollutions/pollution-des-sols/sites-et-sols-pollues/article/les-sites-et-sols-pollues>



8. ANNEXES

8.1. Extrait - Note DGPR : différence entre « décharge illégale » et « dépôt sauvage »


LIBERTÉ • ÉGALITÉ • FRATERNITÉ
REPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
ET DE L'ÉNERGIE

Direction Générale de la Prévention des Risques Paris, le **29 JUL. 2015**

Service de la Prévention des Nuisances
et de la Qualité de l'Environnement
Département politique de gestion des déchets
Bureau de la planification et de la gestion des déchets

Réf : BPGD-14-274
Affaire suivie par : Julie DUCRÔS
julie.ducros@developpement-durable.gouv.fr
Tel : 01 40 91 97 74

413878

La directrice générale de la prévention des risques
à
Mesdames et Messieurs les directrices et directeurs des DREAL, DEAL, DTAM et de la DRIEE

Pièce jointe : Guide des sanctions administratives et des constats pénaux à l'usage des communes (DRIEE, décembre 2014)

Objet : dépôts de déchets du BTP : distinction entre « dépôts sauvages » et « décharges illégales », et actions attendues des DREAL dans chaque cas

Par le décret n°2014-1501 du 12 décembre 2014, les Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI), qui dépendaient d'un régime d'autorisation spécifique, ont été intégrées dans le cadre réglementaire des installations classées pour la protection de l'environnement. L'encadrement des ISDI a alors été reprise par les DREAL, à compter du 1^{er} janvier 2015.

Dans ce cadre, il revient aux DREAL, au cours de l'année 2015, d'établir un plan de régularisation des situations illégales relatives aux ISDI de leur territoire. Dans ce cadre, il convient de recenser et de prioriser les contrées à réaliser.

Ceci implique notamment de pouvoir identifier, pour chaque non-conformité repérée sur le terrain, si celle-ci correspond à un « dépôt sauvage » de déchets du BTP, ou à une « décharge illégale », sachant que l'action des DREAL est bien attendue sur les décharges illégales.

C'est l'objet de la présente note, qui fait un point sur la distinction entre « décharge illégale » (i.e. exploitée sans autorisation) et « dépôt sauvage » (relevant de la police du maire) de déchets du BTP, et rappelle les actions attendues des DREAL, en fonction des cas.

La note établit notamment les éléments significatifs suivants pour discriminer entre ces deux notions : la présence d'un maître d'ouvrage, l'apport régulier de déchets et la taille du stock de déchets. Un logigramme en annexe vous aidera à la prise de décision sur la nature de l'action administrative à engager.

La note invite également les DREAL à prioriser l'examen des sites, en commençant par ceux n'ayant fait l'objet d'aucune autorisation administrative de quelque nature qu'elle soit : puis les sites bénéficiant d'une autorisation au titre du code de l'urbanisme sans étude d'impact, et enfin les sites ayant fait l'objet d'une étude d'impact.

1/13

www.developpement-durable.gouv.fr

1) Généralités sur la distinction entre « dépôt sauvage » et « décharge illégale »

1.1 Notion de valorisation des déchets

L'utilisation des déchets du BTP pour la réalisation d'aménagements utiles est un objectif de la politique des déchets française, dans le cadre de l'atteinte du taux de valorisation de 70 % des déchets du BTP en 2020 exigé par la directive-cadre sur les déchets. La loi pour la transition énergétique est la croissance verte rappelle cet objectif.

La valorisation de déchets est, selon l'article L541-1-1, une opération dont le résultat principal est que des déchets servent à des fins utiles en substitution à d'autres substances, matières ou produits qui auraient été utilisés à une fin particulière, ou que des déchets soient préparés pour être utilisés à cette fin [...].

Tout dépôt ou remblaiement par des déchets sous l'égide d'un maître d'ouvrage¹ qui est incapable de prouver que les déchets servent et sont adaptés de par leurs caractéristiques techniques et environnementales à un tel aménagement utile correspond, selon les cas distingués ci-dessous, soit à une « décharge illégale », soit à un « dépôt sauvage ».

1.2 Distinction entre dépôt sauvage et décharge illégale

Un « dépôt sauvage » est un acte d'incivisme d'un ou plusieurs particuliers ou entreprises qui déposent des déchets hors des circuits de collecte ou des installations de gestion de déchets autorisées à cet effet. Ces dépôts sont dispersés, de faible ampleur et le plus souvent ponctuels.

Une « décharge illégale » est une installation professionnelle dont l'autorisation ICPE fait défaut : elle fait l'objet d'apports réguliers de déchets par des particuliers ou des professionnels du BTP. La décharge est exploitée ou détenue par une entreprise, un particulier ou une collectivité. À noter que les décharges illégales peuvent inclure des ISDI, ISDND ou ISDD illégales, selon la nature des déchets du BTP concernés.

Le tableau 1 présente divers indices qui peuvent suggérer que l'on se trouve dans l'un ou l'autre cas.

Dépôt sauvage	Décharge illégale
Absence de gestionnaire du site sur lequel les déchets sont déposés, le propriétaire du terrain peut ne pas être informé de la situation	Le gestionnaire du site sur lesquels les déchets sont déposés est identifiable
Pas d'engin de chantier sur le site	Des engins de chantiers sont éventuellement présents sur le site
Pas d'échange commercial	Généralement échanges commerciaux (mais pas nécessairement si le terrain appartient au dépositaire des déchets)
Dépôt ponctuels de petite ampleur inférieurs aux seuils du tableau 3	Les dépôts réguliers sont supérieurs aux seuils du tableau 3
Aucune autorisation au titre du code de l'urbanisme	Exhaussement avec ou sans autorisation au titre du code de l'urbanisme
	Anciennes carrières dont la réhabilitation n'était pas prévue par l'arrêt d'autorisation et qui ne remplissent pas les critères de valorisation

¹ Dans la présente note le maître d'ouvrage désigne tout responsable potentiel du dépôt de déchets : il peut s'agir d'un exploitant d'installation dont l'autorisation fait défaut, du détenteur des déchets ou du propriétaire du terrain.



Absence de registre	Éventuellement présence de registre
---------------------	-------------------------------------

Tableau 1 : Faisceau d'indices pour caractériser la situation d'un dépôt de déchets du BTP

1.3 Compétence de police administrative dans chaque cas

S'agissant des dépôts sauvages, le maire est l'autorité de police compétente pour mettre en demeure les producteurs ou détenteurs des déchets et, en cas d'absence de ces derniers, le propriétaire du terrain, notamment s'il a été négligent vis-à-vis de ces abandons.

Le Préfet n'est pas compétent, sauf dans certains cas, précisés par l'article L. 2215-1 du code général des collectivités territoriales, pour lesquels le préfet peut se substituer au maire, après mise en demeure de ce dernier restées sans résultats, lorsque celui-ci n'assure pas les missions qui lui reviennent en matière de maintien de la salubrité publique.

S'agissant des décharges illégales, le préfet est seul compétent pour mettre en demeure l'exploitant de régulariser la situation au titre de la réglementation des ICPE. Il peut mettre en demeure le contrevenant d'éliminer les déchets au titre des compétences qu'il tire des articles L. 171-8 et L. 541-3 du code de l'environnement. Depuis le décret n° 2013-301 du 10 avril 2013 portant diverses dispositions relatives aux déchets qui a notamment introduit l'article R.541-12-16 du code de l'environnement, le préfet est également compétent en matière de police des déchets sur les ICPE.

À noter que dans le passé, un certain nombre de jurisprudences ont indiqué que le maire est compétent au titre de la police déchets sur une ICPE (cf Annexe III). J'attire votre attention sur le fait que ces jurisprudences sont antérieures au 10 avril 2013 et ne sont à ce titre plus valables : aujourd'hui, seul le préfet est compétent. Toutefois, la police générale du maire au titre de l'article L. 2212-2 du code des collectivités territoriales autorise le maire à intervenir en cas d'urgence afin de prévenir ou faire cesser des pollutions de toute nature. Le juge n'autorise le maire à prendre, dans ces circonstances, que des mesures à caractère provisoire.

1.4 Compétence de police pénale

Outre les défauts d'autorisation d'exploiter au titre des articles L. 511-1 et L. 511-2 du code de l'environnement, l'article 40 du Code de Procédure Pénale donne obligation à toute autorité constituée, officier public ou fonctionnaire de signaler au Procureur de la République les délits dont il acquerrait connaissance dans l'exercice de ses fonctions.

Le tableau 2 synthétise les responsabilités et actions réglementaires en cas respectivement de dépôt sauvage ou de décharge illégale.

	Dépôt sauvage	Décharge illégale
Pouvoir de police	Maire	Préfet (à la fois pour la partie défaut d'autorisation ICPE et pour la gestion illégale de déchets)
Action administrative à mettre en œuvre par la DREAL	Aucune pour l'inspecteur des ICPE, sauf en cas de carence du maire	Articles L.171-7 du code de l'environnement pour défaut d'autorisation ICPE, et L.541-3 du code de l'environnement pour la gestion illégale de déchets

3/13

	Dépôt sauvage	Décharge illégale
Référence réglementaire qui définit le pouvoir de police	L.541-3 du code de l'environnement ou article L.2212-2 du code général des collectivités publiques en cas d'urgence	Articles L.511-1, L.511-2, L.512-1, L.512-2, L.512-7-3, L.541-3 et R.541-12-16 du code de l'environnement
Sanctions administratives	L.541-3 du code de l'environnement	Sanctions administratives générales pour la partie ICPE et IOTA : L.171-8 L.541-3 pour la gestion illégale de déchets
Sanctions pénales	Sanctions pénales pour les délits pour la partie déchet : L.541-46 Sanctions pénales pour les contraventions pour la partie déchet : R.541-76 à 541-77	Sanctions pénales pour les délits pour la partie déchet : L.541-46 Sanctions pénales pour les contraventions pour la partie déchet : R.541-76 à 541-77
		Sanctions pénales pour la partie ICPE et IOTA : L.173-1 à L.173-12 Sanctions pénales pour la partie ICPE : L.514-11

Tableau 2 : Autorité compétente et actions à mettre en œuvre

2) Priorisation de l'examen des plaintes reçues

Lors de la réception d'une plainte pour un dépôt de déchets du BTP, la DREAL est invitée à suivre la procédure précisée en point 3) ci-dessous.

Néanmoins, en particulier lorsque la DREAL a à examiner plusieurs plaintes, il est utile de préparer l'analyse en vérifiant les actes administratifs qui ont été pris à propos du site concerné.

Pour cela, la DREAL peut :

- vérifier s'il s'agit d'un aménagement régulièrement autorisé au titre du code de l'urbanisme. La DREAL peut pour cela interroger les autorités compétentes, c'est-à-dire le maire dans la plupart des cas et les DDT(M) dans le cas de territoires dépourvus de document d'urbanisme ou de communes dans lesquelles les services de l'Etat ont été mis à disposition pour l'instruction. La DDT(M) doit conserver les dossiers pendant 10 ans, avant archivage définitif en mairie. Les autorisations au titre du code de l'urbanisme sont rappelées en Annexe IV.
- vérifier si les aménagements ont fait l'objet d'une étude d'impact au titre de l'article R122-2 du code de l'environnement. Ce cas concerne tous les exhaussements du sol dont la hauteur excède deux mètres et qui portent sur une superficie égale ou supérieure à deux hectares, ou au cas par cas si ces aménagements excèdent deux mètres et qu'ils portent sur une superficie égale ou supérieure à 100 m² et sont situés en secteurs sauvegardés, sites classés ou réserves naturelles. Cette information peut être recueillie auprès de l'autorité environnementale.

Dans le cadre d'une priorisation des contrôles à réaliser, les DREAL sont invitées à traiter en ordre de priorité :

1. les cas n'ayant fait l'objet d'aucune autorisation administrative,
2. puis les cas de sites ayant fait l'objet d'une autorisation au titre du code de l'urbanisme sans étude d'impact,

4/13



8.2. Liste des experts contactés

Nom	Structure	Fonction
Nicolas Allibert-Roussat	ELCIMAÏ	Responsable de développement déchets et économie circulaire
Laurent Catrice	Région Ile-de-France	Chargé de mission déchets
Hervé Domas	ALIAPUR	Directeur général
Solène Réa	Conservatoire des Espaces Naturels Sensibles	Chargée de travaux de réhabilitation et d'entretien des sites naturels
Marion Pineau	Conseil départemental de l'Essonne	Chargée de mission développement durable
Matthieu Hoarau	AGORAH	Chargé d'études déchets et développement durable
Laurent Eisenlohr	CEREMA	Chef de groupe Economie Circulaire et Matériaux
Clara Didier	ECT	Directrice de projets
Charles Cousin	BRGM	Ingénieur géotechnicien spécialisé dans le stockage des déchets
Nicolas Manthe	DDTM34	Chargé de mission Partenariats biodiversité, veille juridique, déchets
Jean-Luc Pujol	OCLAESP	Conseiller environnement
Christophe Rabillon	SEMAER	Encadrant service DAE
Samuel Van-Ceunebroek	CEREMA	Responsable d'études petit cycle de l'eau





8.3. Trame d'entretien

Trame d'entretien pour la réunion du ... Dépôts sauvages de déchets et méthodes de caractérisation préalable

Rappel du contexte : Recenser et décrire les différentes méthodes qui permettent de caractériser un dépôt de déchets abandonnés (au-delà de 250kg, 10m³). Il s'agit bien ici de méthode et d'outils qui permettent de déterminer, avant l'évacuation d'un dépôt, ce qu'on anticipe d'y trouver, dans quel état et dans quelle proportion.

Activités principales de la structure	L'accompagnement à la caractérisation des anciennes décharges / dépôts sauvages / sites orphelins / etc. est-elle une activité fréquente de [la structure] ? Y a-t-il une taille « minimale » de dépôt à partir de laquelle vous êtes sollicités ? Disposez-vous de méthodes standardisées pour caractériser les décharges / dépôts sauvages / sites orphelins / etc. ?
Le détail des méthodes de caractérisation	<p><u>Dans le cadre de</u>, quels sont les outils d'observation que vous utilisez pour caractériser préalablement une décharge / dépôt sauvage / site orphelin / etc. ? Utilisez-vous des outils en particulier : photographies aériennes ou terrestres, enquêtes de voisinage, fiches d'observation, registre, sondages, etc. ? Dans quelle mesure cela serait-il utilisable pour caractériser des dépôts de déchets ?</p> <p>Considérant la <u>taille du dépôt</u>, devez-vous cartographier différentes zones ?</p> <p>Des contraintes particulières (accès, présences de déchet dangereux, déchets recyclables à séparer, cours d'eau à proximité à protéger, enquête de police à aider etc...) nécessitent-elles des caractérisations spécifiques ?</p> <p>Combien de temps cela prend-il pour caractériser une décharge / dépôt sauvage / site orphelin / etc. (en fonction des différentes tailles) ? Des visites complémentaires sont-elles, en général, requises ?</p> <p>Votre estimation s'avère-t-elle juste en général ? Pensez-vous qu'il soit possible de définir des niveaux d'incertitude types pour une même méthode de caractérisation ?</p> <p>Selon vous, y a-t-il une taille à partir de laquelle il n'est plus possible/utile de caractériser les décharges / dépôts sauvages / sites orphelins / etc ? Y a-t-il une corrélation forte entre la superficie du dépôt et l'incertitude de l'estimation ?</p> <p>Y a-t-il une répartition spatiale particulière des déchets dans les décharges / dépôts sauvages / etc. qui rend la caractérisation plus rapide/simple ?</p> <p>Les riverains et les autorités locales peuvent-elles permettre d'apporter des informations utiles pour la caractérisation ? Servent-elles juste de guide ou sont-elles reprises comme données de caractérisation ?</p> <p>Utilisez-vous des équipements mécanisés pour trier et revaloriser les déchets collectés ? Pensez-vous que ces équipements soient nécessaires pour affiner la caractérisation « théorique » ?</p> <p>Quels sont, selon vous, les avantages de la méthode que vous avez mis en place ? et ses inconvénients ?</p>

	Cette méthode est-elle duplicable à d'autres dépôts sauvages ? Dans quelle(s) limite(s) ?
	Combien coûte une opération de caractérisation d'une décharge / dépôt sauvage / site orphelin / etc ? Comment se décompose ce coût (visite, observation, échantillonnage, analyse en laboratoire, enquête, rédaction du rapport, etc.) ? Quels sont les facteurs qui impactent directement ce coût (taille du site, type de milieu, urgence, etc.) ?
	Dans quelle mesure la caractérisation d'une décharge / dépôt sauvage / site orphelin / etc. permet-elle d'évaluer le coût d'évacuation (dont le traitement ensuite) des déchets ? Les coûts estimés initialement sont-ils proches des coûts effectifs ? Quel est le rapport entre coût de l'estimation et coût de l'évacuation ?
Questions diverses	Avez-vous autre chose à ajouter ? Avez-vous des questions, des remarques, des commentaires ?
	Avez-vous d'autres idées de contacts qu'il serait pertinent de contacter dans le cadre de notre étude ?
	Acceptez-vous d'être cité dans le rapport d'état des lieux que Rudologia rédigera ?

8.4. Modèle de questionnaire aux communes et aux riverains

Le questionnaire présenté ci-dessous reprend les principales informations à avoir lors d'une étude de site. Il permet de recueillir des informations sur les conditions d'utilisation et d'exploitation du site de décharge et permet de déterminer la nature des déchets en présence et d'estimer les risques potentiels pour les riverains aux alentours et pour l'environnement. Ce questionnaire peut servir d'exemple des informations à recueillir lors de l'étude d'un dépôt de déchets en mélange. Le questionnaire est tiré de *Remise en état des décharges : Méthodes et Techniques* publié par l'ADEME en 2005. Il s'agit d'une version améliorée du questionnaire paru dans le *Guide méthodologique pour la remise en état des décharges d'ordures ménagères et assimilés* publié par l'ADEME en 1995. Ce questionnaire présente un nombre accru de critères de notation et il prend en compte la notion de doute dur la notation. Nous avons conscience que les niveaux de détails présents sur le questionnaire peuvent freiner l'utilisation par un béotien. Les questionnaires utilisés par les communes demandent, en général, moins de détails.

Certaines structures sont susceptibles d'utiliser des questionnaires similaires lorsqu'elles ont recours à des méthodologies de diagnostic simplifié comme le BRGM, le CEREMA ou lors de l'étude de pollution des sols.



CRITÈRES / NOTES	1	2	3	4	5
1. NOTATION SUBSTRATUM	Favorable → Défavorable				
1.1 NATURE SUBSTRATUM	Formations à argile dominante : argile ; marnes...	Marno calcaire à dominante argileuse	Marno calcaire à dominante calcaire	Roches dures non argileuses : grès, conglomérat, calcaires...	
	Argile franche	Argile sableuse, limons, silts argileux	Sables et graviers argileux, silts ou sables très fins Roche cristalline, volcanique, métamorphique, plutonique	Sables et graviers localement argileux	Sables et graviers franc
		Arène argileuse > 5 m	Arène non argileuse > 5 m		
	Moraine de fond argileuse	Moraine limoneuse ou indifférenciée	Moraine sablo-graveleuse		Sable et graviers fluvio-glaciaires
	Glacio lacustre argileux	Glacio lacustre sableux fin Limons de plateau > 5 m.			
1.2 DISCONTINUITÉS DANS SUBSTRATUM	Absence reconnue de fracturation ou karstification	Absence supposée de fracturation ou karstification	Fracturation ou karstification inconnue ou < 500 m faille ou terrains meubles	<100m d'une faille ou fracturation ou karstification probables	Sur faille ou fracturation et ou karstification intense sûre
1.3 SENSIBILITÉ AUX POLLUTIONS	Pas d'accès : formations imperméables ou existence d'une couverture efficace et d'un fond étanche	Accès indirect par sols peu perméables épais (> 5 m) ou existence d'une couverture efficace et d'un fond étanche	Accès indirect par sols peu perméables peu épais (< 5 m) ou d'épaisseur inconnue		Accès direct aux aquifères sous-jacents

CRITÈRES / NOTES	1	2	3	4	5
2. NOTATION SENSIBILITÉ EAUX SOUTERRAINES	Favorable → Défavorable				
2.1 PÉRIMÈTRE PROTECTION D'UN CAPTAGE ALIMENTATION EN EAU POTABLE (AEP)	Absence de périmètre à proximité ou > 1 000 m	entre 500 et 1 000 m du périmètre éloigné		< 500 m du périmètre éloigné ou puit non protégé	A l'intérieur des périmètres rapprochés ou éloignés
2.2 RESSOURCES POTENTIELLES	Pas de ressource	Ressource improbable	Ressource probable d'importance modérée (débits, qualité) exploitée ou non	Ressource importante à moyenne reconnue, non exploitée...	Ressource importante, exploitée, reconnue
2.3 DISTANCE À UN OUVRAGE DE CAPTAGE POUR ALIMENTATION EN EAU	> 500 m		200 à 500 m	de 100 à 200 m	< 100 m
2.4 PROFONDEUR DE LA NAPPE PAR RAPPORT À LA BASE DES DÉCHETS	> 20 m		10 à 20 m	de 2 à 10 m	< 2 m
2.5 RELATION NAPPE DÉCHETS				Relation forte incertaine (eau non visible)	Relation forte et certaine (déchets baignants)
				Déchets hors d'eau sans incertitude	



CRITÈRES / NOTES	1	2	3	4	5
3. NOTATION SENSIBILITÉ EAUX DE SURFACE	Favorable → Défavorable				
3.1 PÉRIMÈTRE PROTECTION D'UN POMPAGE POUR ALIMENTATION EN EAU POTABLE (AEP)	Pas de pompage à moins de 1 000 m ou situation avale		À moins de 1 000 m d'un périmètre	À moins de 250 m d'un périmètre	À l'intérieur des périmètres rapproché ou éloigné
3.2 RESSOURCES POTENTIELLES	Non	Qualité moyenne à mauvaise	Oui, mais de faible importance	Oui	
3.3 DÉBIT DU COURS D'EAU	> 100 m³/s ou pas de cours d'eau à moins de 300 m	Entre 10 et 100 m³/s	Entre 1 et 10 m³/s	Entre 0.1 et 1 m³/s	< 0.1 m³/s
3.4 HYDROLOGIE	Hors de ces zones			Nappe alluviale ou zone humide non inondable, lit majeur, marais...	Nappe alluviale ou zone humide inondable, lit majeur, marais
3.5 DISTANCE BERGES	> 1 000 m	Entre 500 et 1 000 m	Entre 200 et 500 m	Entre 50 et 200 m	< 50 m
3.6 BAINNADE	Absence ou > 1 000 m		Entre 500 et 1 000 m Par rapport tout type de baignade	Entre 200 et 500 m baignade avérée ou < 200 m potentielle	< 200 m zone de baignade avérée et fréquentée
3.7 DISTANCE AMONT A UNE ZONE DE PISCICULTURE	Absence ou > 1 000 m ou situation aval		Entre 500 et 1 000 m	Entre 200 et 500 m	< 200 m
3.8 ÉCOULEMENT LIXIVIATS	Absence d'écoulement		Écoulements constatés avec stagnation et/ ou infiltration ou fortement supposé	Écoulements permanents constatés, avec évacuation vers réseau hydro.	Busage sous déchets
3.9 PERMÉABILITÉ SUBSTRATUM					
3.10 CONFORMATION VIS-A-VIS DU RUISSELLEMENT	Ruissellement pénétrant < 10 %	Ruissellement pénétrant entre 10 % et 50 %	Ruissellement pénétrant entre 50 % et 90 %	Ruissellement pénétrant > 90 %	

CRITÈRES / NOTES	1	2	3	4	5
4. NOTATION HABITAT ET POPULATION	Favorable → Défavorable				
4.1 DENSITÉ DE POPULATION DANS UN RAYON DE 500 M	< 10 foyers		Entre 100 et 10 foyers		> 100 foyers
4.2 ODEURS (en limite de site, lors de la visite)	Pas d'odeur		Faible odeur	Fort odeur	
4.3 DISTANCE À L'HABITAT LE PLUS PROCHE (visible ou non)	> 1 000 m	Entre 500 et 1 000 m	Entre 200 et 500 m	< 200 m	< 50 m
5. PAYSAGES ET MILIEUX	Favorable → Défavorable				
5.1 DISTANCE MINIMALE DE VISIBILITÉ (à partir des lieux habités et fréquentés)	> 1 000 m ou reconquête par le milieu naturel		Entre 100 et 1 000 m	< 100 m	
5.2 DISTANCE MAXIMALE DE VISIBILITÉ (à partir de la décharge)	< 100 m	500 à 100 m	500 à 1 000 m	> 1 000m	
5.3 ÉCRAN VÉGÉTAL DE DISSIMULATION (en périphérie immédiate)	Entre 75 et 100 %	Entre 50 et 75 %	Sur moins de la moitié	Aucun	
5.4 ASPECT DE SURFACE	Décharge remise en état ou reconquise par la végétation	Décharge recouverte, sans traitement visuel	Mixte	Décharge non recouverte, déchets visibles, regroupés	Décharge non recouverte, le dépôt s'étend au-delà de la zone de stockage ; abords sales, envois
5.5 DISTANCE À UN ÉLÉMENT CULTUREL TOURISTIQUE ATTIRANT VISIBLE	Absence	> 1 000 m	500 à 1 000 m	de 0 à 500 m	
5.6 PROTECTION DES MILIEUX			Parc naturel régional ou projet ZNIEFF 2	ZNIEFF I	Arrêté de biotope
			ZICO	Espaces Naturel Sensible	Réserve naturelle
				Réserve Naturelle Volontaire.	Site classé et inscrit
				Secteur de sensibilité paysagère particulière	Natura 2000 Sites à protéger prioritairement selon le SDAGE

ZNIEFF 1 : zone naturelle d'intérêt écologique et faunistique avec une ou plusieurs unités écologiques homogènes
 ZNIEFF 2 : zone naturelle d'intérêt écologique et faunistique avec une ou plusieurs unités écologiques homogènes recelant des milieux naturels formant un ou plusieurs ensembles possédant une cohésion élevée et entretenant de fortes relations entre eux.

CRITÈRES / NOTES	1	2	3	4	5
6. VOLUME DU DÉPÔT	Favorable → Défavorable				
6.1 SUPERFICIE	< 1 000 m ²	5 000 à 1 000 m ²	10 000 à 5 000 m ²	> 10 000 m ²	
6.2 ÉPAISSEUR	< 2 m	5 à 2 m	10 à 5 m ou non estimable	> 10 m	
6.3 BILAN HYDRIQUE (infiltration)	Infiltration réduite : Couverture efficace (perméabilité et pente) sur plus de 80 %	Infiltration modérée : Couverture efficace (perméabilité ou pente) sur plus de 80 %	Infiltration significative : Perméabilité et/ou pente sur moins de 80%	Forte infiltration : Pas de couverture sur plus de 80%	
7. ÂGE DU DÉPÔT	Favorable → Défavorable				
7.1 ÂGE	Pas d'OM ni DIB Dépôt d'inerte largement majoritaire, pas d'OM ni déchets verts	Pas d'OM ni DIB Déchets verts = seuls apports organiques Dernières OM > 25 ans	OM - DIB vieux Dernières OM depuis plus de 10 ans	OM - DIB En activité OM depuis moins de 10 ans ou dernières OM depuis moins de 10 ans ou non connue	OM - DIB Dernières OM < 1 an et depuis plus de 10 ans
8. NATURE DU DÉPÔT	Favorable → Défavorable				
8.1 NATURE DES DÉCHETS REPRÉSENTATIFS (hors conditions de récupération)	Dépôts d'inertes	Dépôts de déchets encombrants	Dépôts de déchets verts	Dépôt d'OM et assimilés (DIB)	Présence importante de déchets spéciaux
8.2 BRÛLAGE au cours des 10 dernières années	Non	Incendies accidentels	oui		
8.3 STABILITÉ DU DÉPÔT	Pas de problème de stabilité		Instabilité potentielle sans risque amont et aval		Instabilité avec risque important

CRITÈRES	SOURCES D'INFORMATIONS
1. SUBSTRATUM	
1.1 NATURE SUBSTRATUM	Cartes géologiques et notice, mémo, terrain.
1.2 DISCONTINUITÉS DANS SUBSTRATUM	Cartes géologiques et notice, mémo, terrain.
1.3 SENSIBILITÉ AUX POLLUTIONS	Cartes géologiques et notice, mémo, terrain.
2. SENSIBILITÉ EAUX SOUTERRAINES	
2.1 PÉRIMÈTRE PROTECTION D'UN CAPTAGE POUR ALIMENTATION EN EAU POTABLE (AEP)	DDASS
2.2 RESSOURCES POTENTIELLES	Cartes géologiques et notice, mémo, terrain.
2.3 DISTANCE À UN OUVRAGE DE CAPTAGE POUR ALIMENTATION EN EAU	DDASS, BSS
2.4 PROFONDEUR DE LA NAPPE PAR RAPPORT À LA BASE DES DÉCHETS	Carte topographiques, BSS, terrain
2.5 RELATION NAPPE DÉCHETS	Terrain
3. SENSIBILITÉ EAUX DE SURFACE	
3.1 PÉRIMÈTRE PROTECTION D'UN POMPAGE POUR ALIMENTATION EN EAU POTABLE (AEP)	DDASS
3.2 RESSOURCES POTENTIELLES	Cartes de qualité des rivières (DIREN)
3.3 DÉBIT DU COURS D'EAU	Terrain, DDE, CG
3.4 HYDROLOGIE	Terrain, cartes topographiques
3.5 DISTANCE BERGES	Terrain, cartes topographiques



3.6 BAINNADE	DDASS, terrain
3.7 DISTANCE AMONT À UNE ZONE DE PISCICULTURE	Fédération de pêche
3.8 ÉCOULEMENT LIXIVIATS	Terrain et mesures
3.9 PERMÉABILITÉ SUBSTRATUM	Cartes géologiques et notice, mémo, terrain
3.10 CONFORMATION VIS-À-VIS DU RUISSELLEMENT	Terrain et mesures
4. HABITAT ET POPULATION	
4.1 DENSITÉ DE POPULATION DANS UN RAYON DE 500 M	Cartes topographiques
4.2 ODEURS (en limite de site, lors de la visite)	Terrain
4.3 DISTANCE À L'HABITAT LE PLUS PROCHE (visible ou non)	Terrain, cartes topographiques
5. PAYSAGES ET MILIEUX	
5.1 DISTANCE MINIMALE DE VISIBILITÉ (à partir des lieux habités et fréquentés)	Terrain, cartes topographiques
5.2 DISTANCE MAXIMALE DE VISIBILITÉ (à partir de la décharge)	Terrain, cartes topographiques
5.3 ÉCRAN VÉGÉTAL DE DISSIMULATION (en périphérie immédiate)	Terrain, cartes topographiques
5.4 ASPECT DE SURFACE	Terrain
5.5 DISTANCE À UN ÉLÉMENT CULTUREL TOURISTIQUE ATTIRANT VISIBLE	Terrain, cartes topographiques
5.6 PROTECTION DES MILIEUX	DIREN

6. VOLUME DU DÉPÔT

6.1 SUPERFICIE	Terrain
6.2 ÉPAISSEUR	Terrain
6.3 BILAN HYDRIQUE (infiltration)	Terrain

7. ÂGE DU DÉPÔT

7.1 ÂGE	Terrain, arrêté préfectoral
---------	-----------------------------

8. NATURE DU DÉPÔT

8.1 NATURE DES DÉCHETS REPRÉSENTATIFS (hors conditions de récupération)	Questionnaires, témoignages, terrain
8.2 BRÛLAGE au cours des 10 dernières années	Questionnaires, témoignages, terrain
8.3 STABILITÉ DU DÉPÔT	Terrain



8.5. Les méthodes d'échantillonnage des sites et sols pollués

Une campagne d'échantillonnage de sol, comme pour tout milieu en environnement, doit être réalisée selon des règles bien précises, afin de présenter certaines propriétés ou qualités indispensables. Un échantillonnage doit permettre d'obtenir des échantillons représentatifs du sol étudié. La représentativité d'un échantillonnage recouvre des variables introduites sur le terrain. Ces variables comprennent le contexte du site, la stratégie d'échantillonnage, et les techniques utilisées pour le prélèvement et le conditionnement des échantillons.

Avant toute campagne d'échantillonnage, il est important d'élaborer une **stratégie d'échantillonnage** après avoir recueilli les données disponibles (historique et résultats antérieurs). La stratégie d'échantillonnage a pour objet de préciser le nombre, l'implantation et le type de points de prélèvement. Il est essentiel de définir les densités de prélèvement et des méthodes d'investigation correctement dimensionnées et adaptées aux objectifs à satisfaire.

Les différentes méthodes d'échantillonnage sont résumées dans le tableau ci-dessous :



	Approches	Principe	Avantages	Inconvénients
Les échantillonnages probabilistes	Aléatoire	Les points sont distribués de manière aléatoire sur le site.	Utilisation des statistiques classiques.	- Trop grande proximité potentielle de certains points - Non adapté dans le cas où le phénomène n'est pas stationnaire.
	Aléatoire stratifié	L'implantation des points se fait de manière aléatoire dans chaque zone homogène préalablement déterminée.	Traitement statistiques par zones homogènes.	Requiert la définition de sous-domaines. Analyse statistique possible par sous-domaine mais difficile d'un point de vue global.
	Systématique	Les points sont positionnés selon une grille régulière.	Couverture homogène du site, pas de biais, minimisation de la variance d'estimation.	Peut conduire à un grand nombre de points à échantillonner ou à ne pas pouvoir évaluer la variabilité spatiale à petite distance si la maille est lâche
Les échantillonnages préférentiels	Echantillonnage de jugement	Les points sont positionnés en se fondant sur des connaissances préliminaires ou des dires d'expert.	Nombre restreint de données nécessaires.	Biais dû à la subjectivité du positionnement ; une interprétation probabiliste est difficile.
	Grilles circulaires	Les points de mesure sont répartis de manière régulière sur des cercles concentriques.	Etablissement de gradient de diffusion en fonction de la distance à la source.	Utilisation limitée. Données de moins en moins nombreuses lorsque l'on s'éloigne de la source.
	Echantillonnage par profils	Les points de mesure sont positionnés régulièrement le long de lignes particulières.	Caractérisation le long des transects, nombre de données limité, échantillonnage de sondages.	Utilisation limitée.

Tableau 4 - Les principales méthodes d'échantillonnages des sites et sols pollués

Pour plus de précision vous pouvez aussi vous référer au tableau ci-dessous :



<p>Approches statistiques (aussi dénommée probabiliste) Chaque point du site a une égale chance de faire l'objet d'un échantillonnage.</p>	<p>Echantillonnage systématique basé sur le prélèvement d'échantillons à intervalles prédéterminés et réguliers La valeur M de la maille est déterminée par la taille de la zone étudiée et le nombre d'échantillons envisagés. Certains auteurs préconisent une maille type (par exemple, 10m pour les sites de superficie inférieure à 10 000 m² et 50 m dans les autres cas), tandis que d'autres déterminent la maille M en fonction de la superficie A du site et du nombre d'échantillons prévu $n : M = \sqrt{\frac{A}{n}}$</p>	Grille à maille carrée	Echantillonnage aux nœuds ou centre de la grille	Dans la pratique, un certain nombre de points ne pourront pas être rigoureusement prélevés à l'emplacement prévu. On peut alors faire le choix de déplacer le point d'échantillonnage ou de le supprimer. Lorsque les déplacements nécessaires sont faibles ou peu nombreux, la grille garde sa valeur statistique.
			Echantillonnage aléatoire au sein de chaque maille	Peut être utilisé pour déterminer la teneur moyenne en polluant à l'intérieur de chaque maille. Il permet alors d'identifier les mailles où un échantillonnage et des analyses complémentaires seraient nécessaires.
			Echantillonnage semi-aléatoire au sein de chaque maille	Seule une des coordonnées du point d'échantillonnage à l'intérieur de la maille est aléatoire (soit x, soit y). L'intérêt de cette variante réside dans le traitement cartographique ou géostatistique des résultats.
		Grille à maille non carrée : nécessite seulement un paramétrage spécifique des traitements cartographiques ou géostatistiques. Les directions principales du maillage sont orientées en fonction des connaissances acquises sur les principales directions de pollution du site ou en fonction d'éléments géographiques affectant le comportement des polluants ou l'usage	Grille à maille rectangulaire, pour un site allongé dont la variance est très différente selon deux directions	
			Maille oblique ou losange, pour un site structuré par deux axes non perpendiculaires	
			Maille en triangle, notamment pour une recherche de sources de pollution. Cette méthode réduit au minimum la distance entre un point quelconque et le point échantillonné le plus proche.	
	Echantillonnage aléatoire	Grille de recherche systématique	Utiliser pour localiser des sources de pollution ou des zones impactées. La dimension de la maille est définie par rapport à un niveau d'erreur acceptable. La maille est proportionnelle à la taille minimale des taches de pollution suspectées et considérées comme significatives.	
			Distribution aléatoire sur le site	Approche appropriée dans les cas où les informations sur l'état du site, en termes de pollution, sont insuffisantes ou inexistantes. Le nombre de points à échantillonner est défini en fonction des objectifs de confiance, ou plus souvent en fonction des contraintes économiques. On utilise une table ou un générateur de nombre aléatoire pour déterminer les coordonnées géographiques X et Y selon lesquelles les prélèvements seront effectués sur le terrain. La contrainte statistique est que chaque point doit être sélectionné indépendamment de tous les autres. L'échantillonnage aléatoire est plus coûteux qu'une autre méthode. Il est bien adapté à la caractérisation d'une zone présumée homogène.
		Distribution aléatoire pondérée		A l'aide d'un logiciel, on obtient une distribution aléatoire des points, d'égale probabilité par rapport à tout habitant.



<p>Approches préférentielles (approche arbitraire, approche de jugement, à dire d'expert...). Elles impliquent l'existence de connaissances préalables lors de l'établissement du plan d'échantillonnage (historique du site, connaissances générales du comportement des polluants sur un type donné de site, ou pour une activité industrielles donnée, résultats analytiques provenant d'études antérieures, ou d'une campagne préliminaire de reconnaissance). L'échantillonnage préférentiel se définit par le choix subjectif des points d'échantillonnage sur un site, basé sur les données historiques, l'inspection à vue, et sur l'expertise de l'équipe d'échantillonnage. Ces approches permettent une</p>	Echantillonnage selon un plan dessiné à priori	Echantillonnage ciblé autour des « points chauds » identifiés	<p>Les points de prélèvement sont sélectionnés de façon tout à fait subjective à partir de l'étude historique du site et de visites préliminaires. Cette approche est applicable pour déterminer les polluants présents (et leur gamme de concentration au sein des zones les plus suspectes). Un avantage de cette approche est la prise d'échantillons en nombre réduit.</p> <p>Une limite pour cette approche est qu'il est parfois difficile de cibler avec précision la totalité des zones à risque sur un site industriel. Il est extrêmement précieux de disposer, lors de la visite préliminaire, d'outils de diagnostic rapide sur site. Une autre limite est qu'il fournit des informations limitées sur la répartition spatiale des polluants dans le sol.</p>
		Echantillonnage ciblé autour des « points sensibles »	<p>Cibler l'échantillonnage autour de point dont l'exposition à la pollution serait particulièrement sensible. On ne recherche plus les maxima de pollution, mais on essaie de repérer s'il existe au voisinage de chaque « point sensible » des contaminations détectables ou excédant les valeurs recommandées.</p>
		Echantillonnage ciblé sur grilles	<p>Sélectionner arbitrairement les points de prélèvement sur une grille régulière à maille serrée, plutôt que de manière totalement libre. Cette approche permet d'intégrer les points des phases préliminaires dans la grille régulière des investigations approfondies ultérieures.</p>
	Plan d'échantillonnage dessiné autour de points choisis à priori	<p><u>Profil et transects</u> : déterminer des points de prélèvement répartis régulièrement sur une ou plusieurs lignes censées recouper les sources potentielles de pollution et/ou de zones « sensibles » du site.</p>	<p>Permet de déterminer l'ordre de grandeur de l'étendue d'une zone polluée ou contaminée.</p> <p>Avantages : limiter fortement le nombre d'échantillons prélevés, bien adaptée pour la détermination de l'extension d'une auréole de pollution, et l'appréhension des gradients de concentration</p> <p>Inconvénient : mal adaptée à la localisation de pollutions, ayant peu diffusé.</p>
		<p>Plan en croix ou en étoile – plan en cercles concentriques : autour d'un point central (=la source de pollution ou point « sensible »), on trace deux à quatre axes formant une étoile de quatre à huit branches, le long de laquelle on procède à des échantillonnages régulièrement espacés. Les prélèvements sont réalisés sur les branches principales, à l'intersection avec des cercles de rayon croissant qu'il convient de définir.</p>	<p>Utile lorsque la source de pollution est ponctuelle et bien localisée</p> <p>Elle fournit une bonne image de la répartition des concentrations en polluant autour du centre de la grille, ainsi que des directions préférentielles de dispersion autour de ce point central.</p>
		Grille linéaire	<p>Si la source de pollution est linéaire, l'échantillonnage peut se faire à partir de prélèvements régulièrement répartis le long d'une ou plusieurs lignes parallèles.</p>
		Echantillonnage irrégulier : un plan d'échantillonnage sommaire peut-être	<p>Destinée à couvrir le plus largement possible un terrain avec un minimum d'échantillons. Elle est applicable pour les reconnaissances préliminaires sur un</p>



estimation des maxima de contamination d'un et de rechercher les teneurs les plus fortes susceptibles d'être rencontrées sur un site. Elles permettent une identification plus rapide des principales sources de pollution en faisant appel à un plus faible nombre d'échantillons, donc pour un coût plus réduit qu'une approche statistique.		établi à partir de différentes figures ou d'un tracé irrégulier	terrain par ailleurs supposé homogène. La méthode est inappropriée pour une pollution déjà localisée.
	Plan d'échantillonnage dessiné à partir d'une première campagne de mesures	Mesures existant dans l'historique du site	Si ces campagnes sont bien documentées, il est légitime d'en tenir compte pour adapter la stratégie du nouvel échantillonnage. Dans la plupart des cas, les résultats antérieurs ne pourront pas être intégrés dans la nouvelle étude mais ils permettront de : localiser tout ou partie des sources potentielles de pollution ; connaître au moins en partie les polluants présents et leurs gammes de teneurs.
		Apport des mesures sur site et outils de diagnostic rapide de terrain et prise en compte dans le plan d'échantillonnage	Les appareils et les kits d'analyse de terrain permettent d'acquérir rapidement des données semi-quantitatives, voire quantitatives, sur le degré de pollution des différentes parties d'un site. L'usage de telles méthodes permet souvent de pallier l'absence d'historique de site, et d'adapter un plan d'échantillonnage préétabli. Dans un grand nombre de cas, les méthodes sur site sont moins précises que les méthodes en laboratoire, voire ne fournissent que des informations semi-quantitatives.
		Echantillonnage à neuf points, à partir d'une étoile à huit branches : employée à la suite de détection d'anomalies par une approche statistique ou arbitraire.	Permet d'investiguer plus en détail le voisinage de chaque anomalie, de manière à déterminer si l'on est en présence d'une tache de pollution ponctuelle ou d'une zone polluée plus étendue. L'étoile s'inscrit dans un carré dont le côté est de taille adaptée à la pollution constatée. Neuf prélèvements sont réalisés sur chaque point cardinal, ainsi qu'au centre. Ce dernier est placé directement sur le point qui a été échantillonné lors de l'investigation précédente et qui a montré la teneur anormale, afin de vérifier la mesure.
	Echantillonnage triangulaire à partir d'un point (étoile à trois branches)	Nécessite seulement quatre échantillons disposés à égale distance du centre.	
Approches combinées	Echantillonnage selon une grille à maille variable	Resserrement de la maille autour de points arbitraires	Application d'un maillage régulier uniforme sur la partie du site sans source connue, et d'un maillage resserré autour de certains points considérés a priori comme plus significatifs. Des expériences ont montré que la précision maximale est atteinte pour une maille de l'ordre de 10m, les variations en-dessous de cette distance étant inhérentes à l'hétérogénéité du sol et pouvant guère être réduites.
		Définition de grilles indépendantes de densité variable	Découpage du secteur à étudier en plusieurs zones à partir de critères arbitraires basés sur la topographie, l'usage des sols, etc. Dans chacune des zones, on définit une grille d'échantillonnage à maille régulière, dont la maille varie en fonction des besoins en précision.
	Echantillonnage aléatoire à densité variable	La variation de la densité des grilles entre strates dans une approche statistique stratifiée aboutit au même résultat que ci-dessus. L'évaluation de la représentativité et le traitement géostatistique peuvent être malaisés si la forme des secteurs est irrégulière. L'application de ce principe est plus difficile que le resserrement d'un maillage régulier uniforme. Il implique en général le découpage en zones indépendantes avec chacune une densité aléatoire propre.	
	Découpage du site en plusieurs zones à stratégie différente	Découpage du site en zones indépendantes sur critères naturels	Le découpage du site s'effectue selon : des critères géographiques ou géomorphologiques ; des critères géologiques pouvant affecter la nature des sols,



			de la zone non saturée, de la perméabilité verticale, et donc de l'exposition des nappes à la pollution.
	Découpage du site en zones indépendantes sur critères de pollution présumée		Lorsque l'on dispose de données historiques sur le site ou de résultats de mesures précédents, ces données peuvent définir des zones : très probablement contaminées, pouvant être contaminée de manière diffuse, pouvant contenir des sources ou zones impactées non connues, peu probablement contaminées. Au sein de chaque zone, un plan d'échantillonnage statistique indépendant est alors établi.
	Découpage du site en zones indépendantes sur critère d'utilisation		Dans le cas de requalification immédiate ou future d'un site industriel, on peut être amené à définir des zones indépendantes fonction de l'utilisation prévue : nouvelle usage industriel ou peu sensible ; retour à l'état naturel, boisement, espace vert, agriculture ; usage résidentiel, de loisirs ou agricole sensible. Là encore, la stratégie peut varier entre zones.

Tableau 5 - Détail des méthodes d'échantillonnages des sites et sols pollués



8.6. Les méthodes de collecte d'échantillon de sol

Les méthodes de collecte d'échantillons de sol et leur application sont disponibles dans le tableau suivant :

Méthode de collecte	Profondeur de la collecte	Applications
Echantillonnage en surface	0-15cm (Canada) ou 30cm (France)	Déversement récents Faible taux de migration
Puits de reconnaissance	0-5m	Contamination peu profonde Stratigraphie complexe Sol hétérogène
Trou de sonde	0m – à roche mère	Contamination en profondeur Déversement dispersé Empêche la contamination croisée Meilleure méthode pour identifier les contaminants volatiles
Autres (ex : tas de terre)	Sans objet	Pour déterminer les niveaux de contaminants dans un tas de terre creusée qui peut être contaminé
Puits de bêche (fosse)	Sans objet	Après avoir enlevé un réservoir souterrain

Tableau 6 - Méthodes de collecte des échantillons

Pour les puits de reconnaissance, les trous de sonde et l'échantillonnage en surface, la localisation et le nombre d'échantillons nécessaires dépendent du site, et également du type de contaminant, de sa mobilité dans l'environnement et des caractéristiques physiques du site. L'évaluation préliminaire du site et les procédures de triage sont utilisées pour déterminer le nombre et la localisation des échantillons à prendre.



8.7. Les méthodes géophysiques pour la caractérisation des sites et des sols pollués

Les mesures géophysiques exploitent des champs naturels ou provoqués, soit la propagation des ondes pour caractériser les terrains par leurs propriétés physiques : conductivité électrique, constante diélectrique, masse volumique, susceptibilité magnétique, etc. Chaque méthode géophysique dispose donc d'un principe de fonctionnement propre et de conditions d'applications spécifiques. Pas moins de 74 méthodes géophysiques sont recensées dans les fiches de l'AGAP Qualité. Nous ne nous attarderons pas à détailler les 74 méthodes ici mais à détailler celles qui sont les plus rencontrées lors des reconnaissances sur sites pollués.

a) **Méthodes électriques** : injecter un courant électrique dans le sol à l'aide d'électrodes et mesurer la différence de potentiel sur une autre paire d'électrode. Par ce biais, une résistivité électrique des sols est mesurée. Ces méthodes sont principalement utilisées pour la caractérisation de polluants présentant une très grande ou une très faible résistivité.

b) **Méthodes magnétiques** : utilisées pour détecter des matériaux à contraste de susceptibilité magnétique et/ou d'aimantations rémanentes. Certaines zones de décharges avec des brulis ou présence de scories peuvent générer des anomalies magnétiques utiles à la mise en évidence de pollutions.

c) **Méthodes électromagnétiques** : Mesurer la conductivité électrique ($S.m^{-1}$), la résistivité électrique ($\Omega.m$) et éventuellement la susceptibilité magnétiques (χ) des sols sous-jacents. Ces méthodes sont utiles pour la détection de pollutions acides ou ayant un contraste suffisant avec les sols encaissants. Elles peuvent aussi être utilisées pour la détection des objets métalliques enfouis.

d) **Méthodes géoradar** : le radar géophysique ou géoradar émet des impulsions électromagnétiques à une fréquence constante, les réflexions obtenues permettent de convertir le temps en profondeur connaissant la vitesse de propagation de ces réflexions. Cette méthode est principalement employée pour la détection d'objets enfouis en temps réel et avec une grande résolution. Sur site pollué, le géoradar sert principalement à la détection des servitudes enterrées mais certains polluants comme les hydrocarbures atténuent suffisamment les ondes électromagnétiques pour devenir détectables par radar.

e) **Méthodes micro-gravimétriques** : la micro-gravimétrie est une méthode de prospection géophysique qui mesure le champ de pesanteur terrestre afin de déterminer des anomalies de densité dans le sous-sol. Les levées sont effectuées avec des gravimètres. L'application de cette méthode pour la caractérisation de pollution est limitée.

f) **Méthodes sismiques** :

Réflexion : générer une onde acoustique à la surface du sol par un vibreur, un marteau ou des cartouches de dynamite et mesurer numériquement la réponse du sol ou réflexions à partir d'une série de capteurs sismiques ou géophones répartis régulièrement suivant un dispositif en surface. Les réflexions ainsi enregistrées sont causées par des changements de densités et de vitesses de propagation des ondes dans le milieu (m/s) investigué. Les temps enregistrés aller-retour de l'onde sismique permettent alors de remonter jusqu'à la détermination de la profondeur du réflecteur.





Réfraction : Dans le cas d'un milieu composé de deux terrains, les ondes sismiques se réfractent sur la surface du second milieu, caractérisé par une vitesse de propagation des ondes élastiques plus importante. Un levé de sismique réfraction consiste à provoquer une vibration en surface et à enregistrer le temps d'arrivée des ondes réfractées. Le traitement du temps d'arrivée (hodochrones) de l'onde réfractée enregistrée à partir de géophones, permet de déterminer la vitesse de propagation de l'onde réfractée du second milieu, ainsi que sa profondeur. Pour la recherche des pollutions, elle permet notamment d'étudier la géométrie de décharges, mais à l'image de la sismique réflexion ne permet pas l'étude des pollutions.

g) **Thermographie infrarouge** : mesurer les écarts de températures en degrés entre le polluant et son environnement. Avec une précision de mesure de l'ordre du centième de degré, il est désormais possible de rechercher par ce biais l'emprise des sols imprégnés par le produit.

h) **Imagerie hyperspectrale** : Une image hyperspectrale est en réalité toute une série d'images de la même scène, prises dans plusieurs dizaines de longueurs d'onde qui correspondent à autant de « couleurs ». Une telle mesure fournit de nombreuses informations sur les propriétés physiques des objets observés. La spectro-imagerie aéroportée est ainsi d'une grande utilité pour l'étude et la surveillance de l'environnement. Pour des raisons de coûts d'appareillages, les images hyperspectrales sont peu utilisées pour les sites et sols pollués.





RUDO|LOGIA

pôle compétences déchets



www.rudologia.fr



03 84 86 15 80



contact@rudologia.fr

Revue de presse et veille réglementaire gratuite ➔ www.rudoflash.fr



Rudologia - Pôle compétences Déchets/Solid Waste resource center



@AssoRudologia

Créé en 2002 sous l'impulsion de l'Association des Maires de France, de la ville de Lons-le-Saunier et avec le soutien du Ministère chargé de l'environnement, l'association est reconnue pour ses travaux d'accompagnement des collectivités, des opérateurs de gestion de déchets et des éco-organismes.

Le nom "Rudologia" est inspirée du mot rudologie, discipline scientifique qui consiste en l'étude des déchets (leur origine, leur conséquence, leur solution de gestion, etc.).

A sa connaissance des politiques publiques, de la prévention ou encore des filières de recyclage et de traitement des déchets s'ajoute une spécialisation autour des métiers, compétences et emplois du secteur. Depuis 2018, la formation à l'économie circulaire est une compétence supplémentaire de l'association.

Aujourd'hui Rudologia compte une trentaine d'adhérents : associations d'élus, fédérations et syndicats professionnels, Régions, associations, collectivités locales et éco-organismes.