

upds MAG

LE MAGAZINE DES PROFESSIONNELS
DE LA DÉPOLLUTION DES SITES



Union des Professionnels
de la Dépollution des Sites

// Le nouveau bureau de l'UPDS
Feuille de route 2026-2029

// Fiches techniques SSP
Nouvelles fiches PID et MIP

// Actualités
Les dernières publications sites
et sols pollués

DOSSIER

**LES DÉCOUVERTES FORTUITES
DE POLLUTION //**



// SOMMAIRE

Édito //	3
Le nouveau bureau de l'UPDS //	
L'UPDS change de bureau et présente sa feuille de route 2026-2029 !	4
Accidentologie de l'année 2025 chez les adhérents de l'UPDS	6
Dossier : Les découvertes fortuites de pollution //	
Portiques de détection de radioactivité : quelle réponse de l'ingénierie en cas de déclenchement ?	8
Découvertes fortuites de pollution : quelles incidences pour l'entreprise de travaux ?	10
Découvertes fortuites : le chantier n'est pas un diagnostic Retours d'expérience sur l'anticipation et la gestion opérationnelle des pollutions mises au jour tardivement	12
De la bombe aux cyanures : Retour sur un chantier hors normes !	16
Savoir adapter le programme des travaux de dépollution à la réalité du terrain	19
L'amiante dans les sols : une problématique émergente à enjeux multiples	21
Un grand projet de réhabilitation sans découverte fortuite : Retour d'Expérience	24
Réhabiliter l'inattendu : retour d'expérience sur une ancienne fonderie	26
Enquête //	
Perceptions des Français vis-à-vis des sols pollués par des activités industrielles ou de services Enseignements de la première enquête nationale sur le sujet	28
Fiches techniques //	
Le projet fiches «sites et sols pollués» s'agrandit. Zoom sur les nouvelles fiches techniques éprouvées PID et MIP.	31
Actualité //	
Les dernières publications Sites et sols pollués	34



UPDS MAG n° 20, Octobre 2026

Magazine édité par l'UPDS

Union des Professionnels de la Dépollution des Sites
183 avenue Georges Clémenceau - 92000 NANTERRE
www.upds.org

Réalisation : UPDS / (etc. 06 15 97 58 72)

Comité de rédaction : Christel de LA HOUGUE, Olivier SIBOURG,
Yves GUELORGET, Nicolas FOURAGE, Jonathan SÉNECHAUD

Crédits photo : @UPDS @adhérents UPDS

Reproduction interdite sans accord de l'UPDS

// CALENDRIER

Cliquez pour plus d'info

INTERSOIL

7 & 8/10/26 – Barcelone



NICOLE FALL WORKSHOP

28 au 30/10/2026 – Rotterdam

Journée CNRS les PFAS

2 au 4/11/26 – Strasbourg

Colloque UPDS

19 novembre 2026 – Paris

STEP

1-2 décembre 2026 – Paris

INTERSOIL

3 & 4/12/26 – Bruxelles

Journée technique Sites et Sols Pollués

8/12/26 – Paris

INTERSOL 2027

23 au 25/03/2027 – Paris

// PUBLIER UN ARTICLE

Vous êtes un industriel, un aménageur, un établissement public
foncier, un chercheur, un juriste, un institutionnel, un partenaire...
vous pouvez aussi contribuer à ce magazine !

Pour toute information : upds@upds.org

// SUIVEZ-NOUS



// ÉDITO



Olivier Pacaud,
Président de l'UPDS

Chères lectrices, chers lecteurs,

Chers adhérents et partenaires, maîtres d'ouvrage et professionnels du secteur,

C'est souvent sur le terrain, au moment où tout semblait défini, que nos certitudes vacillent et que notre responsabilité s'engage pleinement. C'est précisément ce que rappellent les découvertes en phase travaux, thème de ce numéro.

Ce numéro de l'UPDS Mag est le premier depuis l'élection du nouveau Bureau en mars dernier. Très rapidement, nous avons engagé un travail collectif soutenu pour construire une feuille de route commune, structurée autour de cinq axes majeurs, qui traduisent notre ambition de structurer durablement la filière des sites et sols pollués.

Cette feuille de route n'est pas celle d'un bureau. Elle est le reflet des attentes exprimées par nos adhérents, des réalités du terrain et des transformations profondes qui traversent notre secteur. Elle s'inscrit dans une volonté claire : renforcer la lisibilité de notre cadre d'intervention, porter des positions fortes et anticiper les évolutions réglementaires et techniques à venir.

Le thème de ce numéro – les découvertes en phase travaux – en est une illustration particulièrement concrète. Il rappelle une réalité essentielle de nos métiers : malgré la qualité des études amont, le chantier reste le moment de vérité. Celui où l'incertitude s'exprime, où les hypothèses sont mises à l'épreuve et où les décisions doivent être prises rapidement, dans un cadre souvent contraint.

Ces situations renvoient notamment à la question de la gestion des terres excavées, au cœur du premier axe de notre feuille de route. Les dérives observées sur le terrain, en lien avec un manque de lisibilité du cadre et une insuffisance de contrôle, ne peuvent plus être ignorées. Renforcer la traçabilité, améliorer la compréhension des règles existantes et assurer des contrôles effectifs constituent des priorités pour garantir une gestion responsable.

Elles interrogent également notre capacité à intégrer les enjeux émergents qui redéfinissent progressivement notre métier. La prise en compte des polluants d'intérêt émergent, en particulier les PFAS, s'impose désormais comme un sujet structurant, tant pour la gestion des sites que pour l'encadrement des filières de traitement.

Les découvertes en phase travaux mettent aussi en évidence la nécessité de s'appuyer sur des acteurs compétents et reconnus. Le recours à des entreprises certifiées, au cœur de notre troisième axe, constitue un levier essentiel pour sécuriser les opérations, protéger la santé des salariés, préserver les riverains en phase chantier, et garantir la qualité des prestations dans un contexte de complexité croissante.

Dans le même temps, les travaux engagés au niveau européen sur la directive relative à la surveillance et à la résilience des sols appellent à une vigilance particulière. L'UPDS entend se mobiliser pleinement dans le cadre de sa transposition en droit français afin de promouvoir une approche ambitieuse de la gestion des sites (potentiellement) pollués. Il nous appartient collectivement de veiller à ce que les principes fondamentaux de la méthodologie SSP, notamment le traitement des pollutions concentrées et la conservation de la mémoire des sites, soient pleinement intégrés dans le futur cadre législatif et réglementaire.

Enfin, ces situations soulignent combien la qualité des cahiers des charges et des cadres contractuels est déterminante. Mieux anticiper les aléas, clarifier les responsabilités et diffuser les bonnes pratiques constituent des conditions indispensables pour sécuriser les projets et améliorer durablement les pratiques de la filière.

La feuille de route que nous avons définie constitue aujourd'hui un cap clair. Mais elle ne prendra tout son sens que si elle est pleinement portée par l'ensemble de nos adhérents. C'est collectivement que nous pourrons faire évoluer les pratiques, renforcer la crédibilité de notre secteur et répondre aux attentes croissantes de nos partenaires publics et privés.

Car c'est bien sur le terrain, face à l'imprévu, que se mesure la responsabilité collective de notre filière.

// LE NOUVEAU BUREAU DE L'UPDS

L'UPDS CHANGE DE BUREAU ET PRÉSENTE SA FEUILLE DE ROUTE 2026-2029 !

C'est lors de l'Assemblée Générale de l'UPDS, tenue le mardi 17 mars 2026, que les adhérents de l'UPDS ont élu un nouveau bureau pour un mandat de 3 ans. Ce renouvellement marque une nouvelle étape pour le syndicat, avec une équipe largement renouvelée et une ambition affirmée : accompagner les évolutions du secteur des sites et sols pollués tout en anticipant les enjeux environnementaux et réglementaires à venir.

UN NOUVEAU PRÉSIDENT UN BUREAU LARGEMENT RENOUVELÉ

Pour ce mandat 2026-2029, la présidence est assurée par le collège travaux, représenté par Olivier PACAUD, Directeur développement & relations institutionnelles chez BREZILLON.



Ingénieur en Génie Industriel de l'Environnement, Olivier PACAUD évolue depuis plus de 25 ans dans le domaine des sites et sols pollués, au sein de bureaux d'études puis d'entreprises de travaux spécialisées. Après près de vingt années consacrées à l'ingénierie et au conseil, il rejoint BREZILLON, où il accompagne promoteurs, aménageurs, collectivités et industriels dans l'aboutissement de leurs projets de cession et acquisition foncières, de réaménagement de sites et de cessation d'activité d'ICPE.

Investi depuis de nombreuses années au sein de l'UPDS, il entend mettre son expérience au service de la profession afin de faire évoluer les pratiques et d'aider à anticiper les évolutions réglementaires à venir.

Pour accompagner le président et les actions de l'UPDS, un Bureau, instance dirigeante de l'association, a été constitué. Renouvelé aux 2/3 par rapport au précédent mandat.

Le Bureau est désormais composé de :

- **Vice-Présidente Ingénierie** : Ingrid HAMON - Directrice adjointe Direction des Métiers - GINGER BURGEAP (1)
- **Vice-Président Travaux** : Laurent SIBLOT - Responsable Développement Commercial - ORTEC SOLEO (2)
- **Vice-Président Microstructures** : Philippe GERGELY - Président - PRACTICWAY (3)
- **Trésorier** : Gaëtan URVOY - Directeur d'affaires - EODD Ingénieurs Conseils (4)
- **Secrétaire** : Sébastien PANNETIER - Directeur Réalisations Remédiation France - VEOLIA (5)
- **Président de la commission Technique** : Yves GUELORGET - Directeur Technique Environnement Industriel - Antea Group France (6)
- **Président de la commission Hygiène et Sécurité** : Jean-Philippe TRACOL - Directeur Régional Est - Séché Eco Services (7)
- **Administrateur en charge de la communication** : Olivier SIBOURG - Spécialiste national SSP - BUREAU VERITAS (8)

UNE FEUILLE DE ROUTE STRUCTURÉE AUTOUR DE 5 AXES STRATÉGIQUES :

À la suite de leur élection, les nouveaux membres du Bureau se sont rapidement mobilisés dans une démarche collective visant à définir les priorités de l'UPDS pour les 3 années à venir. Ce travail collectif, nourri par les échanges avec les adhérents des 3 collèges, a permis de construire une feuille de route commune tenant compte des réalités du terrain, des préoccupations de la profession et des enjeux émergents auxquels le secteur des sites et sols pollués est confronté.

Cette feuille de route s'articule autour de 5 axes stratégiques :

- **Axe 1 – Vers une gestion responsable des terres excavées** : Face à l'absence de coordination nationale et au manque de sensibilisation des acteurs institutionnels, l'UPDS souhaite alerter sur l'ampleur

des dérives liées à la gestion des terres excavées et leurs impacts potentiels sur la santé et l'environnement. Bien qu'un cadre réglementaire existe, celui-ci gagnerait en lisibilité afin de mieux valoriser les dispositions relatives à la traçabilité. Le syndicat souligne également l'absence de contrôle des exhaussements de sol inférieurs à 2 mètres, qui ne nécessitent pas de demande d'autorisation préalable. Dans ce contexte, le renforcement des contrôles, en phase travaux et a posteriori, est identifié comme un levier important pour limiter ces dérives.

- **Axe 2 - Vers une prise en compte des polluants d'intérêt émergent dans la gestion des sites (potentiellement) pollués** : L'intérêt émergent de polluants,



Le nouveau Bureau :

De gauche à droite : Yves Guelorget, Olivier Pacaud, Ingrid Hamon, Gaëtan Urvoy, Philippe Gergely (à l'avant), Laurent Siblot (à l'arrière), Jean-Philippe Tracol, Olivier Sibourg, Sébastien Pannetier

tels que les PFAS ou les microplastiques, nécessite une adaptation des pratiques et du cadre réglementaire. L'UPDS rappelle le besoin de valeurs de gestion, notamment de valeurs de fond, de VTR, voire de seuils pour interpréter les résultats des analyses. Des actions de sensibilisation sont également envisagées afin de mieux intégrer ces enjeux dans les projets. Le syndicat propose que les polluants d'intérêt émergent, notamment les PFAS, soient intégrés dans la liste des substances à contrôler en entrée de filières (stockage y compris ISDI et traitement).

• **Axe 3 - Vers une gestion responsable et durable des sites (potentiellement) pollués :** La qualité des prestations et la maîtrise des risques constituent des enjeux fondamentaux pour la profession. L'UPDS souhaite promouvoir le recours à des entreprises certifiées dans le domaine des SSP pour la réalisation des prestations sur les sites potentiellement pollués, la certification demeurant un gage de qualité pour les maîtres d'ouvrage. Compte tenu des risques potentiels d'exposition pour les salariés et les populations, les travaux de dépollution sur les sites (potentiellement) pollués devraient en effet

être réservés à des sociétés spécialisées capables de maîtriser les risques. Pour ce faire, il conviendrait auparavant de déterminer si un site relève ou non de la méthodologie de gestion des sites et sols pollués, par la réalisation d'une levée de doute. Le syndicat poursuivra également son implication dans la révision de la série de normes NF X31-620 et de l'arrêté ministériel du 09/02/2022, et cherchera à rendre la certification SSP accessible aux microstructures.

• **Axe 4 - Vers une loi sur les sols :** La future transposition de la Directive européenne sur les sols représente une étape importante pour l'évolution du cadre réglementaire de la profession. C'est en effet une excellente opportunité pour promouvoir le renforcement, au niveau législatif et réglementaire, de la méthodologie nationale des sites et sols pollués, intégrant le traitement des pollutions concentrées, ainsi que des dispositifs garantissant la conservation de la mémoire des pollutions.

• **Axe 5 - Vers une amélioration durable des bonnes pratiques en matière de cahiers des charges et de contrats pour les SSP :** Afin d'améliorer les relations contractuelles

et la qualité des consultations dans le domaine des sites et sols pollués, l'UPDS prévoit de recueillir l'avis des utilisateurs du guide des bonnes pratiques «[cahiers des charges et contrats pour les sites et sols pollués](#)» publié en octobre 2025 afin de l'actualiser. Une attention particulière sera également portée à la diffusion et à la promotion de ce document.

UNE AMBITION COLLECTIVE AU SERVICE DE LA PROFESSION

À travers ce nouveau mandat et cette feuille de route structurée autour de 5 axes, l'UPDS réaffirme sa volonté d'accompagner les évolutions du secteur, de défendre les intérêts de la profession et de contribuer activement aux réflexions techniques, réglementaires et environnementales.

Marie DUCLOS, UPDS
Christel de LA HOUGUE, UPDS

ACCIDENTOLOGIE DE L'ANNÉE 2025

CHEZ LES ADHÉRENTS DE L'UPDS

Depuis 2016, l'UPDS collecte chaque année les données d'accidentologie de ses adhérents. Cette démarche, consolidée au fil du temps, permet d'améliorer la qualité des informations recueillies et de suivre finement les évolutions de l'accidentologie dans le secteur des sites et sols pollués.

En 2025, 48 adhérents sur 49 ont transmis leurs données, couvrant les trois collèges : ingénierie, travaux et microstructures et représentant 2518 salariés en ETP.

Un niveau global d'accidents du travail quasi stable en 2025

En 2025, les adhérents de l'UPDS déclarent 66 accidents du travail, un niveau très proche de la moyenne annuelle observée depuis 2016 (67 accidents). Cette stabilité globale masque toutefois des évolutions contrastées (cf. Figure 1).

- Les accidents avec arrêt (AAA) diminuent fortement, avec 17 cas en 2025 contre 26 en 2024 (-35 %).
- Les accidents sans arrêt (ASA) augmentent, avec 49 cas en 2025 contre 43 en 2024 (+14 %), et restent au-dessus de la moyenne observée depuis 2016 (41 cas).
- Comme les années précédentes, les ASA représentent environ trois quarts des accidents du travail.

Accidents de trajet : une légère baisse en 2025

En 2025, les accidents de trajet enregistrent une baisse avec 23 cas, contre une moyenne annuelle de 29 depuis 2016 (cf. Figure 2). Ils se composent de 19 ATSA et de 4 ATAA. Les ATSA restent largement majoritaires, comme les années précédentes, et présentent des variations importantes d'une année sur l'autre.

Les ATAA restent, quant à eux, stables depuis 2023, avec un niveau inférieur à la moyenne observée depuis 2016 (6 cas).

Par ailleurs, la responsabilité du salarié est engagée dans 42 % des ATSA, tandis qu'aucun ATAA n'implique de responsabilité du salarié.

Dans l'ensemble, l'année 2025 confirme une tendance à la baisse des accidents de trajet, tout en mettant en évidence des dynamiques variables selon les typologies d'accidents.

Un net recul du nombre de jours d'arrêt de travail

Après un pic en 2024 (538 jours d'arrêt), le volume total de jours d'arrêt chute fortement en 2025 pour atteindre 287 jours, soit un niveau près de deux fois inférieur à la moyenne depuis 2016 (528 jours) (cf. Figure 3).

Cette baisse s'explique principalement par : la diminution des AAA,

- la fin des arrêts prolongés liés aux accidents de 2024,
- une réduction marquée des jours d'arrêt dans le collège travaux (92 jours contre 288 en 2024).

Impact sur les indicateurs de fréquence et de gravité

Les évolutions constatées en 2025 ont un impact direct sur les principaux indicateurs de fréquence et de gravité. Le TF1 s'établit à 4,21, contre 6,41 en 2024, traduisant une nette amélioration liée à la diminution des AAA. Le TF2 atteint 16,33, contre 17,02 en 2024, confirmant une légère amélioration en lien avec la baisse globale du nombre d'accidents (cf. Figure 4).

Concernant la gravité, le taux de gravité (TG) s'établit à 0,07, contre 0,11 en 2024, soit une réduction d'un facteur 1,5, en cohérence avec la forte baisse des jours d'arrêt (cf. Figure 5). À noter que le TG 2025 est deux fois inférieur à la moyenne observée depuis 2016 (0,14), confirmant une amélioration significative de la gravité des accidents.

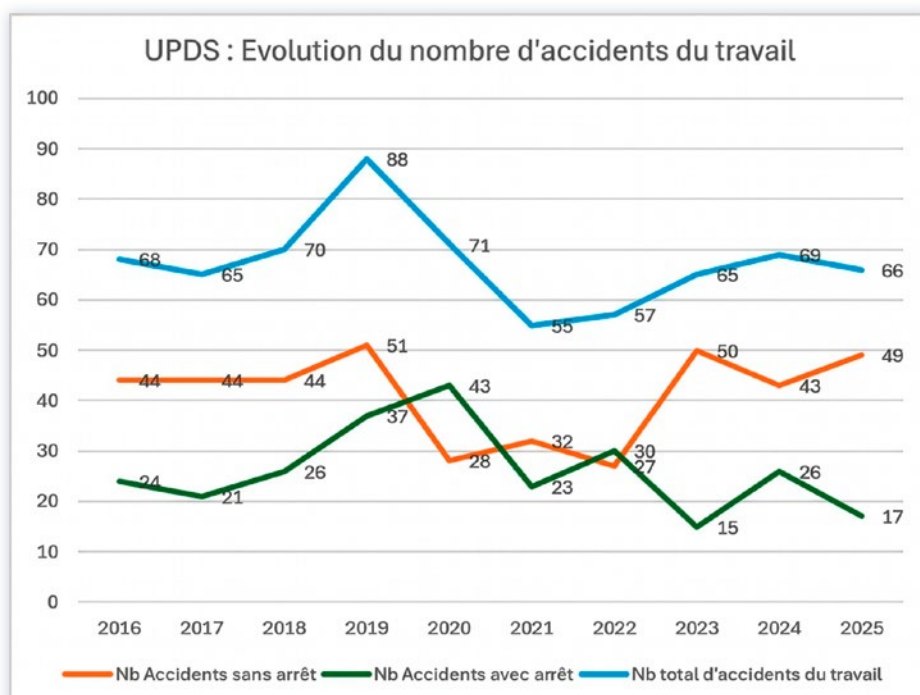


Figure 1 – Evolution du nombre d'accidents du travail depuis 2016

Des lésions et causes inchangées

Les typologies de lésions et les causes des accidents demeurent globalement stables. Ceux-ci restent majoritairement liés à la manutention manuelle ou mécanique ainsi qu'aux chutes de plain pied. Les lésions sont généralement des douleurs d'effort, des lombagos, des déchirures musculaires ou encore des plaies superficielles.

Les zones du corps les plus fréquemment touchées concernent principalement le dos et le rachis, suivis des membres supérieurs, des doigts et des mains. Les membres inférieurs sont également concernés, tout comme la tête et les yeux, plus ponctuellement affectés lors de certaines tâches spécifiques.

Analyse par collègue

L'année 2025 se caractérise par une très nette amélioration de l'accidentologie au sein du collège travaux, avec une baisse marquée de l'ensemble des indicateurs.

À l'inverse, le collège ingénierie enregistre une hausse des accidents du travail, tandis que les accidents de trajet diminuent, pouvant s'apparenter à un retour à un niveau plus habituel concernant les ATSA. Pour la quatrième année consécutive, le nombre d'accidents du travail reste toutefois plus élevé en ingénierie qu'en travaux.

Ce constat doit néanmoins être nuancé : le TF1 de l'ingénierie (3,07) est près de deux fois inférieur à celui des travaux (6,31), en lien avec des effectifs différents entre les deux collèges (887 ETP pour les travaux contre 1621 pour l'ingénierie). Par ailleurs, les taux de gravité sont très proches, avec 0,07 pour l'ingénierie et 0,06 pour les travaux.

Enfin, la responsabilité des salariés est engagée dans 25% des accidents de trajet sans arrêt côté ingénierie, contre 60% côté travaux. En revanche, aucune responsabilité n'est relevée sur les accidents de trajet avec arrêt.

En conclusion, les deux collèges doivent continuer leurs efforts et leur vigilance pour prévenir tous types d'accidents

Marie DUCLOS, UPDS

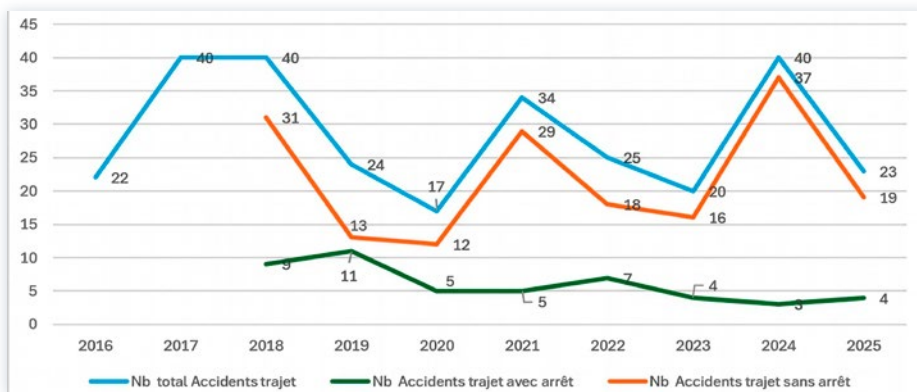


Figure 2 – Evolution du nombre d'accidents de trajets depuis 2016

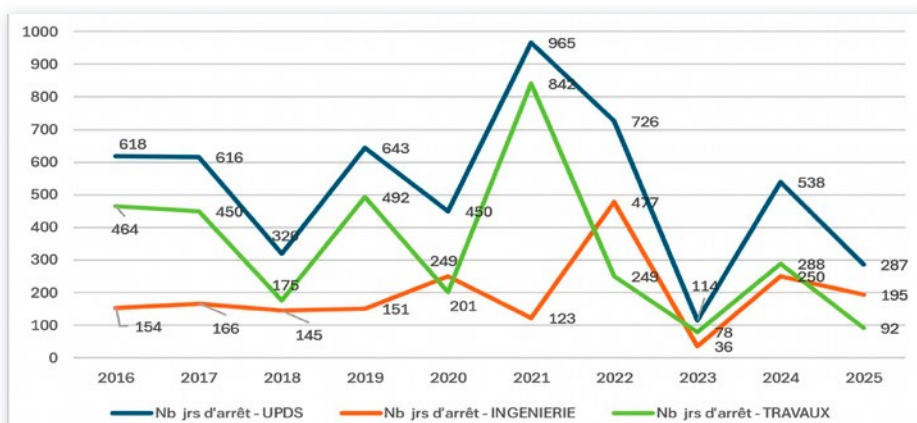


Figure 3 – Evolution du nombre de jours d'arrêt depuis 2016

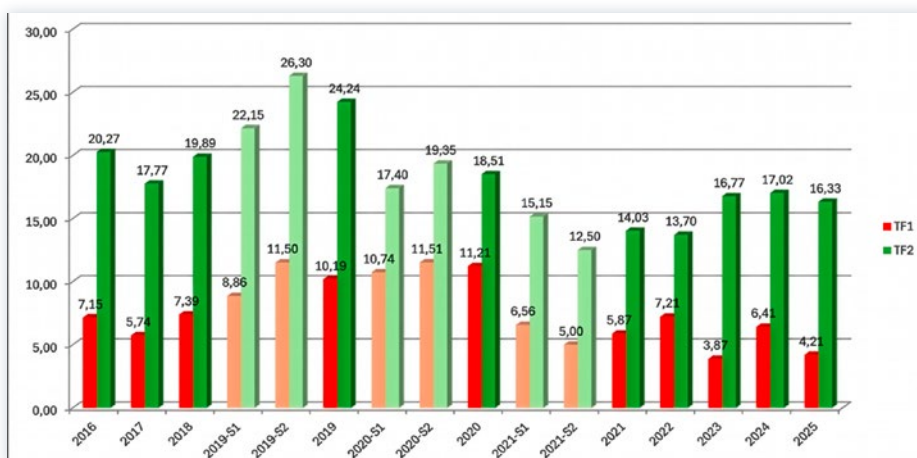


Figure 4 – Evolution des indicateurs TF1 et TF2 des adhérents de l'UPDS depuis 2016

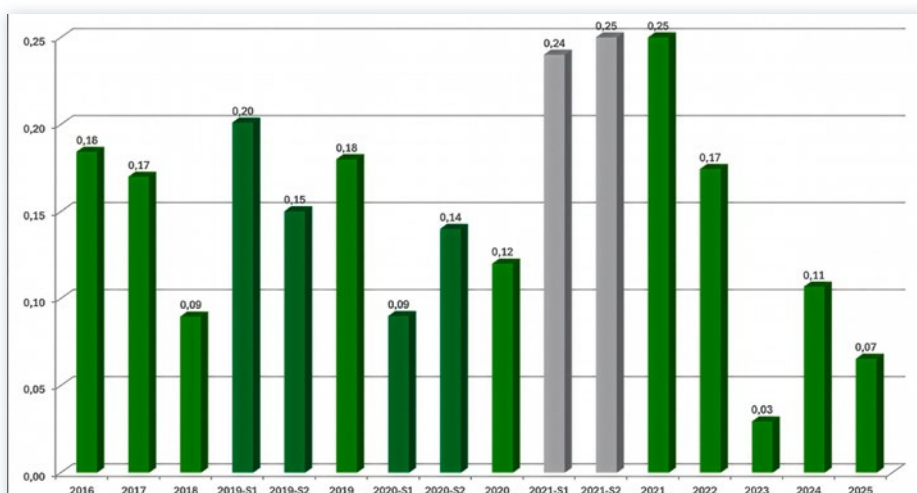


Figure 5 – Evolution du TG des adhérents de l'UPDS depuis 2016

// DOSSIER : LES DÉCOUVERTES FORTUITES DE POLLUTION

PORTIQUES DE DÉTECTION DE RADIOACTIVITÉ :

QUELLE RÉPONSE DE L'INGÉNIERIE EN CAS DE DÉCLENCHEMENT ?

Retour d'expérience sur une opération de terrassement dans le Grésivaudan.

Le déclenchement d'un portique de détection de radioactivité à l'entrée d'un centre d'enfouissement de déchets dans le cadre d'opérations de terrassement constitue un aléa qui a des répercussions sur le chantier. Les conséquences étant potentiellement très impactantes (exposition du personnel, délais, coûts), il convient d'intervenir rapidement avec une méthodologie et des outils adaptés.

Dans quels cas le chargement d'un camion peut déclencher un portique de détection de radioactivité ?

Pour répondre à leurs obligations réglementaires et notamment à ***l'Arrêté du 15 février 2016 relatif aux installations de stockage de déchets non dangereux***, les installations de valorisation énergétique, les centres d'enfouissement et d'incinération de déchets ou les centres de traitement de ferraille disposent, à l'entrée de chaque site, d'un portique de détection des rayonnements

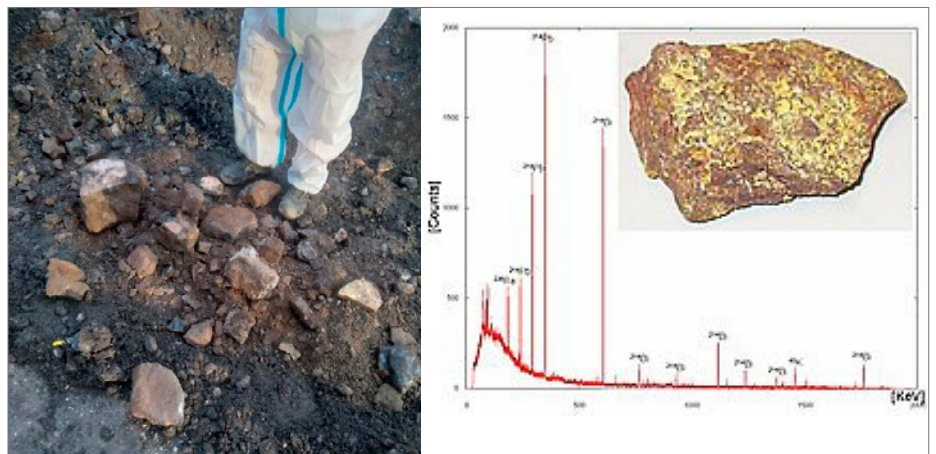


Figure 2: Matériaux RNR et spectre gamma.

ionisants (**cf. Figure 1**). Ce dispositif sert à détecter la présence de sources radioactives avant leur entrée sur le site.

Certains matériaux, rencontrés dans le cadre de chantiers dit «conventionnels», c'est-à-dire en dehors du périmètre d'installations nucléaires, peuvent émettre des rayonnements avec une intensité suffisante pour déclencher un portique de détection de radioactivité. Ces matériaux peuvent être liés à des processus industriels ayant concentré la radioactivité présente naturellement et à très faibles concentrations dans des matériaux naturels. On parle alors de RNR (Radioactivité Naturelle Renforcée) ou de NORM (Naturally Occurring Radioactive Material). Ces matériaux RNR ont pu être utilisés en remblaiement ou enfouis, sans tenir compte de leur nature radioactive (**cf. Figure 2**).

Les portiques permettent de détecter des activités faibles. Le réglage de l'alarme du dispositif de détection est calé sur le bruit de fond (bdf) local (entre 2 et 3 fois le BdF local suivant la nature des terrains). En cas de déclenchement d'alarme, le camion est immobilisé dans une aire dédiée sur site dans l'attente de la récupération des déchets responsables de cette radioactivité anormale par des équipes spécialisées.

Quelles solutions pour la gestion de ces matériaux

Quels que ce soient les matériaux concernés (immobilisés en filière ou présents dans les sols sur le chantier), l'intervention d'un personnel spécifiquement formé en radioprotection et habilité à intervenir en milieu ionisant est nécessaire.



Figure 1 : Portique de détection de radioactivité.

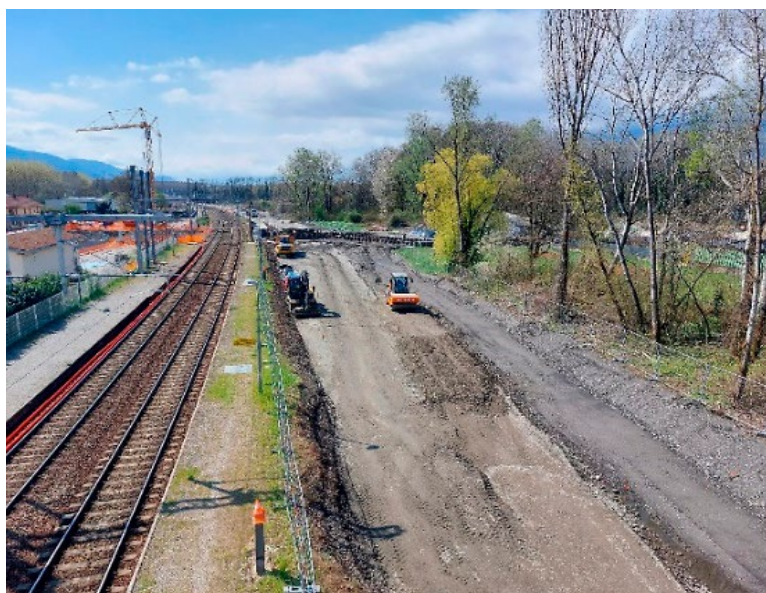


Figure 3 : Zone de chantier et cartographie radiologique (en haut).



Figure 4 : Emprise de chantier, avec contraintes de place et de gestion des flux

Il sécurisera l'intervention des travailleurs du site vis-à-vis du risque d'exposition par irradiation ou par contamination, au regard notamment de la **valeur limite d'exposition aux rayonnements ionisants (1 mSv/an pour le public)**. Il orientera la démarche pour déterminer la nature des matériaux (radioactivité naturelle ou artificielle) via des mesures sur site, des prélèvements et des analyses en laboratoire. Cette caractérisation permet d'identifier les radionucléides en présence et l'intensité des rayonnements.

En parallèle, des investigations de terrain avec du matériel adapté pour la prospection radiologique doivent être menées d'une part pour identifier les zones concernées par les matériaux à l'origine du déclenchement et d'autre part, pour définir les modalités de gestion des matériaux radioactifs selon divers critères : modalité de tri et de transport, filières de gestion adaptées et compatibilité sanitaire des matériaux résiduels (cf. Figure 3). Ce travail d'ingénierie permet de garantir l'absence d'un nouveau déclenchement de portique pour les évacuations à suivre, la poursuite des opérations de terrassement en sécurité dans des délais compatibles avec les jalons du chantier (cf. Figure 4).

L'intervention de ce personnel spécialisé se concrétise par des mesures sur le terrain :

- La réalisation de cartographies radiologiques,
- La réalisation de contrôles de non-contamination,
- La caractérisation du terme source,
- La définition des dispositions de prévention en matière de radioprotection,
- La définition du matériel de mesure nécessaire au tri des matériaux,
- L'appui à l'organisation du zonage chantier et des flux de circulation.

Cette contribution s'illustre également par l'accompagnement du client dans ses choix, grâce à l'apport de connaissances et d'éléments d'analyse adaptés, ainsi que par la sensibilisation des intervenants du chantier aux enjeux radiologiques, dans une approche pédagogique destinée à démystifier le sujet et à rassurer les parties prenantes.

Basile GIDROL, Antea Group
Simon POULAT, Antea Group
Yann JOLLY, Antea Group

Pour aller plus loin :

- <https://reperes.asnr.fr/en-pratique/portiques-de-detection-de-radioactivite-queles-bonnes-pratiques-en-cas-de>
- [PORTIQUE DE DETECTION DE RADIOACTIVITÉ - Guide sur la méthodologie à suivre en cas de déclenchement](#)

// DOSSIER : LES DÉCOUVERTES FORTUITES DE POLLUTION

DÉCOUVERTES FORTUITES DE POLLUTION :

QUELLES INCIDENCES POUR L'ENTREPRISE DE TRAVAUX ?

Dans les opérations de travaux impliquant le sol et/ou le sous-sol, les découvertes fortuites de pollution ne constituent pas une exception mais une réalité récurrente.

Malgré des études préalables de plus en plus exigeantes, il n'est pas rare de mettre en évidence, en phase travaux, des pollutions inattendues : pollutions dites concentrées non identifiées, remblais anthropiques de mauvaise qualité, amiante et/ou plus globalement déchets dans ces remblais (débris, déblais de démolition, déchets plastiques...), contaminations non identifiées lors des diagnostics initiaux, pollution accidentelle ou encore découverte d'ouvrages anciens renfermant des produits ayant été utilisés dans le passé (carburant, huile de moteur, gouddron, dégraissant...).

Ces situations, par définition imprévues, viennent profondément bouleverser le déroulement des chantiers. Elles imposent

fréquemment un arrêt temporaire des travaux, le temps de caractériser la pollution ainsi découverte, d'en définir l'ampleur et d'informer l'ensemble des parties prenantes. Elles entraînent également la mobilisation d'acteurs tiers — maîtres d'œuvre spécialisés, bureaux d'études, «diagnostiqueurs» notamment lorsque de l'amiante est suspectée, DREAL — susceptibles d'influer sur les décisions techniques et opérationnelles initialement arrêtées et prévues de manière contractuelle entre l'entreprise en charge des travaux et le maître d'ouvrage.

Pour l'entreprise de travaux, ces découvertes fortuites ont des incidences majeures, tant sur le plan des délais que sur les plans technique, économique et contractuel.

DES CONSÉQUENCES IMMÉDIATES SUR LES DÉLAIS DE CHANTIER

Dans la majorité des cas, la mise en évidence d'une pollution non anticipée conduit à un arrêt de chantier partiel ou total. Cet arrêt est nécessaire pour sécuriser la zone, réaliser des investigations complémentaires, analyser les milieux impactés et définir une stratégie de gestion adaptée.

Même lorsque l'arrêt est limité dans le temps, il provoque un ralentissement significatif de la cadence des travaux et un décalage du planning global du projet pouvant aller de quelques semaines à plusieurs mois. À cela s'ajoutent des phases de négociation, notamment pour la prise en charge du temps d'encadrement mobilisé durant les études complémentaires ou les adaptations de méthode. Pour l'entreprise de travaux, la maîtrise de ces délais devient un enjeu central, dans un contexte où l'enchaînement des tâches et la coordination des intervenants sont essentiels au respect du planning contractuel.

DES ADAPTATIONS TECHNIQUES SOUVENT LOURDES

Sur le plan technique, une découverte fortuite de pollution peut remettre en cause l'entièreté du projet initial. Les hypothèses de fondations, de terrassement, de gestion des déblais, de traitement ou de valorisation des terres doivent parfois être intégralement révisées. De nouvelles méthodes d'intervention doivent être définies, intégrant des contraintes de sécurité accrues et des exigences réglementaires spécifiques. Ces



Figure 1 : Découverte d'une fosse en béton - ©DR – photo Brézillon

situations peuvent également générer des problématiques de coactivité, notamment lorsque l'intervention de nouvelles entreprises spécialisées devient nécessaire (diagnostic amiante, pompage d'hydrocarbures, démolition d'ouvrages pollués, intervention sous contrainte amiante etc.). La coordination de ces acteurs supplémentaires complexifie l'organisation du chantier et accroît les risques opérationnels.

Plusieurs chantiers illustrent ces adaptations techniques. A titre d'exemple, en Île-de-France, sur une ancienne cimenterie ayant été exploitée pendant une centaine d'années au 20^e siècle, la découverte d'une fosse en béton armé contenant des hydrocarbures a nécessité l'isolement immédiat de la zone, le pompage des hydrocarbures et le nettoyage de la fosse par hydrocureur, la démolition de la fosse et une reprise complète des terrassements après traitement. Le démantèlement de la fosse (cf. : Figure 1) a révélé que la nappe d'eau souterraine peu profonde avait été également impactée (présence d'une phase d'hydrocarbures au toit de la nappe). La gestion du mélange des eaux de nappe et des hydrocarbures a conduit à la mise en œuvre d'un traitement non prévu initialement conduisant à : une purge spécifique de produit pur, l'extraction des terres contaminées autour de la fosse, un traitement des eaux souterraines et un gel temporaire de la zone pendant près d'un mois.

DES ENJEUX ÉCONOMIQUES ET CONTRACTUELS

Les découvertes fortuites de pollution engendrent quasi systématiquement des surcoûts. Ceux-ci peuvent être liés aux études complémentaires, aux modifications de méthodes, aux travaux supplémentaires ou encore à l'allongement des délais. La question de leur prise en charge constitue alors un enjeu majeur.

Selon la nature de la découverte, ces surcoûts peuvent incomber soit à la maîtrise d'ouvrage, soit à l'entreprise de travaux. Lorsqu'il s'agit d'une pollution réellement nouvelle, non identifiable au stade des études préalables, la prise en charge revient souvent au maître d'ouvrage, même dans un contexte forfaitaire. À l'inverse, lorsque seules les quantités de pollution évoluent à la hausse, alors des débats contractuels peuvent émerger.



Figure 2 : Produits flottants de type hydrocarbure - ©Nicolas Grosmond

Un exemple emblématique concerne un chantier francilien où la pollution de la nappe s'est révélée bien plus importante que prévue, avec la présence de plusieurs dizaines de centimètres d'épaisseur de produits purs (type hydrocarbure) flottants sur le toit de la nappe, non identifiés au stade des études amont. Après un premier écrémage et un traitement par fouille ouverte, la mise en œuvre d'une installation de pompage et de traitement des eaux a été nécessaire. Ces travaux supplémentaires ont généré des coûts et des délais significatifs, soulevant la question de la responsabilité liée à l'insuffisance des études initiales. Dans ce contexte bien précis de marché forfaitaire, l'Entreprise de travaux et le Maître d'ouvrage ont pu se mettre d'accord sur un avenant au marché initial.

Les retours d'expérience à ce sujet sont nombreux. En région lyonnaise, la découverte de canalisations amiantées lors de travaux de terrassement prévus pour gérer des pollutions aux hydrocarbures, HAP et COHV a entraîné un arrêt immédiat du chantier. Après information de la maîtrise d'œuvre et intervention d'un diagnostiqueur missionné par la maîtrise d'ouvrage, des sondages complémentaires ont été réalisés en sous-section 4.

Une dizaine de zones présentant des matériaux amiantés dans les sols ont été identifiées, conduisant à considérer l'ensemble des remblais concernés comme impactés. À terme, près de 6 000 tonnes de déblais amiantés pourraient devoir être évacués, générant un coût très élevé pour le projet.

Dans d'autres situations, la solution de dépollution ou de valorisation initialement prévue peut s'avérer inadaptée. Notamment, sur un autre projet, des terres destinées à être

réemployées comme terres fertiles ont finalement été jugées incompatibles avec cet usage à la suite des analyses. Dans ce cas, l'entreprise de travaux a dû prendre en charge le surcoût lié à l'échec de la solution proposée.

CONCLUSION

Les découvertes fortuites de pollution rappellent avec force que la qualité des études menées en amont constitue un levier essentiel de maîtrise des risques. Pour les entreprises de travaux, les enjeux sont multiples : financiers, techniques, contractuels, délais et organisationnels. Selon la nature et l'ampleur des découvertes, les conséquences peuvent être considérables.

Dans ce contexte, il apparaît indispensable, lorsque cela est possible, de compléter les études existantes avant le démarrage des travaux, de formuler des réserves claires lors de la réponse aux marchés et de lever ces réserves le plus tôt possible (idéalement avant de lancer une consultation) et au plus tard au lancement du chantier. Bien souvent, les découvertes fortuites de pollution sont consécutives à un sous-investissement en études avant travaux, éloigné des ratio classiques observés sur le marché de la dépollution : l'étude ADEME 2018 constate par exemple que les études représentent 7% en moyenne des dépenses totales liées à la dépollution et 10,7% du coût de la dépollution en elle-même. Anticiper, documenter et sécuriser les hypothèses de travail reste la meilleure stratégie pour limiter les impacts des découvertes fortuites et préserver l'équilibre économique et opérationnel des projets.

Olivier PACAUD, Brézillon

// DOSSIER : LES DÉCOUVERTES FORTUITES DE POLLUTION

DÉCOUVERTES FORTUITES : LE CHANTIER N'EST PAS UN DIAGNOSTIC

RETOURS D'EXPÉRIENCE SUR L'ANTICIPATION ET LA GESTION OPÉRATIONNELLE DES POLLUTIONS MISES AU JOUR TARDIVEMENT

Une odeur d'hydrocarbures au fond d'une fouille, une cuve oubliée, une fosse remplie d'huiles usagées... Ces découvertes surviennent souvent au moment où le projet dispose de moins de temps pour les absorber. Les retours d'expérience montrent pourtant qu'une part importante de ces aléas peut être anticipée par des études menées au bon moment et au bon niveau de détail. Et lorsque l'imprévu se confirme, l'enjeu n'est plus seulement de traiter une pollution : il faut décider vite, sécuriser le chantier, maîtriser les coûts et préserver le planning.

UN ALÉA RAREMENT TOTALEMENT IMPRÉVISIBLE

Dans les opérations de requalification foncière, les terrassements donnent parfois l'impression de révéler le passé du site : cuves enterrées, réseaux oubliés, sols noirâtres ou odorants, remblais de qualité incertaine. Ces situations sont qualifiées de découvertes fortuites. Elles ne sont pourtant pas toujours imprévisibles. Elles apparaissent souvent lorsque l'historique du site, les conditions d'accès, l'état d'avancement de l'activité ou la stratégie d'investigation n'ont pas permis de poser les bonnes hypothèses assez tôt.

L'objectif d'une démarche Sites et Sols Pollués n'est pas de promettre le « zéro aléa » : le sous-sol reste un milieu hétérogène et les investigations, par nature ponctuelles, ne permettent pas d'obtenir une image complète de l'état du sous-sol. L'objectif est de réduire l'incertitude jusqu'au niveau nécessaire à la décision. En pratique, cela signifie lancer les études suffisamment en amont, les adapter au projet, puis les faire évoluer lorsque de nouvelles informations apparaissent. Une étude sommaire ou réalisée trop tôt peut laisser subsister une pollution non caractérisée ; une étude mal ciblée peut conduire à traiter inutilement des terres qui ne le nécessitent pas.



Photo 1 : Vue actuelle du dépôt de bus et de la zone de stationnement : certaines sources anciennes peuvent être masquées par les usages et aménagements récents.

CHERCHER LES INDICES INVISIBLES

La première étape est souvent la plus déterminante. Une étude documentaire et historique ne se limite pas à consulter quelques bases de données : elle croise la visite de site, les archives, les photographies aériennes anciennes, les plans disponibles, les dossiers administratifs, la mémoire des exploitants et des riverains, etc. C'est ce croisement d'informations qui permet d'identifier les sources potentielles de pollution à investiguer.

Chaque source d'information est importante et doit être traitée attentivement. Par exemple, sur un dépôt de bus destiné à être réaménagé sans changement d'usage, la visite du site et les documents disponibles

ne mettaient pas en évidence d'ancienne installation particulière dans une zone de stationnement (cf. photo 1). L'examen minutieux des photographies aériennes anciennes (cf. photo 2) a pourtant fait apparaître une suspicion d'ancienne station-service. Cette hypothèse, invisible sur le terrain et peu documentée, a été intégrée au programme d'investigations. Les sondages ont ensuite confirmé un impact localisé en hydrocarbures, cohérent avec cette source potentielle. Découverte en phase d'étude, cette pollution devient un paramètre de conception ; découverte en phase travaux, elle serait devenue un arrêt de chantier, une gestion d'urgence et un aléa financier.

La leçon est simple : aucune source d'information n'est accessoire. Une étude

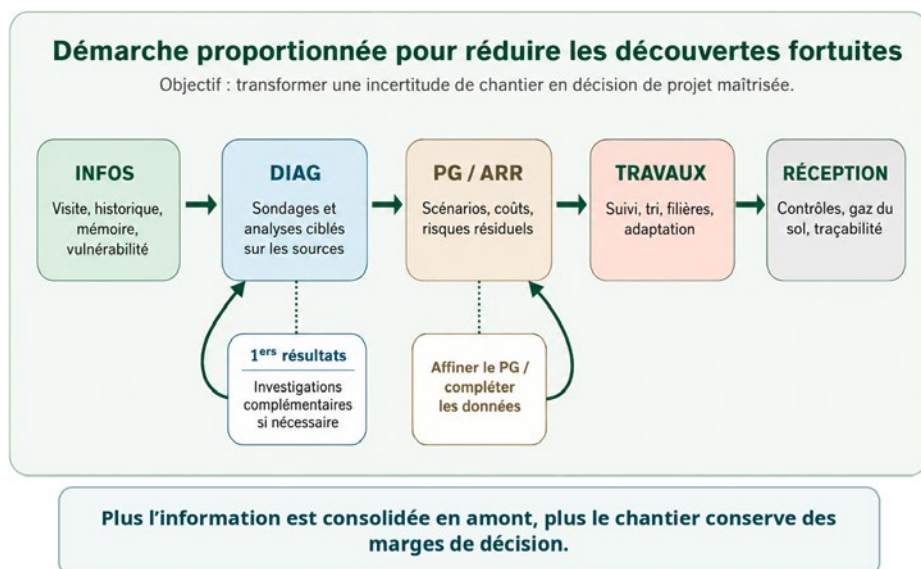


Figure 1 : La démarche de gestion : une démarche progressive et itérative pour réduire et maîtriser les découvertes fortuites.

documentaire bien réalisée permet d'orienter de manière fiable les investigations à réaliser pour sécuriser au mieux le projet. Elle évite aussi de multiplier a posteriori les diagnostics complémentaires, souvent plus coûteux car réalisés sous contrainte de planning, sans parler du coût de gestion des aléas en phase chantier le cas échéant.

DIAGNOSTIQUER ASSEZ POUR DÉCIDER

Réaliser des études «assez poussées» ne veut pas dire investiguer partout ni chercher tous les polluants. Cela signifie construire une démarche proportionnée, mais poussée



Photo 2 : Photographie aérienne ancienne ayant permis d'identifier un indice de source potentielle à investiguer. Source : IGN / Géoportail, traitement ABO-ERG Environnement.

jusqu'au niveau qui permet de décider. Pour un projet immobilier, les questions à traiter sont très concrètes : quelles sources doivent être supprimées ? Quels déblais seront générés par le projet ? Quelles filières sont probables ? Des substances volatiles peuvent-elles impacter les futurs bâtiments et rendre la qualité de l'air incompatible avec les usages projetés ? Quelles restrictions d'usage doivent être mises en œuvre ? etc.

La démarche de diagnostic doit être itérative et proportionnée (cf. figure 1). Elle peut nécessiter la réalisation d'investigations complémentaires suite aux premiers résultats obtenus, afin d'affiner au mieux la connaissance des milieux :

- afin de tenir compte des contraintes d'accessibilité aux zones du site (lors de diagnostics réalisés sur un site encore en activité par exemple, ou avant démolition des bâtiments),
- lorsque les études antérieures ont été réalisées alors que l'activité à risque n'était pas totalement arrêtée,
- ou encore afin de s'adapter à des modifications du projet.
- Un diagnostic réalisé trop tôt peut être un état intermédiaire ; le projet, lui, a besoin d'un état suffisamment représentatif de la situation finale.

À l'issue du diagnostic, le Plan de gestion (PG) permet d'étudier les solutions de gestion à mettre en œuvre. Il ne s'agit pas de «dépolluer pour dépolluer», mais d'ajuster les solutions de gestion au cas par cas, selon

les enjeux et les usages du site, en priorisant avant tout la suppression des pollutions concentrées.

Le plan de gestion joue ici un rôle central pour comparer des scénarios techniquement réalisables, compatibles avec l'usage futur et hiérarchisés selon un bilan coûts/avantages.

Cinq réflexes pour limiter les découvertes fortuites

1. Lancer l'étude historique et documentaire dès les premières phases du projet, avant que les choix d'aménagement ne soient figés.
2. Croiser les sources : visite, photographies aériennes anciennes, archives administratives, plans, mémoire des exploitants et des riverains, etc.
3. Adapter le programme d'investigations aux sources potentielles et au projet : moyens d'investigations adaptés ; profondeur, paramètres et milieux pertinents (sols, eaux et gaz du sol,...) ; anticipation sur les déblais si nécessaire.
4. Mettre à jour les études après cessation ou modification d'activité afin de disposer d'un état aussi représentatif que possible avant travaux.
5. Préparer la phase chantier : protection des travailleurs et des riverains, gestion des impacts et nuisances, seuils de décision, filières pressenties, traçabilité et circuit de validation rapide.

FAIRE JUSTE, PAS FORCÉMENT FAIRE PLUS

La maîtrise des découvertes fortuites passe aussi par la vérification des données atypiques. Un autre enseignement du même retour d'expérience concerne une anomalie ponctuelle en PCB signalée lors d'une étude antérieure, sans contre-analyse et sans logique au regard de l'usage du site. Des mesures de dépollution avaient été envisagées sur cette base. Les investigations complémentaires, puis les contrôles en phase travaux réalisés sur volume extrait, n'ont pas confirmé cet impact ; les terres concernées ont pu être remises en fouille. Là encore, l'étude complémentaire n'a pas ajouté de complexité inutile : elle a évité une opération de réhabilitation injustifiée, des évacuations

inutiles et des contraintes supplémentaires pour le chantier.

Ce point est essentiel pour les maîtres d'ouvrage : mieux connaître le site ne sert pas uniquement à trouver plus de pollution. Cela sert à traiter les bonnes zones, avec les bonnes filières, au bon moment. Une démarche SSP bien conduite protège donc à la fois la santé, l'environnement, le planning et l'économie globale du projet.

QUAND L'IMPRÉVU ARRIVE QUAND MÊME

Même avec une démarche sérieuse, un aléa peut survenir. Même une consultation approfondie des sources de données ne permet pas de garantir une connaissance exhaustive des activités à risque de pollution s'étant déroulées sur un site. Le sol est de plus un milieu hétérogène, au sein duquel la dispersion de la pollution ne peut pas toujours être estimée de manière fiable.

La différence se joue alors sur la capacité à qualifier l'aléa et à le traiter rapidement. Par exemple, sur un chantier de réhabilitation d'une ancienne station-service et garage automobile pour la construction d'un immeuble résidentiel, des travaux ont mis au jour la présence d'huiles usagées au niveau d'une fosse de rétention de cuve (cf. photos 3 et 4), ainsi que des cuves à carburant supplémentaires. Le sujet n'était plus seulement environnemental : il fallait sécuriser les intervenants, caractériser les matériaux, définir leur statut de déchet (cf. photo 5), reconsulter les filières de traitement, ajuster le phasage et vérifier la compatibilité sanitaire du projet après travaux.

Dans ce type de situation, l'accompagnement spécialisé permet de passer d'un aléa subi à un aléa piloté (cf. figure 2). Les équipes terrain, le bureau d'études, l'entreprise de dépollution, la maîtrise d'œuvre et l'entreprise d'OPC (Ordonnancement, Pilotage et Coordination) doivent partager rapidement une même lecture : quelles mesures de protection des travailleurs et riverains mettre en place ? quelles zones sont concernées ? quels volumes sont réalistes ? quels seuils de réception appliquer ? quelle traçabilité garantir ?

Le retour d'expérience montre qu'un suivi réactif ne supprime pas les conséquences, mais les contient. Dans le cas évoqué, le retard est resté maîtrisé, de l'ordre de deux semaines, malgré un surcoût significatif sur le budget de réhabilitation. Sans anticipation minimale, sans filières identifiées et sans décision technique rapide, le même aléa aurait pu immobiliser plus durablement le chantier



Photo 3 : Eaux ou produits hydrocarburés mis au jour en fond de fouille : un aléa de terrassement à caractériser et sécuriser rapidement.



Photo 4 : Ouvrage associé à une ancienne cuve et présence de liquides fortement impactés : un constat nécessitant l'adaptation immédiate du chantier.

Découverte fortuite : de l'aléa subi à l'aléa accompagné

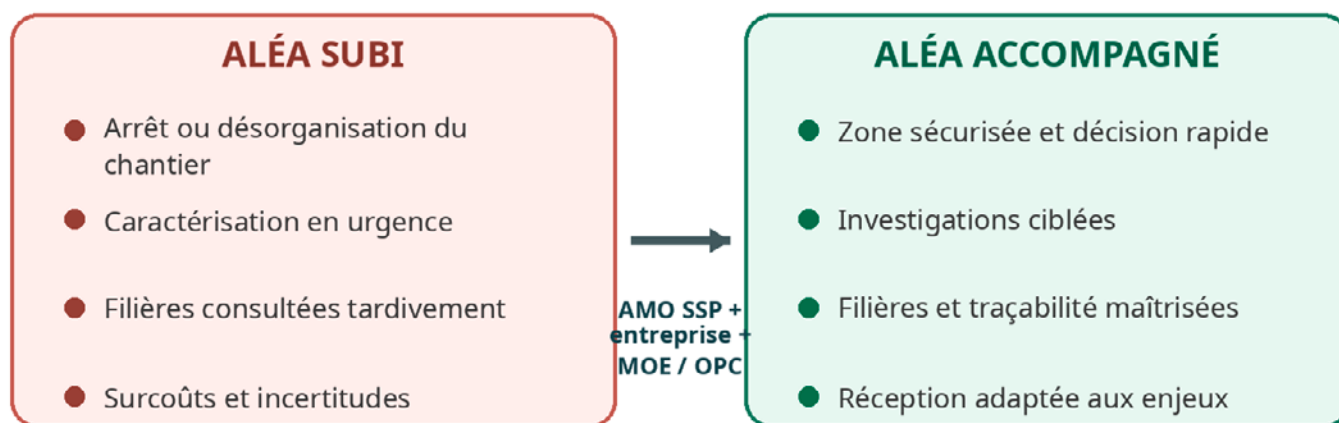


Figure 2 : En phase travaux, l'accompagnement transforme l'urgence en chaîne de décision maîtrisée.

et désorganiser les autres corps d'état avec parfois des conséquences plus lourdes (à titre d'exemple 2 à 3 semaines de délai avant acceptation en filière de traitement des «nouveaux» déchets contre une disponibilité repoussée de 6 mois des moyens de réalisation des pieux de fondations du futur immeuble).

NOTRE ACCOMPAGNEMENT, DU DOUTE À LA RÉCEPTION

La valeur ajoutée d'un accompagnement spécialisé se manifeste à trois moments. En amont, il s'agit d'aider la maîtrise d'ouvrage à poser les bonnes hypothèses : sources potentielles, milieux à investiguer, contraintes d'accès, usages futurs, exigences réglementaires et calendrier du projet. Au stade de la décision, il s'agit de traduire les résultats en scénarios compréhensibles, chiffrés et compatibles avec le projet : suppression de sources, gestion des déblais, mesures constructives, restrictions d'usage, surveillance ou analyse des risques résiduels.

En phase travaux, l'accompagnement devient opérationnel. Il consiste à vérifier la bonne mise en œuvre des mesures de gestion, adapter les solutions aux constats de terrain, organiser la traçabilité, dialoguer avec les filières, sécuriser les travailleurs et réceptionner les travaux sur la base d'éléments objectifs. Cette continuité entre études et chantier est déterminante : elle évite que le rapport reste un document à part, déconnecté de la réalité du terrassement.

Notre savoir-faire et notre retour d'expérience nous permettent de bien articuler les différents besoins et enjeux : comprendre le projet, adapter la méthodologie nationale de gestion des Sites et Sols Pollués au contexte, aider à la décision et accompagner les parties prenantes jusqu'à la réception. L'enjeu n'est pas de multiplier les investigations par principe, mais de choisir celles qui réduisent réellement le risque d'aléa ou qui permettront, si l'aléa survient, de le gérer sans perdre la maîtrise du chantier.

CONCLUSION : ANTICIPER POUR MIEUX CONSTRUIRE

Une découverte fortuite de pollution n'est jamais un simple incident technique. Elle interroge le calendrier, le budget, la sécurité, les filières de gestion des déchets, la compatibilité sanitaire et parfois la faisabilité même d'un projet. Elle peut être subie

lorsqu'elle apparaît sans préparation ; elle peut être maîtrisée lorsqu'elle s'inscrit dans une démarche proportionnée, itérative et menée suffisamment tôt.

Le chantier ne doit pas devenir le premier diagnostic du site. Pour les maîtres d'ouvrage et les aménageurs, investir dans des études amont adaptées est souvent moins coûteux que gérer dans l'urgence une cuve oubliée, une pollution concentrée non délimitée ou des terres mal orientées. Et lorsque l'imprévu demeure, un accompagnement réactif par des professionnels du domaine des sites et sols pollués permet de transformer la surprise en décision : sécuriser, caractériser, arbitrer, traiter, tracer et réceptionner. C'est à cette condition que les anciens sites industriels deviennent des projets maîtrisés, et que la découverte fortuite cesse d'être une fatalité.

Nicolas Duran, ABO-ERG Environnement
Sandrine Augy, ABO-ERG Environnement



Photo 5 : Sols et liquides souillés découverts en terrassement : tri, filières et traçabilité doivent être organisés sans délai.

// DOSSIER : LES DÉCOUVERTES FORTUITES DE POLLUTION

DE LA BOMBE AUX CYANURES :
RETOUR SUR UN CHANTIER
HORS NORMES !

Parfois les chantiers de dépollution se ressemblent. Parfois on s'ennuierait presque. Un chantier «pelle-camion», avec terrassement simple, gestion des terres sur site et envoi en filières adaptées, pourrait sembler un exercice facile. Celui évoqué dans cet article ne l'a été en rien. De la découverte d'une bombe, à des terres bleues cyan, en passant par les volumes qui «explosent», les surprises à répétition ont mis à rude épreuve l'ensemble des acteurs du projet.

UN CONTEXTE ATYPIQUE

Une ancienne usine, quelque part en France... Nous garderons ce site confidentiel. Des impacts au niveau des sols avec des terres radiologiquement marquées (terres RNR), des résidus acides présents dans le réseau d'égouts du site, des terres impactées par des hydrocarbures dans la zone de l'ancienne chaufferie, d'autres zones impactées par de l'ammoniac ou encore des cyanures. Un programme de réhabilitation initial chargé, pour ce site historique créé au début des années 1900 pour la production d'engrais.

Après une cessation d'activités au début des années 2000, les installations avaient été arrêtées, les déchets gérés et les unités déconstruites. En raison de bombardements passés sur la région, une étude historique du risque pyrotechnique menée dans les années 2010 avait acté la faisabilité de travaux de réhabilitation, sous réserve de validation pyrotechnique sur la partie ouest du site. Des enjeux forts puisque le site était suivi par l'administration (arrêté préfectoral de dépollution) dans le cadre du raccordement futur à un éco-quartier.

UN DÉMARRAGE DE
CHANTIER EXPLOSIF !

ORTEC SOLEO a donc été missionnée pour effectuer divers travaux de dépollution. Au cours des premières opérations de terrassement sur site, une bombe d'aviation a été découverte dans les remblais en partie Est



Figure 1 : découverte d'une bombe d'aviation dans les remblais du site : intervention de la Sécurité Civile



Figure 2 : scintillateur portatif de type SPP2 (mesure de débit photons Gamma) pour la localisation des zones présentant un marquage radiologique significatif exprimé en c/s

du site (cf. figure 1). Il s'agissait d'une zone normalement non concernée par le risque pyrotechnique. L'hypothèse retenue pour expliquer cette découverte serait que la bombe était présente dans les remblais de la partie ouest et qu'elle aurait pu être déplacée lors des différentes phases d'aménagements du site (entre l'après-guerre et le début des années 2000).

Les opérations de mise en sécurité de la zone et de déplacement de l'engin, ainsi que son déminage ont été effectués par la sécurité civile.

DES MATÉRIAUX
RADIOLOGIQUEMENT
MARQUÉS
(RADIOACTIVITÉ
NATURELLE
RENFORCÉE : RNR)

Une partie des terres du site, du fait des anciennes activités de production de matière première, a été impactée par les anciennes activités avec la présence d'éléments radioactifs naturels issus des chaînes de désintégration de l'uranium et du thorium, notamment le radium 226.

Ces radionucléides étaient concentrés dans les dépôts au sein des réseaux d'égouts du site (2 km) et dans les terres du site (2 zones). Lors des opérations de terrassement, des contrôles de matériaux ont été réalisés par des mesures de surface (débit de dose) et des analyses d'échantillons (mesure d'activité massique) par un BE spécialisé (cf. figure 2).

Les milieux concernés ($> 1 \text{ Bq.g}^{-1}$) étaient répartis sur 2 zones du site et au niveau des matériaux contenus dans les égouts et conduites (estimatif initial = 650 m^3). L'ensemble des matériaux provenant de ces zones a été contrôlé tout au long du chantier (déchets sortant du site, bétons concassés pour réutilisation sur site, eaux en fond de fouilles, caniveaux, fosses...).

Au final $11\,500 \text{ m}^3$ de terres RNR issus des terrassements et curages de réseaux ont été excavés, contre 650 m^3 initialement prévus sur les 2 premières zones, avec la découverte de 12 zones supplémentaires RNR sur le site (cf. figure 3). Les matériaux RNR contenus dans les égouts et susceptibles d'impacter les eaux souterraines ont conduit à la mise à jour de $2\,500 \text{ ml}$ de réseaux au lieu des $2\,000 \text{ ml}$ prévus initialement.

Au total, ces volumes correspondent à environ 20 700 tonnes de matériaux excavés (sur la base d'une densité de $1,8 \text{ t/m}^3$). Toutefois, seules 7 500 tonnes de matériaux RNR ont été évacuées en ISDD. Cet écart s'explique par des analyses RNR complémentaires réalisées par le bureau d'études, ayant conduit au déclassement d'une partie des matériaux initialement considérés comme RNR, et donc à une réduction des volumes dirigés vers l'ISDD.



Figure 3 : Excavation des matériaux radiologiquement marqués



Lors de sondages complémentaires, une fosse avec des déchets amiantés a été découverte. Un diagnostic amiante et un plan de retrait ont été réalisés afin de retirer 80 m^3 de matériaux amiantés.

UN SUIVI QHSE RENFORCÉ VIS-À-VIS DES CONTRAINTES ET DES DÉCOUVERTES

À la suite de la découverte de la bombe, la méthodologie des opérations sur la zone Est a été modifiée avec la présence systématique et obligatoire d'un artificier piéton, de manière à vérifier (visuellement et/ou avec un magnétomètre) chaque godet terrassé. De plus, les terrassements dans cette zone ont été réalisés par passe de $0,15 \text{ m}$ au lieu des passes de $0,5 \text{ m}$ initialement prévues, ce qui a notablement réduit la cadence d'excavation (cadence prévisionnelle de $180 \text{ m}^3/\text{jour}$ qui est passée à $90 \text{ m}^3/\text{jour}$ environ).

Par ailleurs, dans les autres zones du site, une information spécifique du personnel a été rappelée lors du démarrage de chaque phase de travaux avec une vigilance absolue à apporter en cas de découverte d'un engin suspect.

Le suivi du personnel a été réalisé en continu par dosimétrie (cf. figures 4 et 5) et contrôles analytiques via un BE spécialisé en radiologie. Le suivi journalier était transmis mensuellement auprès de la Médecine du Travail de toutes les entreprises avec mise en place de visites médicales spécifiques au démarrage du chantier. Des EPI spécifiques ont été mis en place (masques à poussières FFP3) avec contrôles PID et poussières (totales, PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$).

DES TERRES ACIDES EN QUANTITÉ MOINDRE

Les terres acides correspondaient à des matériaux au Nord-Est du site avec un pH compris entre 2 et 4,5. L'objectif de réhabilitation était d'obtenir un $\text{pH} > 4,5$. Le traitement sur site a consisté en des travaux d'excavation / épandage / traitement sur site par apport de calcaire filler (cf. figure 6). Le volume initialement concerné était de $3\,250 \text{ m}^3$ pour finalement $1\,500 \text{ m}^3$ réalisés. Le traitement a été effectué en 1 mois au lieu de 4 mois. L'ensemble des terres traitées a pu être réutilisé sur site en remblais dans la zone initiale.



Figure 4 : Dosimètre opérationnel pour la surveillance de l'exposition externe : Type Dosicard



Figure 5 : Dosimètre individuel pour la surveillance de l'exposition externe GAMMA et interne ALPHA



Figure 6 : Zone excavée et apport de calcaire filler



DES VOLUMES DE TERRES POLLUÉES AUX HYDROCARBURES QUI TRIPLENT

Les terres polluées aux hydrocarbures ont été traitées par landfarming avec un objectif de réhabilitation à 2500 mg/kg MS.

Le volume initialement estimé à excaver en zone non saturée était de 4 000 m³, destiné au traitement par landfarming. Au final, le volume réellement terrassé s'est élevé à 11 000 m³ (cf. figure 7). Parmi ce volume, 5 000 m³ ont été traités par landfarming, y compris des matériaux présentant des concentrations en hydrocarbures pouvant atteindre 15 000 mg/kg. L'ensemble des terres traitées a ensuite été réutilisé sur site dans les zones initiales.

ET LA DÉCOUVERTE D'UNE POLLUTION AUX CYANURES

La gestion d'une zone d'anomalie «Cyanure» au droit d'un point de sondage isolé à l'ouest du site, concernait initialement 50 m³ soit 90 tonnes estimées en zone non saturée.

Lors des excavations de terres pour la purge de la zone «Cyanure» initiale, les terres environnantes ont montré une coloration bleue. Le maillage de la zone initiale a donc été agrandi avec la délimitation de 12 mailles supplémentaires. Suite à la découverte de ces mêmes terres bleues sous une dalle à 2,5 m de profondeur sous les mailles de l'extension «Cyanure» puis sous un ancien quai à l'est du site, les excavations ont été poursuivies autour de la zone initiale pour conduire à une fouille de l'ordre de 5 000 m² de manière à gérer les terres de la zone non saturée présentant des indices organoleptiques (couleur bleue - cf. figure 8).

Finalement 23 000 m³ de matériaux ont été excavés dont 8 333 m³ soit 15 000 tonnes de terres impactées présentant une coloration bleue orientées en filière agréée après re-caractérisation analytique des stocks en place.



Figure 7 : Zone des terres polluées aux hydrocarbures après excavation



Figure 8 : Excavation des terres impactées par des cyanures avec des colorations bleues

Le chantier, d'une durée initiale de 1 an, s'est prolongé avec une durée totale de 2 ans

Ainsi, les équipes, que ce soit au niveau d'ORTEC SOLEO, du client, des AMO, du MOE, des sous-traitants, tous ont su s'adapter avec rigueur et professionnalisme à ces nombreuses découvertes, faisant de cette réhabilitation hors normes une réussite.

Carole Marcon, ORTEC SOLEO
Florence Cartier, ORTEC SOLEO

// DOSSIER : LES DÉCOUVERTES FORTUITES DE POLLUTION

L'AMIANTE DANS LES SOLS : UNE PROBLÉMATIQUE ÉMERGENTE À ENJEUX MULTIPLES

Si la gestion de l'amiante dans les bâtiments fait aujourd'hui l'objet d'un cadre réglementaire structuré et largement maîtrisé par les professionnels, sa présence dans les sols (hors amiante naturellement présente) demeure encore insuffisamment appréhendée. Pourtant, de nombreux terrains présentent des contaminations d'origine anthropique, résultant de pratiques passées ou d'interventions insuffisamment encadrées.

Cette pollution, souvent diffuse et peu perceptible, soulève des enjeux à la fois sanitaires, environnementaux et opérationnels, en particulier dans le cadre des projets d'aménagement et de construction neuve.

UNE CONTAMINATION LIÉE AUX ACTIVITÉS ANTHROPIQUES

La présence d'amiante dans les sols, hors contexte géologique naturel, résulte exclusivement d'apports d'origine anthropique.

Plusieurs sources peuvent être identifiées :

- La contamination liée à d'anciens sites industriels ayant utilisé l'amiante,
- La dégradation progressive d'ouvrages ou d'équipements contenant de l'amiante,
- Des opérations de démolition ou de rénovation ayant généré des dispersions non maîtrisées,
- Des pratiques de gestion des déchets (décharges, enfouissements, dépôts sauvages),
- Ainsi que l'utilisation, historiquement répandue, de remblais contenant des matériaux et produits amiantés.
- Ces apports en matériaux amiantés successifs ont généré des contaminations ponctuelles ou diffuses. L'absence de traçabilité des terres complique leur identification, souvent révélée tardivement à l'occasion d'investigations ou de travaux.



Figure 1 : investigations surfaciques



Figure 2 : conduit

FORMES ÉVOLUTIVES DE PRÉSENCE DE L'AMIANTE DANS LES SOLS

Dans les sols impactés, l'amiante se présente sous différentes formes et différents états de dégradation. Cet ensemble doit être compris de manière complémentaire pour éviter toute sous-évaluation du risque.

1. L'amiante sous forme de Produits : les indices visibles

Il s'agit de la forme la plus facilement identifiable sur le terrain (cf. Figure 1). Les matériaux contenant de l'amiante sont encore cohérents et reconnaissables visuellement.

On retrouve typiquement :

- Des plaques ondulées en fibres-ciment,
- Des tuyauteries et conduits (cf. Figure 2),
- Des plaques planes, ardoises,
- Des éléments de bardage ou de couverture,
- Des dalles de sol,
- Des gaines techniques ou éléments de calorifugeage,
- Des joints, cartons, éléments de friction.

De manière générale, plusieurs milliers de produits manufacturés ont historiquement intégré de l'amiante, ce qui explique la grande diversité des formes rencontrées.

La présence de ces matériaux en surface ou sous-jacents constitue souvent un signal d'alerte, en particulier sur des friches ou anciens sites industriels.

Toutefois, cette observation visuelle ne doit jamais être considérée comme suffisante.

L'observation visuelle ne constitue une condition ni nécessaire ni suffisante pour caractériser la contamination d'un sol : Certains matériaux peuvent être enfouis et non visibles en surface, tandis que d'autres peuvent être fortement dégradés et ne plus être reconnaissables.

2. L'amiante sous forme de Matériaux : une présence d'amiante plus difficile à identifier

Au-delà des produits identifiables, l'amiante a été largement incorporé comme additif dans de nombreux matériaux.

On peut notamment en retrouver dans :

- Des peintures,
- Des colles (cf. Figure 3) et mastics,
- Des enduits,
- Des enrobés ou liants divers.

Dans ces cas, la présence possible d'amiante n'est pas facilement identifiable, les matériaux doivent donc être identifiés et analysés. Le rôle du diagnostiqueur est donc primordial dans :

- L'identification des zones impactées,
- La définition du programme de repérage et de la stratégie de prélèvement,
- L'envoi en laboratoire suivant des protocoles adaptés.

À ce titre, il est utile de se référer aux cadres normatifs existants (par exemple le tableau A.1 de la norme NF X46-020, ou celui de la Norme NF X46-100 qui listent les produits et les matériaux susceptibles de contenir de l'amiante).

À noter qu'il s'agisse d'un produit ou d'un matériau, seule l'analyse en laboratoire (cf. Figure 4) permet de confirmer ou d'infirmer la présence d'amiante.

3. Les fibres d'amiante libres dans la matrice sol : la forme la plus sensible

À un stade avancé de dégradation, les matériaux et produits libèrent des fibres (cf. Figure 5) qui se retrouvent dispersées dans la matrice du sol, sous une forme non visible.

Cette configuration est la plus critique :

- Les fibres sont mobiles,
- Elles peuvent être mises en suspension dans l'air lors de travaux,
- Elles peuvent migrer en fonction des ruissellements d'eau,
- Elles échappent totalement à une détection visuelle.



Figure 3 : colle de carrelage



Figure 4 : microscope électronique à transmission analytique

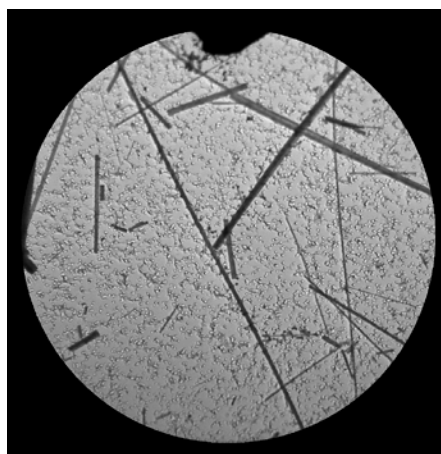


Figure 5 : fibre d'amiante type amosite au microscope électronique

D'un point de vue opérationnel, cela implique une stratégie d'investigation adaptée : prélèvements par couches lithologiques, afin de comprendre la répartition verticale, analyse du toit du terrain naturel, zone souvent clé d'accumulation, prise en compte des phénomènes de migration verticale.

En effet, sous l'effet des infiltrations d'eau (pluie, percolation), les fibres peuvent progressivement percoler dans le sol.

À retenir

L'enjeu principal est de ne pas se limiter à l'observation visuelle

- Les produits visibles peuvent constituer un signal d'alerte, mais ils ne suffisent pas,
- Les matériaux nécessitent un diagnostic plus approfondi des déchets,
- Les fibres libres représentent le niveau de risque le plus élevé et le moins perceptible.

Ainsi, plus la dégradation des produits et des matériaux progresse, moins la pollution est visible et plus la maîtrise du risque devient complexe et déterminante.

RETOUR TERRAIN : DES IMPACTS OPÉRATIONNELS MAJEURS ENCORE SOUS-ESTIMÉS ET PEU ANTICIPÉS

Les opérations d'aménagement, de construction neuve, de résorption de décharges ou de friches sont de plus en plus confrontées à la découverte d'amiante dans les sols et les déchets. Cette découverte survient souvent à un stade avancé des projets.

Dans de nombreux cas, l'absence d'investigations approfondies en phase amont conduit à des découvertes fortuites lors des travaux de terrassement. Ces situations entraînent des conséquences immédiates :

- Arrêt partiel ou total du chantier,
- Mise en sécurité de la zone,
- Réalisation d'investigations complémentaires en urgence,
- Redéfinition des modalités de gestion des terres impactées.

Au-delà des contraintes techniques, ces événements génèrent des impacts économiques

significatifs : allongement des délais, surcoûts liés à la gestion spécifique des terres amiantées, mobilisation d'entreprises spécialisées, voire révision globale du projet.

Ces difficultés sont fréquemment accentuées par une caractérisation initiale insuffisante des sols. Une approche limitée à la seule identification de fragments de produits amiantés ne permet pas d'appréhender la présence de produits et matériaux dégradés ni celle de fibres libres, pourtant déterminantes dans l'évaluation du risque.

Dans ce contexte, une anticipation renforcée, reposant sur des investigations adaptées et une lecture plus fine des différentes formes de présence de l'amiante, apparaît essentielle pour sécuriser les opérations et maîtriser les aléas.

UNE PROBLÉMATIQUE À INTÉGRER PLEINEMENT DANS LES PHASES AMONT DES PROJETS

La présence d'amiante dans les sols s'inscrit dans un contexte déjà cadré mais à l'interface entre gestion des déchets, sites et sols pollués et prévention des risques professionnels.

Elle implique une prise de conscience des parties prenantes, ainsi qu'une adaptation des méthodologies d'investigation et d'évaluation. Dans ce contexte, les diagnostiqueurs certifiés pour l'amiante (**cf. Figure 6**) apportent une expertise complémentaire aux professionnels des SSP, pour l'identification des situations à risque et l'appui aux maîtres d'ouvrage dans leurs prises de décision.

Ainsi une meilleure prise en compte de cette problématique apparaît aujourd'hui indispensable pour sécuriser les opérations, limiter les expositions et garantir une gestion durable des risques et des budgets.

Thomas DODELANDE, ISODIAG



Figure 6 : investigations approfondies

// DOSSIER : LES DÉCOUVERTES FORTUITES DE POLLUTION

SAVOIR ADAPTER LE PROGRAMME DES TRAVAUX DE DÉPOLLUTION À LA RÉALITÉ DU TERRAIN

Dans le domaine des travaux de dépollution, l'expérience montre qu'un chantier sur deux réserve son lot de surprises, souvent dès les premières phases. Les aléas et découvertes fortuites ne constituent pas des exceptions, mais font partie intégrante de ces chantiers.

INTRODUCTION

Malgré des analyses approfondies du passé industriel des sites, une bonne compréhension des schémas de migration des pollutions et la mise en place de réseaux de sondages et de piézomètres, les diagnostics de reconnaissance du sous-sol ne permettent ni de garantir une connaissance exhaustive, ni d'anticiper avec certitude les éléments susceptibles d'être découverts lors de la mise en œuvre des travaux de dépollution.

Par conséquent, **la survenue de découvertes fortuites doit être intégrée comme un risque à forte probabilité. Cette incertitude nécessite fréquemment d'adapter les mesures de gestion en urgence et peuvent perturber significativement le déroulement des travaux (cf. Figure 1).** Dans des cas extrêmes, elles sont susceptibles d'affecter l'équilibre économique du projet, voire d'en compromettre l'aboutissement.

Pour autant, ces situations constituent également des leviers d'adaptation et d'innovation. Elles mettent en lumière la capacité des équipes à élaborer des réponses techniques adaptées et à maintenir la continuité des opérations pour aller à leur terme.

Face aux difficultés rencontrées sur le terrain, l'enjeu réside avant tout dans la capacité à construire des réponses opérationnelles pertinentes. Les découvertes fortuites et incertitudes associées doivent ainsi être appréhendées non comme des exceptions, mais comme une composante inhérente à la conduite des travaux de dépollution.



Figure 1 : Travaux sous tente

RÉCIT D'UN CAS CONCRET

Les événements relatés ci-après illustrent un cas de découverte fortuite survenu au cours des années 2010-2020 qui aurait pu avoir des conséquences défavorables tant pour le MOA que pour la société de travaux REMEA. Les coûts directs et indirects associés à la présence d'amiante dans les terres ont été chiffrés à hauteur d'une dizaine de millions d'euros, soit environ 10 % du montant du marché de base pour la construction de l'ouvrage. Il est probable que, sans l'enjeu majeur que représentait ce projet pour la collectivité, cette situation aurait pu remettre en question la faisabilité économique du projet.

Face à cette situation, l'ensemble des parties prenantes s'est **mobilisé autour d'un objectif commun : définir une solution technique et financière adaptée**, permettant de débloquer la situation, préserver les intérêts de chacun,

et assurer la poursuite des travaux, sans remise en cause de l'équilibre économique du projet.

CONTEXTE

Le projet concernait un chantier de grande envergure, représentant plusieurs dizaines de millions d'euros de chiffres d'affaires, avec le traitement d'environ 200 000 tonnes de terres contaminées sur une durée de deux ans. Quelques jours après le démarrage du chantier, un événement inattendu est venu perturber la phase de préparation. Lors d'une visite d'inspection, la présence de fragments **de matériaux amiantés a été mise en évidence de manière fortuite dans des remblais de surface.**

Les équipes de l'entreprise REMEA, récemment sensibilisées à la reconnaissance des matériaux amiantés, ont pu réagir rapidement, facilitant la prise en charge immédiate de la situation.

CONSÉQUENCES DIRECTES ET INDIRECTES IMPACTANT LE PROJET

Ce projet de conception-réalisation, intégrant la livraison clé en main d'un ouvrage, était porté par un consortium d'entreprises issues de différents corps d'état. Il s'inscrivait dans un cadre fortement contraint, notamment par une échéance ferme de mise à disposition de l'ouvrage pour les Jeux Olympiques de 2024 et aux infrastructures de transport associées. Le lot «terrassment / dépollution», confié à REMEA, se situait sur le chemin critique du planning de construction de l'ouvrage définitif. Les interventions des autres corps d'état dépendaient directement de la libération progressive des emprises terrassées et dépolluées.

Dans ce contexte, tout décalage aurait entraîné des répercussions immédiates : immobilisation de moyens initialement engagés, désorganisation des équipes, décalage des activités, ainsi que des impacts similaires pour les autres membres du consortium et pour le maître d'ouvrage.

La situation correspondait à une dispersion hétérogène de matériaux contenant de l'amiante dans les sols, probablement liée à des opérations antérieures de démolition d'installations industrielles.

Face à ces enjeux multiples, une **réaction rapide a été nécessaire afin de stabiliser la situation, apaiser les tensions et reprendre le contrôle de la situation.**

UNE MÉTHODOLOGIE ET DES PRIORITÉS !

La méthodologie adaptée a été définie et présentée à la maîtrise d'ouvrage et à son conseil dans les jours qui ont suivi, autour de plusieurs priorités :

- Assurer la **protection de la santé des opérateurs** et le déploiement de mesures de protection collectives et individuelles adaptées (cf. Figure 2) ;
- Garantir la **conformité réglementaire** des matériaux évacués du site par rapport aux filières de prise en charge et la gestion appropriée des matériaux amiantés ;
- Intégrer le tri optimisé des MCA¹, **de façon à minimiser l'impact sur le budget** des terrassements et la gestion des terres excavées (cf. Figure 3) ;



Figure 2 : Intervention sous tente en ARI - mesures et contrôles des travaux

- Maîtriser les délais, en limitant **les dérives du planning**, voire accélérer la tâche allouée aux travaux de terrassement et de dépollution pour rattraper une partie du retard.

Les actions et les mesures qui en ont découlé sont le résultat d'un travail collaboratif entre l'ensemble des parties prenantes et leurs experts.

La découverte fortuite a été gérée de façon pragmatique comme suit :

- **Modification de l'organisation du chantier** et des périmètres de travaux pour intégrer la composante du risque «amiante» et les obligations du Code du Travail ;
- Mobilisation d'un **diagnostiqueur amiante**, en appui permanent des équipes travaux sur le chantier, afin de bénéficier de l'expertise autant que de besoin et statuer rapidement à partir des constats ;
- Déclenchement d'une **phase de levé de doute exhaustive** avec une méthode de **reconnaissance systématique**, maille par maille (10m de côté) et horizon par horizon (tranche de terrain de 0,5m), via des prélèvements à la pelle mécanique permettant d'avoir un meilleur visuel sur les sols et un dénombrement du nombre de morceaux de MCA ;
- Définition de «**seuils de traitabilité**» de la contamination par des matériaux amiantés en fonction du nombre de morceaux de



Figure 3 : Ramassage de canalisation amiantée en SS4

MCA comptabilisés par unité de volume de sol ;

- Etablissement de **plan de maillage** de l'emprise à terrasser, maille par maille, couche par couche, avec une orientation prédéfinie des terres excavées en fonction de la densité numéraire de débris amiantés dans les terres ;
- Conception en atelier et déploiement sur le chantier **d'unités de tri des matériaux amiantés, de modules et de structures facilitant le conditionnement des matériaux amiantés** pour des très gros volumes de matériaux à gérer.

CONCLUSION

Malgré une **modification significative des conditions de réalisation des travaux liée à la découverte fortuite de matériaux contenant de l'amiante**, l'opération a pu être menée à son terme dans le respect des objectifs fixés.

Cette expérience illustre la capacité d'adaptation nécessaire dans les projets de dépollution. Les découvertes fortuites, bien que contraignantes, constituent également des catalyseurs d'innovation et de montée en compétence pour les équipes, contribuant à renforcer la maîtrise technique et la qualité des interventions.

Franck BOURGET, Remea

1 MCA : Matériau Contenant de l'Amiante

// DOSSIER : LES DÉCOUVERTES FORTUITES DE POLLUTION

UN GRAND PROJET DE RÉHABILITATION SANS DÉCOUVERTE FORTUITE : RETOUR D'EXPÉRIENCE

Partir mal préparé, c'est laisser la place aux découvertes fortuites qui annoncent le début des ennuis : un budget et des délais qui dérapent... VEOLIA, RETIA et EODD partagent dans cet article le retour d'expérience de la réhabilitation d'une parcelle de 9 ha « *qui se déroule sans accroc* ». Ce résultat n'est pas le fruit du hasard, mais celui d'une méthode qui a fait ses preuves et qui commence bien avant le premier coup de pelle.

LE PROJET EN QUELQUES LIGNES

Afin de mener à bien cette mission, l'équipe projet était composée : d'une Maîtrise d'Ouvrage déléguée (RETIA), d'un Assistant à Maîtrise d'Ouvrage Environnement (EODD), d'une Entreprise (VEOLIA Remédiation) et de ses partenaires.

Pour réhabiliter ce foncier situé au sein d'un site industriel en activité, les principaux enjeux consistaient à : retirer 20 000 m³ de bétons enterrés, 19 km de réseaux enterrés (y compris des réseaux amiantés), excaver 200 000 m³ de terres et traiter les 130 000 m³ de terres impactées, puis remblayer les fouilles avec des matériaux conformes après écrémage des surnageants et traitement des eaux de fouilles (cf. Figure 1).

Comment évaluer précisément la géométrie et les quantités enterrées de bétons, réseaux, terres impactées, la part de terres

valorisables après traitement... sur une parcelle qui a hébergé des décennies d'exploitation ? C'est tout l'enjeu d'une bonne préparation pour se prémunir des découvertes en cours de chantier.

CONNAÎTRE LE NIVEAU D'INCERTITUDE SUR CHAQUE PARAMÈTRE DU PROJET

Pour ce projet, RETIA a appliqué une méthodologie fondée sur un principe fondamental : maîtriser les aspects quantitatifs de chaque paramètre dimensionnant du projet, et ce avant la consultation des entreprises de travaux. Une étude précise des quantités permettant d'estimer l'incertitude derrière chaque donnée chiffrée, c'est la clé de voûte du dispositif. Ce niveau d'exigence requiert une ingénierie et une expertise conséquentes. Pour atteindre ce niveau de précision, des investigations poussées ont été réalisées sur le terrain par l'équipe de la Maîtrise d'Ouvrage préalablement aux travaux. À titre d'illustrations, plus de 900 sondages de reconnaissance et 2 000 analyses de sols ont été réalisés.

Grâce à ces éléments, une note de dimensionnement détaillée réalisée par EODD a pu être fournie dans le dossier de consultation

permettant ainsi aux entreprises d'asseoir leur conception du projet et leurs engagements contractuels sur des éléments fiables leur permettant également de quantifier et de maîtriser leur risque et ainsi de proposer des engagements fermes.

Le chantier est aujourd'hui terminé, **résultat : un montant de travaux in fine conforme à l'offre retenue** à l'issue de la phase de négociation de plus d'un an qui mettait en concurrence 4 entreprises. Cette performance est notable, particulièrement sur un projet de cette ampleur, dans un secteur d'activité soumis par nature à des aléas systématiques où les découvertes sont malheureusement très fréquentes. Pour autant, ces découvertes ne sont pas une fatalité, pour le comprendre, voyons comment l'équipe projet a procédé.

LES FONDATIONS BÉTON, LES RÉSEAUX, LES DÉCOUVERTES D'AMIANTE

Sur ce type d'emprise, les anciennes fondations en béton et les réseaux enterrés constituent un véritable « plat de spaghettis » invisibles depuis la surface avant d'ouvrir le terrain. Les ateliers œuvrant au démantèlement travaillent à des cadences différentes selon qu'ils traitent des fondations, des réseaux amiantés ou non amiantés, actifs ou décommissionnés. Dans ce contexte, comment procéder à une évaluation précise des linéaires et cubatures en présence ? On comprend aisément que ce paramètre est fondamental pour évaluer la durée de l'opération, donc son coût.



Figure 1 : Excavation des sols et écrémage des surnageants

Pour ce faire, RETIA a fait procéder à la réalisation d'une tranchée périphérique ceinturant l'ensemble du périmètre permettant d'identifier précisément les réseaux entrants/sortants, de les comparer aux plans et de sécuriser les réseaux actifs à préserver.



Figure 2 : La précision des documents préparatoires est fondamentale pour une bonne gestion du phasage par les équipes projet

Des plans de synthèse ont été réalisés, corroborés par des sondages à la pelle mécanique / aspiratrice et des repérages amiante à l'intérieur de la parcelle. Ce travail d'inventaire minutieux est nécessaire, tant pour organiser un phasage réaliste que pour piloter l'opération en sécurité durant la phase de chantier (cf. Figure 2). Outre la fiabilisation des quantités, ces plans et inventaires issus de ces repérages ont été fort utiles pour tenir le délai de l'ensemble de l'opération et garder un niveau de découverte gérable par l'équipe projet.

TERRES IMPACTÉES : NE PAS LAISSER DE PLACE AUX DÉRIVES DE QUANTITÉS

Certaines données ont été acquises avec anticipation et précision permettant notamment de documenter les cotes de hautes et basses eaux, grâce à une acquisition par datalogger sur 3 années. Les variations de cotes piézométriques peuvent être à l'origine de fortes déconvenues durant les terrassements si elles n'ont pas été correctement documentées. Grâce à ces précautions, les cotes de fond de fouille cibles ont été bien positionnées, les rabattements correctement dimensionnés.

Les interfaces lithologiques appelées «isohypses» (ici remblais / limons / alluvions) ont elles aussi été précisément cartographiées et croisées avec les différents impacts identifiés. Ces 3 typologies de matériaux donnaient lieu à des traitements différenciés : lavage pour les uns, bio traitement ou hors site pour les autres. Ces cartographies dimensionnantes ont ainsi permis de déterminer les volumes attendus par filière.

Un maillage très serré de sondages de sol a été réalisé (>900 sondages pour 9 ha soit environ 1 sondage pour 100 m² - maillage 10 m x 10 m). Ce maillage dense a permis de définir la géométrie des fouilles avec une incertitude acceptable. En plus de ce diagnostic approfondi, une approche finale «diagnostic pré-réception» des fouilles a été adoptée par RETIA et validée par la DREAL : Sur la base du contour initial des impacts, un rideau de sondages/analyses est réalisé tous les 10 mètres afin de confirmer ou d'infirmer la limite des impacts. En cas d'infirmer d'un point, un autre sondage est réalisé 5 m derrière (2^e rideau) et ce, jusqu'à trouver la limite des terrains non impactés. Cette



Figure 3 : le traitement sur site par lavage des sols permet une large revalorisation des matériaux en remblayage.

approche trop rarement mise en œuvre est un véritable antidote aux reprises de bords et fonds de fouilles qui représentent un risque fort de délai et de coûts tant pour le client que l'entreprise.

Notons enfin que grâce à toutes ces informations, un phasage minutieux des opérations a pu être réalisé par les équipes, ce qui a permis de sécuriser le délai et donc les coûts.

LA MAÎTRISE DU PROCESS DE TRAITEMENT DES TERRES

Un volume de 100 000 m³ (165 000 T) d'alluvions impactés a été traité par lavage (cf. Figure 3) et valorisé en remblai sur site à plus de 90 % après réception par lot de 250 m³.

Ce pari était structurant pour le projet. En cas d'échec, ce sont des tonnages évacués en plus, des remblais disponibles en moins, la cadence globale du chantier qui s'effondre. Là encore, pour éviter les déconvenues et les découvertes, un travail de sécurisation en amont a été réalisé.

Le gisement de matériaux a été caractérisé avec des courbes granulométriques et une étude statistique. Des essais de laboratoire ont été réalisés par le laboratoire interne de Veolia|Remédiation : étape préalable indispensable avant de déployer un traitement à grande échelle.

QUE PEUT-ON RETENIR DE CETTE EXPÉRIENCE ?

Les découvertes fortuites ne sont pas une fatalité. Cette expérience montre qu'il est possible de réduire les incertitudes sur les paramètres clés du projet à un niveau acceptable. Une préparation rigoureuse et une ingénierie de conception soignée, où le traitement des aléas est analysé avant le démarrage des travaux, sont le seul véritable mode d'emploi pour un projet de réhabilitation atteignant ses objectifs dans les temps et le budget impartis.

Guillaume GARCIA, 2i Group pour RETIA
Sébastien PIERRE, Veolia | Remédiation
Patrick BIARD, Veolia | Remediation
Sébastien PANNETIER, Veolia | Remediation
Clément LOUSTAU, EODD

// DOSSIER : LES DÉCOUVERTES FORTUITES DE POLLUTION

RÉHABILITER L'INATTENDU : RETOUR D'EXPÉRIENCE SUR UNE ANCIENNE FONDERIE

Sous les terres d'une ancienne fonderie de canons, les travaux de terrassements menés par COLAS Environnement ont révélé bien plus que les pollutions historiques qui avaient été identifiées lors des études préalables. Structures enfouies, matériaux inattendus et vestiges insoupçonnés sont venus bousculer les hypothèses initiales. Chaque découverte a conduit à adapter en temps réel la stratégie de dépollution et les modalités d'intervention.



Figure 1 : Le site de 1,4 hectares à dépolluer.

INTRODUCTION

La réhabilitation des friches industrielles s'inscrit comme un enjeu central des stratégies d'aménagement durable. Toutefois, ces opérations doivent composer avec les limites des investigations préalables effectuées lors des phases d'études historiques et de diagnostics. L'histoire de chaque terrain est en effet différente et parfois parsemée de «zones d'ombre». Malgré des démarches itératives d'études complexes et complètes conformes à la méthodologie nationale de gestion des SSP, le sous-sol reste en partie invisible et nous réserve parfois des surprises difficilement détectables avant la phase travaux. Ces découvertes fortuites soulèvent des enjeux techniques, réglementaires et opérationnels majeurs. Le chantier de réhabilitation opéré par Colas Environnement d'une ancienne fonderie de canons dans le Cher illustre cette réalité.

UN SITE À FORT ENJEU DE TRANSFORMATION

Exploité entre 1860 et 1980, le site concerné s'étend sur 1,4 hectares (cf. Figure 1).

Lié à son passé industriel, il présente des contaminations aux hydrocarbures, aux COHV mais également aux métaux lourds. Le projet a pour objectif de transformer cet espace en un usage tertiaire accueillant un futur complexe sportif universitaire. Ce changement d'usage nécessite alors une intervention de dépollution compatible avec ces futures activités envisagées.

Les premières phases d'étude avaient permis d'identifier environ 3000 m³ de matériaux en zone de pollution fortement concentrée. Les investigations de maillage menées au démarrage des opérations travaux et après les phases de déconstruction du site ont révélé une extension plus importante des impacts,

portant à 15500 m³ le volume total des terres à traiter et à évacuer en filières de traitement agréées.

Au cours des travaux, ces estimations ont été à nouveau réévaluées pour atteindre :

- 3 723 m³ de zones de pollution concentrée ;
- 17 350 m³ de terres à excaver.
- Ces ajustements traduisent la complexité des anciens sites industriels, pour lesquels, les remaniements successifs, l'hétérogénéité des remblais et les lacunes de traçabilité peuvent limiter la précision des diagnostics initiaux.

DES DÉCOUVERTES FORTUITES

L'ouverture du site a mis en évidence des éléments non identifiés en amont lors de l'investigation préalable parmi lesquels des structures enfouies, matériaux hétérogènes, casseaux d'amiants et des éléments grossiers issus de démolitions antérieures. Les principales découvertes incluent notamment des briques et gravats, des éléments de ferraille, d'importantes traverses ferroviaires contaminées, des réseaux électriques désaffectés, des dalles et fondations bétonnées, ainsi que des matériaux amiantés.

Un engin de guerre a également été mis au jour lors des opérations de terrassement sous des conduites en PVC. Les services compétents ont été immédiatement alertés et le chantier a été sécurisé avec regroupement du personnel et évacuation préventive de la zone après balisage. Après vérification, l'engin a été confirmé inerte puis recouvert temporairement de sable avant son évacuation par le service de déminage, entraînant un arrêt de chantier par mesure de précaution.

La gestion de ces découvertes fortuites a nécessité la mise en place d'un suivi renforcé avec transmission régulière de fiches de découverte au client et présentation des zones concernées lors des visites hebdomadaires à l'aide de plans et visuels. Les matériaux ont été triés et orientés vers des filières adaptées : criblage et valorisation sur site pour les briques, évacuation en filières spécialisées pour les ferrailles, murs et fondations, et prise en charge des matériaux amiantés dans le cadre des opérations de désamiantage. Les ouvrages particuliers, tels que les puits, ont été comblés conformément aux règles de l'art et reportés sur les plans de récolement.

UNE GESTION OPÉRATIONNELLE AGILE

Face à ces aléas, le pilotage du chantier s'est appuyé sur une organisation qui fut à la fois flexible et réactive. Les matériaux ont été traités par lots de 100 m³ sur deux aires de stockage afin de permettre une caractérisation continue et une orientation vers les filières adaptées. Ainsi, sur près de 20 000 m³ gérés

lors de ce chantier de dépollution, environ 5 000 m³ ont pu être criblés directement sur site (cf. **Figure 2**), s'inscrivant dans la gestion globale des terres impactées identifiées lors des investigations et en phase travaux.

Au total, plus de 500 analyses, plus précisément 286 réceptions et 244 caractérisations, ont été réalisées afin d'assurer la traçabilité des terres et leur conformité aux exigences réglementaires. Les matériaux excavés ont

usages futurs du site à savoir un parc urbain ainsi qu'une zone nord à vocation tertiaire intégrant des voiries et des équipements (gymnase). Ces objectifs se traduisent par le respect de seuils définis pour les métaux (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), les hydrocarbures et les solvants chlorés, différenciés selon les usages futurs envisagés. Ils garantissaient ainsi l'acceptabilité sanitaire et environnementale des terres en fonction des scénarios d'aménagement retenus.

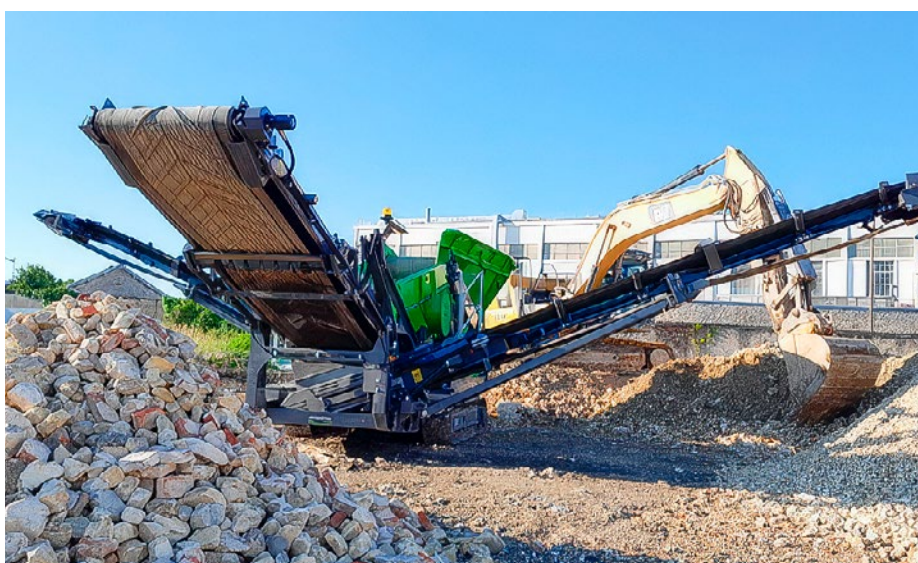


Figure 2 : Scalpeur permettant le criblage des terres sur site.

été orientés vers différentes filières de traitement en fonction de leur nature et de leur niveau de contamination, depuis les installations de stockage de déchets inertes (ISDI) jusqu'aux centres de traitement de déchets dangereux (ISDD). Les flux les plus sensibles, notamment les matériaux amiantés, les terres présentant des dépassements de seuils ISDD, ainsi que l'engin de guerre mis au jour ont fait l'objet de prises en charge spécifiques par des opérateurs agréés.

UN PROJET SÉCURISÉ ET VALORISÉ

Malgré les contraintes rencontrées, le chantier a été mené à son terme dans des conditions maîtrisées par les équipes de Colas Environnement. Les ajustements opérés ont permis de garantir un niveau de dépollution conforme aux objectifs d'aménagement qui visaient à rendre les sols compatibles avec les

CONCLUSION

Ces découvertes fortuites et extensions de zones d'impacts illustrent les limites inhérentes aux investigations préalables sur d'anciens sites industriels, malgré la qualité des études historiques et des diagnostics réalisés. Elles soulignent l'importance d'une gestion de chantier réactive et flexible, capable d'adapter en continu les modes opératoires en fonction des aléas rencontrés.

Dans ce contexte, le dialogue avec la maîtrise d'ouvrage et son maître d'œuvre a également été déterminant pour intégrer ces évolutions, notamment en termes d'adaptation des volumes et des coûts de dépollution, soulignant ainsi l'importance d'intégrer l'incertitude comme une donnée structurante de chaque projet.

Sofia OUAHAB, Colas Environnement

// ENQUÊTE

PERCEPTIONS DES FRANÇAIS VIS-À-VIS DES SOLS POLLUÉS PAR DES ACTIVITÉS INDUSTRIELLES OU DE SERVICES

ENSEIGNEMENTS DE LA PREMIÈRE ENQUÊTE NATIONALE SUR LE SUJET

L'enquête fait apparaître une préoccupation réelle des Français vis-à-vis de la pollution des sols et met en évidence des leviers de progression sur la capacité à informer, à associer et à accompagner les populations concernées.

UNE ENQUÊTE MENÉE AUPRÈS DE DEUX ÉCHANTILLONS

Dans un contexte de renforcement des politiques publiques sur la question des sols, avec en particulier l'entrée en vigueur, en décembre 2025, de la directive relative à la surveillance et à la résilience des sols, l'ADEME, en lien avec plusieurs acteurs nationaux du secteur des sites et sols pollués, a confié à l'institut Viavoice le soin de conduire une enquête de perception représentative des Français, dédiée au sujet des sites et sols pollués. Menée en janvier 2026 auprès de deux publics complémentaires — un échantillon représentatif de la population française et un échantillon de riverains vivant à proximité de sites pollués par des activités industrielles ou de services — et dans le respect de la méthode des quotas, cette étude révèle des enseignements précieux sur les représentations, les préoccupations et les attentes des Français.

UNE SENSIBILITÉ ENVIRONNEMENTALE LARGEMENT PARTAGÉE

L'enquête met en lumière une sensibilité environnementale très largement partagée au sein de la population française. 82 % des Français déclarent ainsi adapter leurs pratiques quotidiennes pour protéger l'environnement, et 80 % considèrent la préservation

de l'environnement comme un enjeu prioritaire pour l'avenir de la société. Ces chiffres atteignent respectivement 90 % et 87 % chez les riverains de sites pollués, confirmant une intensité plus marquée de ces perceptions dans un contexte de proximité avec des sites pollués.

Une hiérarchie apparaît entre la pollution de l'eau, de l'air et des sols, mais les écarts observés demeurent limités et témoignent d'une sensibilité élevée à l'ensemble de ces enjeux environnementaux. La pollution de l'eau suscite le niveau de préoccupation le plus élevé (86 % des Français, 90 % des riverains), devant la pollution de l'air (82 % des Français, 87 % des riverains) et celle des sols (78 % des Français, 85 % des riverains). Bien que la pollution des sols figure en troisième

position dans cette hiérarchie, elle n'en demeure pas moins une source de préoccupation majeure.

LES ACTIVITÉS INDUSTRIELLES PERÇUES COMME PREMIÈRES RESPONSABLES DE LA POLLUTION DES SOLS

Les activités industrielles sont très nettement identifiées comme la première cause de pollution des sols : **75 % des Français** et **87 % des riverains de sites et sols pollués** les citent en tête (cf. Figure 1).

Les activités agricoles arrivent en deuxième position (51 % des Français, 49 % des riverains), devant les transports (34 % et 44 %) et les activités domestiques (29 % et 23 %).

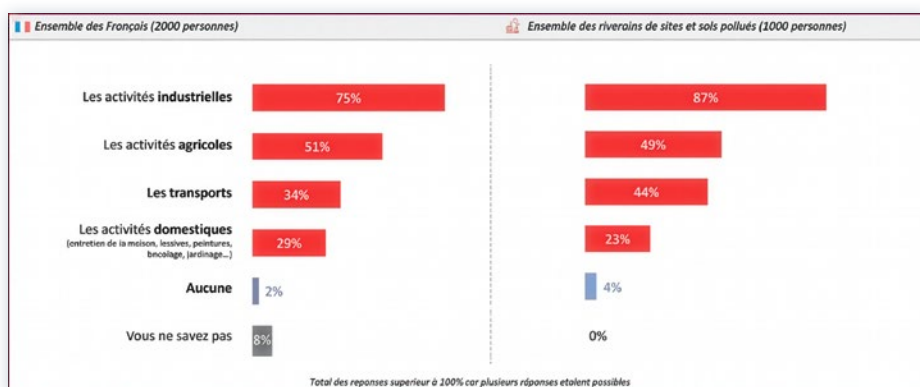


Figure 1 : Perception des activités responsables de la pollution des sols par les Français et les riverains – Question : Quelles activités vous semblent les plus responsables de la pollution des sols ? (Source : Enquête Viavoice 2026)

UN NIVEAU DE PRÉOCCUPATION ÉLEVÉ VIS-À-VIS DES IMPACTS DE LA POLLUTION DES SOLS CAUSÉE PAR LES ACTIVITÉS INDUSTRIELLES, EN PARTICULIER SUR LA SANTÉ

Les principales préoccupations de la population portent sur les enjeux sanitaires et sur la perte de la biodiversité. **74 % des Français** s'inquiètent des conséquences **sur la santé des enfants**, **71 % sur la santé de la population** et **70 % sur leur propre santé**, tandis que **72 % des Français** s'inquiètent de la **réduction de la biodiversité**. Les impacts économiques et territoriaux (incluant la valeur des biens immobiliers) suscitent une préoccupation moindre, avec **45 % de Français exprimant une inquiétude** (cf. Figure 2).

Plus de 8 Français sur 10 estiment que le secteur industriel (88 %), les pouvoirs publics nationaux (86 %) et locaux (84 %) ont pour responsabilité d'agir pour trouver des solutions face aux problèmes de pollution des sols liés aux activités industrielles et de service (cf. Figure 3). À l'inverse, les citoyens (52 %) et le secteur associatif (47 %) sont plus rarement perçus comme des acteurs de premier plan dans ce domaine.

Figure 3 : Perception du rôle des acteurs selon les Français – résolution des problèmes de pollution – Question : Selon vous, est-ce le rôle ou non des acteurs suivants de résoudre les problèmes de pollution des sols liés aux activités industrielles et de service ? (Source : Enquête Viavoice 2026)

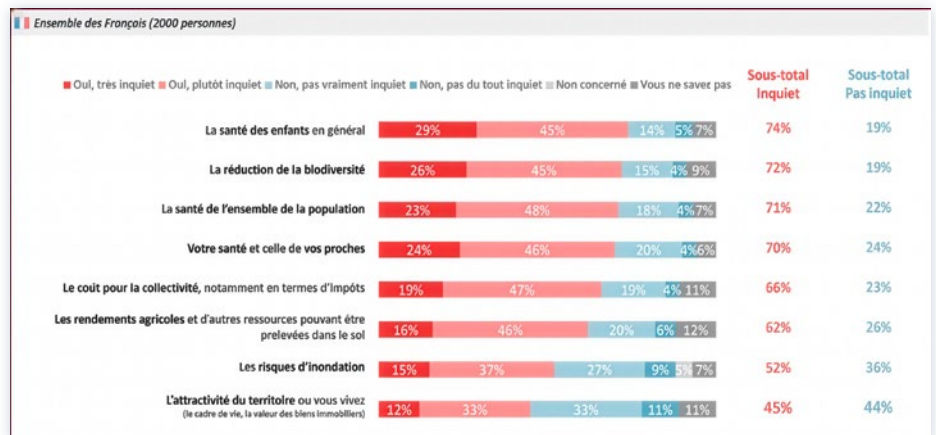
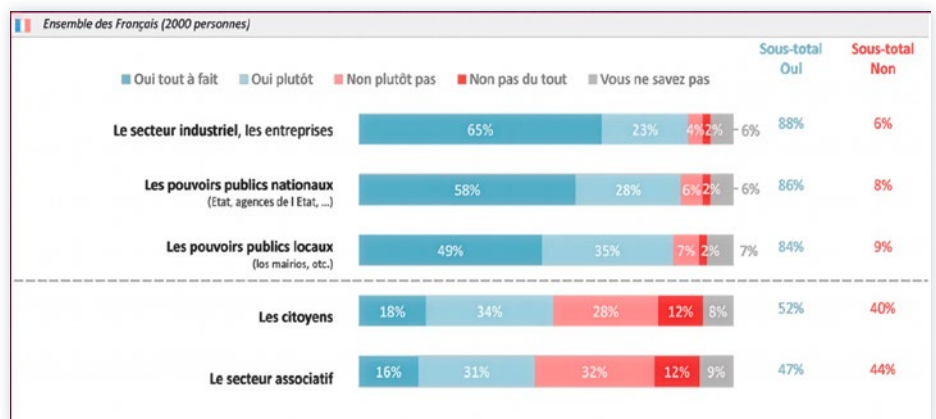


Figure 2 : Niveau d'inquiétude concernant une pollution des sols pour les Français – Question : De manière générale, êtes-vous personnellement inquiets des conséquences d'une éventuelle pollution des sols causée par les activités industrielles ou de services sur les sujets suivants ? (Source : Enquête Viavoice 2026)



UNE PERCEPTION LIMITÉE DE LA PRÉSENCE DE SITES POLLUÉS À PROXIMITÉ, MAIS DES MODIFICATIONS DE PRATIQUES QUOTIDIENNES PARFOIS ADOPTÉES SANS CONSIGNES PARTICULIÈRES

Les résultats de l'enquête indiquent que **32 % des Français** déclarent avoir entendu parler d'une pollution des sols dans leur commune ou une commune voisine. Ce chiffre atteint **55 % chez les riverains de sites pollués**, soulignant ainsi un certain décalage entre la présence de sites pollués à proximité des enquêtés et leur perception. Selon les répondants, l'information circule d'abord par les **médias locaux** (42 % des Français, 53 % des riverains) et le **bouche-à-oreille** (29 % et 40 %). Les sites officiels restent très minoritaires (13 % et 10 %). Les jeunes s'informent davantage via les réseaux sociaux tandis que les seniors privilégient les médias locaux et les associations.

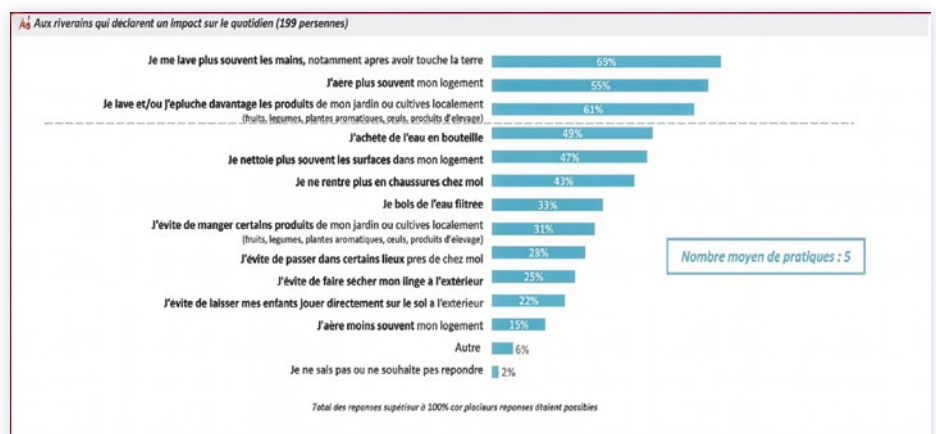


Figure 4 : Pratiques adoptées des riverains en fonction de la pollution des sols – Question : Et en raison de la pollution des sols que vous percevez, faites-vous les choses suivantes ? (Source : Enquête Viavoice 2026)

La connaissance des chantiers de dépollution est encore plus limitée. À l'échelle de leur commune, **39% des riverains de sites pollués** déclarent savoir que des chantiers ont eu lieu. Ces opérations, souvent peu visibles, souffrent d'un déficit de communication auprès des populations locales.

Par ailleurs, **seulement 21% des riverains de sites pollués** ayant entendu parler d'une pollution près de chez eux déclarent avoir reçu des consignes des autorités locales concernant la pollution du sol dans leur commune liée à une activité industrielle ou de service. Pourtant, **37% d'entre eux** ont

modifié certaines de leurs pratiques quotidiennes, dont 10% de façon importante. Parmi ceux qui ont adapté leur quotidien, les gestes de précaution sont nombreux et cumulatifs : en moyenne **5 pratiques** adoptées simultanément (cf. Figure 4).

UN NIVEAU DE CONFIANCE DIFFÉRENCIÉ ENVERS LES ACTEURS SUSCEPTIBLES D'INFORMER SUR LES RISQUES ET LES MESURES À PRENDRE EN CAS DE POLLUTION DES SOLS

L'analyse du niveau de confiance accordée aux différents acteurs pour informer sur les risques et les mesures à prendre en cas de pollution des sols par les activités industrielles semble révéler une hiérarchie nette et structurée autour de la proximité, de l'indépendance et de la crédibilité perçues des acteurs vis-à-vis des sites et sols pollués. Cette analyse est renforcée auprès des riverains des sites pollués, qui pour 72% d'entre eux accordent leur confiance aux **professionnels de santé**, devant les associations (64%) et les maires (62%). La défiance envers l'entreprise responsable de la pollution est marquée : **seulement 24% des riverains** lui font confiance (cf. Figure 5).

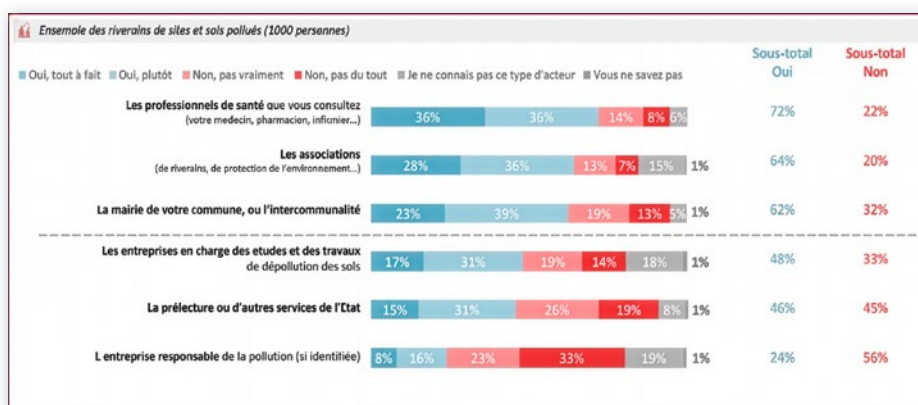


Figure 5 : Niveau de confiance pour l'information concernant les risques et mesures des riverains – Question : Faites-vous confiance aux acteurs suivants pour vous informer correctement sur d'éventuels risques et mesures à prendre en cas de pollution des sols sur votre commune ? (Source : Enquête Viavoice 2026)

INFORMATION, CONCERTATION, MESURES À DOMICILE : LES RIVERAINS DE SITES POLLUÉS SOUHAITENT S'IMPLIQUER

L'enquête révèle que la participation effective aux dispositifs d'information reste faible. Seuls **15% des riverains de sites et sols pollués** ont participé à une réunion publique relative à la pollution des sols à proximité de leur domicile. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette faible participation :

- L'absence de mise en place de réunion publique autour de certains projets de gestion de sites pollués ;
- L'absence d'informations de certains riverains concernant la tenue de réunion publique les concernant ;
- Le choix de certains riverains de ne pas participer aux réunions publiques les concernant, témoignant d'une certaine banalisation ou relativisation des risques de la part de certains riverains confrontés à la pollution des sols.

Si la participation effective reste minoritaire, l'utilité des réunions d'information, de consultation ou de concertation fait largement consensus : **74% des riverains de sites pollués** les jugent utiles.

Par ailleurs, l'enquête révèle que **78% des riverains** accepteraient que des mesures de qualité de l'environnement soient réalisées à leur domicile.

Ces résultats montrent un potentiel de participation citoyenne réel, encore largement sous-exploité.

En conclusion, la préoccupation de la population Française est réelle et structurée. Mais l'information, la concertation et l'implication des citoyens concernés reste à ce jour insuffisante.

Les enjeux ne se limitent pas seulement à la gestion technique des pollutions, mais engagent plus largement la capacité à informer, à associer et à accompagner les populations concernées. Les stratégies de communication autour des sites et sols pollués pourraient par ailleurs être repensées, en prenant notamment mieux en considération les profils des riverains concernés.

Le renforcement de la lisibilité des actions mises en œuvre, la diffusion d'une

information accessible et transparente, ainsi que le développement de démarches de concertation apparaissent comme des leviers essentiels pour consolider la confiance et favoriser une appropriation durable des enjeux liés aux sols.

Source : Viavoice, 2026. Enquête de perception sur les sols et la pollution industrielle des sols (réalisée pour le compte de l'ADEME).

Pascal Schuermans, ADEME

Pour aller plus loin :

consulter le rapport complet de l'enquête de perception des Français sur les sols et la pollution industrielle des sols.

➔ <https://librairie.ademe.fr/societe-et-politiques-publiques/9631-enquete-de-perception-des-francais-sur-les-sites-et-sols-pollues.html>

// FICHES TECHNIQUES

LE PROJET FICHES « SITES ET SOLS POLLUÉS » S'AGRANDIT.

ZOOM SUR LES NOUVELLES FICHES TECHNIQUES ÉPROUVÉES PID ET MIP.

Des techniques qui existent depuis des décennies, mais encore trop peu utilisées ou dont les contextes d'application et les limites restent méconnus des acteurs du secteur des sites et sols pollués. Le projet fiche technique leur consacre une nouvelle série de fiches : zoom sur les deux premières fiches techniques éprouvées dédiées au détecteur à photoionisation (PID) et à la sonde à interface membranaire (MIP).

INTRODUCTION :
UN GUIDE QUI GRANDIT
AVEC LE SECTEUR

Depuis 2019, le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), en partenariat avec l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) et l'Agence de la transition écologique (ADEME), enrichit chaque année son guide «Fiches Sites et Sols Pollués» créé à l'initiative du ministère en charge de l'Environnement. Avec plus de 34 fiches techniques couvrant les domaines de la caractérisation, de la dépollution et du suivi environnemental des sites et sols pollués, ce guide est devenu avec le temps une référence incontournable pour de nombreux acteurs du secteur : bureaux d'études, maîtres d'ouvrage, services de l'État, etc. Jusqu'à présent, les fiches publiées se concentraient principalement sur des techniques innovantes, parfois encore en phase de déploiement. Or, de nombreuses techniques, pourtant éprouvées depuis plusieurs dizaines d'années, restent sous-utilisées dans la pratique courante des diagnostics et investigations sur sites, faute de documentation synthétique et opérationnelle et d'une méconnaissance des limites et contextes d'application. Pour répondre à ce besoin, l'Union des professionnels de la dépollution des sites (UPDS) et l'Union des consultants et ingénieurs en environnement (UCIE) ont rejoint le groupe de travail des fiches techniques pour donner naissance à une nouvelle série de fiches dédiées aux techniques éprouvées. L'objectif est clair : valoriser des techniques qui ont fait leurs preuves

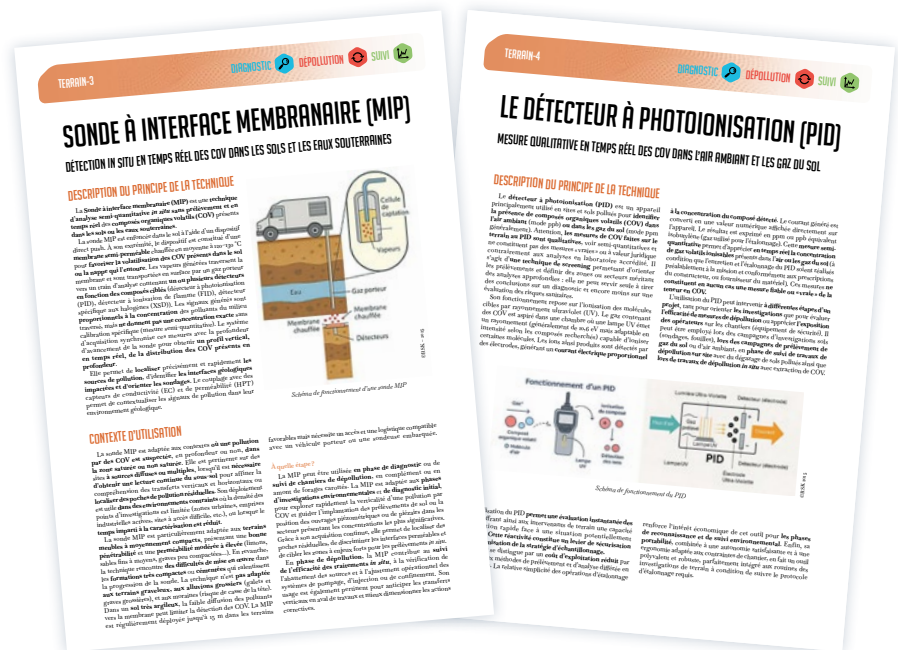


Figure 1 - Les nouvelles fiches techniques éprouvées publiées en décembre 2025.

sur le terrain, faciliter leur appropriation par l'ensemble des professionnels et contribuer à élever le niveau de qualité des investigations environnementales menées en France. Ainsi, les deux premières fiches techniques éprouvées parues fin 2025 mettent en lumière le PID et la sonde MIP (Cf. Figure 1).

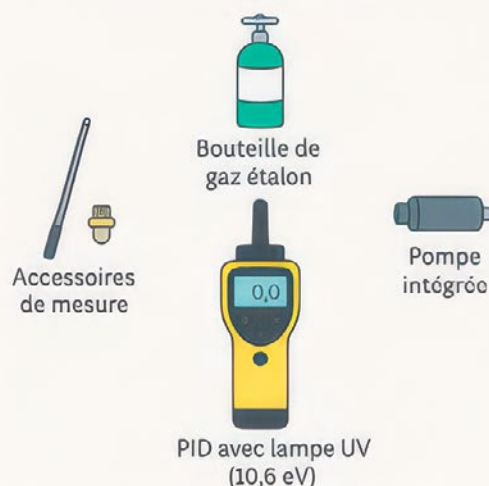
LE DÉTECTEUR À PHOTOIONISATION (PID) :
UN OUTIL DE TERRAIN
INCONTOURNABLE

Le PID est un appareil principalement utilisé pour identifier la présence de composés organiques volatils (COV) dans l'air ambiant

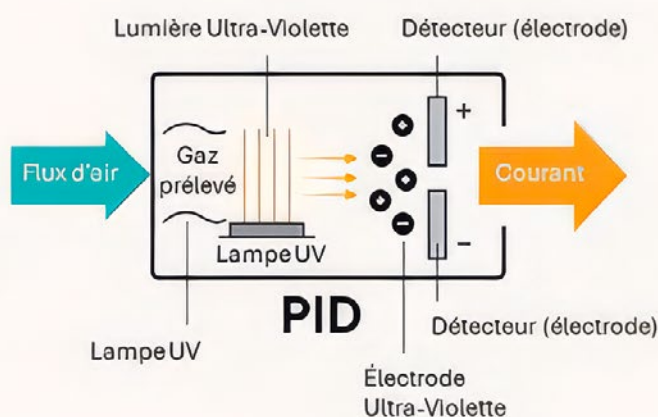
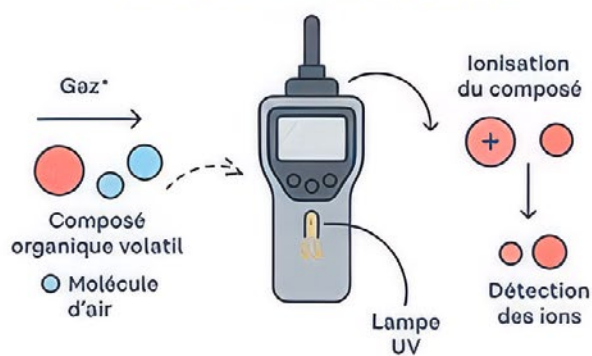
ou le gaz du sol. Les mesures de COV faites sur le terrain au PID sont qualitatives, voire semi-quantitatives et ne constituent pas des mesures à valeur juridique contrairement aux analyses en laboratoire accrédité. Il s'agit d'une technique de screening permettant d'orienter les prélèvements et définir des zones méritant des analyses approfondies. Le PID ne peut donc en aucun cas se substituer à des analyses en laboratoire. Son fonctionnement repose sur l'ionisation des molécules cibles par rayonnement ultraviolet (UV). Le gaz contenant des COV est aspiré dans une chambre où une lampe UV émet un rayonnement dont l'intensité varie en fonction du type de lampe utilisée selon



Matériel nécessaire



Fonctionnement d'un PID



©RSK 2025

Figure 2 : Principe de fonctionnement du PID

les composés recherchés. Les ions produits par l'ionisation des composés de l'échantillon analysé sont détectés par des électrodes, générant un courant électrique dont l'intensité est corrélée à la quantité de composés ionisés (Cf. Figure 2).

Le résultat est exprimé, en temps réel, en ppm ou ppb équivalent isobutylène (gaz utilisé pour l'étalonnage). Le PID ne permet pas d'identifier les composés présents. D'autre part, la réponse de certains composés peut être faible ou instable en raison de leur adsorption sur les surfaces, leur faible volatilité, ou leur instabilité chimique. La corrélation directe entre les mesures au PID et les concentrations en composés volatils doit donc être faite avec prudence.

Les avantages du PID incluent sa portabilité, sa facilité d'utilisation, sa large gamme de détection et son faible coût d'utilisation. Le PID est particulièrement adapté tant aux phases exploratoires qu'opérationnelles d'un projet SSP. Il permet d'améliorer la représentativité des investigations en guidant

les décisions de terrain en temps réel et en optimisant les stratégies d'échantillonnage. Lors des phases d'étude initiale ou de diagnostic environnemental, son usage permet de repérer rapidement des zones émissives, d'orienter les points de prélèvement ou de sélectionner les échantillons les plus représentatifs à soumettre à une analyse. En suivi environnemental, dans les gaz du sol ou l'air ambiant, le PID joue un rôle de veille en détectant qualitativement les variations de concentrations.

En cas de présence de COV détectables, la mesure PID permet d'adapter les conditions de prélèvement de gaz du sol pour éviter la saturation des tubes adsorbants envoyés en analyse. Sur les chantiers de dépollution son application est rendue obligatoire par la norme NF X31-620-1 où il contribue à la sécurité des opérateurs lors des interventions sur le terrain. Cependant, son utilisation nécessite une calibration régulière, un nettoyage et un entretien appropriés pour garantir la précision des mesures.

La fiche technique dédiée au PID revient sur les principes de mise en œuvre sur le terrain, les précautions d'usage et les bonnes pratiques permettant aux utilisateurs de tirer pleinement parti de cet outil.

Retours d'expérience PID

Le PID s'est avéré utile pour localiser des nappes d'hydrocarbures légers dans des remblais. Cependant, il peut sous-estimer la présence de certains solvants chlorés volatils ou d'autres composés faiblement ionisables, dont la présence devra être confirmée par des analyses en laboratoire. Le PID a fait ses preuves concernant la détection rapide des COV et le suivi en temps réel de leurs concentrations dans l'air ambiant ou les gaz du sol. C'est un véritable outil d'aide à la décision sur site, à utiliser en complément des prélèvements pour les analyses en laboratoire.

LA SONDE À INTERFACE MEMBRANAIRE (MIP), UNE INVESTIGATION EN CONTINU, SUR UN PROFIL VERTICAL DE SOL

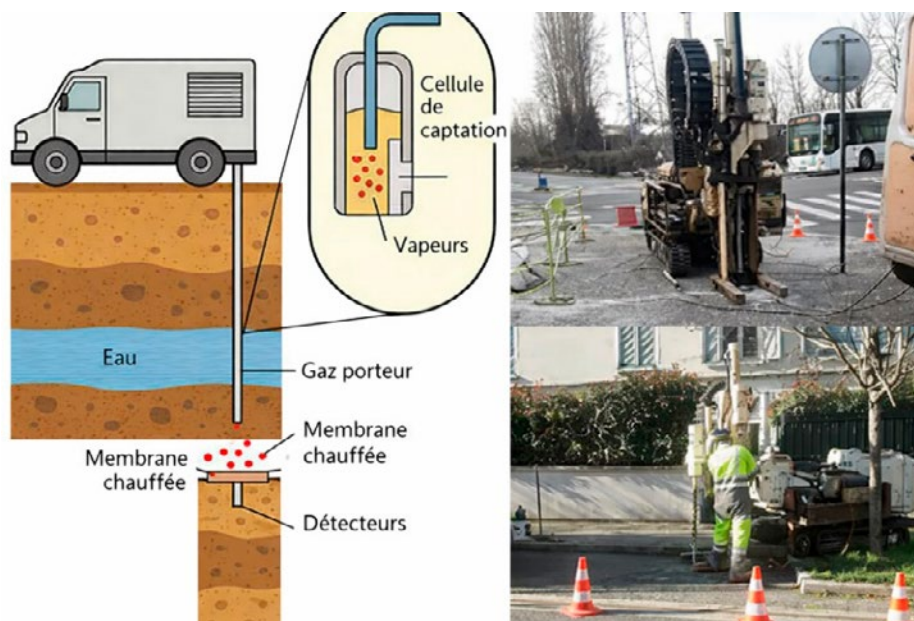


Figure 3 - Principe de fonctionnement de la sonde MIP

La sonde MIP est une technique d'analyse semi-quantitative *in situ* sans prélèvement et en temps réel des composés organiques volatils (COV) présents dans les sols ou les eaux souterraines. La sonde MIP est enfoncée dans le sol à l'aide d'un dispositif direct push. À son extrémité, le dispositif est constitué d'une membrane semi-perméable chauffée pour favoriser la volatilisation des COV présents dans le sol ou la nappe qui l'entoure.

Les vapeurs générées traversent la membrane et sont transportées en surface par un gaz porteur vers un ou plusieurs types de détecteurs choisis en fonction des familles de composés recherchés. Chaque détecteur a ses propres plages de sensibilité et peut réagir différemment selon les propriétés du ou des composés. Les signaux générés sont corrélés à la concentration des polluants rencontrés dans le milieu traversé, mais ne donnent pas une concentration exacte sans calibration spécifique. La sonde MIP permet d'obtenir un profil vertical, en temps réel, de la distribution des COV présents en profondeur.

Elle permet de localiser rapidement les zones de pollution, d'identifier les interfaces géologiques présentant des anomalies et d'orienter efficacement les investigations complémentaires (Cf. Figure 3). Cependant, elle présente également des limites importantes, notamment sa sensibilité

aux conditions environnementales, la nécessité d'un étalonnage régulier, et des coûts d'exploitation élevés. Par exemple, une humidité élevée des sols (> 85%), une température proche de 0°C, ou une perméabilité faible peuvent réduire la volatilisation des COV et limiter leur détection. Ces contraintes soulignent l'importance de comprendre les limites de la sonde MIP pour savoir quand la mettre en œuvre et comment interpréter correctement les données.

Retours d'expérience MIP

Les campagnes réalisées en contexte industriel ou dans le cadre de projets de réhabilitation urbaine ont démontré la pertinence de la sonde MIP pour : localiser des sources en zone saturée ; orienter la localisation de piézomètres, de piézais et d'essais de pompage ; ou optimiser la stratégie de dépollution. Elle a également parfois permis de détecter des poches de DNAPL non repérées par des sondages classiques. Cependant, l'interprétation des signaux en présence de mélanges complexes ou de matrices hétérogènes peut être délicate. Enfin, en raison du coût élevé de la prestation, la MIP est souvent réservée à des sites à enjeux ou à des phases exploratoires bien ciblées.

CONCLUSIONS : UNE SÉRIE QUI NE FAIT QUE COMMENCER

La publication des fiches PID et MIP n'est que la suite d'une démarche collective visant à harmoniser et valoriser les bonnes pratiques du secteur des sites et sols pollués en France. Il s'agit de continuer à produire des références méthodologiques partagées, accessibles à tous les acteurs. Le groupe de travail fiches techniques a pour ambition de poursuivre cette série avec d'autres techniques éprouvées : techniques de prélèvement, méthodes de suivi en continu, outils de terrain... La prochaine étape ? Identifier les thèmes prioritaires pour les prochaines fiches. Votre expertise de terrain et les retours d'expérience constituent la matière première indispensable à l'amélioration continue de ces référentiels techniques. Partagez-nous vos retours d'expérience sur ces techniques, certains pourront être mis en ligne sur SELECDEPOL et Ssp-Infoterre !

Amélie CAVELAN, BRGM,
Jean-Marc BONZOM, ADEME,
Valérie Guérin, BRGM

Contactez-nous

(Techniques-innovantes-ssp@brgm.fr)

et répondez au sondage suivant pour donner votre avis sur ces fiches. Vos suggestions alimenteront les prochains travaux de la série :

<https://forms.gle/4SGee9LFJWvPouP5A>

Retrouvez les deux premières fiches de la série «Techniques éprouvées» sur le portail SSP-InfoTerre du BRGM avec l'ensemble des 34 fiches du guide «Fiches Sites et Sols Pollués» (<https://ssp-infoterre.brgm.fr/fr/guide/fiches-ssp-techniques-innovantes>).

// ACTUALITÉ

LES DERNIÈRES PUBLICATIONS

SITES ET SOLS POLLUÉS

RÉGLEMENTATION



- [Arrêté du 1^{er} septembre 2026 modifiant l'arrêté du 31 décembre 2018 pris pour l'application des articles 266 sexies et 266 nonies du code des douanes](#) – JORF du 06/09/26
- [Avis du 26/07/26](#) sur les méthodes normalisées de référence et les limites de quantification pour les mesures dans l'air, l'eau et les sols dans les installations classées pour la protection de l'environnement
- [Arrêté du 16 juillet 2026 relatif au traitement des déchets liquides dans certaines installations relevant des rubriques 2790 \(traitement de déchets dangereux\) ou 2791 \(traitement de déchets non dangereux\) de la nomenclature des ICPE](#) – JORF du 25/07/26
- [Arrêté du 25 juin 2026 relatif aux modalités d'établissement de la redevance pour pollution de l'eau par des substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées](#)
- [Décret n° 2026-545 du 25 juin 2026](#) relatif à la redevance pour pollution de l'eau par des substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées
- [Décret n° 2026-433 du 2 juin 2026](#) relatif à la police des déchets et à la lutte contre l'abandon de déchets, à la traçabilité et au tri performant
- [Décret n° 2026-435 du 2 juin 2026](#) portant diverses dispositions relatives à la sortie du statut de déchet, aux sous-produits et au tri des biodéchets
- [Circulaire du 27 avril 2026](#) relative à la recherche de PFAS dans les boues issues de stations d'épuration destinées à la valorisation agricole et à la gestion des boues contenant des PFAS
- [Arrêté du 18 mars 2026](#) fixant les modalités de certification prévues aux articles L. 241-2 et R. 241-1 à R. 241-5 du code de l'environnement, le référentiel, les modalités d'audit et les conditions d'accréditation des organismes de certification
- [Avis normalisés de référence pour les mesures dans l'air, l'eau et les sols dans les installations classées pour la protection de l'environnement](#) – 18/02/26

GUIDES ET RAPPORTS



- [Guide pour la constitution d'une base de données pour inventaires des sites potentiellement pollués \(IHU\)](#) – 26/08/26
- [Enquête de perception des Français sur les sols et la pollution industrielle des sols](#) – Juillet 2026
- [Cahier des charges pour la réalisation d'un Inventaire Historique Urbain \(IHU\)](#) – 29/05/26
- [Évaluation de l'impact écologique de la pollution des sols – Utilisation des traits fonctionnels des bactéries et invertébrés pour diagnostiquer les sols contaminés en métaux](#) – Projet DIAGNO TRAITS – 12/03/26
- [Traitements par Oxydations chimiques de sols contaminés aux composés aromatiques polycycliques](#) – 03/03/26
- [Établissement d'un fond pédogéochimique urbain et industriel – Convention FGU III](#) – 06/2/26
- [PFAS dans les sols : devenir et écotoxicologie des mélanges](#) – projet IPANEMA – GESIPOL 2020



- [Mise à jour de la norme NF X31-615 Qualité du sol – Méthode de détection, de caractérisation et de surveillance des pollutions – Prélèvement des eaux souterraines et mesures associées au droit et autour d'un site potentiellement pollué mise à jour](#) – 03/6/2026

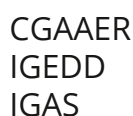
- [État des lieux des pratiques d'échantillonnage des PFAS en contexte de sites et sols pollués](#) – 27/04/2026



- [Guide pour les audits de certification des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués](#) – 20/04/2026



- [Données de consommation alimentaires pour l'Évaluation des Risques Sanitaires \(ERS\)](#) – 18/08/26
- [Guide d'intervention pour la réalisation des prélèvements environnementaux en phases d'urgence et de suivi immédiat d'un accident industriel](#) – 10/08/26
- [Prélèvements d'eaux souterraines : influence de la purge](#) – 06/07/26
- [Paramètres de transfert - Transfert sol-plante - Éléments métalliques et métalloïdes - Analyse d'un jeu de données en contexte après-mine](#) – 23/06/26



- [Dépollution de l'eau potable – stratégies et pistes de financement et ses annexes](#) – 30/07/26



- [Financement de la dépollution des EDCH \(PFAS, pesticides, nitrates\) et sa synthèse](#) – 04 et 05/26



- [Avis relatif aux boues et aux autres matières fertilisantes et d'amendement des sols \(MFAS\) contenant des PFAS](#) – 18/06/26

**1-2
DEC.
2026
PARIS**
PORTE DE VERSAILLES

La dépollution des sols au service de territoires plus résilients

Réhabilitation des friches, sobriété foncière,
valorisation des terres : exposez à STEP by Pollutec
et présentez vos solutions aux industriels, collectivités
et aménageurs engagés dans leur transformation
écologique.



SALON DE LA TRANSFORMATION ÉCOLOGIQUE BY **POLLUTEC**

Là où la décarbonation et la circularité
renforcent la performance industrielle
et la résilience des territoires.

Built by
RX In the business of
building businesses

Pour en savoir plus



upds **MAG**
LE MAGAZINE DES PROFESSIONNELS
DE LA DÉPOLLUTION DES SITES

 **upds**
Union des Professionnels
de la Dépollution des Sites

183 Av. Georges Clémenceau
92000 Nanterre
T : 01 47 24 78 54
www.upds.org