n°06 Août 2019

updsMAG

LE MAGAZINE DES PROFESSIONNELS
DE LA DÉPOLLUTION DES SITES

upds
Union des Professionnels
de la Dépollution des Sites.

// H&S
Les données accidentologie 2018

// FORMATIONS
Focus sur 4 formations SSP

// ACTUALITÉ
Les publications en lien avec les SSP

DOSSIER

ÉCONOMIE CIRCULAIRE & RISQUES SANITAIRES

Valoriser les TEX, oui, mais pas n'importe comment. //

SOMMAIRE

Edito // p.3

Hygiène & sécurité // p.4
Accidentologie

Dossier économie circulaire & risques sanitaires // p.5
Valoriser les TEX, oui, mais pas n'importe comment

Formation // p.24
Focus sur 4 formations SSP

Actualité // p.26
Les publications en lien avec les SSP

// CALENDRIER

ASSISES NATIONALES DU FONCIER

organisées les 5 et 6 novembre 2019, par Business Immo et LIFTI à Toulouse.

Programme, inscriptions et informations

JOURNÉE TECHNIQUE MTES, BRGM ET INERIS «SITES ET SOLS POLLUÉS : ACTUALITÉS 2019 !»

7 novembre 2019 à la Cité Internationale Universitaire de Paris.

4ÈMES RENCONTRES NATIONALES DE LA RECHERCHE SSP

26 et 27 novembre 2019 à Paris.

SAVE THE DATE

6ème édition des journées techniques nationales « Reconvertir les friches polluées » de l'ADEME

24 et 25 mars 2020, Paris.

// CONTACTEZ-NOUS !

Pour toute proposition de sujet ou demande d'information : updsmag@upds.org

upds
Union des Professionnels de la Dépollution des Sites.

UPDS MAG n°6 Août 2019
Magazine édité par l'UPDS - Union des professionnels de la dépollution des sites
183, avenue Georges Clémenceau
92000 NANTERRE
www.upds.org

Conception
Everbrand 182, avenue Charles de Gaulle, 92200 Neuilly-sur-Seine

Réalisation
UPDS, Alban de La Hougue

Collaboration
EACM, VALGO, ERM, OGD, SERPOL, Norton Rose Fulbright, TESORA, Ecole des Mines de Saint Étienne, Université de Lorraine, Université Paris-Est-Marne-la-Vallée, INSA Rouen

Comité de rédaction
Sophie CHAMBON, Christel de LA HOUGUE, Damien FAISAN, Jean-François KALCK, Jérôme RHEINBOLD.

Crédit photo
© ADEME, © EACM, © ERM, © OGD, © SERPOL, © UPDS, © TESORA,
© Ecole des Mines de Saint Étienne, © Université de Lorraine, © Université Paris-Est-Marne-la-Vallée, © INSA Rouen.

@upds_syndicat
www.linkedin.upds.org
www.videos.upds.org

// EDITO

Franck BOUCHÉ
Président de l'UPDS

Chers lecteurs et adhérents de l'UPDS,

Depuis l'assemblée générale du mois d'avril au cours de laquelle les adhérents de l'UPDS nous ont fait l'honneur, à Olivier Mergaux et moi-même, de nous élire respectivement secrétaire et président de l'UPDS, l'actualité a été particulièrement riche.

Le cadre règlementaire de notre métier évolue à grands pas et, parmi les sujets qui nous occupent autant qu'ils nous préoccupent, on peut citer :

- La préparation de l'Arrêté Ministériel lié à la sortie du statut de déchet des terres excavées : l'UPDS a transmis son avis au MTES et a également appuyé celui de la FNADE. Nous y avons notamment exprimé les avantages qu'il y aurait à confier aux entreprises certifiées dans le domaine des sites et sols pollués, les opérations de traitement et de contrôle à prévoir dans ce cadre, malheureusement sans garantie d'être entendus...

- Le Groupe de Travail « Réhabilitation des friches », issu du grand débat et à l'initiative de Monsieur le Président de la République : ce groupe de travail, piloté par la Secrétaire d'Etat Emmanuelle Wargon, a été divisé en quatre sous groupes. L'UPDS a le plaisir de co-présider le sous-groupe dédié à la simplification des procédures et à la mobilisation de financements innovants.

L'objectif est qu'en fin d'année ces quatre groupes de travail puissent délivrer des propositions au gouvernement afin de légiférer ensuite pour faciliter la reconversion des friches. L'UPDS fera notamment des propositions sur la mise en place de financements innovants et portera une attention particulière à la prise en compte des intérêts de la profession.

- La rédaction et la mise à jour des guides de valorisation des terres excavées respectivement en projet d'infrastructures linéaires de transport et en projet d'aménagement.

Le bureau et les membres de l'UPDS sont donc en ce moment, et pour quelques temps encore, particulièrement sollicités. Face à ces enjeux majeurs, qui pourraient entrainer une mutation profonde de notre métier à court terme, nous devons plus que jamais nous montrer unis, professionnels et innovants.

Nous avons besoin que nos adhérents s'engagent, communiquent leurs idées, leur constats, les mauvaises comme les bonnes pratiques observées ça et là sur le territoire et alimentent ainsi les réflexions que nous nous chargerons de remonter avec conviction aux représentants du gouvernement. Ces messages seront également et dans la mesure du possible, relayés auprès des représentants élus, députés et sénateurs. En effet, les causes défendues par l'UPDS méritent d'être entendues !

Je vous souhaite une bonne lecture et un bel été !

Franck BOUCHÉ
Président de l'UPDS

// HYGIÈNE & SÉCURITÉ

POINT SUR L'ACCIDENTOLOGIE CHEZ LES ADHÉRENTS DE L'UPDS EN 2018

La sinistralité de l'ensemble de l'UPDS.

L'édition 2018 du reporting accidentologie de l'UPDS porte sur 45 adhérents représentant environ 2 160 salariés :

-27 bureaux d'études : 1 170 salariés

- 18 entreprises de travaux de dépollution : 990 salariés

Malgré un nombre de jours d'arrêt de travail en baisse de 50%, les taux de fréquence (TF1 et TF2) sont en hausse en 2018 par rapport à 2017. Comme en 2016 et en 2017, aucun accident mortel n'est à déplorer en 2018.

Totalité de l'UPDS									
Année	TF1	TF2	Nombre de jours d'arrêt	TG	ASA	AAA	Nombre total accidents	Nombre d'accidents de trajet	Nombre de décès
2016	7,15	20,27	618	0,18	44	24	68	22	0
2017	5,74	17,77	616	0,17	44	21	65	40	0
2018	**7,26**	**19,26**	**321,00**	**0,09**	**43**	**26**	**69**	**44**	**0**

La gravité des accidents du collège travaux a diminué

Le nombre de jours d'arrêt au collège travaux marque un net ralentissement en 2018. Ce recul est probablement dû à l'absence d'accident grave en 2018, alors que quelques accidents avaient donné lieu à plusieurs centaines de jours d'arrêt sur les 4 années précédentes. Cette forte baisse du nombre de jours d'arrêt devra être confirmée en 2019.

La diminution de la gravité des accidents de travail au collège travaux se traduit également par la forte baisse du taux de gravité qui atteint 0,11 points en 2018 (- 66% par rapport à 2017).

En 2018, les faits les plus notables sont la confirmation de l'augmentation du nombre d'accidents de trajet (+50% par rapport à 2017) amorcée en 2016 ; et le taux de fréquence TF1 qui repart à la hausse (+28%).

Collège travaux									
Année	TF1	TF2	Nombre de jours d'arrêt	TG	ASA	AAA	Nombre total accidents	Nombre d'accidents de trajet	Nombre de décès
2016	7,29	15,90	464	0,31	13	11	24	2	0
2017	5,60	19,04	450	0,25	24	10	34	12	0
2018	**7,20**	**15,60**	**176**	**0,11**	**14**	**12**	**26**	**18**	**0**

Des accidents plus nombreux mais moins graves au collège ingénierie

Comme au collège travaux, la gravité des accidents du travail semble diminuer en 2018. Par rapport à 2017, le nombre de jours d'arrêt est en recul de 13% et le taux de gravité est légèrement en baisse.

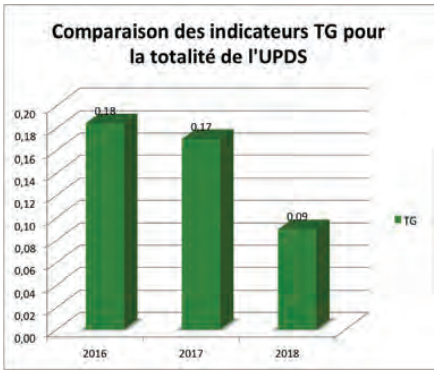
Le collège ingénierie est cependant marqué par l'augmentation du nombre d'accidents de travail sans arrêt (ASA). Après une forte baisse en 2017, le nombre d'ASA survenus en 2018 est revenu au niveau atteint en 2016. Par conséquent, les taux de fréquence TF1 et TF2 sont en augmentation entre 2017 et 2018 (respectivement + 24% et +35%). Au contraire du collège travaux, le nombre d'accidents de trajet est en baisse au collège ingénierie (-8%).

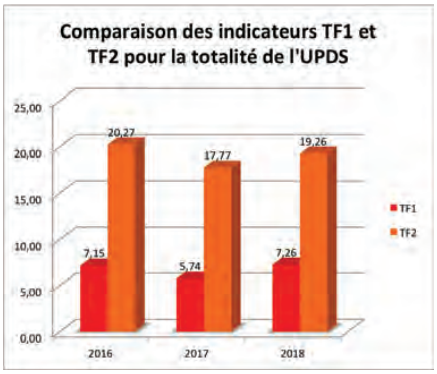
Collège ingénierie									
Année	TF1	TF2	Nombre de jours d'arrêt	TG	ASA	AAA	Nombre total accidents	Nombre d'accidents de trajet	Nombre de décès
2016	7,04	23,83	154	0,08	31	13	44	20	0
2017	5,88	16,56	166	0,09	20	11	31	28	0
2018	**7,31**	**22,45**	**145**	**0,08**	**29**	**14**	**43**	**26**	**0**

Maintenir les efforts de prévention

La sinistralité des adhérents de l'UPDS ne suit pas une progression linéaire. Les efforts en matière de prévention doivent se poursuivre car si les accidents de travail sont moins graves, leur nombre reste stable et la hausse du nombre d'accidents de trajet se confirme. En terme d'HSE, il n'y a pas de ligne d'arrivée, il faut maintenir les efforts quotidiennement et sur la durée !

Sophie CHAMBON, UPDS





DOSSIER

ÉCONOMIE CIRCULAIRE & RISQUES SANITAIRES

VALORISER LES TEX, OUI, MAIS PAS N'IMPORTE COMMENT.

// RETOUR D'EXPÉRIENCE

Le site des « Portes de l'abbaye », d'une superficie de 10,2 ha, est localisé à Saint André lez Lille à environ un kilomètre du centre de Lille. Il a été exploité pendant près d'un siècle par l'industrie de la chimie minérale. Rattrapé au fil du temps par l'urbanisation, il se trouve désormais en pleine ville, dans un quartier d'habitations particulièrement sensible au bruit et au trafic.

Utilisation de matériaux de démolition pour la réalisation d'une couche de drainage des gaz du sol : lorsque l'économie circulaire améliore le bilan sanitaire et économique d'une opération… et son acceptation par les riverains.

Lors de la cessation d'activité, en 1992, l'industriel a proposé un projet de remise en état pour un usage comparable au dernier usage. Concrètement, il a procédé à la démolition des superstructures en laissant les dalles et les voiries en place pour garantir le confinement des pollutions, essentiellement métalliques et minérales, contenues dans les remblais sous-jacents. Dans ces conditions, les massifs de fondations ont également été laissés en place.

Plus de 280 sondages, 10 piézomètres et 10 piéz'airs ont été réalisés d'abord par l'ancien exploitant, dans le cadre de la cessation d'activité, puis par la société d'aménagement qui a racheté le site en vue de sa requalification en quartier résidentiel et tertiaire.

La qualité environnementale des sols et des eaux souterraines est, ainsi, relativement bien connue. Le milieu sol est caractérisé par la présence de :

- Deux spots de pollution par des hydrocarbures au droit d'un ancien stockage de cuve en fosse ;
- Deux spots de pollutions par de l'ammonium dont les sols dégagent de fortes odeurs d'ammoniac en cas de manipulation ;
- Une pollution généralisée des remblais par des métaux ;
- La présence de mercure dans les remblais ;
- La présence de traces de TCE en deux points de sondages, initialement.

Les eaux souterraines sont caractérisées par la présence de métaux et de minéraux (sulfates et ammonium).

Le plan de gestion initial, datant de 2009 et validé par une tierce expertise diligentée par la Métropole Européenne de Lille, prévoyait le traitement des sources concentrées d'hydrocarbures et de solvants, d'une part, et le confinement des pollutions métalliques et des poches dégageant des odeurs d'ammoniac, d'autre part.

Toutefois, considérant l'évolution des techniques et des pratiques, EACM a eu l'intuition qu'il fallait aller au-delà de ces mesures, intuition renforcée après des investigations complémentaires.

Celles-ci avaient en effet pour objectif de délimiter les zones de pollution par les solvants. Les résultats de ces investigations complémentaires ont amené à conclure que les premières campagnes avaient conclu à tort

à la présence de sources « concentrées » mais que la répartition dans les sols des solvants, comme celle des métaux, était caractéristiques d'une pollution diffuse, répartie de façon totalement aléatoire dans les remblais, sur l'ensemble des 10 ha du site et sur 1,5 m d'épaisseur en moyenne. Les solvants présents ne pouvaient donc pas faire l'objet d'un traitement systématique. Il en était de même pour le mercure présent en teneurs ponctuellement fortes.

Il a donc été proposé au maître d'ouvrage, qui l'a accepté et mis en oeuvre, de prévoir :

• L'excavation et l'évacuation hors site des pollutions concentrées aux hydrocarbures,

• Le traitement par venting sur site des matériaux dégageant de fortes odeurs d'ammoniac, de façon à extraire la part « facilement volatilisable » et éviter, après l'aménagement, une mobilisation de ces gaz et une accumulation sous dalle,

• La prise en compte des potentielles remontées diffuses de gaz, solvants ou mercure, dans l'aménagement futur par une mesure de gestion allant au-delà du simple confinement initialement proposé.

Parallèlement, s'est posée la question de la prise en charge, ou non, par l'aménageur, de la purge des fondations dont chacun savait qu'elle allait se poser un jour ou l'autre dans le cadre de la mise en œuvre des fondations des futurs bâtiments, non connues au démarrage de l'opération. L'arbitrage pour l'aménageur était de savoir s'il prenait en charge financièrement cette opération, ce qui présentait l'avantage de donner une valeur supérieure aux futurs lots mais nécessitait une avance de trésorerie, ou s'il la laissait à la charge du promoteur.

Enfin, tenant compte de la sensibilité du voisinage au trafic, déjà expérimentée sur la phase précédente de démolition et d'évacuation des matériaux, le maître d'ouvrage avait une volonté de limiter au maximum les flux de camions.

Au regard de l'ensemble de ces contraintes, EACM, maître d'œuvre des travaux de gestion de la pollution des sols auprès de la SAS des Portes de l'abbaye, a proposé au maître d'ouvrage de procéder à la purge des massifs de fondation, à leur concassage et à leur criblage puis à un contrôle analytique en vue de leur réutilisation sur site sous forme d'une couche drainante.

Cette proposition répondait aux différentes contraintes évoquées ci-dessus :

• Gestion des massifs de fondation,

• Réutilisation sur place des matériaux, donc limitation du trafic,

• Après contrôle analytique des matériaux du site préalablement triés et concassés, mise en œuvre d'une couche drainante réalisée à partir de ces matériaux et destinée à capter et évacuer les éventuelles remontées de gaz du sol, donc amélioration des conditions sanitaires de l'opération (cf.figure 1).

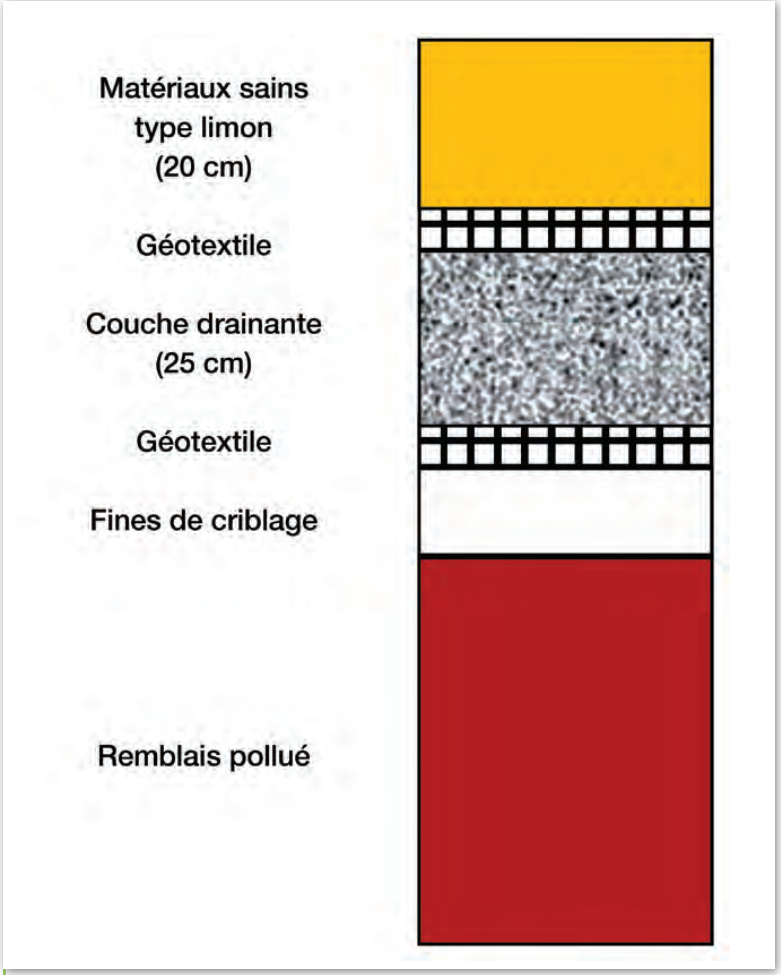


figure 1 – Représentation schématique de la structure du confinement pour préparer le changement d'usage du site et sa mise en compatibilité sanitaire avec le projet.

A l'issue des travaux, des contrôles des concentrations des gaz du sol ont été réalisés par piéz'airs dans la couche drainante et par chambres à flux au-dessus des limons.

Les résultats des contrôles ont montré l'efficacité de la couche drainante pour accumuler les gaz du sol et ont confirmé la nécessité de prévoir, lors des phases de construction, des évents qui permettront d'évacuer les gaz accumulés dans la couche drainante et ainsi limiter le risque d'accumulation de gaz sous les dalles des futurs bâtiments. Le dimensionnement des évents et la nécessité de traiter les émissions ainsi libérées seront étudiées dans les plans de gestion spécifiques aux opérations immobilières qui accompagneront les permis de construire de chaque lot.

Cette opération, subventionnée par l'ADEME dans le cadre de l'Appel à Projets Friches, illustre ainsi parfaitement la synergie entre économie circulaire et amélioration des conditions sanitaires d'une opération d'aménagement et de requalification d'une friche.

Tanguy LATRON, EACM

Réalisation des travaux en 2016.

// SÉCURITÉ

Nous sommes à Lyon, avenue Tony Garnier. Le Matmut stadium de Gerland abrite l'une des plus prométeuses équipe du Top 14 : le LOU Rugby. En face du stade, un tènement de 3 hectares va accueillir « Les Jardins du Lou », un ensemble de 28 000 m² de bureaux dans six bâtiments et un parking souterrain de 340 places. Un chantier vertueux, au cœur de la ville, qui fait déjà école...

LES JARDINS DU LOU, UN CHANTIER VERTUEUX

L'architecte Albert Constantin, - qui avait déjà conçu la transformation des tribunes du stade de Gerland en 1998 - a imaginé « Les Jardins du Lou ». Un nom de baptême en référence aux cités-jardins chères à Tony Garnier, le grand architecte lyonnais du début du XXe siècle, concepteur du stade.

« Les Jardins du Lou » est une opération du groupe international GL Events, actionnaire majoritaire du LOU Rugby, dans le cadre d'un bail emphytéotique de 60 ans signé entre la ville et le club en septembre 2016.

Jean-Baptiste Richard est directeur adjoint de la Foncière Polygone, filiale du Groupe GL Events. *« Nous portons financièrement ce projet qui est réalisé par Eiffage Construction. C'est une opération immobilière un peu particulière, car réalisée sous bail emphytéotique. Elle a clairement pour objectif de donner au LOU Rugby des rentrées financières qui lui permettront de poursuivre ses investissements dans le stade et de se développer. Pour mémoire, les investissements dans les équipements sportifs et réceptifs se montent déjà à 40 millions d'euros. »*

Dès le départ, le cadre était fixé, un ensemble architectural qui s'intègre dans un environnement patrimonial et urbain. *« Nous voulions un chantier vertueux, explique Jean-Baptiste Richard. Qui fasse sens car nous sommes à la fois au cœur de la ville, mais aussi dans un lieu dédié au sport, donc à un certain mode de vie. »*

L'objectif majeur de cette opération était de s'inscrire dans une démarche d'économie circulaire pour réduire la consommation des ressources naturelles et renforcer le tri, le réemploi et la valorisation des déchets issus du chantier. *« Le projet porté par l'alliance entre Serpol et Vicat, au sein du groupement mené par Eiffage nous a séduit car il répondait à nos attentes et aux préconisations de notre bureau d'étude, en permettant d'inscrire le chantier dans une dynamique d'économie circulaire »*, estime Jean-Baptiste Richard. *« Très clairement, le traitement des sols pollués est souvent une source d'angoisse et de conflits potentiels entre le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre. En l'occurrence, la solution apportée par ce groupement, une première pour nous, a apporté à la fois sérénité dans les relations et économies d'échelle sur le budget global du chantier »*, note ravi **Nicolas Gallon**, directeur de travaux chez Eiffage Construction.

De la terre au ciment

La majeure partie des chantiers de construction lancés dans les métropoles se fait sur des sols pollués, souvent d'anciennes friches industrielles des XIX et XXe siècles. Une contrainte qui nécessite de dépolluer les sols en amont.

Le chantier des « Jardins du Lou » a démarré sur les chapeaux de roues. Pour **Frédéric Huet**, Directeur Adjoint Serpol Région Centre-Est - Sites & sols pollués, « *c'est un chantier d'importance sur lequel nous avons assuré les travaux de démolition des structures existantes, le défrichage et le terrassement. Pour ces travaux de terrassement, nous avons tout d'abord réalisé une caractérisation complémentaire des sols pour valider leur orientation en fonction des polluants en présence. Les analyses ont révélé la présence de métaux lourds lixiviables (antimoine, plomb et arsenic notamment) à des niveaux de concentrations redevables d'une élimination des terres en Installation de Stockage de Déchets Dangereux. Ponctuellement, des pollutions faibles organiques (hydrocarbures et HAP) ont également été observées. Les matériaux non inertes ont été systématiquement criblés selon les mailles de 80 et 20 mm afin de les rendre acceptables vis-à-vis du process industriel VICAT pour la revalorisation matière des terres. Les fines de criblage ont ensuite été revalorisées à l'usine Vicat de Montalieu-Vercieu en Isère. Après caractérisation, les refus de crible ont été quasi-intégralement éliminés en filière inerte de revalorisation ou d'enfouissement.* »

C'est un « *chantier référent et une belle référence* », estime **Stéphane Rutkowski**, directeur de Vicat Circulère. 11 000 tonnes de terres ont ainsi pu être recyclées, qui ont nécessité 400 voyages. « *Notre outil industriel est configuré pour pouvoir intégrer dans le process de fabrication du ciment des terres excavées qui, après avoir été chauffées à 1 800°C, deviennent un matériau de substitution qui permet d'économiser la ressource. La démarche d'économie circulaire étant bouclée avec la livraison du ciment ainsi préparé sur le chantier afin qu'il soit réutilisé dans la construction des 6 bâtiments et du parking.* »

Les premiers bâtiments seront livrés en octobre 2019, les derniers en mars 2020. Un exploit car le chantier aura duré en tout 21 mois. « *Serpol a été un partenaire excellent, et sans sa mobilisation, nous n'aurions pas pu tenir les délais promis, estime Nicolas Gallon. Ils ont immédiatement été à pied d'œuvre et, lorsqu'il a fallu ajouter 50 places au parking, ils ont su faire preuve de réactivité et de souplesse afin, comme nous, d'absorber cette nouvelle contrainte. Pour les connaisseurs, le chantier représente 63 millions d'euros pour 21 mois, ce qui nous place, en moyenne, à 1 million d'euros par semaine. Soit 2 à 3 fois plus que les habitudes !* » Chantier vertueux, mais aussi chantier exceptionnel.

Frédéric HUET, SERPOL

// TECHNIQUE

La nécessité de traiter des impacts significatifs en solvants chlorés sur un site industriel en activité, incluant des risques sanitaires et environnementaux potentiels hors site ainsi que des contraintes de calendrier et de logistique, a conduit à l'application d'une technique de traitement in situ innovante permettant l'atteinte d'objectifs de traitement ambitieux.

TRAITEMENT THERMIQUE IN-SITU

DE SOURCES EN COMPOSÉS ORGANO-HALOGÉNÉS VOLATILS (COHV) SUR UN SITE INDUSTRIEL EN ACTIVITÉ

Contexte du projet

Suite à l'acquisition par un client d'ERM d'une usine de production, en activité dans l'ouest de la France depuis 1964, diverses études environnementales ont permis d'identifier la présence d'impacts en solvants chlorés ou « Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV) » dans les eaux souterraines, avec notamment des teneurs élevées observées au niveau des deux zones sources principales.

Une de ces zones « Source 2 », associée à un stockage historique de Trichloroéthylène (TCE) ainsi qu'à un bâtiment existant de stockage de produits chimiques, était à l'origine d'un panache dans les eaux souterraines. Ce panache était notamment marqué par le TCE, 1,1,1-Trichloroéthane (1,1,1-TCA) et leurs produits de dégradation. La « Source 2 » étant située en bordure aval de site, le panache s'étendait également hors site – présentant ainsi un risque sanitaire potentiel (via de potentielles remontées de vapeurs dans les habitations en aval hydraulique du site) et environnemental. En conséquence, l'Administration a demandé à l'exploitant du site que des travaux de dépollution soient mis en œuvre pour gérer ces risques.

Définition d'une stratégie et des objectifs de traitement

La caractérisation de la « Source 2 » (Figure 1) s'est faite de manière itérative par l'installation de piézomètres, la réalisation de prélèvements passifs de gaz du sol (AGI sampler) et enfin par une phase d'investigations ciblées CPT-MIP (Cone Penetration Test associée au Membrane Interface Probe).

La stratégie de traitement devait prendre en compte un nombre d'enjeux et facteurs importants, notamment :

- Sous-sol de la zone source forte-

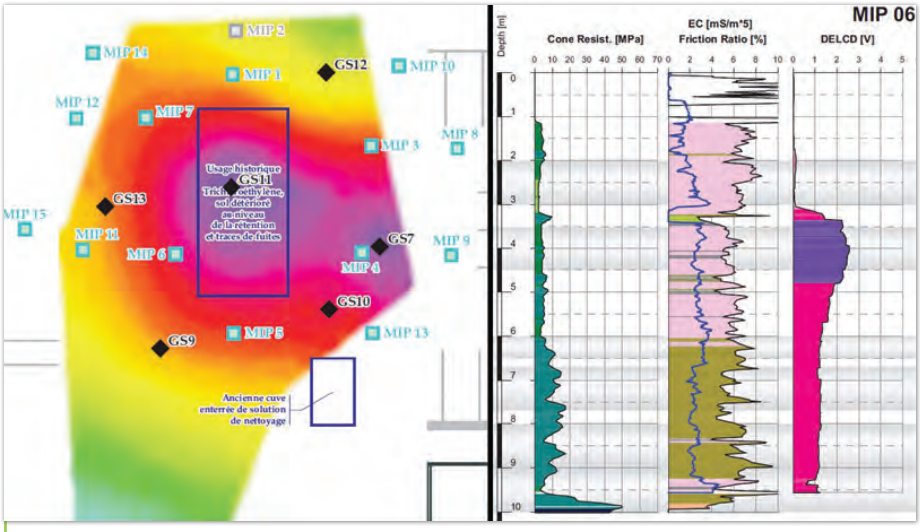


Figure 1 : Caractérisation de la source 2

ment impacté (jusqu'à 400 mg/L et phase pure « DNAPL » suspectée) ;

• Impacts présents jusqu'à des profondeurs de l'ordre de 10-12m ;

• Lithologie peu perméable (argiles et schiste altéré) ;

• Zone à traiter de faible étendue (environ 450 m²) et d'accès limité, située à proximité de la voirie publique et traversée par une canalisation d'eaux pluviales ;

• Besoin de libérer la zone pour réutilisation dans un délai relativement court.

Un Plan de gestion a été préparé pour la « Source 2 » puis, suite à des études complémentaires, un traitement thermique in-situ de la pollution (« Electrical Resistance Heating » – ERH) a été privilégié. Le principe du traitement par ERH (Figure 2) repose sur un chauffage du sol par la résistance de ce dernier à un courant électrique le traversant. Le chauffage permet notamment la volatilisation des composés chlorés qui sont alors captés et traités avant rejet.

Les principales raisons de la sélection de l'ERH (notamment en comparaison d'approches de traitement par excavation ou par « soil mixing » qui étaient également théoriquement envisageables) étaient :

• L'efficacité prouvée de l'ERH pour un traitement « agressif » des COHV et l'adaptation de cette technique pour permettre une répartition homogène de la montée en température des sols peu perméables.

• Le traitement par ERH ne présentait pas de contraintes majeures pour le réaménagement futur de la zone à traiter.

• Le traitement par ERH pouvait être mis en œuvre sans nécessiter de dévoyer la canalisation d'eaux pluviales.

Après échanges avec l'Administration, un Arrêté Préfectoral a été établi encadrant les travaux de dépollution, dont l'objectif global était la réduction de la masse en COHV dans les sols et les eaux souterraines dans la zone de traitement – sans que des objectifs quantitatifs ne soient fixés. La qualité des sols dans la zone de traitement serait vérifiée après travaux en comparant les teneurs résiduelles en COHV avec celles mesurées avant travaux.

Dans cet esprit, les objectifs « internes » ont été fixés, visant un abattement supérieur ou égal à 95% des teneurs en COV (dont 95% spécifiquement pour le TCE) dans les eaux souterraines au sein de la zone de traitement.

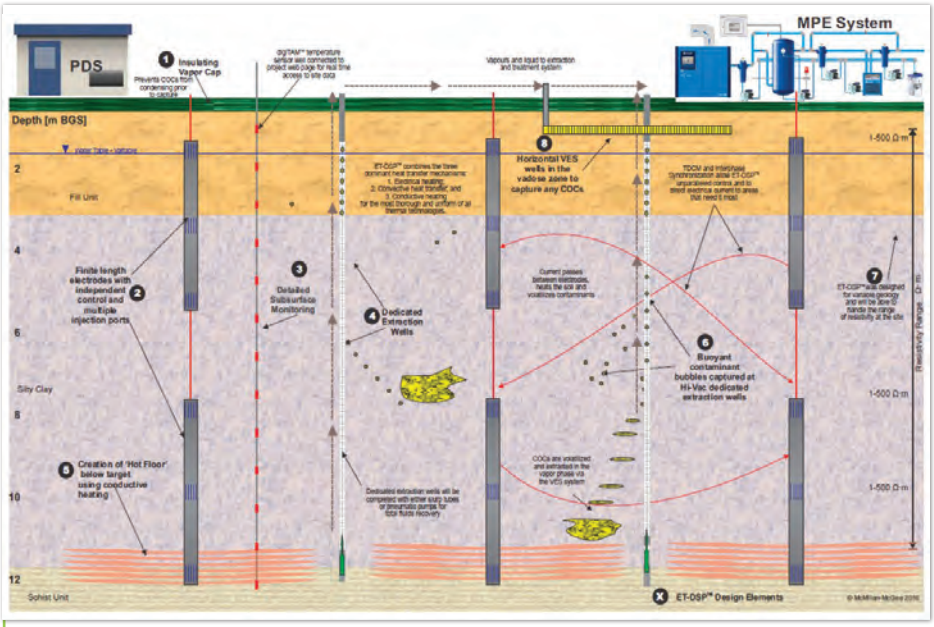


Figure 2 : Le principe du traitement par ERH (©McMillan-McGee 2018)

Approche

Consultation des entreprises et définitions d'objectifs « techniques »

Une phase de consultation des entreprises spécialisées en traitement thermique a été menée, avec la définition de deux objectifs « techniques » conçus pour maximiser les chances d'atteindre les objectifs de traitement, à savoir :

• Atteindre une température moyenne de 90°C, répartie horizontalement et verticalement sur l'ensemble du volume de la « Source 2 » (suivi par les thermocouples installés dans la zone) ; et

• Maintien de cette température jusqu'à ce que la courbe de masse extraite dans le temps approche une asymptote, couplée à une réduction significative des concentrations en COHV dans les eaux souterraines.

Un groupement d'entreprises a été sélectionné pour la mise en œuvre de ces travaux.

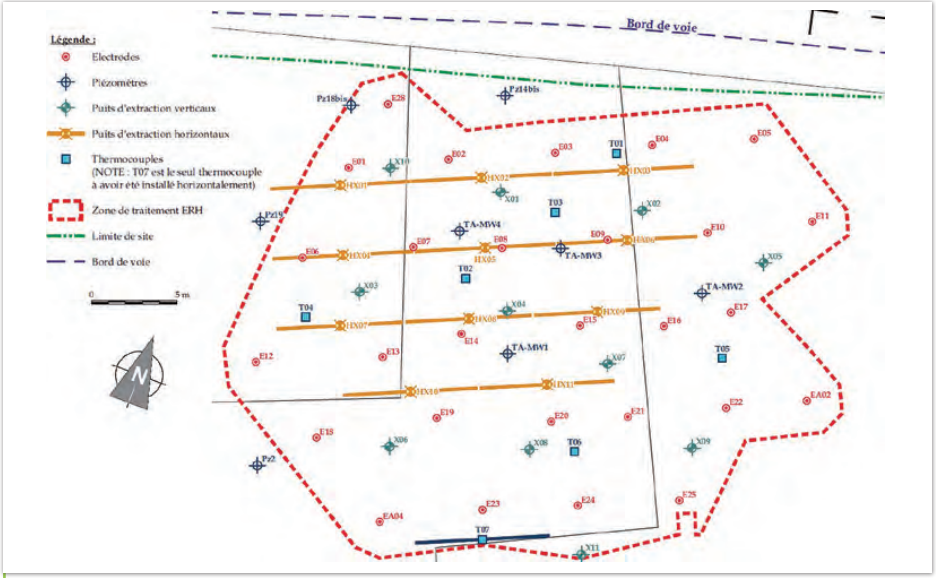


Figure 3 : Schéma de la zone de traitement ERH, des ouvrages enterrés et piézomètres.

Installation du système de traitement (Figures 3 et 4)

Entre juin et juillet 2017, ont été installés dans la zone de traitement :

• 11 puits d'extraction verticaux (100mm, profondeur moyenne de 12m) ;

• 11 puits d'extraction horizontaux (50mm) ;

• 28 électrodes (200mm, profondeurs de 8 à 13m, installées par paires de deux électrodes de taille identique superposées l'une au-dessus de l'autre) – la distribution des électrodes a été conçue de manière à assurer une triangulation entre elles pour optimiser le chauffage du sous-sol ;

• 7 thermocouples dont 1 installé à l'horizontal (38mm, profondeur moyenne de 12m) ; et

• 7 piézomètres supplémentaires, dont 4 dans la zone de traitement équipés de tubages en acier galvanisé (50mm, profondeur moyenne de 13m).

Par la suite, de juillet à septembre 2017, les phases suivantes ont été réalisées :

• La préparation, pose puis séchage d'une couche de béton (vapor cap) ;

• L'installation des conduites d'extraction ;

• La mise en place des équipements de surface incluant principalement : 3 containers maritimes, 2 séparateurs de phases, un échangeur de chaleur, 4 cuves plastiques, une tour de stripping, 5 filtres à charbons actifs (3 pour la phase gazeuse et 2 pour la phase liquide), et l'ensemble des réseaux de circulation des fluides associés ; et

• L'alimentation électrique du système (y compris 2 transformateurs) suivie de l'inspection électrique des installations.

Suite à la réalisation d'un « état zéro » de la qualité des eaux souterraines, le système a été testé fin septembre pour une mise en service le 4 octobre 2017.

Figure 4 : Vue de l'installation de traitement par ERH.

Phase d'exploitation (Figures 5 et 6)

La phase d'exploitation s'est étendue sur 27 semaines, caractérisée par trois sous-phases :

• La phase de chauffe (d'octobre 2017 à début février 2018) – pour la montée en température moyenne des sols de 16°C à 94°C ;

• La phase de maintien de la température (de début février 2018 au 1 mars 2018) – avec des ajustements mineurs pour mieux cibler les zones les plus impactées et optimiser la consommation électrique; et

• La phase de refroidissement (du 2 mars 2018 au 12 avril 2018) – après atteinte de la répartition idéale des températures et d'une tendance asymptotique d'extraction de masse, la chauffe n'était plus nécessaire et les électrodes ont été mises hors tension. Le système d'extraction a été maintenu jusqu'au 12 avril 2018.

La phase d'exploitation a été suivie grâce à une interface web donnant accès à toutes les parties prenantes aux données mesurées en temps réel sur le système. Ce suivi, en plus d'une présence permanente de l'entreprise spécialisée et de la supervision hebdomadaire d'ERM, ont permis à l'équipe de contrôler et d'optimiser les performances du système, tant d'un point de vue de l'ingénierie que des performances environnementales.

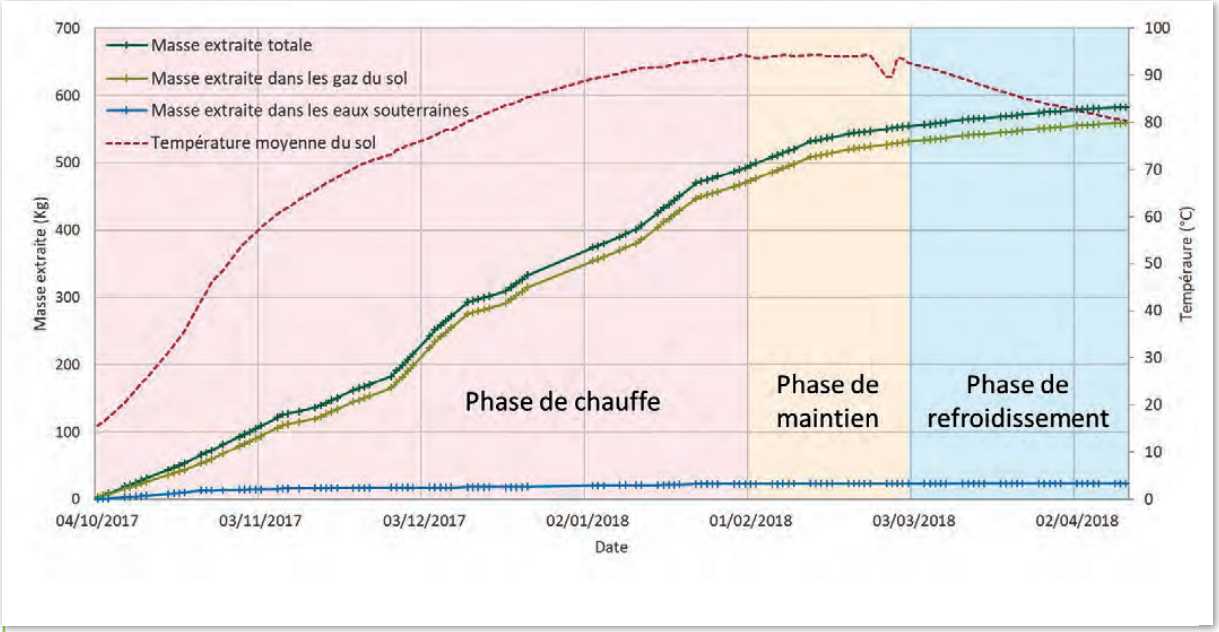


Figure 5 : Phase d'exploitation – évolution d'extraction de masse.

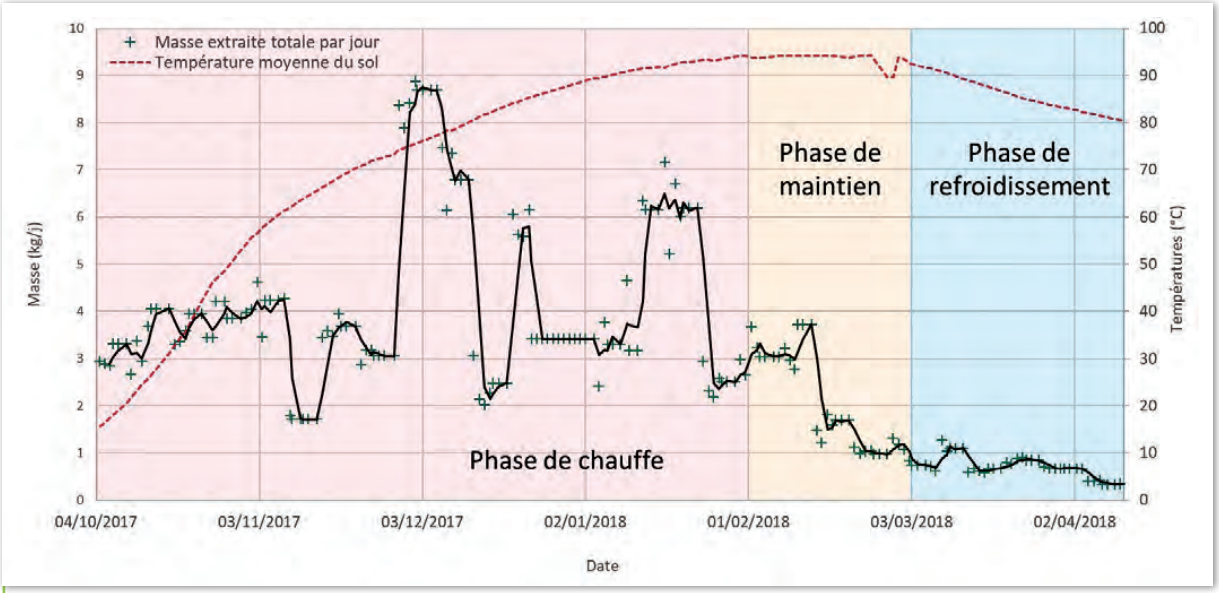


Figure 6 : Phase d'exploitation – évolution d'extraction de masse.

Bilan du projet

• Environ 1,25 millions de m³ d'air ont été extraits du sous-sol et traités, tout en respectant les seuils de rejet applicables (AM 1998) ;

• Environ 4 100 m³ d'eau ont été extraits dont seulement 22 % ont été rejetés au réseau d'égout, la majeure partie ayant été réinjectée dans le sous-sol après traitement ;

• Environ 582 kg de masse totale de polluants extraite par le système de traitement (le double de l'objectif de départ) ;

• En fin de projet, la masse extraite était d'environ 0,3 kg par jour, soit 10 fois moins que celle relevée au début du traitement, et 20 à 30 fois moins que les records atteints sur ce projet de 7 à 9 kg par jour ;

• 5 mois après l'arrêt du traitement (septembre 2018) :

- L'abattement des teneurs en COHV mesuré à
  - > 98 % dans la zone de traitement ; et
  - 70 % à 90 % en aval hydraulique.
- Concentrations en COHV dans les sols au sein de la zone traitée toutes inférieures aux limites de quantification du laboratoire (0,1 mg/kg) pour l'ensemble des échantillons analysés -> Soit aucun impact résiduel dans les sols au droit de la zone traitée par ERH.

Ainsi, l'ensemble des objectifs fixés a été considéré comme atteint.

En outre, une diminution dans le temps des impacts résiduels dans les eaux souterraines est attendue compte tenu des conditions favorables de biodégradation – un programme de suivi périodique des eaux souterraines et gaz du sol sur site et hors site a été initié en 2019, et les premières tendances dégagées sont encourageantes (Figure 7).

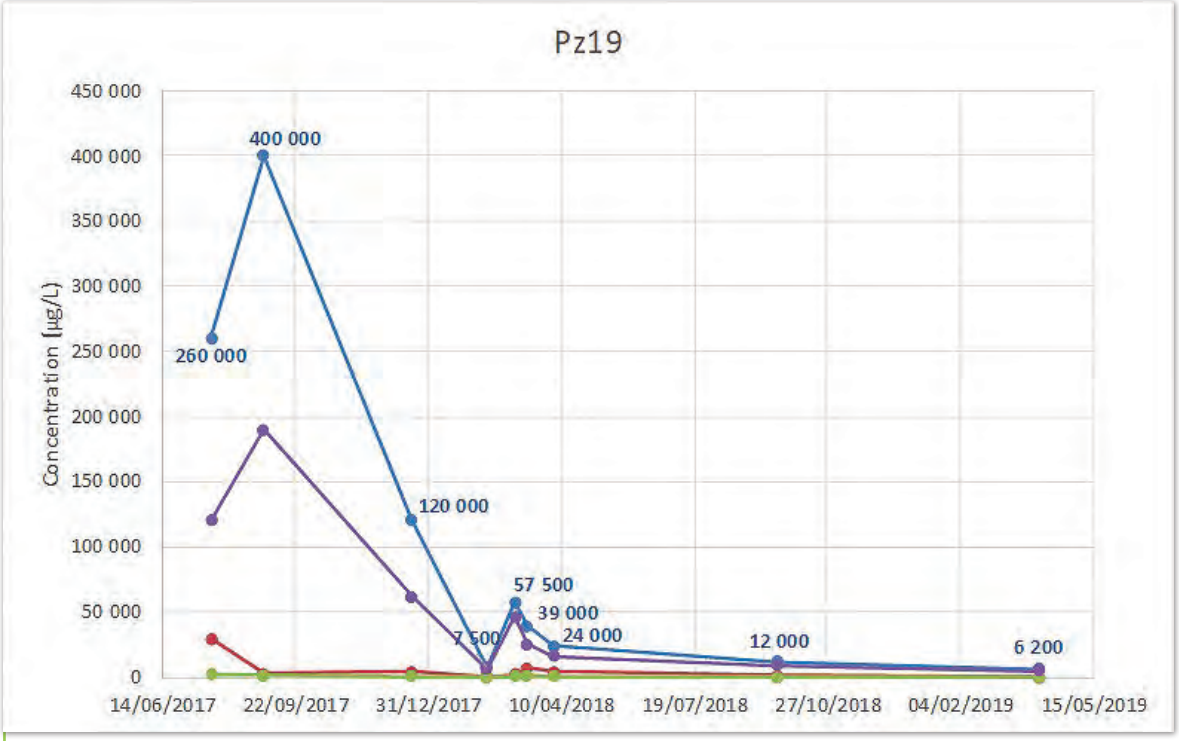


Figure 7 : Concentrations dans les eaux souterraines en aval immédiat de la zone traitée.

Conclusions

Le traitement thermique par ERH s'est montré très efficace et a permis d'atteindre, dans une durée conforme aux attentes, l'ensemble des objectifs de traitement établis.

Ce succès est notamment attribuable à la collaboration étroite entre les différents acteurs (ERM, entreprise, client), ainsi qu'à l'ouverture d'esprit dont a fait preuve l'Administration dans l'acceptation de l'application d'une technique innovante et encore peu connue en France.

Kenneth JONES, ERM France
Marie DEBACKERE, ERM France
Robert SHOFSTALL, ERM France

// CHANTIER

Depuis 2015, Ortec Générale de Dépollution (OGD) mène pour le compte du groupe EIFFAGE, des opérations de dépollution d'ampleur sur les terrains d'une ancienne usine à gaz à Marseille (13).

Le projet de construction de l'ECOCITE Smartseille, intègre des travaux de dépollution au long cours, conduits selon une approche originale basée sur la gestion globale de mouvements de terres, approche qui s'inscrit parfaitement dans une dynamique d'économie circulaire.

RECONVERSION INNOVANTE

D'UNE ANCIENNE USINE À GAZ EN ÉCOCITÉ (PROJET SMARTSEILLE)

OU COMMENT GÉRER LA DÉPOLLUTION

PAR UNE APPROCHE GLOBALE DES MOUVEMENTS DE TERRES ?

Un projet démonstrateur de la ville durable méditerranéenne

Smartseille, l'ilot démonstrateur de l'ÉcoCité Euroméditerranée, est un **projet immobilier de 58 000 m²** prévoyant la construction d'immeubles à usages mixtes (habitations, bureaux, commerces) entre 2014 et 2021 et dont l'ambition vise l'exemplarité en terme de développement durable.

Smartseille est un démonstrateur à plusieurs titres :

- Première opération concrète entrant dans le cadre d'Euromed 2 - Opération d'Intérêt National (OIN) considérée comme la plus importante opération de requalification urbaine d'Europe du Sud avec plus de 480 hectares entre le Vieux-Port, la gare TGV et le port de commerce de Marseille.

- Pilote d'innovations urbaines et environnementales traitant de toutes les composantes de l'écosystème urbain, mais aussi du changement climatique et des mutations sociales – avec entre autres sur les plans de :

- L'énergie : la création d'une boucle de transfert entre bureaux et logements qui échangent leurs calories, boucle à eau de mer réduisant les consommations énergétiques été comme hiver ;

Usine à gaz en mars 1900

Vue générale du projet SMARTSEILLE

• La construction : l'utilisation de bétons bas carbone et de matériaux biosourcés ;

• La mobilité, les usages et services écologiques : des parkings mutualisés, pièces nomades, valorisation de la biodiversité urbaine, limitation de l'imperméabilisation des sols, etc…

Compte tenu de son implantation sur les **terrains d'une ancienne usine à gaz (2.4 Ha)** où des opérations de dépollution avaient partiellement été réalisées par le passé, le sujet de la **dépollution dans ce contexte de reconversion immobilière constituait un enjeu de taille** qu'il convenait ainsi d'appréhender par une approche et des mesures de gestion de la pollution tout aussi innovantes et exemplaires.

Une démarche de conception initiée très en amont

Dans ce contexte, les principaux acteurs (EPAEM et EIFFAGE) ont partagé très en amont le travail de conception préfigurant la faisabilité technique et financière du projet. Les problématiques environnementales ont également été intégrées dès les phases amont. OGD, fort de son expérience dans la gestion intégrée d'importantes opérations de dépollution en milieu urbain, a su bâtir une stratégie de réhabilitation originale, basée sur la gestion globale et optimisée des mouvements de terres.

L'intérêt ? Raisonner à l'échelle du projet : évaluer les contraintes liées à la gestion des pollutions dans un contexte de construction opérée sur plusieurs années, identifier les potentialités afin d'améliorer la mise en relation dans le temps de l'offre et de la demande dans une logique d'économie des ressources.

Des problématiques de pollution & des contraintes opérationnelles à intégrer

Une stratégie de dépollution du site, conforme aux deux approches portées par la méthodologie nationale de gestion des Sites et Sols Pollués (SSP), a été élaborée :

- La partie sanitaire, appréhendée par le biais d'un Plan de Gestion et qui a conduit à la définition de seuils de réhabilitation permettant de garantir l'absence de risques sanitaires pour les futurs usagers du site, selon les différents types d'aménagements prévus (logements, bureaux, commerces, crèche, école, hôtel…). Cette phase d'étude a été conduite par le bureau d'étude EODD, certifié par le LNE dans le domaine des sites et sols pol-lués (SSP), désigné également Maitre d'œuvre Dépollution du chantier.

- La partie « gestion de déblais impactés » générés dans le cadre des opérations de terrassement.

Le projet de construction, articulé autour de 5 lots, prévoit l'aménagement de deux niveaux de parkings souterrains sur la quasi-totalité de la surface du site – soit près de **70 000 m³ de déblais qu'il convient de (re) caractériser, trier et orienter.**

Sur ce volume :

- environ **20 000 m³ de déblais étaient impactés par des polluants de type Cyanures et Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)**, dépassant les seuils de réemploi sur site définis dans le plan de gestion et devant donc faire l'objet d'une gestion spécifique, par le biais d'un traitement ou d'une évacuation en filière,

- environ 50 000 m³ de déblais étaient conformes aux seuils de réemploi. Néanmoins, et compte-tenu des impératifs de phasage et de l'espace de stockage disponible, diminuant au fur et à mesure de l'avancement du chantier, ces matériaux ne pourront pas tous être valorisés sur site.

Considérant un rehaussement général de la zone, les **besoins en remblais** restent toutefois significatifs - de **l'ordre de 31 500 m³**. Le phasage du chantier et l'enchainement des lots font que les besoins les plus importants en remblais apparaitront à la fin du chantier, lors de l'aménagement final du site, alors même que les déblais gérés dans le cadre du dernier lot terrassé ne pourront pas être valorisés sans traitement préalable.

Habituellement, l'approche mise en œuvre dans le cadre de chantiers de gestion de terres polluées consiste à l'élaboration d'un plan de terrassement avec orientation, évacuations en filières et si possibilité, stockage temporaire d'une partie des déblais pour remblaiement. Néanmoins, cette approche ne permet pas de gérer les phasages de déblais/remblais de façon optimisée économiquement et durable écologiquement – notamment dans le cadre d'un chantier comme celui de SMARTSEILLE.

Ainsi, la particularité de l'approche retenue par OGD pour la gestion des déblais impactés a été de proposer un **programme de mouvements de déblais / remblais sur la période globale du chantier,** tout en y intégrant des **phases de prétraitement - traitement sur site / hors site et de réemploi,** permettant ainsi de limiter l'apport de matériaux extérieurs. Ici, l'approche est basée sur la gestion de mouvements de matériaux et non sur une gestion de déblais orientés en filières de traitement. →

Une approche travaux au service de l'économie circulaire

Pour bien connaitre la réalité de la pollution des terrains, et affiner dès lors le programme de réhabilitation, **des travaux préparatoires ont été réalisés.**

Ces opérations ont consisté à :

- **L'élaboration d'une base de données** intégrant l'ensemble des informations relatives à la nature des sols en place (nature & degré de contamination, présence de réseaux enterrés, granulométrie, ...) à partir notamment :

• De l'historique du site (localisation des anciennes canalisations et réservoirs et des sources de pollution concentrée),

• Des résultats des dépollutions précédentes du site et des études disponibles,

• Des résultats d'investigations complémentaires menées par OGD en amont du chantier (observations terrain, analyses, géo référencement des points de sondages...),

• De l'analyse géostatistique de l'ensemble des données (corrélations / extrapolations).

- La définition d'une nomenclature dédiée aux différents types de mouvements possibles.

Soit plus d'une dizaine de mouvements unitaires pouvant ainsi être combinés.

- La création des plans de terrassement associés aux mouvements prédéfinis.

Objectif : pouvoir tracer de façon détaillée et quotidienne tout mouvement de terres effectué sur le site – depuis sa maille d'origine jusqu'à sa localisation finale.

- Le développement en parallèle d'une application mobile – GAIA – intégrant la base de données, les plans de terrassement projet, les maillages précis de pollution et les différentes catégories de mouvements.

Intérêt : Disponible directement sur tablette, le suivi du chantier peut se faire aussi bien sur terrain qu'en back office. Cette application permet de suivre et de s'adapter en temps réel aux changements de phasage des travaux (modifications de l'ordre des lots, du planning, etc...) ainsi qu'aux évolutions permanentes du projet (modifications des cotes des terrassements, des besoins en remblais, tracé des VRD, etc...) tout en garantissant la traçabilité des mouvements de terres et leur gestion optimisée.

En phase chantier, différentes mesures de gestion ont pu être mises en œuvre afin de minimiser les flux sortant de terres polluées à traiter et de maximiser ainsi une économie de la ressource tout en s'adaptant en permanence aux évolutions du chantier :

- Tri granulométrique et analytique des matériaux sur site – constitution de lots de déblais homogènes et compatibles d'un point de vue sanitaire pour une réutilisation sur site et évacuation en filières hors site des matériaux considérés comme « hotspots » représentant environ 10 000 m³ ;

- Traitement biologique sur site de 2 500 m³ de terres polluées sous forme d'un biotertre sur une durée de 12 mois, réutilisation des terres après traitement ;

- Stockage temporaire des matériaux compatibles d'un point de vue sanitaire sur une plateforme au sein du périmètre de la ZAC, avant réutilisation en remblais sur site, limitant ainsi le recours à l'élimination en filières et l'apport de maté-riaux de remblais naturels d'environ 4 000 m³ ;

- Evacuation des terres avec pollutions modérées sur une plateforme OGD locale pour un traitement par voie biologique et retour sur site en remblais. Ces dispositions encadrées par l'arrêté préfectoral de la plateforme, ont permis la valorisation de plus de 8 000 m³ de matériaux rendus compatibles avec le site sur le plan sanitaire.

L'utilisation conjuguée des capacités des deux plateformes sur site et hors site a permis la mise en œuvre d'une véritable opération d'économie circulaire, **avec 100 % des besoins en remblais couverts par les matériaux réutilisés et ce dans le respect des contraintes réglementaires et sanitaires.**

Zones de terrassement

Aires de stockage temporaires

Plateforme OGD

En parallèle, **des solutions d'optimisation logistique** reposant sur le principe de double fret et l'utilisation de filières locales pour le traitement des déblais pollués et la fourniture de matériaux de remblaiement ont été déployées.

Des bénéfices mesurables

Le mode de gestion mis en œuvre dans le cadre de ce projet a permis de réduire significativement les impacts liés à la gestion de la pollution des sols.

D'un point de vue environnemental :

- Economie des ressources (matériaux et énergies fossiles) en favorisant notamment les techniques de tri et traitement sur site, et le cas échéant les technologies de valorisation hors site.

- Diminution significative du bilan carbone du chantier en limitant le nombre de camions évacués tout en minimisant les besoins en matériaux d'apport extérieur. Cette gestion optimisée des matériaux s'inscrit parfaitement dans la démarche de développement durable de l'Ecocité.

L'opération a permis de réduire de 28 % les émissions de CO_2 en limitant fortement le transit de camions. Sur l'ensemble du chantier, a ainsi pu être évitée l'émission d'environ :

- 120 TéqCO2, grâce à la gestion optimisée des stockages temporaires sur et hors site,

- 50 TéqCO2, grâce à la réduction des transports de remblais d'apport extérieurs ,

- 87 TéqCO2, grâce au traitement sur site de terres polluées.

D'un point de vue opérationnel :

- Sécurisation technique par la mise en œuvre de mesures de gestion optimisées à l'échelle globale du projet, la maitrise de la traçabilité, la limitation des flux sortant ;

- Souplesse et agilité : par l'adaptation en permanence et en temps réel aux contraintes opérationnelles et évolutions du projet ;

D'un point de vue économique :

- Sécurisation financière par des démarches d'anticipation permettant d'élaborer une stratégie de réhabilitation optimisée et adaptée au contexte du projet ;

- Meilleure maitrise des aléas en amont (orientations filières) et pendant le chantier (évolution de planning et phasage.

Amélie ROGNON, OGD

// RÈGLEMENTATION

LA TERRE DANS L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE
LA SORTIE DU STATUT DE DÉCHET DES TERRES EXCAVÉES

Dès qu'elles sortent de leur site d'excavation, les terres excavées sont considérées comme des « déchets », au sens du Code de l'environnement, ce qui contraint fortement leur réutilisation. Des solutions juridiques sont actuellement en cours d'élaboration pour encadrer leur sortie du statut de déchet. En particulier, un projet d'arrêté portant sur la sortie du statut de déchet des terres excavées réutilisées dans les opérations d'aménagement et de génie civil a été soumis à la consultation du public jusqu'au 20 juin 2019. La réutilisation des terres excavées constitue en effet l'un des objectifs de la feuille de route sur l'économie circulaire du Ministère de l'environnement publiée le 23 avril 2018.

Le statut de déchet des terres excavées déplacées de leur site d'excavation limite leur réutilisation

Conformément à la décision de la Commission en date du 18 décembre 2014 modifiant la décision 2000/532/CE, le Code de l'environnement qualifie les terres excavées déplacées hors de leur site d'excavation de « déchet ». Elles sont classées aux rubriques 17 05 03* (terres et cailloux contenant des substances dangereuses), 17 03 04 (terres et cailloux autres que ceux visés à la rubrique 17 05 03) et 20 02 02 (terres et pierres) de la nomenclature des déchets.

En tant que déchets, les terres excavées sont soumises à des obligations lourdes en terme de traçabilité. Elles doivent, en outre, être envoyées dans des installations de traitement puis faire l'objet d'une élimination en installation de stockage adaptée ou d'une valorisation sous statut de déchets.

Conformément à l'article L.541-32 du Code de l'environnement, l'entreprise valorisant les terres dans la réalisation de travaux d'aménagement, de réhabilitation ou de construction doit être en mesure de justifier auprès des autorités compétentes de la nature des terres utilisées et de l'utilisation de ces terres dans un but de valorisation. Les inspecteurs de l'environnement peuvent donc se fonder sur cet article pour demander les justifications afin de s'assurer que l'aménagement présente une réelle utilité et ne constitue pas une installation d'élimination de déchets soumise à la réglementation des installations classées[1]. Ce statut rend, par ailleurs, impossible la commercialisation des matériaux susceptibles d'être produits à partir de terres excavées.

Des procédures permettent cependant de sortir les terres du statut de déchet. →

1- Note du 25 avril 2017 relative aux modalités d'application de la nomenclature des installations classées pour le secteur des déchets.

Les procédures de sortie du statut de déchets

L'avis du Ministère de l'environnement en date du 13 janvier 2016 prévoit deux procédures de sortie du statut de déchet, par lesquelles les terres excavées peuvent perdre le statut de déchets pour devenir de simples produits :

• la procédure de sortie dite « explicite » du statut de déchet, qui pourra prochainement être utilisée pour la réutilisation des terres excavées dans les opérations d'aménagement et de génie civil 1°) et,

• la procédure de sortie dite « implicite » du statut de déchet qui peut, sous certaines conditions, être utilisée pour la production de nouveaux matériaux à partir de terres excavées 2°).

1°) La procédure de sortie dite « explicite » du statut de déchet pour la réutilisation des terres excavées dans les opérations d'aménagement et de génie civil

La procédure de sortie dite « explicite » du statut de déchet peut être mise en œuvre dans les installations de traitement de déchet (classé 27XX de la nomenclature des installations classées) lorsqu'un règlement européen ou un arrêté ministériel spécifique le prévoit pour le type de déchet concerné.

Il n'existe actuellement pas de règlement européen, ni d'arrêté ministériel qui règlemente la sortie du statut de déchet des terres excavées.

Cependant, un projet d'arrêté ministériel a été soumis à la consultation du public du 23 mai au 20 juin 2019. Il doit fixer les critères de sortie du statut de déchet des terres excavées réutilisées dans les opérations d'aménagement et de génie civil.

a) les opérations d'aménagement et de génie civil visées par le projet d'arrêté soumis à la consultation du public

Selon le projet d'arrêté, les opérations d'aménagement concernées sont :

–celles visées à l'article L.300-1 du Code de l'urbanisme, à savoir principalement les opérations ayant pour objet de mettre en œuvre un projet urbain, une politique locale de l'habitat ou ayant pour objet de réaliser des équipements collectifs ou de lutter contre l'insalubrité, et

–les opérations de construction faisant l'objet d'une procédure ou autorisation d'urbanisme, telles que les zones d'aménagement concerté, les lotissements ou la résorption de l'habitat insalubre.

Les opérations de génie civil qui entrent dans le champ d'application du projet d'arrêté sont les opérations de réalisation et de réhabilitation d'ouvrages de construction et d'infrastructures. Elles incluent notamment, le gros œuvre, les constructions industrielles, les infrastructures de transport, les constructions hydrauliques et les infrastructures urbaines.

b) les critères de la sortie du statut de déchet

Le maître d'œuvre mettant en œuvre la procédure de sortie du statut de déchet devra contrôler les lots de terres ayant cessé d'être un déchet. Les analyses nécessaires sont détaillées dans les guides validés par le ministère chargé de l'environnement, à savoir les guides d'acceptabilité de matériaux alternatifs en techniques routières (CEREMA – Ex SETRA – 2011 et CEREMA – 2016 + guide (à paraître fin 2019) de valorisation des terres excavées en infrastructures linéaires de transport), et le guide de valorisation hors site des terres excavées issues de sites et sols potentiellement pollués dans des projets d'aménagement (BRGM – 2017, en cours de révision).

Le maître d'ouvrage devra ensuite établir une attestation de conformité, transmise à l'utilisateur de chaque lot de terres.

Il devra mettre en œuvre un système de gestion de qualité qui couvre les différentes opérations de gestion de ces déchets, certifié au titre de la norme NF EN ISO 9001.

c) la liste des informations à conserver

Les terres devront être identifiées par un numéro unique et l'installation de valorisation doit être référencée, afin de garantir une traçabilité. Le système de numérotation doit être consigné dans un manuel de qualité. Les éléments de traçabilité doivent être conservés pendant 10 ans.

Dans l'hypothèse où un contrat de cession est conclu entre l'entreprise réalisant la transformation et le contrôle des terres et l'entreprise chargée de valoriser les terres excavées, les informations relatives aux terres excavées (site d'excavation des terres excavées, la période d'excavation, le volume de terres excavées concerné, le ou les opérations pour la préparation en vue de l'utilisation en génie civil ou en aménagement, le site concerné par l'utilisation en génie civil ou en aménagement, l'usage retenu et les critères de qualité des terres excavées) devront également figurer dans ce contrat de cession des terres. →

2°) La procédure de sortie dite « implicite » du statut de déchet pour le remploi des terres excavées comme matière première dans la fabrication de matériaux

Des entreprises, notamment des cimentiers, utilisent les terres excavées pour fabriquer de nouveaux matériaux.

Ces opérations peuvent, dans certaines conditions, bénéficier de la procédure dite « implicite » de sortie du statut de déchet.

Cette procédure a pour objectif de limiter l'utilisation de ressources vierges et d'augmenter la pratique du recyclage.

Selon l'avis du Ministère de l'environnement du 13 janvier 2016, ce qui est produit par une installation de production au sens de la réglementation des installations classées n'a pas le statut de déchet, quand bien même celle-ci utilise pour tout ou partie des déchets comme matière première, pour autant que le produit soit similaire à un produit qui aurait été constitué sans avoir recours à des déchets comme matières premières.

Les fabricants et vendeurs de ces produits doivent s'assurer qu'ils sont conformes à la règlementation applicable aux produits (en particulier, les règlementations REACH[2] et CLP[3]) et aux normes techniques applicables. Ils doivent notamment s'assurer que le matériau produit n'est pas susceptible de porter atteinte à la santé ou à l'environnement. Leur responsabilité pourrait sinon être recherchée, par les tiers victimes, sur le terrain de la responsabilité délictuelle (article 1240 du Code civil), de la responsabilité du fait des produits défectueux (article 1245 du Code civil) ou par les acquéreurs des produits, sur le terrain de la responsabilité contractuelle, pour manquement à leur obligation de sécurité, de conformité ou de conseil.

La difficulté est qu'il n'existe actuellement aucun critère réglementaire d'acceptabilité pour la fabrication de matériaux à partir de terres excavées. Une démarche d'évaluation, actuellement en cours d'élaboration, doit prochainement fixer les critères d'acceptabilité environnementale et sanitaire pour l'incorporation de matériaux alternatifs en produit de construction ou en usage sous bâtiment. Pour être opérationnelle, cette démarche devra être déclinée en guide d'application c'est-à-dire pour un gisement de matériau alternatif dans un usage donné. Piloté par le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA), un guide d'application portera notamment sur les méthodes d'acceptabilité de déchets non-dangereux minéraux dans les mobiliers urbains et de chantiers.

La procédure de sortie implicite du statut de déchet ne peut actuellement uniquement être utilisée que dans les installations « de production » soumise à la règlementation des installations classées. Un projet de loi portant suppression de surtranspositions de directives européennes en droit français adopté en 1ère lecture par le Sénat le 7 novembre 2018 prévoit d'étendre cette procédure à l'ensemble des installations de production y compris à celles qui n'entrent pas dans le champ de la réglementation des installations classées dans des conditions fixées par décret.

Fanny Vellin, avocate,
CABINET NORTON ROSE FULBRIGHT

2- Règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances.
3- Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges.

// DOSSIER

Baser les évaluations des risques sanitaires et environnementaux sur les concentrations totales en contaminants métalliques dans les sols peut engendrer des surestimations non négligeables. Les mesures de bioaccessibilité et de biodisponibilité permettent d'établir une image représentative des risques.

LA PRISE EN COMPTE DE LA BIOACCESSIBILITÉ ET DE LA BIODISPONIBILITÉ DES CONTAMINANTS MÉTALLIQUES DES SOLS DANS LES ÉVALUATIONS DES RISQUES SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX

La bioaccessibilité et la biodisponibilité[1] des contaminants métalliques dans les sols ont été identifiées, dans la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués en 2017, comme des outils pertinents pour préciser les évaluations des risques sanitaires (ERS) et environnementaux (ERE). Il existe en effet un consensus selon lequel seule une fraction du contaminant franchit les barrières biologiques et atteint un organe cible. La prise en compte de la concentration totale des contaminants dans les sols pour les calculs d'ERS et d'ERE engendre alors fréquemment des surestimations. Bien que conservateur, ce calcul peut conduire au surdimensionnement des mesures de gestion et donc, à des coûts pouvant, dans certains cas, remettre en cause un projet de réhabilitation. Pour dynamiser la reconversion des sites à passifs environnementaux, il apparaît nécessaire de prendre en compte la bioaccessibilité et la biodisponibilité des contaminants métalliques présents dans les sols pour des ERS et ERE plus représentatives de la réalité.

Pour répondre à ce besoin, TESORA et le laboratoire Chrono-Environnement (Université de Franche-Comté) mènent en collaboration avec le Laboratoire Génie Civil et géo-Environnement (ISA-Lille) un projet de recherche soutenu par l'ADEME pour **CO**upler des indicateurs chi**M**iques et **B**iologiques pour une évaluation **I**ntégrative des risques sa**N**itaires et **E**nvironnementaux : le projet **COMBINE**. Un des objectifs de ce projet est la comparaison de risques sanitaires estimés via la méthodologie d'Interprétation de l'état des milieux (IEM) avec et sans prise en compte de la bioaccessibilité des contaminants et de risques environnementaux (estimés via des tests de bioaccumulation) afin d'identifier la complémentarité de ces deux approches et l'impact que la prise en compte de ces données peut avoir sur la gestion d'un site. La comparaison de ces données permettra à terme de réaliser des ERS et ERE plus représentatives de l'exposition en intégrant les facteurs modulant la mobilité et le devenir des polluants présents dans les sols (Figure 1).

Pour mener à bien cet objectif, 30 échantillons de terres contaminés par l'arsenic (As), le cadmium (Cd) →

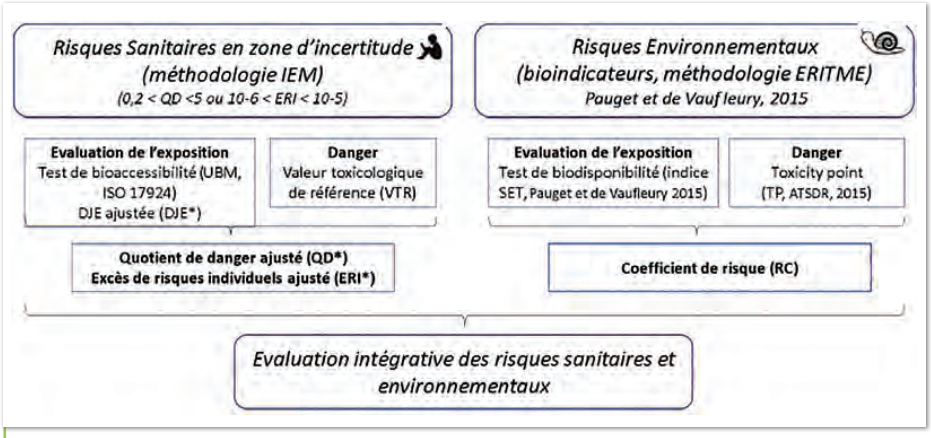


Figure 1 : Intégration de la bioaccessibilité et de la biodisponibilité dans les ERS et ERE.

1- Bioaccessibilité : fraction d'un contaminant présent dans une matrice libérée dans les sucs gastro-intestinaux humains et donc disponible pour absorption.
Biodisponibilité : fraction réellement assimilée d'un contaminant présent dans une matrice.
2 -Optimisation de la gestion des sites et sols pollués par une mesure simple de bioaccessibilité (LGCgE ISA Lille).

et le plomb (Pb) couvrant une large gamme de paramètres physico-chimiques et de degrés de contamination ont été sélectionnés parmi ceux constitués au cours du programme ODESSA[2], également soutenu par l'ADEME. Sur chaque échantillon, ont été effectués un test de bioaccumulation en laboratoire de 28 jours avec l'escargot (Cantareus aspersus, méthodologie ERITME, Louzon et al. 2019) et un test in vitro de bioaccessibilité (UBM - Unified Barge Method, ISO 17924) en vue d'estimer la fraction des contaminants du sol pouvant être, après ingestion, solubilisée dans les sucs gastro-intestinaux de l'Homme. De fortes corrélations ($0.7 < r^2 < 0.9$) ont été mises en évidence entre les concentrations bioaccumulées par les escargots et les concentrations bioaccessibles mesurées via le test UBM. La modélisation (régressions linéaires multiples) de l'influence des paramètres des sols sur la bioaccumulation montre que la prise en compte de la teneur en matière organique du sol permet d'améliorer la corrélation entre bioaccessibilité et bioaccumulation des trois éléments métalliques étudiés.

Pour identifier l'impact de l'intégration de la bioaccessibilité et de la biodisponibilité lors des évaluations des risques, les quotients de danger (QD) et les excès de risque individuel (ERI) pour chacun des 30 échantillons de terre étudiés pour l'As, le Cd et le Pb ont été calculés[3] (en utilisant les valeurs génériques d'exposition fournies dans la grille de calcul IEM). Quand les QD et les ERI étaient en zone d'incertitude, ils ont été corrigés par la bioaccessibilité. Il ressort de cette étude que sur les 30 sols, 20 sont identifiés en zones d'incertitude pour les QD de l'As (pour des concentrations totales comprises entre 13 et 228 mg kg^{-1}). La prise en compte de la bioaccessibilité engendre une forte diminution des valeurs de QD pour l'As puisque 12 sols initialement en zone d'incertitude ont été reclassés en absence de risques. Les sols considérés comme ne présentant pas de risque (QD* < 0,2) grâce à la prise en compte de la bioaccessibilité ne sont pas systématiquement les moins contaminés. Concernant les ERI, le résultat est moins marqué puisque seuls 2 sols (sur les 28) ont été reclassés comme ne présentant pas de risques en intégrant la bioaccessibilité.

Le risque sanitaire global des terres étudiées pour l'As a été estimé sur la base de la synthèse des classes de risques des QD et des ERI puis a été comparé à l'estimation des risques environnementaux basée sur les indices ERITME (Tableau 1). On remarque que la majorité des sols de l'étude sont catégorisés en zone d'incertitude, principalement due aux ERI. L'utilisation de la bioaccessibilité permet néanmoins de conclure à une absence de risque sanitaire pour l'As de deux sols initialement identifiés en zone d'incertitude, permettant ainsi d'envisager la contamination des sols sous un angle différent et donc les options de gestion à mettre en œuvre.

Pour l'évaluation des risques environnementaux basée sur la méthodologie ERITME (en laboratoire), 47% des terres présentent une absence de risque et 7% présentent un risque avéré pour l'environnement. Sur les 47% des terres en zone d'incertitude, une étude plus approfondie a confirmé que le risque (estimé via la bioaccumulation) n'était pas lié uniquement à la teneur totale en As, certains sols présentant des teneurs en As faibles (11 mg/kg^{-1}) bien en dessous des gammes « normales » dans les sols (données du programme ASPITET). La concordance des ERS et ERE sur les terres présentant un risque avéré est très

	Conclusion ERS		Conclusion ERE
	IEM	IEM*	ERITME
Absence de risque	0%	7%	47%
Zone d'incertitude	93%	87%	47%
Risque	7%	7%	7%

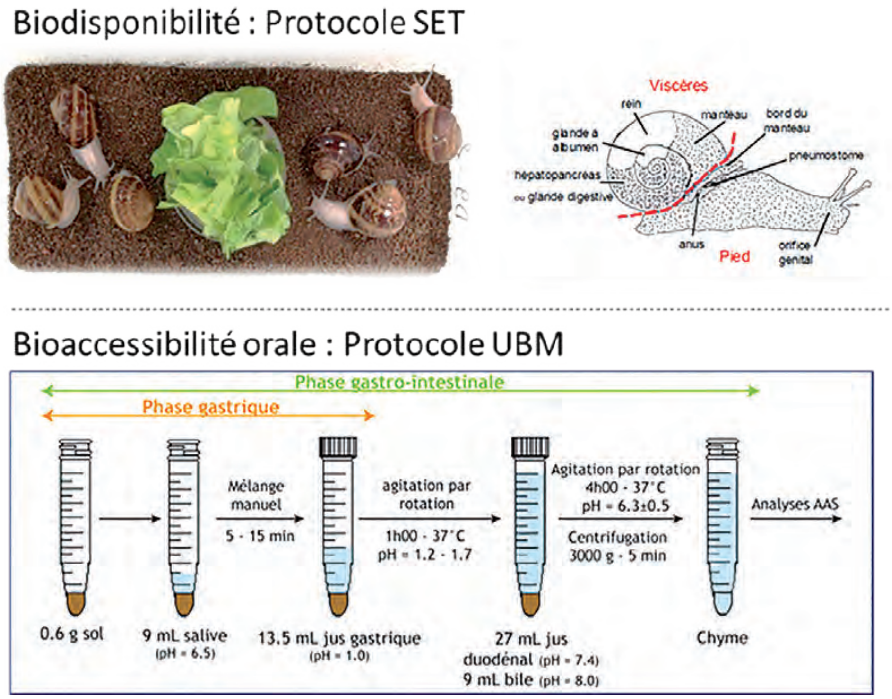
Tableau 1 : caractérisation des risques sanitaires des 30 terres de l'étude pour l'As sans (IEM) et avec (IEM*) prise en compte de la bioaccessibilité et des risques environnementaux (ERITME).

3- Pour raisons éditoriales, seuls les résultats pour l'As seront présentés dans cet article.

intéressante car elle permet de statuer sur le risque environnemental sur la base du risque sanitaire (et inversement). Bien que la bioaccumulation et la bioaccessibilité soient fortement corrélées, le risque environnemental de l'As présent dans les terres de l'étude est globalement plus faible que le risque sanitaire (en lien avec les différences biologiques, l'influence de la matière organique, les différences entre les facteurs de risque...). En effet, bien que la prise en compte de la bioaccessibilité permette de reclasser 7% des terres en absence de risque, 87% des terres sont encore en zone d'incertitude contre seulement 47% des terres pour les risques environnementaux. Il apparait ainsi que la présence d'As dans les sols présente globalement moins de risques pour l'environnement que pour l'Homme (pour les sols de cette étude).

Ainsi cette étude a permis de mettre en évidence que la prise en compte de la bioaccessibilité et de la biodisponibilité des polluants présents dans les sols permet d'avoir une vision plus globale et ouvre de nouvelles perspectives de gestion des pollutions qui sont plus en adéquation avec les caractéristiques propres du site modulant la mobilité et le transfert des polluants. Ainsi un pas de plus est réalisé vers l'application du concept One Health pour le développement d'évaluations intégratives des risques combinant des approches sanitaires et environnementales.

Benjamin PAUGET, TESORA



Projet COMBINE

Financement : ADEME (C. Grand)

Partenaires : TESORA (Coordination, B. Pauget), Laboratoire ChronoEnvironnement (M. Louzon et A. de Vaufleury, F. Gimbert), Laboratoire de Génie Civil et géo-Environnement (A. Pelfrêne et F. Douay)

Le projet sera présenté plus en détail lors des 4èmes Rencontres Nationales de la Recherche sur les Sites et Sols Pollués organisées par l'ADEME les 26 et 27 novembre 2019.

Références :
Pauget, B., de Vaufleury, A. (2015). The SET and ERITME indices: Integrative tools for the management of polluted sites. Ecological Indicators, 53, 206-210.
ISO DIS 17924, (2018). Qualité du sol – Evaluation de l'exposition humaine par ingestion de sol et de matériaux du sol – Mode opératoire pour l'estimation de la bioaccessibilité/biodisponibilité pour l'Homme de métaux dans le sol. Genève : International Standardisation Organisation.
Louzon M., Pelfrêne A., Pauget B., Gimbert F., Crini N., Rieffel D., Amiot C., Douay F., A. de Vaufleury A., 2019. Assessment of metal(loid) bioavailability for landsnails and human bioaccessibility: a new pathway to build bridges between ecotoxicological and human health risk assessment of contaminated soils. SETAC WE164, Oral communication
ATSDR, 2015. Detailed Data Table for the 2015 Priority List of Hazardous Substances that will be the subject of toxicological profile.

// FORMATIONS

FOCUS SUR 4 FORMATIONS SSP

LICENCE PRO DSP - UNIVERSITÉ PARIS-EST MARNE LA VALÉE

Depuis son ouverture en septembre 2015, la Licence Professionnelle « Technicien spécialisé en Dépollution des Sols Pollués (DSP) » de l'Université Paris-Est Marne la Vallée a accueilli 31 étudiants, principalement sous le régime de l'apprentissage. Cette formation est menée en partenariat fort avec le BRGM, notamment pour les formations pratiques dédiées aux prélèvements réalisées sur la plateforme basée à Orléans. Par ailleurs, elle bénéficie d'un fort soutien du monde professionnel, ce qui a été remarqué par le comité chargé de l'évaluation des formations (HCERES) lors du renouvellement de la Licence Professionnelle ayant eu lieu cette année.

Après 4 ans d'existence, les premières études de suivi montrent que la plupart des étudiants restent dans le domaine des sites et sols pollués (85%), soit en tant que technicien, soit en tant qu'alternant de niveau Master. Ceci démontre bien l'importance de la formation pour le métier. La majorité des étudiants ont réalisé leur cursus sous le régime de l'apprentissage.

Après un démarrage plutôt encourageant sur les 3 premières années, la LP DSP a fait face à une chute d'effectif sur la dernière promotion (2018-2019). Des campagnes de communication au sein de structures (lycées, IUT) accueillant des formations de niveau bac+2 ont permis d'accroître le nombre et la qualité des candidatures pour l'année à venir. La sélection et l'admission des futurs étudiants continue jusqu'en septembre.

En savoir plus

SOYEZ MAÎTRE D'APPRENTISSAGE DU MASTER SSP DE L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE !

Le cursus « Sites et Sols Pollués » de l'Université de Lorraine, placé sous l'égide du « Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Friches Industrielles » (GISFI), est de niveau Master 2 et fonctionne en alternance. Créé en septembre 2016, il émane du constat d'un manque à l'échelle nationale de formations spécifiquement dédiées au domaine SSP. Il accueille des étudiants de formation scientifique de niveau bac+4 et bac+5. Les effectifs suivent une évolution encourageante : en 2018-19, 10 étudiants suivent le cursus, pour un flux annuel national d'embauches estimé à une quinzaine (cet effectif de 15 correspond donc à la capacité d'accueil qui ne sera pas dépassée). Le nombre de candidatures s'accroît également pour atteindre 60 dossiers pour l'année 2018-19. Les enseignements (420 h) visent l'acquisition de compétences identifiées dans la norme AFNOR NF X31-620 relative aux exigences pour les prestations de service dans le domaine des SSP. Ils sont assurés par des professionnels, des institutionnels, le BRGM (convention de partenariat) et des universitaires. Les étudiants bénéficient tous d'un contrat d'apprentissage, majoritairement au sein de bureaux d'études. Sur la base des deux premières promotions, le taux d'embauche en fin de formation est de 90%. En 2019, des demandes nouvelles apparaissent, notamment des professionnels du domaine SSP souhaitant initier des démarches de Validation des Acquis de l'Expérience.

Cliquez ici

LE MASTÈRE SPÉCIALISÉ® CHEF DE PROJET EN REHABILITATIONS ENVIRONNEMENTALES ET INDUSTRIELLES

Le MASTÈRE SPÉCIALISÉ® CHEF DE PROJET EN REHABILITATIONS ENVIRONNEMENTALES ET INDUSTRIELLES est une formation bac+6 d'un an, ouverte depuis 2015, qui forme à des missions transversales de coordination, actions à prévoir et travaux à conduire, lors de la fin de vie d'une usine. Sept à quinze étudiants par promotion sont en alternance, en entreprise les ¾ du temps.

Ces alternants peuvent continuer dans la même entreprise, ou chez un donneur d'ordre, un bureau d'études ou une société de travaux. Cette formation est ouverte aux étudiants, salariés en poste et demandeurs d'emploi, par admission sur dossier ; les professionnels en activité peuvent choisir de suivre un ou plusieurs modules.

Les cours sont assurés par des enseignants-chercheurs en chimie, risques et génie chimique de l'INSA Rouen-Normandie, ainsi que par des professionnels spécialistes et des experts VALGO. Les cours sont organisés en modules indépendants, de manière à répondre aux besoins spécifiques ou globaux des entreprises utilisatrices :

• Conduire une démarche d'analyse de l'activité industrielle ;

• Piloter le projet de démantèlement ;

* Viabiliser le site ;

• Gérer en respectant les réglementations et l'environnement sociétal.

Les débouchés sont :

• les grands groupes industriels qui maîtrisent en interne ces processus de fin de vie des usines ;

• les activités de conseil et de services spécialisés ;

• les promoteurs, sociétés d'aménagement, cabinets d'architectes et maîtres d'œuvres spécialisés ;

• les entreprises de service public ;

• les administrations en relation avec l'environnement.

En savoir plus

LANCEMENT DE LA FORMATION MASTÈRE SPÉCIALISÉ® « CHEF DE PROJETS SITES ET SOLS POLLUÉS » DE MINES SAINT-ÉTIENNE

Mines Saint-Étienne ouvre à la rentrée d'octobre 2019 un Mastère Spécialisé® Chef de projet Sites et Sols Pollués.

Formation à vocation professionnelle, le MS SSP a pour objet de donner en 12 mois (comprenant 6 mois de stage en entreprise) une double compétence ou de développer une expertise transversale en ingénierie de dépollution SSP pour les besoins des entreprises tout en répondant aux exigences environnementales.

Afin de développer les compétences requises, liées au métier de Chef de projets SSP, cette formation vise l'appropriation :

• Des connaissances du secteur des SSP, afin de maîtriser les interactions entre l'ensemble des parties prenantes et le déroulement de la conduite des opérations en vigueur dans le cadre de projets de dépollution, de réhabilitation et d'aménagement SSP,

• Des enjeux (sociaux/sociétaux, environnementaux et économiques) afférents à tout projet de dépollution, de réhabilitation et d'aménagement SSP,

• Des méthodes et outils en termes de management, de mise en œuvre de projets de dépollution, de réhabilitation et d'aménagement SSP et de l'obligation de garantie de résultats.

Le programme :

• Un ensemble d'enseignements de 450 heures incluant des enseignements théoriques, des travaux pratiques, des travaux de groupe ainsi que des visites de sites,

• Un travail personnel, préparé dans le cadre d'une mission en entreprise et débouchant sur la soutenance d'une thèse professionnelle.

En savoir plus

// ACTUALITÉ

LES DERNIÈRES PUBLICATIONS EN LIEN AVEC LES SSP

Les enjeux de l'artificialisation des sols : diagnostic

Lors de la conférence du 13 février 2018 relative au pacte fiscal écologique, le ministre de la transition écologique et solidaire, et le ministre de l'économie et des finances, avaient sollicité le Comité pour l'économie verte (CEV) afin que celui-ci rende un avis sur les instruments économiques permettant de limiter l'artificialisation des sols dans l'optique de viser l'objectif européen de stabilité de la superficie artificialisée en 2050.

Télécharger le raport

Guide de gestion des résultats des diagnostics réalisés dans les lieux accueillant enfants et adolescents – Choix des valeurs permettant la construction des repères R1, R2 et R3. INERIS-DRC-18-173500-10929A

Cette note a pour objet de préciser la méthode de construction des repères R1, R2 et R3 pour les substances volatiles dans le cadre de la gestion des résultats des diagnostics réalisés dans les lieux accueillant des enfants & adolescents aussi appelée démarche « établissements sensibles » ; démarche mise en œuvre depuis juillet 2010 à l'initiative du Ministère en charge de l'environnement selon les modalités fixées par la circulaire du 4 mai 2010.

Détermination des valeurs de fond dans les sols

L'ADEME publie 2 guides dont l'objectif principal est d'uniformiser les méthodes de détermination des valeurs de fonds dans les sols :

- guide à l'échelle territoriale concerne principalement les gestionnaires de territoire. L'objectif de la méthodologie à cette échelle est de produire de la donnée publique représentative des sols d'un territoire. En l'occurrence, les valeurs de fonds alimenteront la réflexion des décideurs dans le domaine de la valorisation des terres excavées et/ou de la planification urbaine. Elles pourront être utilisées en vue de préserver la ressource « Sol ».

- guide à l'échelle d'un site s'adresse à tous les gestionnaires de sites potentiellement pollués et/ou aux bureaux d'études et sera utile dans le cadre de la détermination d'un ELT. A cette échelle on fera appel aux valeurs de fonds obtenues au droit de sols qui ne sont pas influencés par les activités passées ou actuelles du site étudié.

Vous avez un rendez-vous incontournable !

#RencontresSSP

L'ADEME et ses partenaires organisent **les 26 et 27 novembre 2019**, la 4e édition des Rencontres nationales de la recherche sur les sites et sols pollués.

Riche en contenus et débats, cet évènement incontournable pour les acteurs du domaine des sites et sols pollués permet de s'informer sur les avancées et les faits marquants de la recherche des 5 dernières années et de débattre sur les questions de gestion des sols, qu'ils soient urbains, industriels ou agricoles, pollués par les activités industrielles.

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR, DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION

Plus d'informations :
https://www.rencontres-recherche-ssp2019.ademe.fr

A4 éditions - 06/2019