



ARTICLE  
INTERACTIF

# Sites et sols pollués : un contexte nouveau

Par **Patrick Philipon**

 **Abstract**

La dépollution des sols et des nappes, marché aujourd'hui mature, doit faire face aux évolutions générales de l'économie, ainsi qu'à des changements propres au métier. Tous les acteurs se mettent en ordre de marche.

**T**oujours aussi nécessaire, la dépollution des sites et sols pollués subit de plein fouet plusieurs évolutions contextuelles. Des facteurs extérieurs - crise de l'énergie et des matières premières, préoccupations environnementales croissantes - comme internes - numérisation, évolution de la réglementation, « nouveaux » polluants - entrent en jeu. Les intervenants sur ce marché doivent s'adapter à la nouvelle donne,

qu'il s'agisse d'experts en études, ingénierie et réalisations comme Diastrata, Envireausol, Envisol, Ginger Burgeap, TAUW ou Tesora, de sociétés de travaux comme Brezillon, Colas Environnement, Haemers, Lhotellier, Ortec Soleo, Sarpi (Veolia), Sêché Environnement, Serpol, Solrem Environnement, Valgo ou bien d'informaticiens comme Geovariances, la société hollandaise Terrainindex ou Tellux.





© Colas

Un chantier de dépollution sous bâtiment mené par Colas. La société, qui utilise toutes les techniques disponibles, a développé un outil numérique permettant d'évaluer a priori le bilan carbone des travaux.

### UN CONTEXTE INCERTAIN

Comme beaucoup de branches d'activité, la dépollution des sites et sols fait aujourd'hui face à l'augmentation des prix de l'énergie et des matières premières. « Nous voyons un ralentissement voire un arrêt des projets

immobiliers, tant à cause de la hausse globale des coûts de construction que de la difficulté à vendre les produits finis. L'activité de dépollution s'en ressent » affirme ainsi Julien Alix, Directeur de l'activité dépollution chez Lhotellier. « Nous ne sommes pas sereins pour les

années à venir. Il y aura toujours des projets mais, dans le contexte économique actuel, il devient difficile de maintenir des prix acceptables et de garantir des délais d'exécution » estime pour sa part Amélie Rognon, directrice développement Ortec Soleo. Laurent Mansuelle, responsable du pôle technique chez Serpol, comme Sébastien Kaskassian, Expert Sites pollués & Responsable innovation chez TAUW, soulignent eux aussi un contexte tendu et des projets de plus en plus souvent reportés.

La crise énergétique pourrait même modifier certains choix techniques. Ainsi la désorption thermique, qui a le vent en poupe ces dernières années, pourrait marquer le pas. « Etant donné les prix du gaz et la tension sur l'approvisionnement, la désorption thermique perd sa compétitivité » estime ainsi Julien Alix (Lhotellier). « Après avoir beaucoup travaillé avec la désorption électrique, nous avons essayé le gaz l'année dernière. Etant donné le prix du gaz et son bilan carbone, c'est devenu une impasse. Comme les tarifs de l'électricité augmentent aussi,

### DES ÉVOLUTIONS RÉGLEMENTAIRES



© Lhotellier

« La procédure du Tiers demandeur, qui permet à un promoteur de se substituer à l'industriel propriétaire du site pollué, a fait évoluer la profession. Des friches abandonnées depuis longtemps reviennent sur le marché immobilier » affirme Sylvain Petit, responsable métier SSP (partie industrielle) chez Ginger Burgeap. Ce type d'opération exige toutefois de disposer d'emblée de fonds importants, donc limite sérieusement le nombre des acteurs. « Depuis l'introduction du Tiers demandeur, seuls 40 dossiers ont été traités en France ! Et les acteurs se comptent sur les doigts d'une main... En 2021, la loi Alur de 2014 a été modifiée et il peut désormais y avoir un deuxième tiers demandeur qui peut être une collectivité, ce qui permet

de s'affranchir du besoin de fonds importants. Cela devrait élargir le nombre d'acquéreurs potentiels. Nous n'en voyons pas encore les effets, toutefois. Peut-être en 2023 ou 2024... » espère Amélie Rognon, directrice du développement chez Ortec Soleo. « Nous montons des partenariats avec des promoteurs immobiliers pour accompagner les industriels, qui ne sont pas forcément spécialistes de la valorisation foncière... De cette manière, ils n'ont qu'un seul interlocuteur » rappelle à ce propos Olivier Sibourg, directeur technique adjoint de Sarpi Remédiation (Veolia).

Une autre nouveauté vient modifier les pratiques des sociétés de travaux : la traçabilité des déchets, dangereux ou non, est désormais dématérialisée. En effet, depuis le 1 janvier 2023, au lieu de remplir un classique bordereau de suivi des déchets dangereux (BSDD), il faut maintenant entrer les données dans Trackdéchets, la nouvelle application du ministère de la Transition Ecologique. Quant aux terres excavées, elles doivent être signalées dans le Registre national des déchets, terres excavées et sédiments (RNDS), une autre base de données gouvernementale. « C'est une révolution dans le métier » affirme Christophe Chêne (Ortec Soleo). « Cela va se répercuter sur nos logiciels, qui émettent actuellement les registres. Nous travaillons à intégrer Trackdéchets et le RNDS à nos outils actuels, voire à en développer de nouveaux » explique pour sa part Amélie Rognon (Ortec Soleo), qui souligne à ce propos la mise en place assez cahotique des applications du ministère...

il va peut-être falloir se tourner vers des techniques plus « douces », biologiques par exemple, favoriser les traitements sur site, améliorer la gestion des terres avant élimination... Ce changement de contexte peut aussi créer des opportunités pour innover » préfère voir Christophe Chêne, directeur technique d'Ortec Soleo.

Une chose est sûre. Parce qu'il existe autant de procédés disponibles (techniques physiques, oxydation, désorption, techniques électriques) que de zones à cibler, dans un contexte énergétique troublé, les techniques à privilégier doivent être non seulement explorées sur la base de critères techniques et économiques que sur l'atteinte aux objectifs climatiques. Face à cette nouvelle donne, les acteurs historiques comme Purolite, Lhoist ou encore Züblin travaillent en étroite collaboration avec les industriels pour continuer à améliorer l'efficacité de leurs procédés de dépollution. Des bio-additifs naturels sont par ailleurs disponibles avec des produits référents à travers la marque MycoEpur de Grencell pour le traitement des sols contaminés.

## DÉPOLLUER OUI, MAIS JUSQU'OU ?

En y mettant assez de moyens, d'énergie -souvent fossile- et de temps, il est possible de nettoyer, ou à défaut d'excaver et évacuer, la plupart des terres polluées. Mais est-ce toujours nécessaire ? La dépollution d'un site a un impact environnemental global, en particulier via les émissions de CO<sub>2</sub>, engendre des nuisances (charroi, poussières, bruit) dans le voisinage et bien sûr a un coût économique. Tout cela est à mettre en balance avec la valeur du terrain, dans tous les sens du terme : valeur économique, valeur d'usage, valeur environnementale... Autrement dit, jusqu'ou faut-il dépolluer ? Contrairement à d'autres pays européens où le seuil de dépollution (la quantité admise de polluant restant en place) à atteindre est fixe, la méthodologie française demande d'une part d'enlever la source et, d'autre part, de dépolluer jusqu'à un seuil variant en fonction de l'usage futur du site. Il sera plus sévère pour une zone d'habitation ou une école que pour un parking, par exemple. La réponse appartient donc en grande partie aux MOA -promoteurs, collectivités, aménageurs ou industriels- qui décident de l'usage futur du site. Les

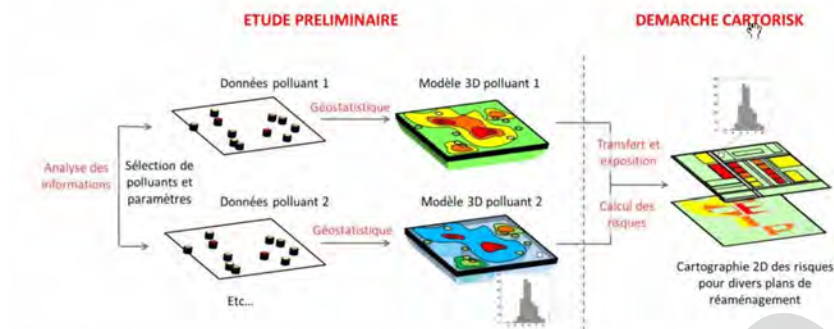


Figure 6 : Représentation schématique des étapes de cartographie des risques sanitaires par la démarche CARTORISK.

Ginger Burgeap a développé Cartotisk un outil permettant de cartographier les risques sanitaires liés à la pollution d'un site. L'aménageur peut ainsi choisir à l'avance les zones d'implantation des bâtiments, parkings, espaces verts...

bureaux d'études et même les sociétés de travaux peuvent toutefois apporter des éléments de réflexion.

La première possibilité, pour les projets d'une certaine ampleur, est de repenser l'aménagement du site en fonction de la pollution constatée. Les bureaux d'étude peuvent y contribuer. « Si l'usage d'un grand site n'est pas encore complètement défini, nous pouvons réaliser plusieurs simulations, tester des positionnements : installer les usages les moins sensibles dans les zones les plus polluées. C'est aussi parfois la limite atteignable des techniques de dépollution qui intervient. Si on ne peut pas tout enlever, on peut demander des dispositions constructives, par exemple pour isoler les bâtiments des remontées gazeuses, ou exclure de cultiver des plantes alimentaires dans telle ou telle zone » énumère Sébastien Kaskassian (TAUW).

Lhotellier a ainsi réalisé un chantier complexe en Normandie. « Dans le cadre du Tiers demandeur, un promoteur envisageait de construire des habitations collectives et individuelles sur le site d'une ancienne usine laissée à l'abandon. Nous avons réalisé la déconstruction-désamiantage puis excavé les poches les plus concentrées ou fait du venting, selon les endroits. Une zone était tellement polluée qu'il a fallu renoncer à construire des habitations dessus : le promoteur fera un jardin paysager » explique Julien Alix. La même démarche peut s'appliquer à l'échelle d'une ZAC. La collectivité qui a préempté l'espace peut choisir soit l'option « jusqu'au boutiste » - dépolluer au maximum le site entier et livrer un terrain propre à des acquéreurs qui en feront ce qu'ils voudront - soit livrer les parcelles telles quelles, laissant chaque

acquéreur dépolluer son lot en fonction de l'usage qu'il envisage. « Nous avons développé un outil pour aider à cette réflexion. Nous injectons les données du diagnostic de pollution dans un modèle mathématique et les « projetons » sur le programme immobilier. Cela permet de dire, par exemple, qu'il n'est pas possible de construire des habitations à tel endroit, donc il faut soit lancer une dépollution coûteuse, soit plutôt envisager d'y mettre un parking ou un jardin. Cela doit se faire assez tôt, et les promoteurs y viennent de plus en plus » explique ainsi Sylvain Petit (Ginger Burgeap).



Serpol utilise le logiciel néerlandais TerraIndex pour intégrer directement les données de terrain et produire des rapports de suivi de chantier.



Des choix peuvent également être faits au moment de la réalisation du chantier. Réalisation qui peut d'ailleurs elle-même, en retour, engendrer des contraintes pour l'aménagement futur. « Là où, historiquement, les promoteurs étaient pressés et il fallait sortir les terres le plus rapidement possible, nous voyons aujourd'hui une vraie réflexion sur la réutilisation sur site -sous voirie ou parking par exemple- de terres peu impactées. Beaucoup moins de terres sortent des sites. Cela peut aller jusqu'à la construction de merlons paysagers avec des terres « encapsulées » pour bloquer la migration de la pollution. Bien entendu la question de la pérennité des encapsulages se pose » constate Julien Alix (Lhotellier). « Il est important d'intégrer l'entreprise de travaux en amont du projet. Un chantier de dépollution implique des opérations de BTP -faire des blindages, rabattre une nappe, creuser- plus ou moins

compatibles avec le futur projet d'aménagement. Par exemple, le soil mixing altère les caractéristiques géotechniques au sol: il n'est pas indiqué de construire dessus... » plaide Arnaud Perrault, directeur de Colas Environnement. Colas a l'occasion de déployer plusieurs techniques, avec leurs contraintes en termes d'aménagement, sur le vaste projet de requalification du site des anciennes usines Neyrpic, à Saint-Martin d'Hyères (Isère).

### DÉPOLLUTION ET ENVIRONNEMENT: UN LIEN PAS SI ÉVIDENT

Dépolluer un site, est-ce forcément une bonne chose pour l'environnement? Entre bilan carbone des travaux, protection de la biodiversité ou désimpermeabilisation des sols, la réponse n'est pas aussi évidente qu'il n'y paraît. « Il est souvent possible techniquement de dépolluer jusqu'au bout mais les travaux sont

alors grever d'autres indicateurs environnementaux: CO<sub>2</sub>, eutrophisation, artificialisation des sols, perte de biodiversité, nuisances pour le voisinage... On nous demande de plus en plus d'inclure ces critères de choix dans nos scénarios de réhabilitation » affirme ainsi Sébastien Kaskassian (TAUW). « Une fois atteint le seuil de dépollution suffisant pour assurer la sécurité sanitaire des usagers du site, quid de traiter encore des milliers de tonnes de terre? Il devient difficile de répondre. Il y a dix ans on ne se posait pas la question: on retirait les polluants. Maintenant on se demande s'il est nécessaire d'enlever encore 4 kilos de polluant en générant 20 tonnes de CO<sub>2</sub> » souligne pour sa part Arnaud Perrault (Colas Environnement). « Le groupe Colas a développé un outil donnant le bilan carbone de chaque chantier sur la base des achats mais cela n'intervient qu'a posteriori. C'est pourquoi nous, à Colas

## LES SUBSTANCES PER- ET POLYFLUOROALKYLÉES (PFAS), UN SÉRIEUX PROBLÈME



© Sarpi Remédiation France

Plateforme de traitement des terres de Sarpi Remédiation France située à Grimbergen

**Ce sont des polluants « parfaits »: ubiquitaires, toxiques, persistants et très difficiles à traiter car leurs molécules sont très stables. Il existe plusieurs milliers de PFAS, dont certains extrêmement courants, utilisés par exemple pour stabiliser la mousse des extincteurs d'incendie ou fabriquer des vêtements de pluie, les premières poêles anti-adhésives, etc.**

« La France est globalement en retard sur les Etats-Unis sur ce sujet. Les techniques actuelles, appliquées à quelques chantiers, se résument à du lavage des terres, et il faut traiter l'eau ensuite. Des tests sont effectués un peu partout » indique Annelise Gauthier, responsable du laboratoire chez Ginger Burgeap. « Beaucoup de

sociétés de travaux font des essais actuellement. Comme ce sont des molécules très difficiles à casser, cela se résume à passer les eaux de lavage sur du charbon actif. Le problème est que, une fois chargé en PFAS, le charbon n'est pas régénérable. Il faut le mettre en décharge, d'où un coût élevé. Il n'y a pas de solution de recyclage actuellement » complète Sylvain Petit (Ginger Burgeap). « Il existe quelques techniques de traitement d'eau de lavage mais rien sur la dépollution des sols. Nous faisons de la R&D dessus, essayons de développer de nouvelles technologies » affirme ainsi Christophe Chêne (Ortec Soleo). « Les seules solutions existantes actuellement reposent sur l'adsorption sur charbon actif. Ce n'est pas vraiment du traitement » confirme Arnaud Perrault (Colas Environnement). Sa société s'est elle aussi lancée dans la recherche, participant au projet européen (H2020) Promisces, avec entre autres le BRGM.

Lhotellier préfère capitaliser sur son unité Alizeo de lavage des terres (Alizai, Eure). « Nous lançons des études de caractérisation de certains sols pour voir si notre solution de lavage pourrait traiter ces polluants, et quelles incidences cela aura sur les eaux de lavage. Nous récoltons des échantillons, avons installé un pilote opérationnel et aurons rapidement un retour » affirme Julien Alix (Lhotellier). « Nous abordons cette problématique avec plusieurs chantiers de lavage de sols contaminés dont un de 6000 tonnes de terres traitées sur place, sur une zone d'entraînement à la lutte contre les incendies chez un client industriel. C'est une première en France. En Belgique, nous allons traiter 30 000 tonnes sur notre plateforme de Grimbergen. Nous sommes parmi les premiers en Europe à savoir traiter de telles quantités de sols » estime pour sa part Olivier Sibourg (Sarpi).



© Lhotellier

Le groupe Lhotellier réalise des chantiers de dépollution souvent complexes sur d'anciens sites industriels. Un logiciel de reporting pour le suivi des travaux, par exemple les paramètres de venting, est en cours développement pour remplacer le « papier crayon »

Environnement, avons développé un outil, fonctionnel depuis novembre 2022, fournissant un bilan carbone au moment de l'offre, pour pouvoir proposer différentes solutions au client ou au bureau d'étude. Il est construit à partir du logiciel SEVE<sup>1</sup>, développé par Routes de France<sup>2</sup> pour le monde du BTP» précise-t-il. Reste que chaque société, quand elle le fait, utilise sa propre méthode pour estimer le bilan carbone des travaux envisagés. Il n'existe pas de référentiel commun reconnu par la profession, ce qui, pour le client, ne facilite pas la comparaison des offres... « Les clients commencent à intégrer le bilan carbone des travaux dans leurs appels d'offre. Chez Ortec Soleo, nous avons un plan climat pour réduire nos émissions. L'Union des professionnels de la dépollution des sites (UDPS) a aussi édité récemment une charte de lutte contre changement climatique. Mais il nous manque toujours un référentiel adapté à notre métier » regrette Christophe Chêne (Ortec Soleo).

Outre les questions de désimperméabilisation des sols ou de protection de la biodiversité, qui sont plus du ressort des MOA, un chantier de dépollution, par définition, charrie ou traite de la

terre. Est-il possible d'en faire des terres végétales, de recréer des sols fertiles ? « Parmi nos onze plateformes de traitement des terres excavées, certaines produisent des sols végétaux normés réutilisables en aménagement paysager. Nous le faisons cependant à partir de terres inertes et non à partir de terres polluées traitées. C'est techniquement possible mais non autorisé » répond Christophe Chêne (Ortec Soleo). « Les terres polluées traitées sont au mieux réutilisées en remblai » précise Amélie Rognon (Ortec Soleo). Cela pourrait peut-être changer. Sarpi a achevé en 2022 le programme de R&D Agrege consacré justement à la valorisation des terres faiblement polluées en sols fertiles. « Nous avons beaucoup travaillé sur la renaturation et la refunctionalisation des sols. Aujourd'hui on dépollue non seulement pour enlever le polluant mais pour redonner une vie au sol et restaurer ses fonctions : biodiversité, épuration, captation de l'azote... Le programme Agrege a maintenant donné naissance à une offre commerciale » affirme Olivier Sibourg (Sarpi). Il cite en exemple une réalisation à Pierre-Bénite (Rhône). « Sur une zone dépolluée, une forêt urbaine a été recréée sur des sols refunctionalisés.

Les arbres attireront à leur tour une nouvelle biodiversité » explique-t-il.

Inversement, certaines espèces végétales invasives peuvent constituer une atteinte pour l'environnement. C'est devenu l'affaire des sociétés de dépollution. « Nous travaillons beaucoup sur des plantes comme la renouée du Japon que l'on rencontre sur les sites abandonnés. La demande est de plus en plus forte. Nous devons trouver un traitement efficace pour que les terres traitées ne transportent pas plus loin. Après avoir enlevé le maximum de plantes, nous concassons les terres pour faire exploser les rhizomes restants. Nous prévoyons ensuite une phase de test pour nous assurer de la disparition complète de la plante (absence de repousse). Il existe aussi des solutions thermiques mais elles sont énergivores. Etant donné les volumes à traiter ces prochaines années, mieux vaut se tourner vers des solutions robustes et pas chères » affirme Julien Alix (Lhotellier).

## LES OUTILS NUMÉRIQUES, DEVENUS INDISPENSABLES

Même si la profession fait encore beaucoup appel au papier, ou aux fichiers numériques remplis « à la main », bureaux d'études et sociétés de travaux ne peuvent plus temporiser. Il faut désormais intensifier le recours au numérique, et ce à tous les stades d'une opération, du diagnostic initial à la réalisation du chantier. Des outils existent déjà, qu'ils soient disponibles commercialement ou créés en interne, mais les acteurs continuent leur développement/amélioration. Dès le diagnostic initial, les outils numériques tendent à remplacer le « papier-crayon ». « Sur le terrain, on a de plus en plus souvent recours à des tablettes pour enregistrer et envoyer les données en direct. Nous développons actuellement une manière de collecter automatiquement les mesures en cours de sondage exploratoire. Par une liaison à distance, la sonde envoie les concentrations au fur et à mesure qu'elle descend, par exemple tous les trois centimètres. C'est très précis et permet d'orienter immédiatement le sondage suivant, par exemple » explique Sylvain Petit (Ginger Burgeap). « Dès la phase de collecte des données, il faut agréger les résultats des études antérieures et ceux du diagnostic terrain. L'opérateur

<sup>1</sup> Système d'évaluation des variantes environnementale, voir <https://www.seve-tp.com/>

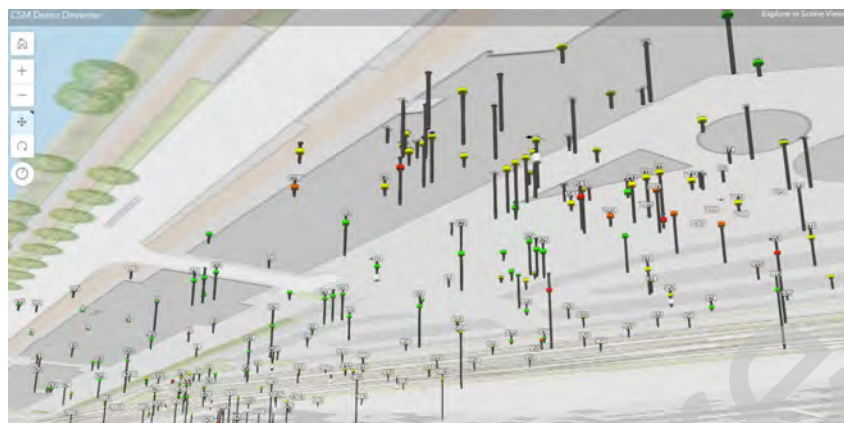
<sup>2</sup> Voir <https://www.routesdefrance.com/usirf/>



dispose sur sa tablette d'un logiciel où entrer toutes les informations, scanner les code-barres des flacons d'échantillons à destination du laboratoire, etc. Tout cela part directement dans notre base de données. Nous pouvons alors créer des cartes à deux ou trois dimensions avec toutes les informations connues, plus les données publiques provenant par exemple de l'IGN pour la topographie, la position des cours d'eau... Pour rendre la 3D au client, nous utilisons de plus en plus les rapports dynamiques, que ce soit en pdf ou par accès direct à notre intranet» détaille Sébastien Kaskassian, de TAUW.

Tellux utilise l'imagerie hyperspectrale pour l'analyse des sols couplée à de l'intelligence artificielle. La technologie permet une lecture continue de la pollution et des composites des sols sur toute la profondeur d'un sondage fournissant ainsi aux maîtres d'ouvrages le moyen de sécuriser financièrement les chantiers de dépollution, indique la société.

Une fois les données acquises, encore faut-il en effet les exploiter, en tirer des informations ou des prévisions et les intégrer dans le projet d'aménagement (plan de gestion puis plan de conception des travaux). «Là encore, nous faisons encore récemment des cartes «à la main» ou presque. Il existe de plus en plus d'outils numériques pour faire de la géostatistique, traiter les données pour avoir une vision précise de l'étendue et de la concentration des panaches afin d'optimiser la dépollution ultérieure. Sans compter la modélisation qui permet de prédire, par exemple, l'évolution du panache en fonction du traitement proposé» énumère Sylvain Petit (Ginger Burgeap). «Depuis plusieurs années, les constructeurs utilisent des BIM, qui modélisent tous les réseaux en 3D, pour gérer les grands projets. Nous tendons de plus en plus à configurer nos données concernant le sous-sol de manière à les intégrer au BIM mis en place par le promoteur qui aménagera le site» ajoute-t-il. Même démarche chez TAUW, comme l'explique Sébastien Kaskassian: «nous testons actuellement la possibilité d'importer nos modèles 3D de pollution et nos scénarios de dépollution directement dans le BIM du constructeur. Des tests sont en cours, mais cela demande



TAUW utilise des rapports dynamiques pour présenter aux MOA, en trois dimensions, les scénarios de dépollution, comme ici un projet de venting. Il sera bientôt possible d'intégrer ces modèles au BIM de l'aménageur.

beaucoup de développement sur le format des fichiers ou la typologie des données». TAUW utilise pour tout cela un mélange de logiciels du commerce et d'outils «maison». «L'acquisition des données, comme d'ailleurs plus tard le suivi de travaux, se fait via TerraIndex<sup>3</sup>, un logiciel néerlandais. Les données sont versées dans notre propre base et, pour la visualisation, nous avons développé en interne un SIG<sup>4</sup> qui positionne ces valeurs dans l'espace. Pour faire ensuite de la modélisation en 3D, nous utilisons Kartotrak, un outil géostatistique vendu par la société française Géovariances. Les passerelles avec le BIM du constructeur sont en revanche développées en interne» détaille Sébastien Kaskassian. Antea Group travaille également en étroite collaboration avec TerraIndex pour créer de nouvelles fonctionnalités, telles qu'un algorithme pour le mélange des échantillons et un couplage avec le casque intelligent.

Colas Environnement a franchi un pas de plus en créant en 2018 son propre BIM sur le site bien connu de la raffinerie de Dunkerque. «Nous sommes encore loin de la généralisation. Les MOA ne connaissent pas encore bien le BIM, qui donc ne le demandent pas dans les appels d'offre. Nous le proposons tout de même sur certains gros dossiers» tempère Arnaud Perrault.

Vient ensuite la phase de réalisation proprement dite. Le suivi et le reporting du chantier font appel à autant d'outils qu'il y a de sociétés de travaux... plus des

logiciels du commerce pour l'agrégation des données, comme par exemple le KiwiMaps d'Evadepol<sup>5</sup>. «Sur les projets complexes, nous utilisons des logiciels pour faciliter la compréhension de nos processus par nos clients. Les aspects documentaires sur la préparation et le suivi de chantier vont aussi être dématérialisés, ainsi que la partie HSE. Nous avons des applications spécifiques pour cela, ainsi que pour la gestion opérationnelle du chantier. Par exemple l'outil Gaïa qui nous aide à optimiser la gestion des mouvements de terre sur le chantier» précise Alélie Rognon (Ortec Soleo). «Pour dimensionner des travaux à la demande d'un bureau d'études, nous devons parfois nous appuyer sur une somme de données de toutes natures, parfois anciennes, provenant d'études antérieures. Comme intégrer tout cela? Nous avons financé une thèse avec l'Ecole Nationale Supérieure en Environnement Géoresources et Ingénierie du Développement durable (ENSEGID) de Bordeaux pour travailler sur l'agrégation des données par l'intelligence artificielle. En partenariat avec l'université de Bordeaux et Ford, elle utilisera le cas du site Ford de Blanquefort» explique Olivier Sibourg (Sarpi).

«Pour le reporting, nous utilisons QuickConnect, un logiciel qui s'installe dans un smartphone. Plus besoin de sortir une feuille, cocher des cases puis rentrer au bureau, photocopier pour que quelqu'un entre ensuite les données dans une base... Ça nous a changé la vie! Par ailleurs, pour le suivi en temps réel de l'avancement, nous avons développé en

<sup>3</sup> Voir <https://terraindex.com/fr/home/>

<sup>4</sup> Système d'information géographique

<sup>5</sup> Voir <https://www.evaldepol.com/>

interne le logiciel e-Depol. Nos unités de traitement automatisées y déversent directement leurs paramètres. Il est en rodage sur quelques chantiers. Toutes ces informations sont centralisées et, pour produire les rapports au client, nous utilisons Power BI (Microsoft)» précise Arnaud Perrault. Le groupe Lhotelier suit la même démarche. « Nous sommes en phase de numérisation du suivi de nos chantiers. Le traitement in situ avec venting, notamment, nécessite de relever des paramètres plusieurs fois par semaine. Des outils numériques internes, installés sur tablettes, procurent un vrai gain de temps de travail pour les ingénieurs. Ils permettent d'éditer ensuite automatiquement des tableaux de bord. Pour en arriver à produire de véritables cartes, en utilisant le GPS, nous travaillons à une solution avec un partenaire» explique Julien Alix. « Nos unités de traitement sont toutes pilotées par des automates consultables à distance. Cette télégestion permet de savoir ce qui

se passe, récupérer des données, éditer des tableaux de bord et même interfacier directement avec le client qui a ainsi une idée du fonctionnement de nos installations. Nous concevons tout cela avec nos automaticiens» souligne de son côté Christophe Chêne, d'Ortec Soleo. Serpol utilise également de plus en plus d'outils numériques, comme l'explique Laurent Mansuelle. « Pour intégrer directement les données de terrain puis en tirer des rapports, nous utilisons des outils comme, entre autres, TerraIndex, installés sur des tablettes. Nous développons d'ailleurs une nouvelle « brique » logicielle qui nous permettra de cartographier les résultats » révèle-t-il.

Cas plus particulier, Serpol a lancé un programme de recherche sur l'utilisation de gels pour vectoriser des réactifs ou isoler des polluants dans un sol traversé par une nappe. « Pour comprendre comment le réactif ou le gel se comportent dans le sol de nos sites expérimentaux, nous avons mis en place une imagerie 3D

par tomographie de résistivité électrique. En partenariat avec des laboratoires universitaires, nous avons développé une application de suivi des opérations à partir de l'interface des sondes. Il existe désormais des processeurs assez rapides pour donner le résultat en temps réel » se félicite Laurent Mansuelle (Serpol). Les bureaux d'études, qu'ils soient en position de MOE ou d'assistants à MOA, peuvent eux-aussi avoir à suivre la réalisation des travaux. « La collecte des informations sur les travaux n'est pas encore complètement intégrée dans nos outils aujourd'hui. L'idée est de consolider dans un même outil des données comme le suivi et la qualité des terres ou l'état d'avancement des travaux. Actuellement, cela fonctionne pour le suivi des terres mais il n'existe pas encore de lien avec l'avancement temporel des travaux, que nous faisons encore a posteriori chaque semaine » regrette Sébastien Kaskassian (TAUW). ●