

Apports du DPT (Direct-Push Technology) pour la caractérisation des sols et des eaux souterraines

Julien Michel, Steeve Simoes, Olivier Bour, Corinne Hulot, Marie Lemoine, Guillaume Gay, Fabrice Quiot

► To cite this version:

Julien Michel, Steeve Simoes, Olivier Bour, Corinne Hulot, Marie Lemoine, et al.. Apports du DPT (Direct-Push Technology) pour la caractérisation des sols et des eaux souterraines. 3. Rencontres nationales de la recherche sur les sites et sols pollués, Nov 2014, Paris, France. ineris-01862481

HAL Id: ineris-01862481

<https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-01862481>

Submitted on 27 Aug 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Apports du DPT (Direct-Push Technology) pour la caractérisation des sols et des eaux souterraines

Julien MICHEL^{*}, Steeve SIMOES, Olivier BOUR, Corinne HULOT, Marie LEMOINE, Guillaume GAY, Fabrice QUIOT

INERIS, Direction des Risques Chroniques, Pôle Risques et Technologies Durables, Parc Technologique ALATA, BP2, 60550 Verneuil-en-Halatte, julien.michel@ineris.fr

Résumé

Dans le cadre des projets CityChlor et CaraCityChlor, des outils innovants de caractérisation des sols, des eaux souterraines et des gaz du sol ont été testés sur un site atelier, en milieu urbain. En particulier, 3 techniques DPT (Direct Push Technology) ont été mises en œuvre : le CPT (Cone Penetrometer Test) permettant de caractériser la lithologie, le MIP (Membrane Interface Probe) pour une détermination qualitative des zones impactées sur site et l'échantillonneur BAT[®] pour des prélèvements d'eau souterraine à différentes profondeurs, sans mise en place d'ouvrages permanents. Les résultats ont été interprétés à l'aide du logiciel SoilRemediation développé par la société Kidova. Les investigations sur site ont montré que ces techniques permettaient un gain de temps et étaient plus flexibles que les techniques conventionnelles (prélèvements « classiques » de sol ou d'eaux souterraines). Par ailleurs, l'interprétation des données couplée au logiciel SoilRemediation, a permis d'avoir une représentation plus fine du sous-sol et de la répartition de la contamination. Tout ceci a permis d'installer des piézomètres et des piézajirs de manière appropriée sur le site.

Introduction

Les solvants chlorés font partie des contaminants les plus rencontrés dans les sols et les eaux souterraines du fait de leur large utilisation comme solvants et agents de dégraissage. La pollution aux solvants chlorés rencontrée dans les villes est souvent le fait d'activités industrielles ou économiques de proximité (imprimerie, installation de nettoyage à sec...), dispersées au cœur du tissu urbain. A cause de leurs propriétés physico-chimiques, les solvants chlorés forment des panaches de pollution étendus dans les eaux souterraines qui peuvent affecter l'approvisionnement en eau potable ou, par remontée de vapeurs, la qualité de l'air dans les bâtiments. Cette situation rend difficile la gestion de ce type de pollution.

Dans ce contexte, le projet européen CityChlor (2009 – 2013) s'est proposé de développer une approche intégrée pour la gestion des risques relatifs aux solvants chlorés en milieu urbain. Cette approche intégrée rassemble des moyens techniques de caractérisation des pollutions dans les milieux eaux souterraines, sols, gaz du sol et air intérieur et des moyens de remédiation des sols et des eaux souterraines, des méthodologies pour l'étude du risque et l'implication des populations et traite également des domaines de l'urbanisme ainsi que des aspects juridiques et socio-économiques afférents. Par ailleurs, afin de progresser vers une meilleure gestion des sites, l'intégration de ces innovations dans les pratiques courantes en France sera facilitée par un travail d'appropriation et de tests dans le contexte français. C'est pourquoi le projet CaraCityChlor (2010 – 2013), co-financé par l'ADEME et mené par l'INERIS, a été mis en place en complément du projet CityChlor.

Dans ce cadre, l'INERIS a testé sur un site atelier le DPT (Direct-Push Technology) pour la caractérisation des sols, des eaux souterraines et des gaz du sol, particulièrement adapté aux sites urbains pollués par les solvants chlorés.

Matériel et méthodes

Site atelier

Il s'agit d'un site en fonctionnement dont l'activité principale est la fabrication de quincaillerie. Il occupe une superficie de l'ordre de 6 700 m², dont environ 40% de bâtis (voir Figure 1). Sur le site, les sols sont recouverts d'une couche de remblais d'épaisseur variable (de 50 cm à 1 m). Ils sont ensuite constitués de 3 m d'argile / limons argileux et enfin de sable fin jusqu'à 10 m de profondeur. Les investigations réalisées sur les eaux souterraines portent sur la nappe alluviale superficielle. Au droit du site, le niveau supérieur de cette nappe se situe entre 1,5 et 2 m en-dessous de la surface du sol et le mur de celle-ci est à environ 10 m de profondeur. Au total, 9 piézomètres sont implantés sur site et hors site pour le suivi de la qualité des eaux souterraines.

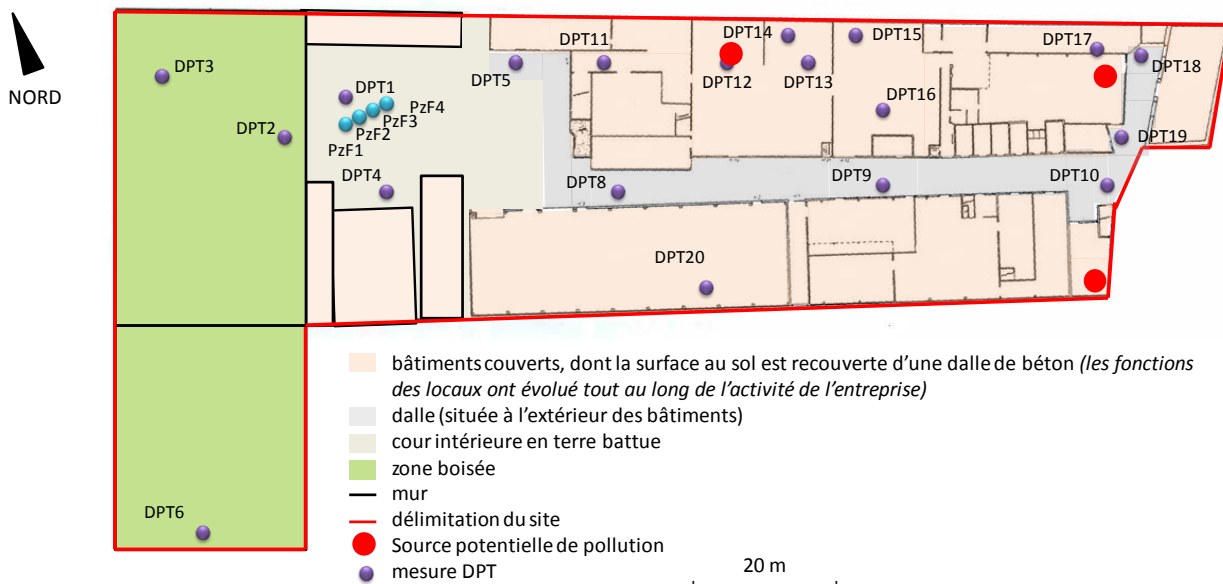


Figure 1. Vue Schématique du site atelier

Direct Push Technology (DPT)

Sur ce site, 3 techniques DPT (Direct Push Technology) ont été mises en œuvre et évaluées, à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments : le CPT (cone penetrometer test) afin d'avoir des informations sur la lithologie, le MIP (membrane interface probe) pour une détermination qualitative des zones contaminées sur le site et enfin l'échantillonneur BAT[®] permettant le prélèvement d'eaux souterraines à une profondeur donnée. Les investigations ont eu lieu jusqu'à une profondeur variant entre 4,2 et 7,6 m en fonction du type de matériau rencontré. Tout d'abord, les tubes permettant l'insertion dans le sol ont été équipés de sondes CPT/MIP et 19 points ont été investigués (voir Figure 1, DPT1 à DPT20), à proximité des sources de pollution supposées et en aval de ces sources de pollution, à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments. Suite à ces reconnaissances, 10 échantillons d'eaux souterraines ont été prélevés à 2 profondeurs différentes à l'aide du préleveur BAT afin de couvrir différentes gammes de concentrations et d'évaluer la performance des sondes MIP pour la mise en évidence de zones plus ou moins impactées par les solvants chlorés en confrontant les résultats donnés par le MIP à des valeurs de concentrations dans les eaux souterraines prélevées au moyen de l'échantillonneur BAT[®]. Le DPT a également été testé par un autre partenaire du projet, en Flandres.

Outil logiciel SoiRemediation

Les données obtenues par le CPT et le MIP ont été interprétées à l'aide du logiciel SoilRemediation. Cet outil a été développé par la société KIDOVA. Il s'agit d'un plugin dédié aux sites et sols pollués et attaché au modèleur géologique GOCAD, pour répondre aux besoins de gestion, d'analyse et de visualisation de données environnementales et d'application de la géostatistique aux sols pollués. Cet outil permet de mettre en relation plus facilement des données de pollution ou de propriétés relatives aux différents milieux et qui peuvent correspondre à des temps ou des échelles différentes. L'objectif de cette interprétation était de prendre en compte les données indirectes sur la géologie et la contamination obtenue à grande fréquence verticale à l'aide du CPT et du MIP, en vue d'améliorer la connaissance de la distribution verticale de la contamination ainsi que sa représentation graphique, notamment en localisant des zones semi-perméables (voire des lentilles peu perméables) de faible épaisseur au sein de l'aquifère. En effet, la compréhension fine des écoulements horizontaux et verticaux est nécessaire en vue d'une meilleure discrétisation et donc d'une meilleure évaluation des zones polluées, par exemple à l'aide d'échantillonneurs passifs.

Résultats et discussion

Lors des investigations à l'aide de la sonde CPT, la résistance du cône était inférieure à 1 MPa pour des frottements compris entre 1 et 10 % jusqu'à 4 m de profondeur. D'après la classification de Robertson [1], [2], ces valeurs correspondent à de la tourbe et des argiles. Ensuite, à partir de 4 m de profondeur environ, les frottements étaient majoritairement inférieurs à 1 % pour une résistance du cône allant de 1 MPa environ à 60 MPa jusqu'à 5,6 m de profondeur. Ensuite une diminution de la résistance à 45 MPa jusqu'à 5,8 m de profondeur était observée puis de nouveau une augmentation à 70 MPa jusqu'à 6 m. D'après la classification de Robertson, les matériaux rencontrés à ces profondeurs vont du limon argileux/sableux au sable et graviers. Dans l'ensemble, les résultats obtenus avec le cône CPT étaient conformes à ce qui avait été observé sur site lors des prélèvements de sol selon les techniques usuelles. Cette technique permet

néanmoins une description plus fine de la lithologie : en effet, pour les horizons ayant été identifiés comme « sable fin », des informations plus « fines » étaient données par le CPT : les horizons traversés vont des limons argileux/sableux aux sables et graviers. Cependant, l'identification des remblais ne peut pas se faire uniquement à l'aide de cette technique puisqu'il ne s'agit pas d'une lithologie en tant que telle ; les remblais ne sont donc pas référencés dans la classification de Robertson.

Par ailleurs, les classements des zones investiguées par gamme de concentrations en solvants chlorés à l'aide de la sonde MIP ont bien été confirmés par les concentrations mesurées dans les échantillons d'eaux souterraines prélevés au moyen de l'échantillonneur de type BAT®.

L'interprétation des données à l'aide du logiciel SoilRemediation a permis d'établir une cartographie 3D des différents horizons sur le site et d'en déduire deux modèles : le premier obtenu par exploitation des carottes de sol prélevées sur le site et le second plus précis obtenu à l'aide des informations données par le CPT, permettant une meilleure compréhension de la contamination sur site.

Conclusions et perspectives

Les tests réalisés sur un site atelier ont montré que le cône CPT permettait d'obtenir une description plus fine de la lithologie, par rapport aux prélèvements effectués selon les techniques plus classiques (carottes de sol par exemple). Les prélèvements d'eaux souterraines réalisés à l'aide de l'échantillonneur BAT ont de plus confirmé les résultats obtenus à l'aide de la sonde MIP. D'une manière générale, les investigations sur site ont montré que ces techniques permettaient un gain de temps et étaient plus flexibles que les techniques conventionnelles. Le nombre de points investigués est généralement supérieur au nombre de points investigués avec les techniques classiques pour le même temps et le même budget. Cependant, les profondeurs atteintes lors de cette étude étaient limitées. Il s'agit de la principale limite de ces techniques qui ne permettent pas d'investiguer à des profondeurs très importantes dans les matériaux très indurés.

Références

[1] Robertson, P.K. (1990). Soil classification using the cone penetration test. *Canadian Geotechnical Journal*, 27, 151–158.

Robertson, P.K. (2009). Interpretation of cone penetration tests—a unified approach. *Canadian Geotechnical Journal*, 46, 1337–1355.

Remerciements

Les auteurs remercient l'ADEME, le ministère en charge de l'écologie et le programme Interreg IVB pour le financement de ces travaux.