



## Méthodes d'échantillonnage innovantes pour focaliser l'étude des gaz du sol sous la dalle

Martin (Mort) Schmidt  
Cox-Colvin & Associates, Inc.  
Le vendredi 3 août 2012

### Introduction

Les gaz du sol sous la dalle sont d'importance essentielle lors des études d'infiltration de vapeurs ; cependant, l'hétérogénéité spatiale des gaz du sol peut être extrêmement étendue. L'étude de McHugh<sup>1</sup> sur la variabilité spatiale et temporelle a montré que la variabilité dans les gaz du sol sous la dalle était égale à celle des gaz du sol plus profonds et beaucoup plus étendue que la variabilité dans l'air d'intérieur. Toutefois, en partie en raison de la difficulté d'installer des points de prélèvement sous la dalle par des méthodes classiques, de nombreuses études manquent probablement de données représentatives sur les gaz du sol. Les directives sur l'infiltration de vapeurs de la Californie indiquent : « *La collecte de huit échantillons du sous-sol pour un seul bâtiment, même un grand immeuble commercial, aussi bien dans l'espace que dans le temps est rarement effectuée* ». <sup>2</sup>

L'échantillonnage plus étendu des gaz du sol sous la dalle est entravé par deux facteurs – l'effort et le coût requis pour installer des points de prélèvement, et les coûts de la collecte et de l'analyse des échantillons de gaz du sol. Un point d'échantillonnage sous la dalle typique est décrit dans l'étude Raymark de l'EPA des USA.<sup>3</sup> Les points de prélèvement ont consisté soit en des Swagelok® en acier inoxydable ou en des pièces en laiton de plomberie couramment disponibles. Ce rapport recommande d'utiliser du ciment à prise rapide et, même dans ce cas, le laisser durcir pendant un minimum de 24 heures avant l'échantillonnage. DiGiulio et al. indiquent que lors de l'utilisation de cette procédure, les sondes peuvent être installées tout juste dans 40 minutes. Par la suite, le rapport explique que l'un des points n'a pas pu être échantillonné en raison d'une rupture lors des connexions. De même, les directives sur l'infiltration de vapeurs de l'EPA de l'Ohio<sup>4</sup> fournissent une Procédure Opérationnelle Normalisée (PON) pour l'installation de points d'échantillonnage sous la dalle au moyen de raccords Swagelok®, et comprennent des conseils sur la réparation du dispositif si celui-ci se détache lors du retrait ou de l'installation du bouchon. Les points sous la dalle ont été bien conçus, étant donné le matériel disponible, mais le temps et la difficulté de les installer correctement est une limitation majeure.

Des moyens simplifiés pour prélever des gaz du sol sous la dalle comprennent l'utilisation de bouchons "en caoutchouc" avec des trous pré-perçés pour des tuyaux, comme décrit dans les directives sur l'infiltration de vapeurs du Massachusetts,<sup>5</sup> ou la pose de pâte à modeler et de tubes dans des trous percés dans le plancher. Ces alternatives peuvent être utiles, mais les données qui en dérivent peuvent être discutables, alors que les points d'échantillonnage ne sont généralement pas utilisables pour recommencer l'opération. En outre, des économies à court terme pourraient

conduire à un coût élevé dans la qualité des données, sans diminuer les coûts économiques à long terme.

Cox-Colvin réalise des échantillonnages de gaz du sol sous la dalle en utilisant des points d'échantillonnage rapidement installés (Vapor Pins™). Le dispositif peut être installé avec des outils à main en moins de dix minutes et ne nécessite pas de ciment. Les Vapor Pins™ peuvent être installés au-dessus du niveau du sol pour un échantillonnage unique, ou en dessous du niveau du sol pour un échantillonnage répété. Cette présentation met en évidence une étude dans laquelle nous avons installé et échantillonné 145 points de prélèvement en cinq jours, afin de localiser une source de tétrachloroéthène (PCE) dans une usine de fabrication. Les coûts ont été réduits davantage par la collecte d'échantillons dans des flacons en verre de 22 ml pour analyse en laboratoire par chromatographie en phase gazeuse (GC), pour environ un tiers du coût de l'analyse d'échantillons en canisters selon la norme TO-15. Les procédures simplifiées et des coûts réduits ont permis la collecte d'un large éventail d'échantillons de gaz du sol, ce qui nous permet de concentrer les efforts ultérieurs d'investigation et d'assainissement.

Il est possible que les Vapor Pins™ ne soient pas conformes à certaines exigences réglementaires pour l'échantillonnage des infiltrations de vapeurs, en particulier si des raccords cannelés ne sont pas autorisés pour les connexions de tubes. En outre, les niveaux de notification pour les flacons de verre étaient plus élevés que pour les canisters à vide – 10 ppb pour le PCE – limitant potentiellement l'utilisation des flacons au dépistage des données, en fonction des objectifs de qualité des données.

## **Contexte**

L'étude a été menée dans une usine de fabrication dans l'ouest de l'Ohio qui a utilisé de tout temps du PCE pour le nettoyage et le dégraissage. L'installation fonctionne depuis 1933, mais le propriétaire actuel a acheté la propriété dans les années 1990 et a une connaissance limitée de l'utilisation de solvants par le passé. La présence de PCE avait été observée dans les eaux souterraines à l'installation à des concentrations aussi élevées que 440 ug / L, mais a diminué considérablement après l'assainissement dans une zone qui abritait jadis l'équipement de dégraissage au PCE. Une source plus petite de contamination au PCE, se trouvant à proximité, a été assainie en utilisant les mêmes techniques en parallèle, résultant en une baisse similaire des niveaux de PCE dans les eaux souterraines.

Le niveau de PCE dans les eaux souterraines est resté élevé dans la partie orientale de l'installation, à 18 ug / L en moyenne dans un puits de contrôle. Cette zone contenait un réservoir de stockage hors sol (AST) qui a été engorgé de PCE dans les années 1980. Cependant, étant donné que la zone a été assainie immédiatement après le déversement, la zone contaminée n'a pas directement suivi le panache, et que les eaux souterraines à l'emplacement du déversement sont restées constamment exemptes de PCE, nous avons supposé que la source de PCE était probablement un AST différent ou ancien dégraisseur. Le client nous a demandé d'étudier le sol et les eaux souterraines sous le bâtiment oriental par forage Geoprobe® à poussée directe. Cependant, les échantillons de sol se trouvant à côté des anciens dégraisseurs et AST ne présentaient pas de contamination majeure, et étant donné que le client était pressé de prendre des décisions financières sur les coûts environnementaux à long terme, nous avons été chargés de localiser toutes les zones de source restantes dans un déploiement unique, et à un coût limité.

## Méthodes expérimentales

Ayant décelé auparavant des sources insoupçonnées de COV dans un autre site en Ohio par la prospection des gaz du sol, nous avons décidé de recueillir des gaz du sol sous le bâtiment en suivant une grille ayant un espacement de 20 pi. Lors de l'étude précédente, les gaz du sol ont été recueillis par des Geoprobe® à une profondeur de 5 pi, injectés dans des flacons en verre de 22 ml à vide, et analysés par GC dans un laboratoire mobile par Microseeps de Pittsburgh, en Pennsylvanie. L'étude la plus récente a été

simplifiée en collectant des gaz du sol directement à travers le plancher par des méthodes que nous avons développées depuis pour évaluer les infiltrations de vapeurs. Reconnaisant les limites des points de classiques d'échantillonnage des gaz du sol sous la dalle, nous avons développé le Vapor Pin™, construit à partir d'une seule pièce de laiton ou d'acier inoxydable qui forme un joint contre le béton avec un manchon de silicone (figure 1).

Les Vapor Pins™ ont été installés par forage de trous de 5/8 po à travers le plancher, au moyen d'une perceuse à percussion portative. Après avoir épousseté les trous avec un goupillon, les Vapor Pins™ ont été martelés en place, couverts, et laissés s'équilibrer pendant environ une heure. À plusieurs endroits, un second trou plus grand a été fraisé autour des trous de 5/8 po, de sorte que les Vapor Pins™ puissent être installés dans une configuration encastrée et laissés en place pour le suivi à long terme (figure 2).

Après équilibrage, les gaz du sol ont été purgés à partir des points d'échantillonnage à un débit de 200 ml / minute avec un multimètre équipé d'un détecteur à photo-ionisation (PID) et un capteur d'oxygène (O<sub>2</sub>). La purge s'est terminée après que les niveaux de PID et O<sub>2</sub> se soient stabilisés – environ 20 secondes. Les gaz de sol ont été recueillis à partir des points d'échantillonnage en ponctionnant le tube d'échantillonnage avec une seringue jetable et en retirant le piston. Les gaz de sol ont été injectés à travers la cloison de flacons de verre sous vide et envoyés à Microseeps pour analyse.

À la fin de chaque quart de travail, les Vapor Pins™ ont été retirés et les trous ont été bouchés avec du ciment hydraulique, ce qui a permis de ne pas interrompre le fonctionnement de l'usine en journée. Après chaque utilisation, les gaines de silicone ont été retirées des Vapor Pins™ et jetées, et les dispositifs ont été décontaminés pour réutilisation.



## Résultats

Les COV totaux dans les gaz du sol, comme indiqué par la PID sur le terrain, ont varié de la non-détection à 100 000 ppb (jusqu'à 58 000 ppb, compte tenu de la correction pour le PCE). Les solvants chlorés totaux dans les échantillons de laboratoire ressemblaient les données de la PID, avec des concentrations allant de la non-détection à 57 000 ppb. Les COV dans les gaz du sol ne correspondaient pas aux sources attendues de PCE, à savoir, l'emplacement des anciens AST ou dégraisseurs (figure 3). En outre, les résultats de laboratoire ont montré une forte corrélation avec les données de la PID sur le terrain, ce qui suggère que les coûts futurs pourraient être encore réduits en limitant l'analyse en laboratoire aux seuls échantillons présentant des concentrations élevées en PID.

Des échantillons de sol ont ensuite été collectés par Geoprobe® à partir de zones de gaz du sol fortement contaminés afin de vérifier la présence de sources de COV et afin de fournir des données sur les propriétés du sol, en vue de l'assainissement subséquent. Des échantillons de sol ont été envoyés à un laboratoire commercial pour analyse des COV par chromatographie en phase gazeuse / spectrométrie de masse (GC / MS).

Les résultats de laboratoire ont montré des niveaux élevés de PCE dans le sol à une profondeur d'environ 15 pi dans les zones à haute teneur en COV dans les gaz du sol. Les données des sols ont également indiqué une zone qui semble être une aire de contamination primaire par du trichloroéthène (TCE), qui avait déjà été considéré comme un produit de dégradation du PCE. L'étude du sol a été suivie par l'installation d'un système d'assainissement par extraction de vapeurs du sol (SVE) – environ neuf mois après la collecte du premier échantillon de gaz du sol.

## Discussion

Comme nous l'avons vu dans les études précédentes, la plupart de la contamination *n'était pas* localisée près de l'ancien équipement de dégraissage ou des AST. En superposant la carte de la contamination des gaz du sol avec les contours historiques des bâtiments, pris à partir de cartes d'assurance incendie et de photographies aériennes, nous avons constaté que la distribution de PCE et le TCE correspondait à la configuration du bâtiment de 1950 – une époque où les déchets étaient systématiquement jetés ou déversés derrière le bâtiment et sous les quais de chargement. En 1952, le bâtiment entourait complètement la zone de contamination par le PCE.

Il y a des implications importantes pour les infiltrations de vapeurs. Avec le coût et les efforts nécessaires pour construire des points d'échantillonnage sous la dalle faits par de matériel inoxydable de qualité de laboratoire, posé dans le béton mélangé avec de l'eau distillée, et l'essai d'étanchéité à l'hélium ultra-pur, on risque de recueillir quelques échantillons de haute qualité depuis le mauvais endroit. La situation est analogue au débat qui a eu lieu dans les années 1980 sur les forages pour Geoprobe® concernant le sol ou les eaux souterraines. À l'époque, d'aucuns ont fait valoir que le forage à poussée directe ne pouvait pas fournir une qualité d'échantillon suffisante pour l'évaluation environnementale. L'expérience a montré que, bien que le forage à poussée directe ne soit pas la réponse à tous les besoins d'échantillonnage, la capacité de collecter plus d'échantillons de façon opportune et rentable, permet de concentrer les efforts sur les endroits où les niveaux de contamination sont les plus élevés. De même, l'utilisation de

techniques d'échantillonnage simplifiées, y compris les Vapor Pins™, les PID, et les flacons en verre, permet de recueillir beaucoup plus de données dans le cadre du temps disponible et des contraintes budgétaires, réduisant potentiellement les problèmes causés par hétérogénéité de l'échantillon.

## Références

1. McHugh, T.E. 2007. Evaluation of Spatial and Temporal Variability in VOC Concentrations at Vapor Intrusion Investigation Sites, A&WMA Vapor Intrusion Conference, Providence, RI, September 2007.
2. California Department of Toxic Substances Control & California Environmental Protection Agency, 2011. Final Guidance for the Evaluation and Mitigation of Subsurface Vapor Intrusion to Indoor Air (Vapor Intrusion Guidance), October, 2011.
3. DiGiulio, D.C.; Paul, C.J; Cody, R; Willey, R; Clifford, S; Kahn, P; Mosley, R; Lee, A.; Christensen, K., 2006. Assessment of Vapor Intrusion in Homes Near the Raymark Superfund Site Using Basement and Sub-Slab Air Samples. March 2006, EPA/600/R-05/147.
4. Ohio Environmental Protection Agency, 2010. Sample Collection and Evaluation of Vapor Intrusion to Indoor Air for Remedial Response and Voluntary Action Programs. May 2010.
5. Massachusetts Department of Environmental Protection, 2011. Interim Final Vapor Intrusion Guidance, December 2011, WSC#-11-435.

## Mots clés

Intrusion de vapeur, Vapor Pin™, sous la dalle, sous-dalle, gaz du sol, composés organiques volatils, COV, tétrachloroéthène, hétérogénéité spatiale.