

// TECHNIQUE

Comment définir au mieux une source de pollution volatile ? Telle est la difficulté à laquelle les professionnels sont confrontés lors des diagnostics. Il faut réduire l'incertitude sur la délimitation et la caractérisation de la pollution afin de limiter les dérives potentielles des travaux et fournir les éléments de dimensionnement pour le plan de conception des travaux. L'utilisation conjointe d'une sonde MIP et des géostatistiques permet de prévoir et/ou conforter le dimensionnement.

LE MARIAGE D'UNE SONDE RENIFLEUSE ET DES GEOSTATISTIQUES

Les essais de faisabilité et de traitabilité dans le cadre d'un plan de gestion afin de le consolider, de réduire le nombre de scénarios de gestion voire de définir les solutions les plus pertinentes au contexte étudié, constituent le plan de conception des travaux (PCT). Un bon PCT impose un bon diagnostic en amont qui aura affiné la délimitation de la pollution afin de réduire les incertitudes sur le bilan massique. La sonde « membrane interface probe (MIP) » permet la détection en continu des hydrocarbures volatils et semi-volatils dans les gaz des sols et dans les eaux, et la mesure d'autres paramètres utiles à la définition des sources de pollution.

UNE SONDE RENIFLEUSE

La sonde a été mise en œuvre en Bretagne. Une membrane semi-perméable est chauffée à 130°C. S'en suit une désorption thermique des composés organique volatils (COV) au contact de la membrane et la rapide diffusion des COV présents dans les sols et les eaux souterraines à travers elle, dans le gaz vecteur de la ligne. Le gaz vecteur inerte permet alors le transfert des COV vers trois détecteurs : le détecteur à photoionisation (PID), le détecteur à ionisation de flamme (FID) et le détecteur spécifique aux halogénés (XSD). La sonde est enfoncée par poussée hydraulique dans le sol. Conductivité électrique des sols, température de la sonde et résistance à l'avan-

cement sont mesurées.

Les différents forages indiquent la présence de remblais surmontant des silts, ces derniers reposant sur du micaschiste ou du granite. En période d'étiage, le niveau piézométrique de la nappe phréatique s'établit entre 1,6 et 5 m de profondeur.

LES HYDROCARBURES CERNÉS PAR LES GEOSTATISTIQUES

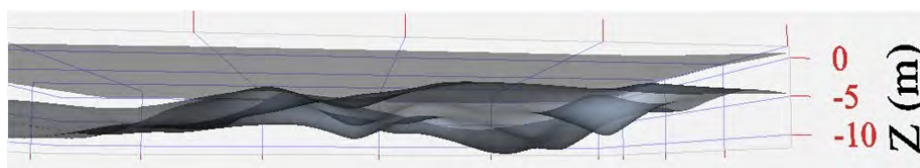
Ce sont 75 sondages qui ont été réalisés au droit de la zone à investiguer, jusqu'à des profondeurs variables en lien avec le refus à l'outil qui marque l'interface silts/granite.

Les données acquises ont été traitées avec le logiciel KARTOTRAK. Les différentes indications données par les capteurs permettent d'établir des cartographies des hydrocarbures volatils et semi-volatils dans les sols. Le traitement de l'information apporte une très bonne visibilité de la (des) anomalie(s) gazeuse(s) et en particulier son positionnement dans l'espace. On rappelle

toutefois que les détecteurs analysent les gaz du milieu solide non saturé et/ou ceux issus de la désorption de produits dans la matrice poreuse et/ou ceux provenant de la volatilisation de l'eau polluée. Il peut donc exister un décalage entre le nuage gazeux mis en évidence par les investigations et la présence des polluants dans les sols et les eaux souterraines, surtout lorsque la perméabilité à l'air du sous-sol est grande.

L'analyse des données des trois détecteurs est faite en s'appuyant sur les variations, et leur importance, des réponses par rapport à une ligne de base représentative d'un sol ne contenant pas d'hydrocarbures. Il convient donc que, pour un détecteur donné, la ligne de base soit sensiblement la même tout au long des investigations.

Un test en surface est réalisé régulièrement en déposant sur la membrane de la sonde une solution calibrée à 1 ppm en trichloroéthylène. Ce test permet d'une part de vérifier la réponse des trois détecteurs et, d'autre part, de calculer avant la descente de la sonde le temps de transfert des gaz depuis la membrane jusqu'au détecteur.



Figures 1 : cartographie de l'interface silts/granite par le refus à l'outil

Ce temps de transfert dans la « trunk line » indique la durée de la pose entre chaque poussée.

Avec les données obtenues, il est alors possible de fournir des résultats nuancés avec des zones certaines à très fortes probabilité de dépassement de la ligne de base (ou de dépassement des objectifs de dépollution) et d'autres zones beaucoup plus incertaines avec des risques intermédiaires qui devront faire l'objet de nouvelles investigations.

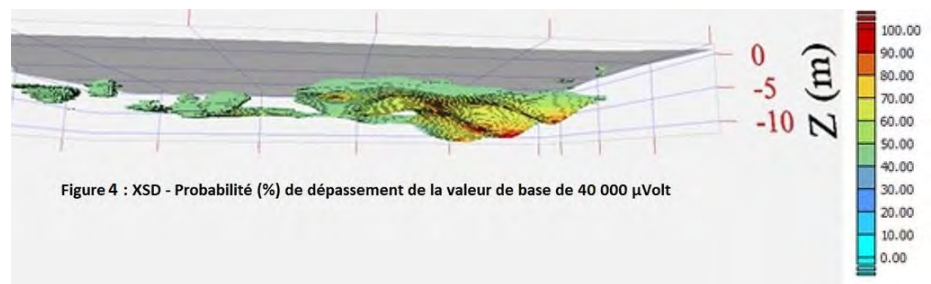
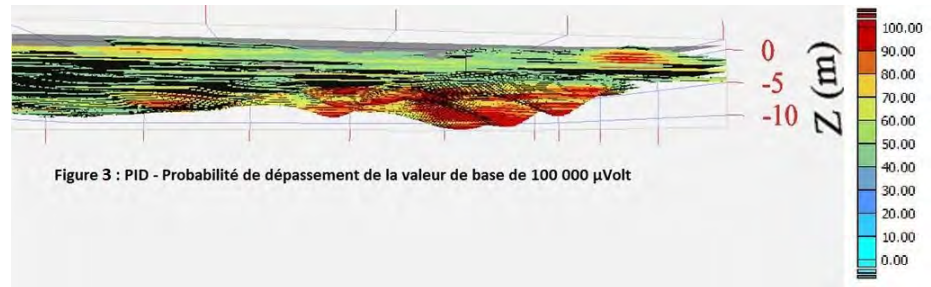
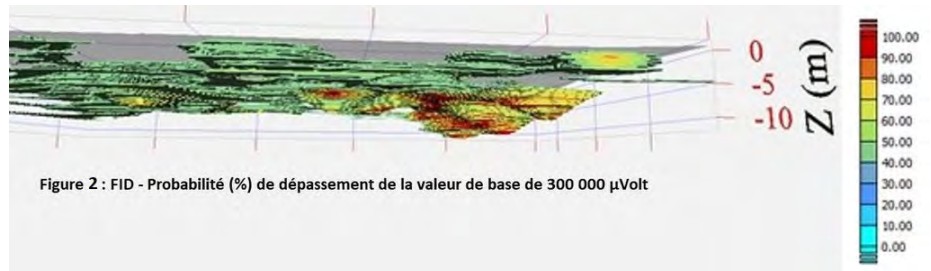
INCERTITUDES NOTABLES

Les résultats obtenus avec le détecteur à ionisation de flamme (FID), détecteur caractérisant les hydrocarbures totaux volatils et semi-volatils montrent qu'il existe une anomalie par hydrocarbures volatils et semi-volatils au droit du site à partir de 1 m de profondeur en moyenne, sans que l'anomalie ne soit délimitée en profondeur.

Une modélisation suivie d'un rapide calcul permet de dire que, pour une probabilité de 20% de laisser en place des terres qui dépassent la ligne de base, donc des terres polluées, le volume des sols concernés est de 148 845 m³.

Pour une probabilité de 40% (cf. figure 2), le volume de terres polluées laissées en place descend à 71 343 m³, sachant que le volume total de la zone investiguée est de 228 574 m³.

Le même exercice est reconduit avec le détecteur à photo ionisation (PID), détecteur des hydrocarbures aromatiques (toluène, xylènes, hexane, etc.) et donc aussi des solvants organohalogénés. De nouveau, on note qu'il existe une anomalie par hydrocarbures aromatiques et/ou solvants chlorés au droit du site à partir de 1 m de profondeur en moyenne, sans que l'anomalie ne soit circonscrite en profondeur. Cette anomalie en hydrocarbures aromatiques et/ou solvants chlorés se superpose relativement bien à celle en hydrocarbures volatils et semi-volatils. Le calcul géostatistique permet de dire que, pour une probabilité de 20% de laisser en place des terres polluées, le volume des sols concernés est de 173 863 m³. Pour une probabilité de 40% (cf. figure 2), le volume passe à 122 229 m³.



Même processus avec le détecteur XSD, utilisé pour mettre en évidence la présence de solvants organohalogénés. On retrouve une anomalie par hydrocarbures organohalogénés au droit du site à partir de 1 m de profondeur en moyenne, sans que l'anomalie ne soit bornée en profondeur.

Cette anomalie en solvants chlorés se superpose en partie à celle en solvants aromatiques et à celle en hydrocarbures volatils et semi-volatils, démontrant ainsi qu'il y a au droit du site une pollution par hydrocarbures aromatiques non chlorés et une pollution par hydrocarbures chlorés.

Un rapide calcul permet de dire que, pour une probabilité de 20% de laisser en place des terres polluées, le volume des sols pollués est de 91 578 m³. Pour une probabilité de 40% (cf. figure 3), le volume tombe à 35 575 m³.

MARIAGE REUSSI

En conclusion, mariage réussi entre la

sonde MIP et les géostatistiques. Il existe au droit du site une pollution organique chlorée et non chlorée. L'utilisation d'un logiciel dédié pour le traitement des données acquises via la sonde a permis de localiser les sources de pollution.

Et surtout, elle a permis de montrer l'insuffisance des données pour parvenir à un niveau d'incertitude satisfaisant et pour caractériser de façon suffisamment précise la pollution afin de limiter les dérives potentielles des travaux et fournir les éléments de dimensionnement pour le plan de conception des travaux : ainsi, pour la pollution par solvants chlorés, il existe une probabilité de 20% de laisser 40% de la pollution en place et il existe une probabilité de 40% de laisser plus de 10% de la pollution en place ●

Jean-Louis SEVEQUE, AQUATERRASANA

Claire FAUCHEUX, GEOVARIANCES

H. BINET, GEOVARIANCES