

// TECHNIQUE

Le besoin de mieux caractériser les milieux souterrains au droit d'une zone fortement impactée par des solvants chlorés et de revoir les mesures de gestion déjà annoncées a généré un challenge technique et administratif pour le propriétaire d'un site industriel dans le cadre de la cession de son terrain.

EXTRACTION MULTIPHASES – TRAITEMENT DE CHOC DE SOLVANTS CHLORÉS DANS LE CADRE DU REDÉVELOPPEMENT D'UN SITE INDUSTRIEL

Avant l'intervention d'ERM, des objectifs de dépollution incluant des concentrations maximales admissibles dans les eaux souterraines après traitement avaient été validés par l'Administration. Par ailleurs, l'exploitant était soumis à une date butoir contraignante pour la réception de la mise en œuvre des mesures de gestion

LE TRAITEMENT N'APPORTAIT PAS LES RÉSULTATS ESPRÉS

Le traitement initialement envisagé consistait en l'ajout de substrat carboné pour la stimulation de la biodégradation anaérobie, puis sur la réduction chimique par injection de Fer zéro-valent. Toutefois, ce traitement n'apportait pas les résultats escomptés. En effet, la présence persistante de solvants chlorés (ou Composés Organo-Halogénés Volatils – COHV, majoritairement du Trichloroéthylène – TCE) dans les eaux souterraines, voire l'augmentation des concentrations mesurées, indiquaient la présence certaine de ces solvants en phase organique (DNAPL).

En conséquence, le traitement initialement proposé n'était plus considéré comme optimal vis-à-vis des objectifs de qualité et de délai du projet.

Une meilleure caractérisation des milieux de la zone du site impactée par les COHV, ainsi qu'une revue des mesures de gestion

et des objectifs de dépollution s'avéraient donc souhaitables. Dans ce contexte, ERM a été mandaté par l'exploitant pour définir et mettre en œuvre une nouvelle stratégie de gestion des impacts en COHV

DES INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES ONT ÉTÉ RÉALISÉES

Des investigations ciblées avec pour objectif principal une meilleure détermination de la répartition verticale des impacts dans le sol et les eaux souterraines ont été réalisées en décembre 2016 / janvier 2017. Elles ont consisté en :

- la réalisation de 12 Sondages MIP (Membrane Interface Probe) à 8-13m (cf. Figure 1) ;
- la mise en œuvre de 5 sondages de sol carottés (à 7,5-9,5m) avec analyses de sol (33 échantillons) ;
- l'installation de 12 nouveaux piézomètres multiniveaux (en « flûte de pan ») avec analyses d'eau souterraine ;
- la réalisation d'investigations de gaz du sol grâce à l'installation de 2 nouveaux piézozais ;
- l'inspection vidéo des réseaux du site ;
- la conduite d'un essai d'extraction mul-



Figure 1 : Sondage MIP à l'intérieur d'un bâtiment.

ti-phases (pompage d'eau, d'air et de phase organique).

LE SCHEMA CONCEPTUEL A ÉTÉ REVU

Les investigations ont permis d'affiner le schéma conceptuel du site avec pour principaux résultats :

- la confirmation du modèle géologique / hydrogéologique consistant en 3 couches (remblais / alluvions variables (sables, limons) / schiste (altéré dans les premiers mètres – sous forme de limons compacts et secs) ; le toit de la nappe étant recoupé à 1,5-2m de profondeur ;
- une meilleure délimitation verticale et horizontale des zones sources en COHV caractérisées par la présence d'impacts dans les sols peu profonds (2,5-7m) en deux endroits principaux. Les investigations ont permis de montrer que les solvants se sont vraisemblablement introduits sous forme de produit pur par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs réseaux enterrés avant de plonger (le TCE étant plus dense que l'eau) pour s'accumuler à la base des alluvions sur le toit des schistes altérés moins perméables (cf. Figure 2).

UNE EXTENSION DANS LES EAUX SOUTERRAINES LIMITÉE PAR LA GÉOLOGIE

En s'éloignant des zones sources supposées, les concentrations en COHV au toit de la nappe devenaient modérées et peu susceptibles de générer des risques sani-

taires par remontée et intrusion de vapeurs dans l'air ambiant de futurs bâtiments. Les teneurs les plus significatives en TCE (avec présence vraisemblable de phase libre - DNAPL) étaient concentrées dans la partie inférieure de la nappe, car le TCE est plus dense que l'eau. Heureusement, l'extension latérale et la migration vers l'aval du DNAPL étaient limitées par la topographie irrégulière du toit des schistes.

MAIS RÉDUIRE LA MASSE DE COHV S'AVÉRAIT NÉCESSAIRE

Compte-tenu de ces observations, et du fait de l'absence d'exploitation des eaux souterraines en aval du site, seule l'exposition potentielle par inhalation de vapeurs de COHV nécessitait la mise en œuvre de mesures de gestion afin de maîtriser les risques sanitaires pour les futurs utilisateurs du site. Toutefois, réduire la masse de COHV présente sous forme de source concentrée dans les sols et les eaux souterraines s'avérait nécessaire afin d'améliorer l'état des milieux.

LES MESURES DE GESTION ONT ÉTÉ MODIFIÉES

Le Plan de Gestion a été mis à jour. Des essais pilotes de traitement par extraction multi-phases ont été mis en œuvre et ont démontré l'efficacité de cette technique pour réduire la masse de COHV présents dans le sous-sol.

Un traitement en deux temps a alors été

proposé à l'Administration afin d'améliorer l'efficacité des mesures de gestion et de prendre en considération les contraintes liées au programme global du projet d'aménagement du site :

- Etape 1 : Traitement par extraction multi-phases sur une durée limitée, en préalable au démarrage des travaux de désamiantage et de démolition des bâtiments.
- Etape 2 : Après démolition des bâtiments, excavations ciblées en zone non saturée autour des points d'entrée des COHV dans le sous-sol. Puis, réalisation d'une Analyse des Risques Résiduels (ARR) basée sur l'usage des futurs bâtiments.

L'Administration a accepté l'approche modifiée. Elle a également validé la proposition d'ERM de ne pas fixer, pour l'étape 1, d'objectifs chiffrés de concentration en COHV dans les eaux souterraines, étant donnée l'absence d'usage de ce milieu. L'objectif global était l'extraction de la masse la plus importante possible de COHV. La décision de poursuivre ou d'arrêter le traitement était basée sur un rapport efficacité/coût de l'extraction multi-phases.

MISE EN ŒUVRE DU TRAITEMENT

Suite aux investigations qui se sont terminées courant janvier 2017, les phases d'interprétation de données, de préparation de rapport, de négociation avec l'Administration et de consultation d'entreprises de dépollution se sont enchaînées. Le chantier

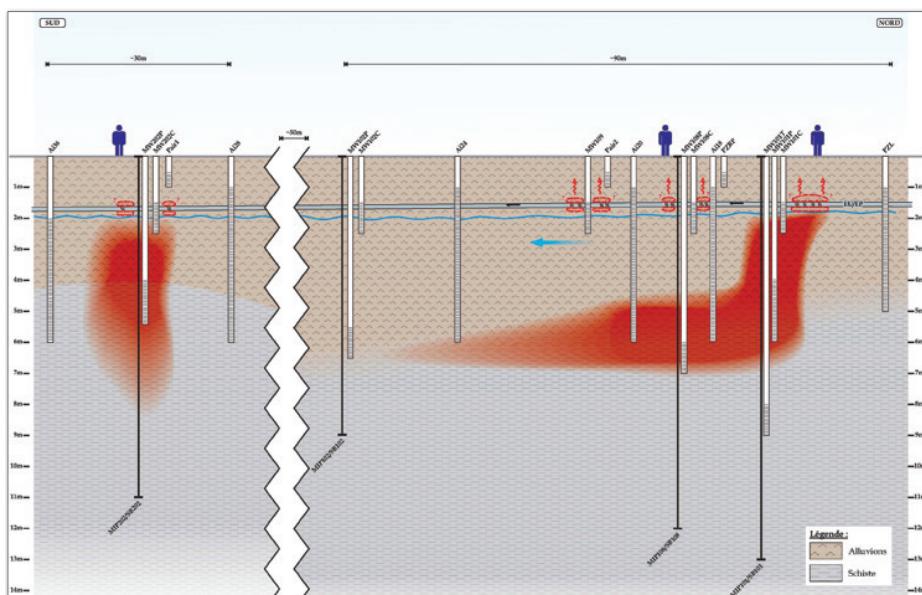


Figure 2 : Coupe schématique.



Figure 3 : Système d'extraction multi-phases et unités de traitement.

de traitement par extraction multi-phases a démarré le 10 juillet 2017.

Les unités d'extraction et de traitement ont été installées dans la zone d'intérêt, à l'extérieur, entre deux bâtiments toujours en activité (cf. Figure 3).

Les ouvrages installés dans le cadre des mesures de gestion initialement envisagées ont été réutilisés pour mener les essais pilotes d'extraction multi-phase. Ces derniers ont été réalisés entre le 24 et 28 juillet 2017, en parallèle à l'installation de points supplémentaires de contrôle des gaz du sol.

Le système complet d'extraction multi-phases a été mis en service le 1er août 2017, avec 15 points d'extraction (dont 1 initialement par pompage tous fluides en raison de la présence confirmée de phase libre pompable).

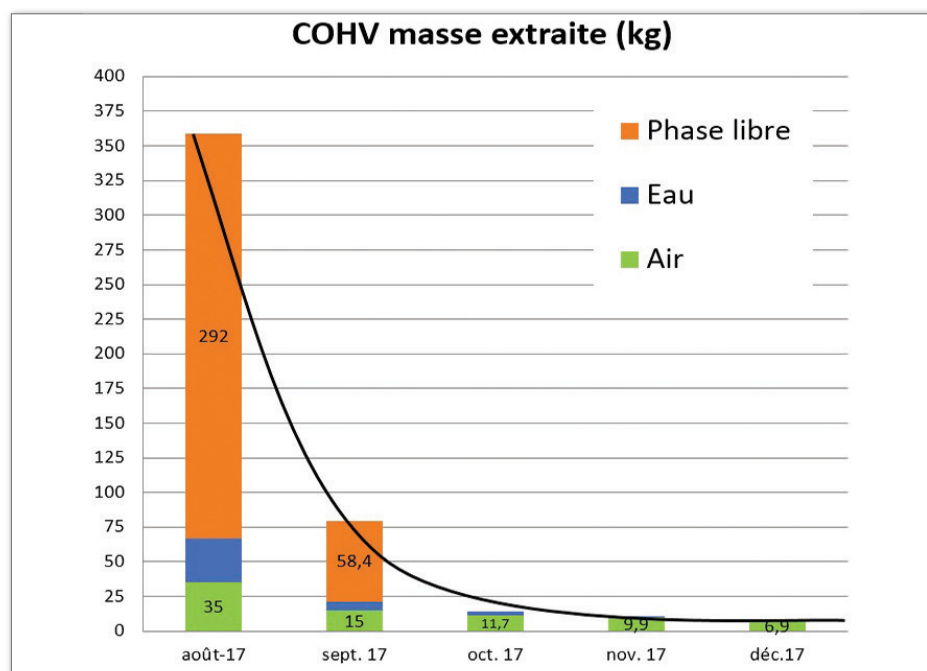
BILAN DE L'ÉTAPE 1

Le fonctionnement et l'efficacité du système ont été suivis régulièrement, notamment lors des premières semaines. Ce suivi, consistant en des visites de contrôle avec des mesures de terrain et des analyses en laboratoire (entrées et rejets), a permis de peaufiner le paramétrage du réseau d'extraction pour en optimiser constamment l'efficacité.

En 5 mois, ont été extraits 350 kg de TCE en phase organique, 80 kg sous forme gazeuse et 45 kg sous forme dissoute. Une tendance asymptotique de réduction de masse a été confirmée à partir de 4 mois d'opération (cf. Graphique 1). Les rejets des unités de traitement ont fait l'objet d'un contrôle hebdomadaire pendant deux mois, puis mensuel, sans aucun dépassement des seuils de rejet établis.

Avec l'accord de l'Administration, le traitement par extraction multi-phases a été arrêté le 3 janvier 2018, permettant ainsi de replier les équipements de traitement et de rendre la zone au démolisseur le 19 janvier 2018.

Même si l'objectif principal de cette étape 1 était la réduction de la masse en COHV dans la zone saturée, un effet positif a



Graphique 1 : COHV masse extraite (kg).

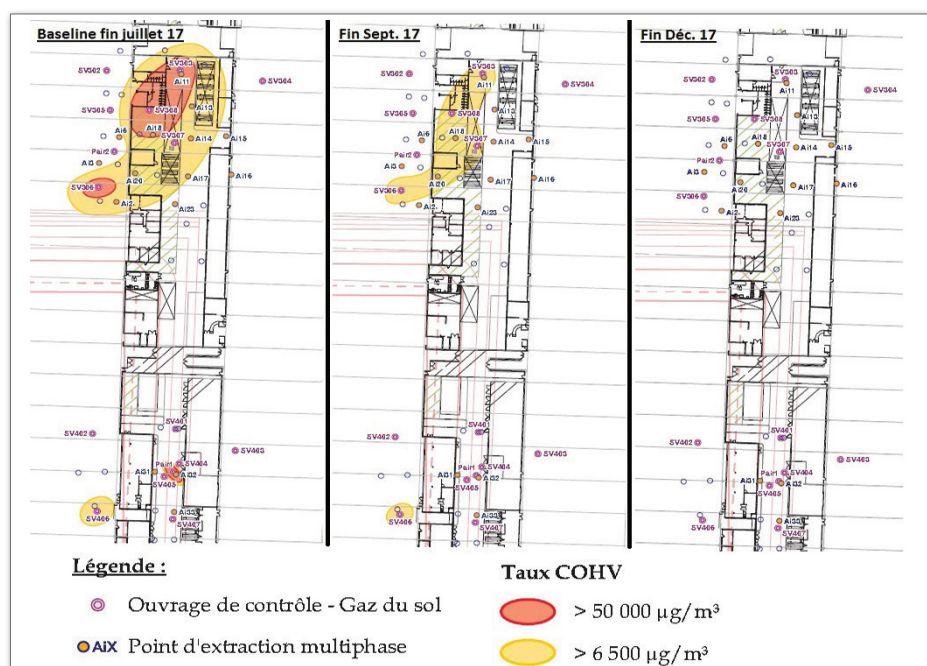


Figure 4 : Evolution des teneurs dans les gaz du sol.

également été constaté sur les gaz du sol avec une réduction notable des concentrations en COHV mesurées dans ce milieu (cf. Figure 4).

Suite aux investigations complémentaires, à la conception et à l'acceptation de la stratégie modifiée par l'Administration, l'étape 1 du traitement a été réalisée de manière efficace en atteignant l'objectif principal

d'extraction de masse tout en assurant le respect des limites de rejet et sans impact sur le planning global du redéveloppement du site. L'étape 2 est en cours de réalisation à la date de rédaction du présent article et devrait être terminée dans le courant de l'été 2018.

Kenneth JONES – ERM France
Nicholas SHARP – ERM France