

Dépollution de solvants chlorés au cours d'une réhabilitation à des fins commerciales, Belgique

ÉTUDE DE CAS

Données à long terme sur le traitement de la zone source
et du panache par déchloration réductrice anaérobie



RÉSUMÉ

En Belgique, **Spaque** a choisi l'ancienne usine de métallurgie Ubell, laissée à l'abandon depuis les années 1990, pour une réhabilitation à des fins commerciales. Des quantités importantes de solvants chlorés avait été observées dans la nappe, la pollution étant à la fois très étendue et atteignant des concentrations élevées en zone source. On avait constaté qu'une déchloration réductrice se produisait naturellement mais, faute de substrat carboné, elle s'arrêtait au cis-1,2-DCE. REGENESIS conçoit donc une approche de dépollution utilisant un donneur d'électrons à libération lente pour améliorer et maintenir une déchloration réductrice complète et efficace (déchloration réductrice anaérobie) de la pollution cible. **3-D Microemulsion (3DME)** est un **donneur d'électrons** injecté en gros volumes et s'auto-distribuant dans le sous-sol après injection, ce qui permet de traiter de grandes superficies avec un minimum de points d'injection.



TYPE DE SITE

Ancienne usine de métallurgie



GÉOLOGIE

Limons sableux et argileux
très hétérogènes



POLLUANTS VISÉS

Chloroéthylènes
50 µg/L - 72 000 µg/L



FINALITÉ DU PROJET

Développement
commercial



TRAITEMENT

Déchloration réductrice
anaérobie



TECHNOLOGIE

3-D Microemulsion®

TRAITEMENT

3DME a été injecté dans la nappe polluée entre **5 et 11 m sous la surface**. L'injection a été réalisée selon un maillage, avec un recoupement des rayons d'influence de façon à cibler l'ensemble de la zone polluée. Le maillage était plus serré au centre, où se trouvaient les concentrations les plus élevées. Après injection, les travaux de construction se sont poursuivis sur le site, sans être perturbés par la dépollution en cours dans le sous-sol.



Figure 1. Injection « direct push » de 3DME



3DME fournit trois phases de libération d'électrons à partir d'un concentré unique de molécules polaires spécialement conçues. Lors de son mélange avec de l'eau sur le site, 3DME forme une microémulsion de volume élevé, sans besoin d'émulsifiants. Lors de son injection dans les eaux souterraines, 3DME se déplace initialement dans la formation et s'adsorbe sur les particules du sol. Comme la molécule est conçue pour être suffisamment soluble, elle est ensuite à nouveau dissoute progressivement dans les eaux souterraines, où elle fermente pour stimuler l'ERD, mais atteint également sa concentration critique de micelles (300 ppm), se reforme en microémulsion et s'éloigne du point d'injection.



MAILLAGE D'INJECTION

source 5x5m
panache 7x7m

POINTS D'INJECTION

94 (1^{ère} application)
8 (2^{ème} application)

ZONE DE TRAITEMENT

3,000 m²
-5 à -11 m

COÛT DU PROJET

env. 100 k€

Figure 2. Localisation des injections



RÉSULTATS

L'application a créé les conditions idéales pour une déchloration réductrice anaérobie de tout le panache. Les concentrations en trichloroéthylène (TCE), composé parent, ont été réduites à des niveaux non détectables, avec formation et dégradation séquentielle des produits de filiation. Dans la quasi-totalité des points du panache et des zones sources, une déchloration réductrice complète a eu lieu ; les concentrations sont tombées à des niveaux non détectables, et elles s'y sont maintenues pendant près de **10 années** de suivi.

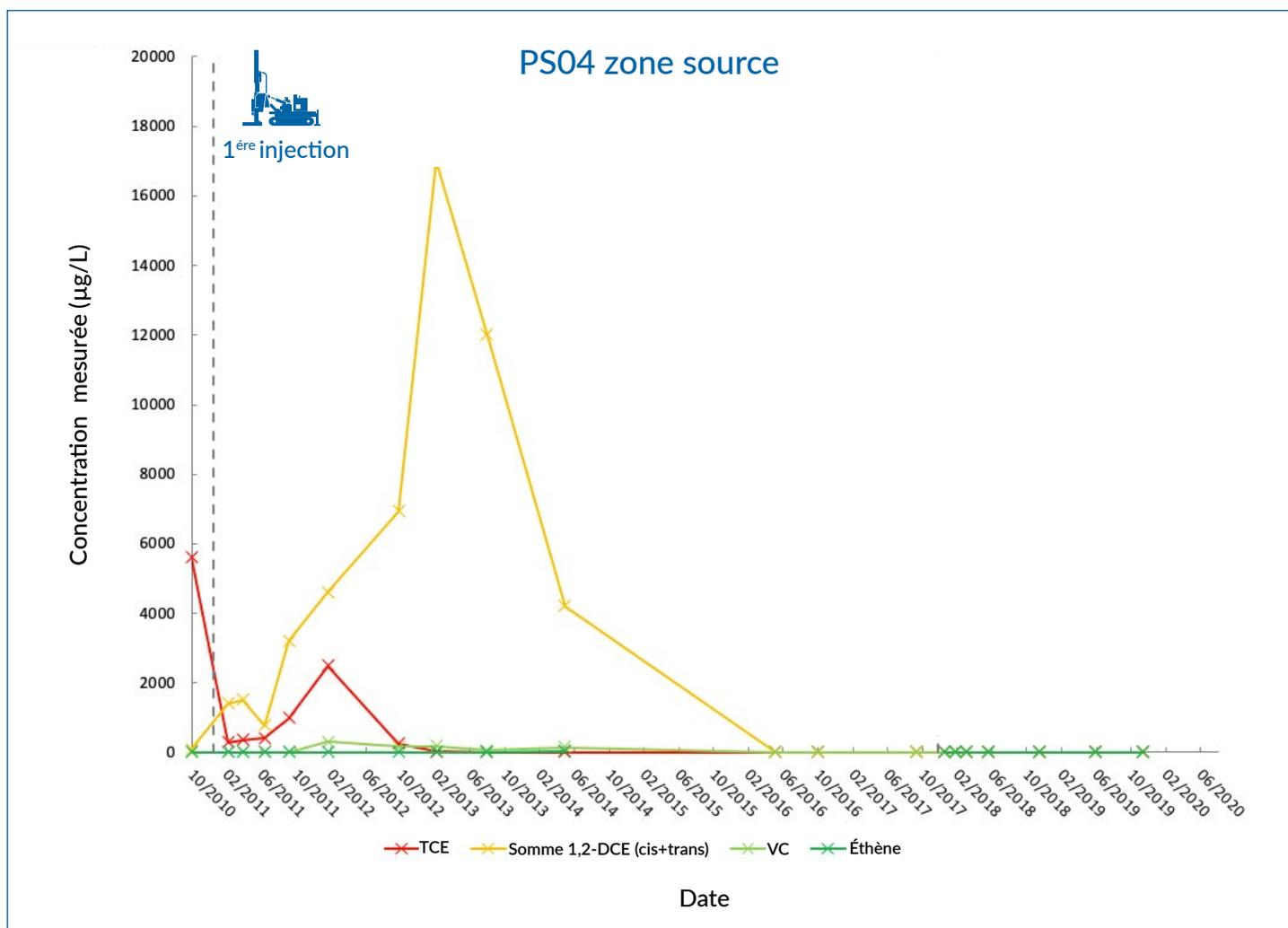


Figure 3. Résultats après application initiale, attestant un traitement complet et durable

PERTURBATION DU SITE

Le traitement en zone source se déroulait aussi très bien, jusqu'à ce que, deux ans après l'application, on observe une hausse significative de la concentration en composé parent (TCE) dans une petite partie de la zone source. La déchloration réductrice anaérobie n'étant pas un processus réversible, un afflux de polluant devait donc être survenu. On découvrit que la construction d'un parking au-dessus de la zone source avait perturbé le sol et entraînait une désorption dans la nappe, depuis la zone vadose.

Les concentrations indiquaient un afflux de phase liquide non aqueuse dense (DNAPL). Cependant, du fait de la longévité du 3DME, la nouvelle pollution migrait dans une zone du traitement où les conditions - géochimie, bactéries déshalogénantes et hydrogène - étaient maintenues idéales pour dégrader la pollution. Au cours des années suivantes, les concentrations de polluants ont diminué, à mesure que la source inattendue de DNAPL s'épuisait par désorption dans les eaux souterraines.

APPLICATION D'URGENCE

Sur une petite superficie (150 m²) de la zone source, on constata que des concentrations élevées du composé parent subsistaient après plusieurs années. Ces concentrations diminuaient, mais la durée de traitement nécessaire dépasserait la longévité escomptée de l'application de 3DME. Les analyses montrèrent qu'une population saine de bactéries déshalogénantes était toujours présente sur le site, mais que le 3DME était en voie d'épuisement. Ceci bloquait le processus de déchloration réductrice, faute de carbone - et ramenait aux conditions géochimiques antérieures au traitement. Une deuxième application, en quantité bien plus faible, fut réalisée par **Sodecon** environ sept ans après le traitement initial, ciblant cette zone source résiduelle.

“

L'avantage de cette solution, c'est qu'elle pouvait être mise en œuvre sur un site en activité, même avec un parking en service. Nous pouvions procéder à une nouvelle application sur le site, au moyen d'une petite foreuse, durant un temps limité et pour un coût réduit, comparé au coût total du réaménagement

”

Samuel Wildemeersch, Gestionnaire de projet, SPAQUE

RÉSULTATS

La deuxième application a permis de réduire rapidement et durablement les concentrations de TCE dans la nappe en zone source. Une forte hausse des concentrations en éthylène a été observée, attestant une déchloration réductrice complète. La surveillance est toujours en cours et l'on trouve encore du cis-1,2-DCE, ce qui prouve que l'afflux de composé parent résiduel est dégradé. Les concentrations actuelles de polluants ne sont plus considérées comme présentant un risque sur le site. La proportion de DCE dans le mélange de polluants diminue à présent, car la masse de TCE résiduel a été dégradée et la concentration de tous les composés devrait diminuer, comme observé dans tous les autres points du site.

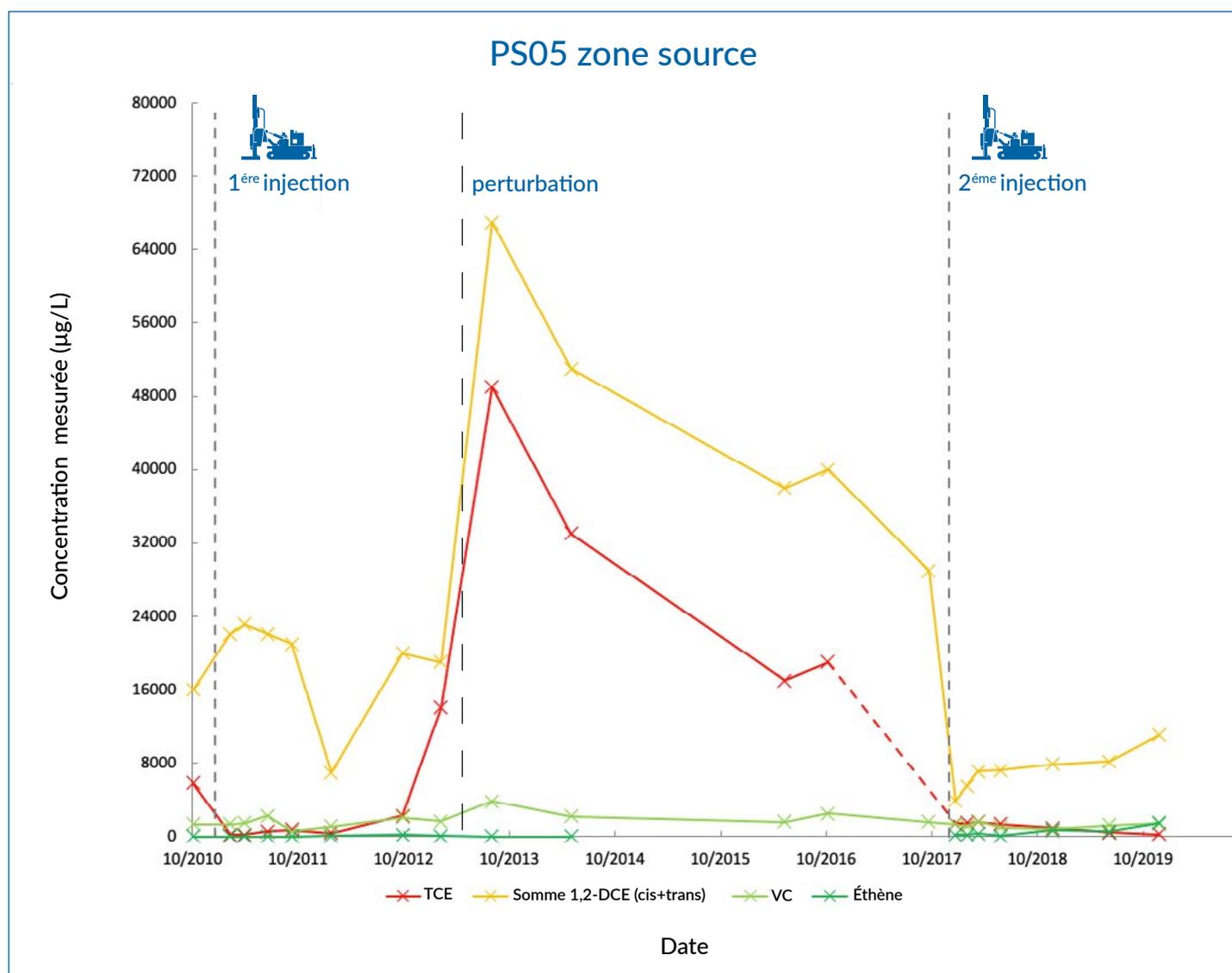


Figure 4. Traitement en zone source, indiquant les injections réalisées et l'apparition d'une perturbation

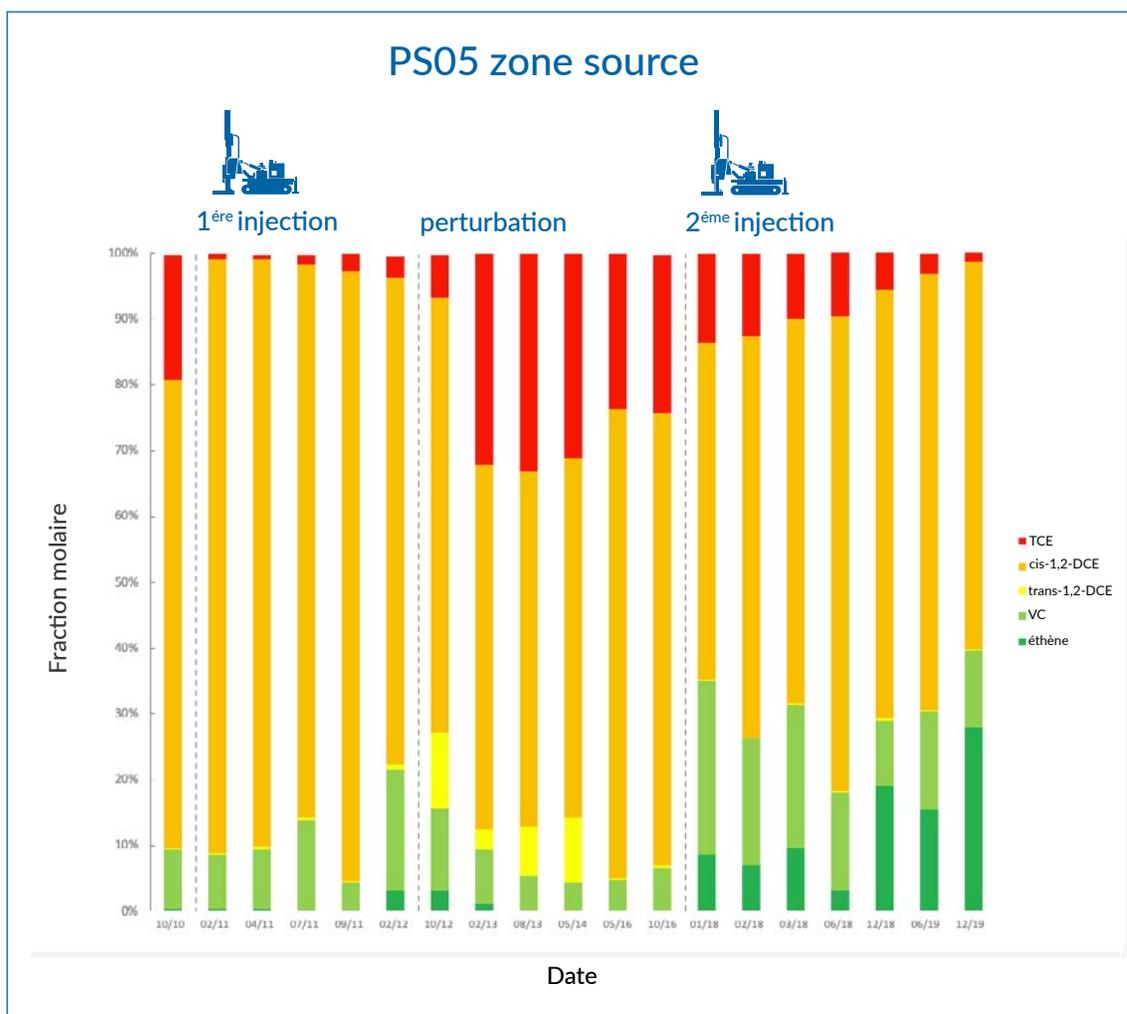


Figure 5. Fraction molaire de la masse de polluants en zone source, faisant apparaître la déchloration réductrice anaérobie initiale, l'afflux de polluant et le traitement, puis l'application finale et la déchloration réductrice anaérobie plus rapide

CONCLUSIONS

Le suivi à long terme du site montre qu'une seule application de 3DME a permis la déchloration réductrice complète d'un vaste panache de solvants chlorés, jusqu'à des concentrations très faibles. Lorsqu'une source secondaire inattendue de DNAPL est apparue suite à une perturbation de la zone de vadose, grâce à la longévité du 3DME, l'application initiale a permis, même après deux ans, de dépolluer une grande partie de l'afflux. Une deuxième application, en quantité beaucoup plus faible, a pu être réalisée sans nuire à l'utilisation du bien foncier. Ciblante une zone d'afflux persistant, cette application a entraîné immédiatement une réduction rapide des concentrations de polluants résiduels. Ce traitement simple et peu coûteux a permis le réaménagement d'une friche industrielle très impactée, tout en autorisant la poursuite de la construction et de l'exploitation économique, sans perturbation liée à la dépollution en cours dans le sous-sol.

A PROPOS DE SPAQUE

En tant que pôle d'expertise de la Région Wallonne en matière de gestion des sols pollués, SPAQUE est un acteur du développement économique et durable de la Wallonie. Un rôle qui se concrétise, notamment, au travers des projets de réaffectation de sites qu'elle a assainis.

A l'heure actuelle, 59 sites ont été réhabilités : 23 sites (soit 599 hectares) ont été reconvertis et 26 (soit 387 hectares) connaissent un projet de reconversion.

CONTACT

Samuel Wildemeersch
Gestionnaire de project

s.wildemeersch@spaque.be
+32 4 220 94 26

CONTACT

europe@regenesis.com
+44 (0)1225 61 81 61
www.regenesis.com