

Contexte historique

- Site occupé depuis la première partie du XX^{ème} siècle par une activité de garage (réparation et entretien de véhicules automobiles) et de distribution de carburants
- En 1999, suite à un constat de fuite de carburants, la station a subi des aménagements : neutralisation des anciennes cuves
- Cessation d'activité de la station service en août 2009

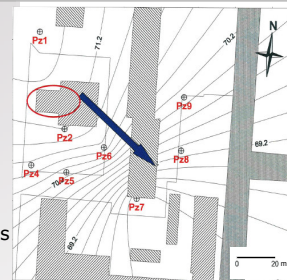
Contexte géologique et hydrologique

DES SOLS SUPERFICIELS RELATIVEMENT HOMOGENES... et... UN AQUIFERE HETEROGENE

- Le site repose sur la série des métapélites, principalement schisteuse avec des intercalations de grès et phanites :
 - L'altération de ces roches produit en surface des terrains limono-sableux pouvant atteindre plusieurs mètres
- Faible couche de remblais sablo-graveleux entre 0,3 et 1 m
- L'eau est contenue dans les terrains superficiels d'altération et circule dans le réseau de fractures du substratum schisteux
- Cette ressource en eau est modeste et n'offre pas de réel intérêt hydrogéologique
- Le niveau des eaux souterraines est compris entre 3 et 4,5 m/TN et se caractérise par de larges fluctuations saisonnières

Etudes

- Les campagnes d'investigations sur les sols du site (avril 2007 & juin 2008) ont montré :
 - Des teneurs élevées en BTEX sur les terrains reconnus entre 0 et 3 m de profondeur (5,3 à 45 mg/kg MS)
 - Les teneurs en HCT C10-C40 mesurées sur l'ensemble des échantillons de sol demeurent faibles (< 280 mg/kg MS)
- Les piézomètres (juin & novembre 2008) ont mis en évidence un impact des eaux souterraines par des hydrocarbures pétroliers à l'aval des pistes de distribution et des cuves neutralisées :
 - En juin 2008, teneurs en BTEX de 3 500 et 6 700 µg/L sur échantillons d'eau collectés dans Pz2 et Pz3
 - Les échantillons d'eau prélevés dans les ouvrages Pz2 et Pz6 en novembre 2008 présentaient des teneurs en HCT C10-C40 qui atteignaient respectivement 1 170 et 848 µg/L et des teneurs en BTEX totaux à 1 638 et 608 µg/L
- L'implantation de trois piézomètres supplémentaires en dehors du site (février 2009) a confirmé le sens d'écoulement des eaux souterraines en direction du sud-est avec un gradient de l'ordre de 1,5 ‰



Contexte des travaux

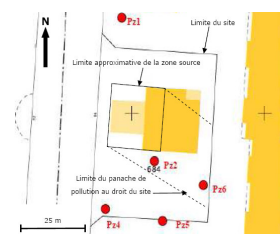


- Cessation d'activité en août 2009 et travaux de déconstruction en septembre 2009
- Excavation** des sols impactés jusqu'à 3,8 m/TN (zone non saturée) au droit et en périphérie des anciennes cuves et pistes
- Objectifs** de dépollution des eaux souterraines :
 - 1 mg/L en HCT C10-C40
 - 80 µg/L en benzène 700 µg/L en toluène 300 µg/L en éthylbenzène 500 µg/L en xylènes
- La reconversion du foncier oblige à recourir à une stratégie de dépollution des eaux souterraines qui ne nécessite pas un suivi et n'occasionne **pas de gêne à la conduite du projet** immobilier (initialement prévu début 2010)
- Proposition d'un traitement des eaux souterraines par **l'injection directe** d'une substance conçue pour enrichir le milieu en oxygène, favorisant la **biodégradation des hydrocarbures** par les **microorganismes endogènes**

Consistance des travaux



- La stratégie** de dépollution retenue consistait à injecter l'oxydant uniformément dans la zone source et le panache suivant un maillage régulier de 4 m x 4 m
- Réactif retenu pour la dépollution des eaux souterraines : EHC-O® (Adventus, USA)
- EHC-O®, à base de **peroxyde de calcium**, de nutriments et d'un tampon pH, a l'avantage d'être une poudre, qui **diffuse longtemps** de l'oxygène par dissolution, à partir du point d'injection
- La quantité d'EHC-O® à mettre en œuvre dans la zone saturée du sol a été déterminée sur la base des caractéristiques du site :
 - Géologiques et hydrogéologiques : nature des terrains, de l'aquifère, gradient hydraulique...
 - Chimiques : COT, dureté totale, DCO, oxygène dissous... de l'eau des piézomètres impactés
 - de la pollution du site : teneurs en polluants hydrocarbonés dans les eaux souterraines, surfaces à traiter, retrait préalable de la source de pollution des sols jusqu'à 3,8 m/TN



- Injection d'EHC-O® à la pompe haute pression, par des tiges creuses enfoncées par percussion (matériels Geoprobe®)
- D'un point d'injection à un autre, **refus de pénétration** des tiges à des profondeurs variables et volumes de solution injectée par point très **disparates** (moins d'une dizaine à plusieurs centaines de litres), avant reflux de produit le long des tiges, attestant de la **saturation totale** des chemins d'écoulement :

- Mise en évidence de la grande hétérogénéité des terrains schisteux d'altération au sein desquels circulent les eaux souterraines
- Nécessité de **revoir la stratégie d'injection** : en fonction des observations relevées au fur et à mesure de **l'avancement** du chantier, injection de la suspension de proche en proche, en zone source et dans le panache, en **ciblant préférentiellement les secteurs** acceptant de larges volumes de solutions
- Des résurgences ont été observées à plusieurs mètres de certains points d'injection, avec parfois des irisations et gouttelettes d'hydrocarbures à la surface des eaux refoulées



Résurgences de la solution d'EHC-O® à plusieurs mètres du point d'injection



Eau souterraine irisée et solution blanchâtre d'EHC-O® refoulées du sous-sol

Suivi de la dépollution des eaux

- Chantier d'injection d'EHC-O® exécuté du 19 oct. au 6 nov. 09, en **une seule campagne d'injection**
- Pz10, implanté au centre de la zone source et Pz6, en aval, rendent compte de l'évolution de certains paramètres :

Paramètre analysé	Unité	Ech. eau Pz6 7 juillet 2009	Ech. eau Pz6 24 nov. 2009	Evolution
Oxygène dissous	mg/L	2,4	>12 (saturation)	↗
DCO	mg/L	26	25	→
DBO5	mg/L	< 3	< 3	→
Flore totale	UFC/mL	4 900	96 000	↗

- Seulement **quelques semaines** après les injections de solutions d'EHC-O®, les teneurs en HCT C10-C40, en BTEX et en HC C5-C10 ont présenté une tendance générale à la baisse permettant **d'atteindre les objectifs** de dépollution sous un délai très court au droit de la zone source ainsi que dans le panache

