



# Diagnostic Source COHV sur un Site Industriel en Activité

Rechercher et traiter la source d'une pollution et sa zone d'impact : Pourquoi et comment ?

12 décembre 2008

Richard Sumner – Directeur Investigation & Réhabilitation

Tudor Pricop-Bass – Directeur Technique Adjoint

**URS**

# Qui est URS

[www.urscorp.eu/france](http://www.urscorp.eu/france)



- 55 000 personnes dans le monde, 150 en France
- Paris, Lyon, Aix-en-Provence, Strasbourg et Lille
- Principales activités en France
  - Investigation et réhabilitation
  - Risques chroniques et accidentels
  - Audits de cession / acquisition
  - Développement durable / systèmes de management HSE

# Objet de la présentation

---

- Description de l'approche méthodologique
- Cas fictif inspiré d'un cas réel



- Pas de discussion concernant
  - L'encadrement par les pouvoirs publics
  - Le détail des méthodes de prélèvement

# Structure de la présentation

---

- Contexte
- Géologie et hydrogéologie
- Diagnostics préliminaires
- Caractérisation de la source
- Traitement de la source
- Aspects sanitaires
- Synthèse et conclusions



# Contexte

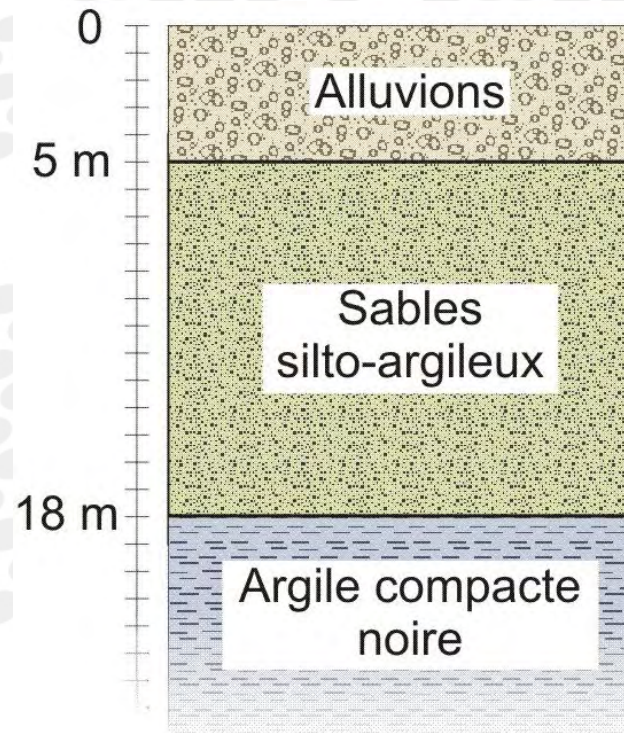
---

- Activités industrielles sur le site depuis les années 1900
- Site d'environ 40 ha, implanté en zone rurale
- Activités de dégraissage au TCE réalisées depuis les années 80 (activités mineures à l'échelle du site)
- Diagnostics préliminaires réalisés dans le cadre de la vente du site (poursuite de l'activité industrielle)



# Géologie et hydrogéologie (1/2)

- Géologie
  - Alluvions jusqu'à 5 m de profondeur
  - Sables silto-argileux jusqu'à 18 m de profondeur
  - Argile compacte noire sur plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur



# Géologie et hydrogéologie (2/2)

---

- Hydrogéologie
  - Eau souterraine présente vers 2 m de profondeur
  - Différence non négligeable de conductivité hydraulique entre les alluvions ( $\sim 10^{-3}$  m/s) et les sables silto-argileux ( $\sim 10^{-5}$  m/s)
- Utilisation des eaux souterraines
  - Puits d'alimentation en eau potable à 2 km en aval hydraulique

# Diagnostics préliminaires (1/3)

---

- Investigation des sols et de l'eau souterraine au droit des zones sources potentielles identifiées lors de l'étude historique et documentaire
- Première phase : 61 sondages (< 5 m),
  - prélèvement et analyse de 95 échantillons de sol
  - prélèvement et analyse de 31 échantillons ponctuels d'eau souterraine (objectif : apporter un premier aperçu de la qualité de l'eau souterraine et optimiser l'implantation des piézomètres)
- Principal résultat de la première phase : zone source de COHV (essentiellement trichloroéthylène, TCE) identifiée aux alentours de l'atelier de dégraissage



# Diagnostics préliminaires (2/3)

---

- Deuxième phase

- Installation de 20 piézomètres à différentes profondeurs (localisations déterminées notamment sur la base des résultats des prélèvements ponctuels d'eau souterraine, mais aussi pour assurer une bonne répartition des ouvrages sur l'ensemble du site)
- Investigation géologique
  - Objectif : vérification de la présence continue, à l'échelle du site, des argiles noires formant le substratum du niveau aquifère
  - Moyens : 9 sondages de sol profonds (20 à 30 m)



## Diagnostics préliminaires (3/3)

---

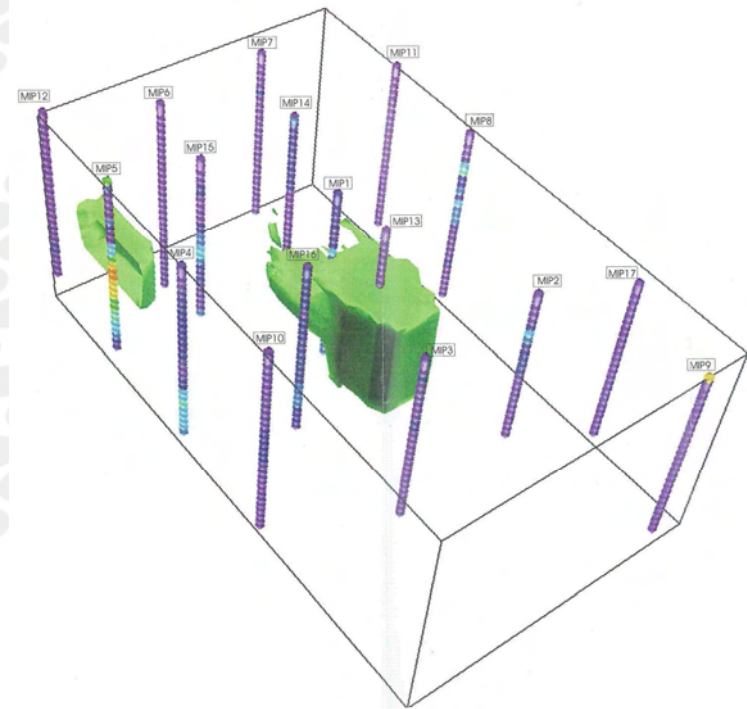
- Principaux résultats

- Présence continue, au moins à l'échelle du site, des argiles noires formant la base du niveau aquifère (sur plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur)
- Migration verticale du TCE jusqu'au toit des argiles noires (à environ 18 m de profondeur) au droit de la zone source identifiée aux alentours de l'atelier de dégraissage
- Absence de migration des COHV à l'aval hydraulique du site

# Caractérisation de la source (1/5)

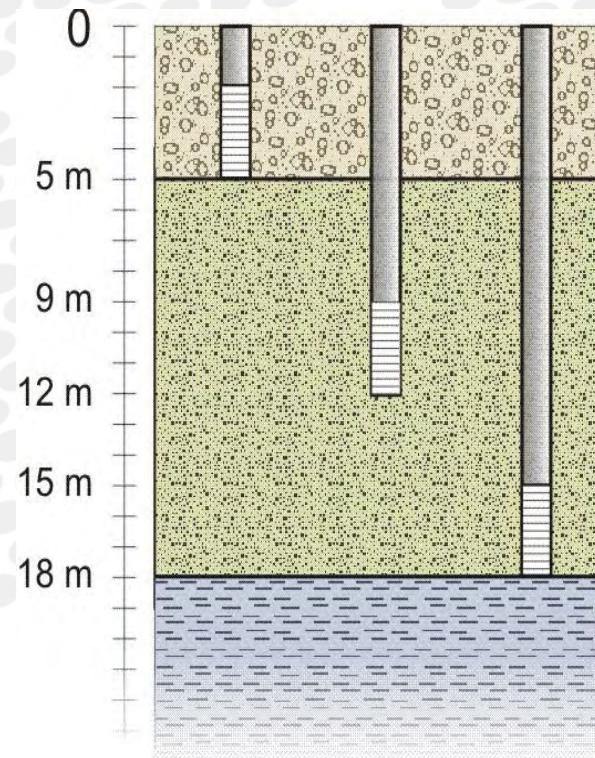
---

- Objectif
  - Déterminer l'extension latérale et verticale de la zone source
  - Développer une représentation tridimensionnelle de la source pour le dimensionnement du dispositif de réhabilitation

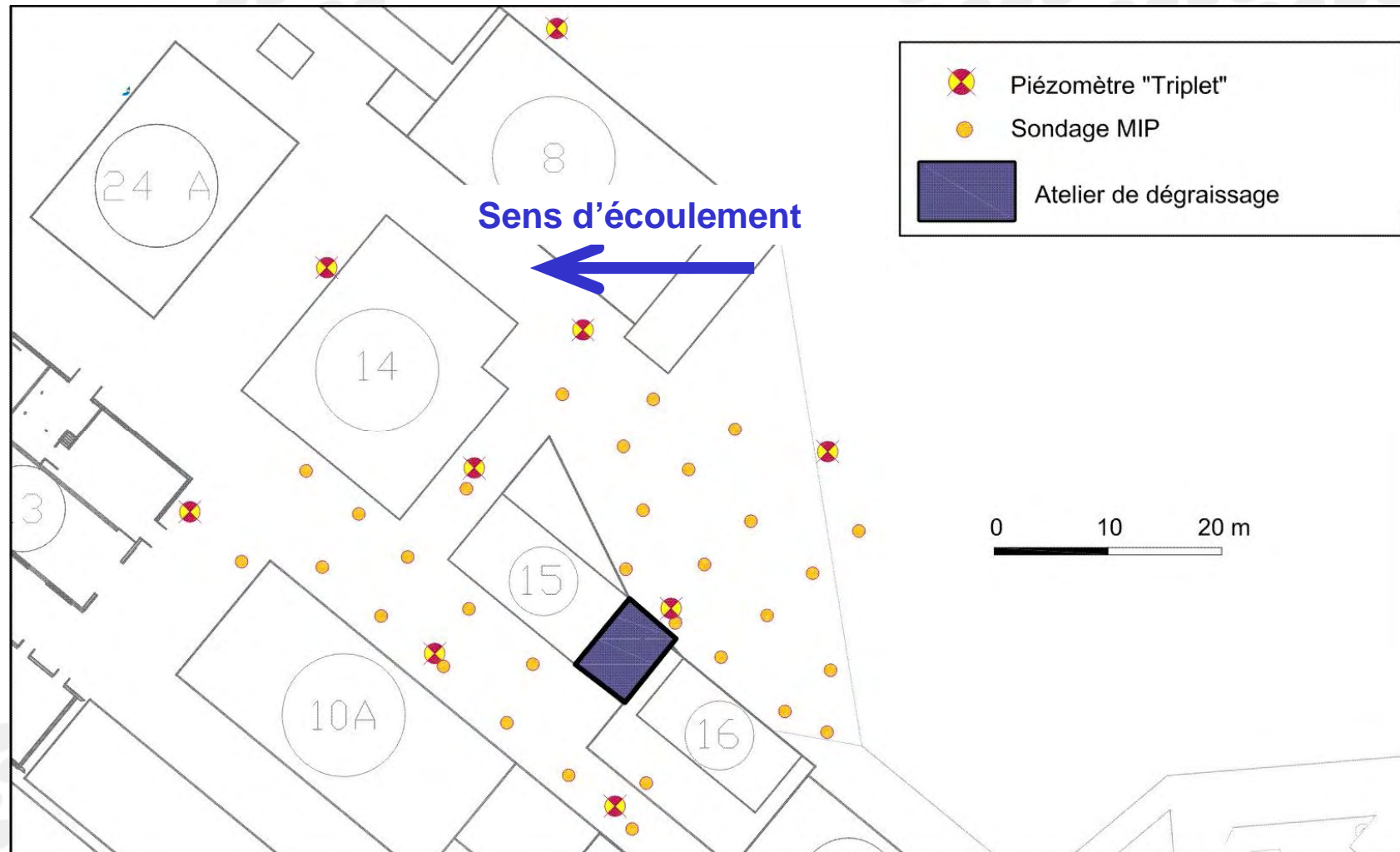


# Caractérisation de la source (2/5)

- Moyens d'investigation
  - Membrane Interface Probe (MIP) : mesure en continu des COV présents dans les sols et les eaux souterraines et indication sur la lithologie du sous-sol (30 sondages, maillage ~5x5m)
  - Installation de 9 piézomètres « triplets » répartis de façon homogène sur la zone, chaque triplet étant constitué de 3 piézomètres (soit 27 ouvrages) crépinés à des horizons spécifiques (ciblés grâce aux reconnaissances MIP)

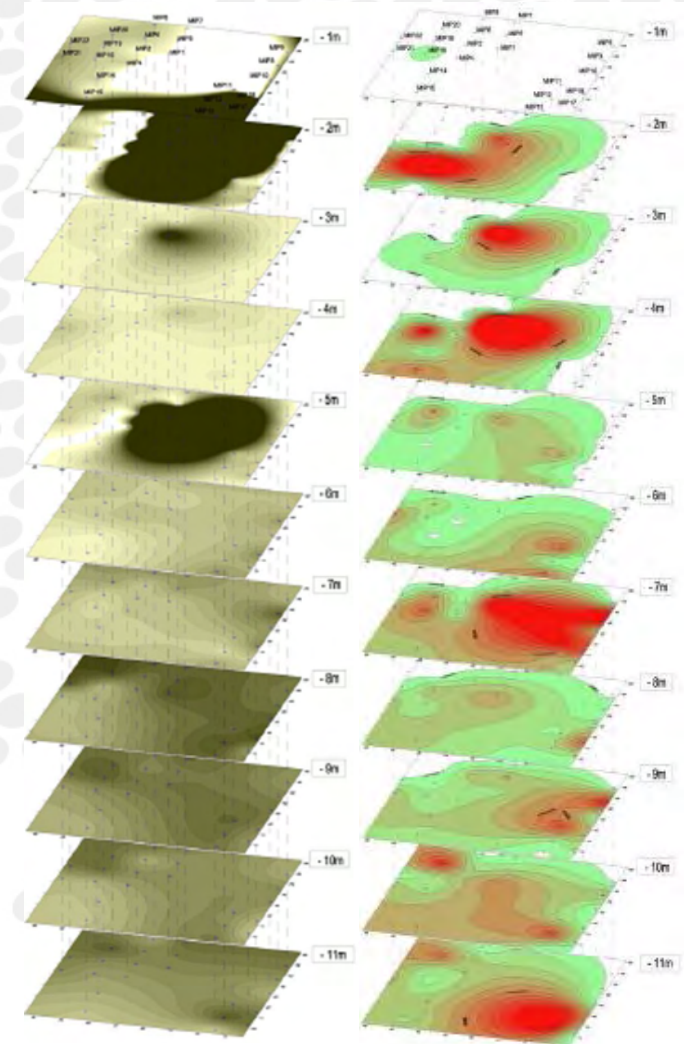


# Caractérisation de la source (3/5)



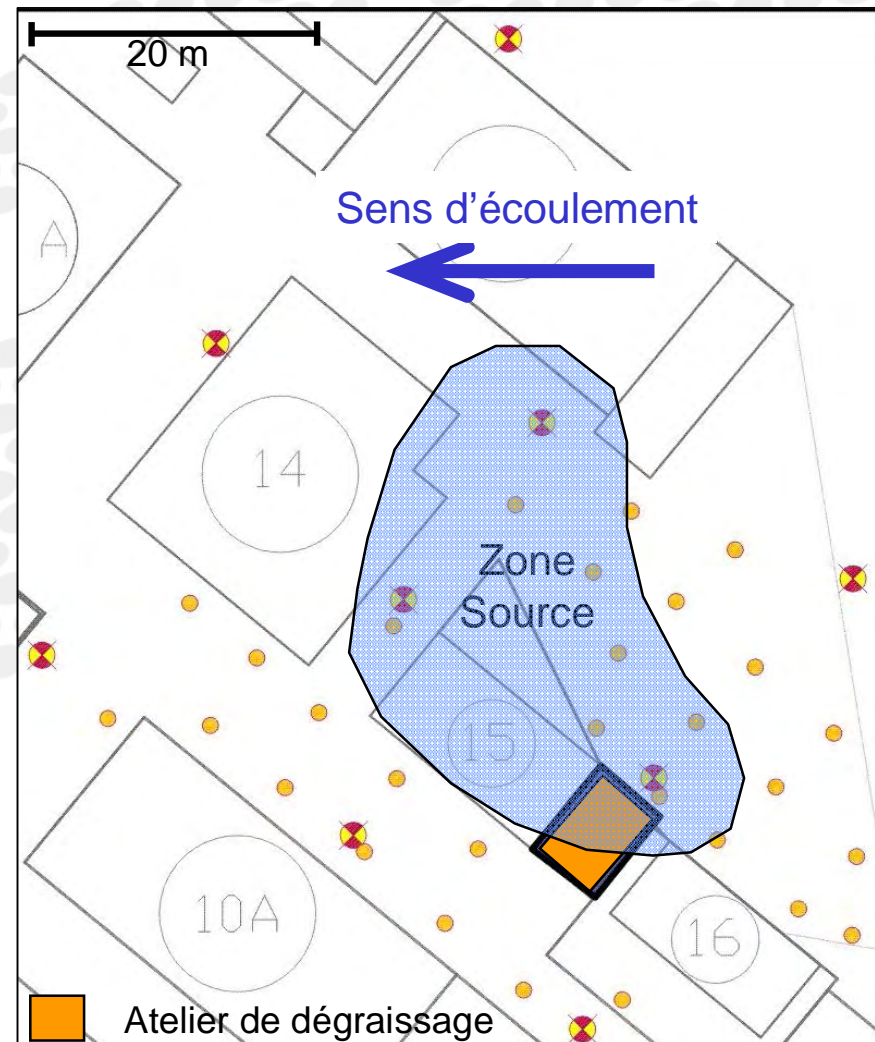
# Caractérisation de la source (4/5)

- Résultats de la reconnaissance MIP
  - Géologie hétérogène
  - Identification, délimitation et représentation tridimensionnelle de la zone source
  - Migration verticale des COHV en phase libre (1 100 mg/l mesurés à 12 m de profondeur) jusqu'au toit des argiles (18 m de profondeur)
  - Distribution verticale hétérogène des COHV : étalement à la faveur des lentilles d'argiles



# Caractérisation de la source (5/5)

- Résultats des piézomètres « triplets »
  - Zone source : TCE de l'ordre de 600 mg/l dans les alluvions et les sables silto/argileux jusqu'à 18 m de profondeur
  - Aval immédiat (20 m) : TCE de l'ordre de 1 mg/l dans les alluvions et de 1 µg/l dans les sables silteux/argileux
  - Faible présence de composés de dégradation (<2% de TCE)
- Extension du panache très limitée
- Source de pollution relativement récente



# Traitement de la source (1/4)

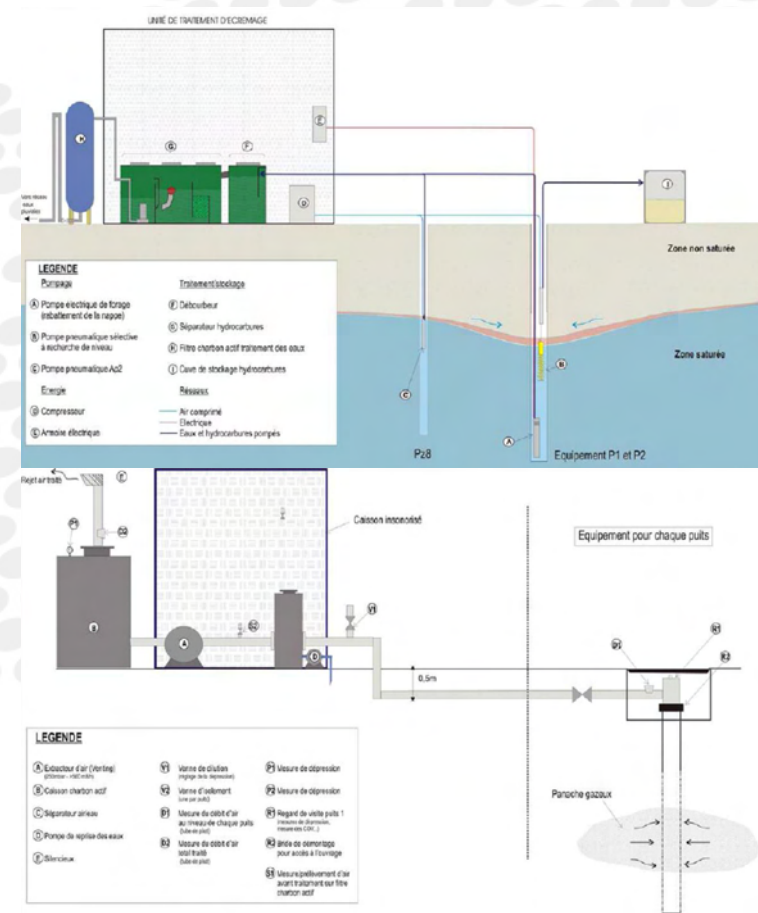
---

- Considérations techniques
  - Epaisseur de zone non saturée très réduite (1 à 2 m)
  - Présence de TCE en phase libre dans la zone saturée
  - Hétérogénéité des terrains à traiter (lentilles d'argiles)
  - Différence non négligeable de conductivité hydraulique entre les alluvions ( $\sim 10^{-3}$  m/s) et les sables silto-argileux ( $\sim 10^{-5}$  m/s)
  - Site actif, en cours d'exploitation (présence d'ateliers)



# Traitement de la source (2/4)

- Méthode retenue sur la base d'un bilan coûts-avantages
  - Pompage et traitement « ciblé », extraction de l'eau souterraine et de la phase libre mise en évidence
  - Venting des sols non saturés
  - Traitement complémentaire après atteinte des limites d'efficacité du système de pompage



## Traitement de la source (3/4)

---

- Dimensionnement du dispositif de traitement
  - Facilité par reconnaissance MIP (représentation tridimensionnelle de la source)
  - Installation des puits de pompage au cœur de la zone source, crépinés au niveau des horizons d'incidence maximale
  - Modélisation hydrodynamique des eaux souterraines (simulation de l'influence d'un dispositif de pompage)

## Traitement de la source (4/4)

---

- Après 4 mois de traitement (depuis août 2008), environ 4 tonnes de polluants extraits
- Extraction de phase pure sous forme de globules immiscibles
- Méthode classique de réhabilitation, « ciblée » grâce à une caractérisation fine de la zone source, très efficace
- Traitement complémentaire (oxydation chimique, biodégradation, etc.) en cours d'étude

# Aspects sanitaires (1/3)

---

- D'après le schéma conceptuel
  - A l'extérieur du site
    - Puits d'alimentation en eau potable à 2 km en aval hydraulique : absence de migration des COHV à l'extérieur du site
    - Pas d'autres récepteurs (habitations, etc.) : site implanté en zone rurale
  - Sur site
    - 8 bâtiments au droit ou en aval hydraulique immédiat de la zone source - **exposition potentielle par inhalation de vapeurs**
    - Absence de réseau d'eau potable dans la zone concernée
    - Absence de prélèvements de nappe

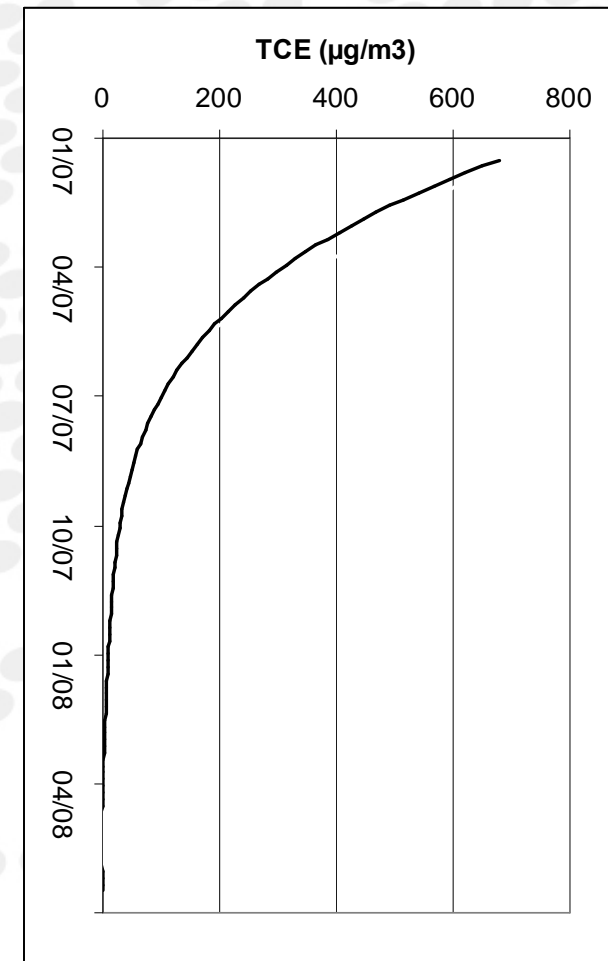
# Aspects sanitaires (2/3)

- Prélèvements d'air ambiant : 15 points (ensemble des bâtiments de la zone)
- Premiers résultats
  - Présence de TCE dans l'ensemble des bâtiments (généralement  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), quasi absence de composés de dégradation
  - Teneurs les plus élevées dans l'atelier de dégraissage ( $25 \text{mg}/\text{m}^3$ ), au droit du cœur de la zone source, ainsi que dans 2 bâtiments situés en aval immédiat ( $1 - 2 \text{mg}/\text{m}^3$ )
- IMPORTANT
  - TCE toujours utilisé dans l'atelier (machine de dégraissage d'ancienne génération, non étanche aux vapeurs de TCE)
  - Stockage de pièces, après dégraissage, dans les 2 autres bâtiments concernés



## Aspects sanitaires (3/3)

- Mise en œuvre d'un suivi bimensuel d'air ambiant
- **IMPORTANT** : Arrêt de l'usage du TCE sur le site durant le suivi bimensuel
- Résultats suite à l'arrêt de l'usage du TCE
  - Disparition du TCE dans la plupart des bâtiments
  - Teneurs dans l'atelier de dégraissage et les 2 bâtiments en aval immédiat  $< 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Teneurs importantes dans l'atelier de dégraissage et 2 bâtiments en aval immédiat clairement en lien avec la mise en œuvre du TCE dans la zone
- Incidence limitée du sous-sol sur la qualité de l'air ambiant intérieur (quelques  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



## Synthèse (1/2)

---

- Diagnostics préliminaires réalisés en deux phases permettant une meilleure caractérisation du site dans son ensemble
- Caractérisation fine de la zone source identifiée
  - Moyens : reconnaissances MIP et piézomètres « triplets »
  - Compréhension tridimensionnelle de la source
  - Evaluation de la migration horizontale et verticale des polluants
- Vérifications géologiques : présence continue des argiles noires formant la base du niveau aquifère

## Synthèse (2/2)

---

- Aspects sanitaires évalués : incidence limitée du sous-sol sur la qualité de l'air ambiant
- Traitement de la zone source malgré l'absence de risque sanitaire
- Pompage « ciblé » de l'eau souterraine et de la phase libre au niveau des horizons d'incidence maximale
- Durée : environ 1 an à partir du premier diagnostic jusqu'au démarrage de l'unité de traitement
- Coût des diagnostics préliminaires et de la caractérisation fine de la zone source : 250 k€ (site de 40 ha, > 100 ans d'activité)



# Conclusions

---

- L'incidence du sous-sol sur la qualité de l'air ambiant intérieur peut être négligeable par rapport aux activités menées dans les ateliers
- Le traitement des zones sources a été réalisé en fonction d'un bilan coûts avantages et indépendamment des risques sanitaires
- L'efficacité du traitement de la zone source est directement liée au diagnostic
- Un investissement plus important lors du diagnostic permet de mieux dimensionner le dispositif de traitement et de réduire les incertitudes de réhabilitation (efficacité, temps, coûts, etc.)
- Une méthode classique de réhabilitation, « ciblée » grâce à une caractérisation fine de la zone source, peut être une méthode de traitement initial efficace