



24942 RM



PROGRAMME

SOLVANTS CHLORES DANS LES EAUX SOUTERRAINES

Rapport final

Septembre 1999

RESUME

Ce rapport présente les résultats de l'étude "Solvants chlorés dans les eaux souterraines". Ce projet, bénéficiant d'un financement de l'Agence de l'Eau Seine - Normandie, est piloté conjointement par Anjou Recherche et l'Institut Français du Pétrole (I.F.P.). Il a pour objet la mise au point et la démonstration d'une méthodologie de caractérisation d'une pollution par des solvants chlorés dans les nappes souterraines, visant à localiser le panache de polluant, à en décrire la structure et à en quantifier les solvants en phase. Afin de réaliser ces expérimentations, un site industriel pollué par des solvants chlorés a été choisi par Anjou Recherche et l'IFP. Ce site dont la dépollution a été confiée à GRS VALTECH, spécialisé dans la réhabilitation des sols et des aquifères, se caractérise par une pollution quasi mono élémentaire (PCE à 98 % et TCE à 2%) et une surface moyenne (environ 6 000 m²).

La méthodologie testée consiste à réaliser sur un site réel avec ses contraintes opérationnelles :

- des prélèvements d'eaux à débit constant, pour différents débits de pompage,
- des mesures de productivité couplées à des prélèvements d'eaux à différentes profondeurs,
- une modélisation (modèle SIMUSCOP de l'IFP) permettant de localiser et de prévoir l'évolution au cours du temps des filets d'eaux contaminés à partir des données recueillies sur le terrain lors des expérimentations précédemment citées,
- une injection d'un traceur bisoluble permettant d'estimer la quantité des solvants en phase,
- des prélèvements d'air du sous-sol sortant d'un système d'aspiration implanté dans le milieu insaturé.

Malgré quelques difficultés liées notamment à la complexité géologique du site (sol composé de calcaires fissurés), la méthodologie employée a pu être validée en partie et a démontré son efficacité en matière de localisation et de définition du panache de polluants. L'étape de quantification des solvants en phase a été concluante à l'échelle du laboratoire mais elle nécessite d'être validée plus précisément à l'échelle du site industriel avec notamment passage sur un site de taille intermédiaire permettant un meilleur contrôle des conditions opératoires.

Mots clés : solvants chlorés, aquifères, méthodologie, représentativité des données, pompages à débits variables, mesure de productivité, modélisation, traceur bisoluble, solvants en phase

CONCLUSION

Les expérimentations réalisées sur le site industriel de l'étude ont demandé plus d'efforts que prévu compte tenu des particularités rencontrées sur le site. La structure géologique du réservoir, constituée de calcaires très fissurés, est vraisemblablement à l'origine de la difficulté à localiser et à traiter la nappe de polluants ayant migré dans l'aquifère. L'hypothèse émise au cours de l'étude est le "piégeage" de ce panache pollué dans des poches de calcaire. La présence de microfissures engendre un relargage progressif du stock de polluant, apportant de ce fait son lot de contraintes opérationnelles et d'incertitudes de diagnostic. Malgré ce contexte difficile, la méthodologie employée sur le terrain a permis d'obtenir des données représentatives et cohérentes.

Les échantillonnages réalisés avec des paliers de débits ont permis de localiser plus précisément les zones concernées par la pollution. D'autre part, l'échantillonnage, effectué à différentes profondeurs dans les forages et lors de leur percement, a permis de mieux estimer le degré de contamination de la nappe en fonction de la profondeur. Ces données ont apporté une amélioration à la qualité des résultats de la modélisation.

Compte tenu du contexte industriel de ce site de dépollution, la partie concernant la localisation des points d'infiltration n'a pas pu être réalisée puisque le milieu insaturé avait déjà été totalement dépollué. Cependant, la méconnaissance initiale du lieu effectif de la pollution n'a pas empêché grâce à la méthodologie employée la localisation plus précise des filets d'eaux contaminées.

L'objectif est donc en partie atteint et ce, malgré la complexité du site. A partir d'un nombre réduit de piézomètres et de puits, il est donc possible de localiser une pollution de solvants chlorés en réalisant :

1. un échantillonnage sous pompage à débit constant pour différents débits de pompage
2. un échantillonnage à différentes profondeurs couplé à des mesures de productivité de l'aquifère,
3. une modélisation hydrodynamique des pompages en régime continu à partir des données recueillies lors des manipulations précédentes

L'étape concernant la quantification des solvants en phase a consisté à la seule étude de faisabilité compte tenu de la nature du sol extrêmement peu perméable en dehors des fissures. Les résultats obtenus à l'échelle du laboratoire sont très concluants mais il resterait à valider l'échelle industrielle où les phénomènes et interactions sont tels que plusieurs mises au point et essais seront nécessaires avant l'obtention d'un protocole reproductible. Il faudra être prudent quant au rendu des données obtenues grâce à cette méthodologie : elle ne donnera qu'un ordre de grandeur du stock de solvant en phase liquide du fait d'une accessibilité partielle du solvant chloré résiduel au traceur bisoluble. Ceci constitue cependant une avancée considérable par rapport à la totale méconnaissance des volumes présents à laquelle les opérateurs de dépollution sont encore confrontés actuellement.

Au travers de ce programme de R&D, il a pu être mis en place, décrit et testé une méthode permettant d'évaluer assez précisément la localisation de la source de polluant. Après une étape de calage du modèle (à partir des données recueillies) concernant le positionnement de la source, il est possible de :

1. reproduire avec une précision acceptable les teneurs observées dans la nappe polluée
2. prédire le comportement des solvants chlorés dans la nappe
3. estimer les risques potentiels pour les ouvrages présents en aval hydraulique de la pollution.

La méthodologie testée et validée en partie présente les avantages suivants en matière de localisation et de caractérisation d'une pollution par des solvants chlorés :

1. Elle limite les coûts relatifs au nombre de forages ; il sera cependant fonction de l'étendue du panache de pollution mais inférieur au nombre de puits pour accéder aux données par voie classique,
2. Ces mêmes forages pourront à fortiori être utilisés pour décontaminer le site ;
3. Elle permet de suivre la pollution du site au cours du temps et d'en prévoir l'évolution ;
4. Les manipulations mise en œuvre sont relativement simples et nécessitent au maximum deux opérateurs,
5. Elle permet de donner aux propriétaires fonciers et aux autorités de tutelle une vision plus précise de la dimension de contamination du site ;
6. Elle permet d'optimiser la dépollution en améliorant l'implantation des forages ; de plus, elle réduit le coût de traitement en donnant aux acteurs la possibilité d'adapter au mieux le traitement aux caractéristiques de la pollution.

Compte tenu des résultats concluants obtenus sur ce site, il sera intéressant à l'avenir de déployer cette méthodologie sur un site aux caractéristiques géologiques plus homogènes de façon à compléter définitivement la démonstration. Celle-ci apportera aux opérateurs de dépollution les outils indispensables pour une meilleure localisation et caractérisation des panaches de solvants chlorés dans les aquifères.