



n° 16499-1

COMMUNAUTEURBAINEDESTRASBOURG

Service des Eaux

~~-600-~~

**ETUDE DE LA PROTECTION ET DE LA VULNÉRABILITÉ AUX POLLUTIONS
DU CHAMP DE CAPTAGE DU POLYGONE**

~~-000-~~

Cadre de l'étude - Synthèse et Conclusions

ARMINES

GEOETHERMA S.A.

Cadre de l'étude

La Communauté Urbaine de Strasbourg exploite pour ses besoins en eau potable, le champ captant du Polygone situé au sud-est de la Ville sur la rive Ouest du Rhin. Ce champ captant est constitué de 11 puits aux alluvions, d'une profondeur voisine de 80 mètres et répartis sur une superficie boisée de 62 hectares (figure 1). La ressource exploitée au Polygone couvre environ 60% des besoins en eau potable de la C.U.S.

La qualité des eaux pompées depuis près d'un siècle sur ce site a toujours été remarquable, au point de ne nécessiter d'autre traitement qu'une légère **chloration** avant le refoulement dans le réseau d'A.E.P. Toutefois, les autorités compétentes de la C.U.S. désirent préciser l'exposition de ce champ de captage à d'éventuelles pollutions provenant du Rhin ou d'installations industrielles. Ce souci est motivé par :

- = l'évolution rapide de l'environnement du champ de captage qui se trouve désormais au sein d'une zone fortement urbanisée et industrialisée,
- = la croissance des besoins en eau potable se traduisant par une sollicitation plus grande des ressources du Polygone et un accroissement de leur caractère vital pour la Communauté,
- = l'accident Sandoz qui a mis en lumière la nécessité de mieux caractériser les échanges entre le Rhin et l'aquifère des alluvions au droit du champ de captage.

Ainsi, la présente étude, confiée au groupement de l'Association ARMINES et de la Société GEOTHERMA, a eu pour objectifs :

- de recenser au voisinage du champ captant les installations représentant un risque pour la qualité des eaux pompées,
- = de décrire la géométrie des écoulements souterrains dans le secteur du Polygone ainsi que la nature des échanges d'eaux entre la nappe et le réseau hydrographique,
- = d'évaluer quantitativement l'impact sur la qualité des eaux pompées de plusieurs scénarios-types de pollution,
- = enfin, de proposer certaines mesures de contrôle et de surveillance permettant une meilleure détection d'éventuelles pollutions migrant vers le champ captant.

Pour cette **étude**, la répartition des tâches entre les adjudicataires a été la suivante :

- recensement et classement des risques : GEOTHERMA
- = étude hydrogéologique : ARMINES

= simulation de scénarios de nollution : ARMINES

- svnthèse et recommandations : ARMINES et GEOTHERMA

Dans un souci de clarté, l'étude est présentée dans ce document sous la forme de trois parties :

- 1^{ère} partie : Inventaire des risaues de nollution. Ce premier document rassemble les résultats essentiels de l'enquête sous une forme en permettant une exploitation rapide,

= 2^{ème} partie : Etude hydrogéologique et simulation de scénarios de nollution. Ce second document rassemble une synthèse géologique et hydrogéologique concise, la construction d'un modèle numérique d'écoulement dans le voisinage du champ de captage et la mise en œuvre d'un modèle numérique de transport pour simuler certains scénarios de pollution et l'installation de procédures de sauvegarde de la ressource,

= 3^{ème} partie : Svntèse et conclusions (présent document), permet un accès rapide aux principaux résultats de l'étude et aboutit à des recommandations pratiques afin d'assurer une surveillance efficace du site du Polygone.

Synthèse de l'étude

Inventaire des risques de pollution

L'objectif de cette partie de l'étude a été de recenser, dans le voisinage du champ de captage, les sites, installations et infrastructures constituant un risque pour la qualité des eaux pompées, principalement :

- = les transports (routiers, ferroviaires, fluviaux, oléoducs),
- les établissements industriels et les stockages de matières dangereuses correspondantes (composés chimiques, hydrocarbures),
- = les décharges et stockages de déchets,
- les réseaux d'assainissement.

A l'issue de cet inventaire, les risques ont été classés et hiérarchisés afin de permettre la définition des scénarios de pollution simulés dans la deuxième partie de l'étude.

Les conclusions essentielles de cette partie sont les suivantes :

Transports routiers

Le Sud de Strasbourg est caractérisé par la présence de deux zones industrielles (cf. carte 6) qui engendrent un important flux de matières premières et de produits finis. Les voies routières les plus sensibles sont les suivantes :

- = rue du Havre,
- rue de la Rochelle,
- = rue du Rhin Napoléon et pont situé en amont du Bassin René Graff,
- = route Nationale n°4 et pont Vauban,
- = rue de Neuhof,
- = route d'Altenheim.

Transports ferroviaires

Les transports de produits chimiques et d'hydrocarbures par la voie ferrée constituent des risques de contamination du champ de captage.

Les zones à risques localisées sur la carte n°4 sont les suivantes :

- = deux voies ferrées longeant la rue du Havre et la rue de la Rochelle,
- les aires de triage.

Transports fluviaux

En moyenne 650 000 tonnes de matières dangereuses sont annuellement transportées sur le Rhin. Les transports d'hydrocarbures lourds représentent 5,6% de ce total.

La façade Rhin du secteur étudié est donc particulièrement exposée à des risques de contamination. Plus particulièrement (et sans préjuger des résultats du modèle d'écoulement), toute zone où de telles matières sont amenées à stationner constitue un risque. Il s'agit principalement des darses (Detœuf, Haelling, Weirich, darse IV), des passages d'écluses et plus généralement de toute zone du Rhin en amont hydraulique du champ de captage.

Transports par oléoducs

Les oléoducs constituent un risque de contamination directe des eaux superficielles, particulièrement aux points d'intersection des pipelines et des cours d'eau (cf. carte 5). Ces canalisations véhiculent du kérosène, du naphta, du fuel et des essences.

Etablissements industriels

Deux zones industrielles présentant potentiellement des risques ont été définies sur la carte n°6.

La zone industrielle située à l'ouest du champ captant est susceptible d'être à l'origine de flux polluants progressant vers la station si le réseau d'assainissement interne, la collecte des déchets industriels ou les stockages de matières spéciales présentent des défauts.

La zone industrielle correspond à la partie portuaire regroupant la plus grande partie des risques industriels majeurs.

Les entreprises soumises à la directive SEVESO sont les suivantes :

- Roth-Fala
- Roth
- Prochimest
- = Total (Port aux Pétroles)
- Stracel

Assainissement

Pour ce qui concerne le réseau d'assainissement, les risques potentiels recensés sont les suivants :

- = **darse** IV : rejets de l'usine General Motors,
- les abords des bassins **Weirich**, **Haelling** et Vauban
- = le collecteur de rejet dans le Rhin situé à l'amont du bassin Vauban.

Stockages de déchets

Il est à noter :

- la présence d'un stockage d'épaves **automobiles** situé entre le champ captant et le bassin René Graff,
- = l'existence d'anciens déchets industriels à proximité de l'usine d'incinération.

Etude hydrogéologique. Simulation de scénarios de pollution

Cette partie de l'étude a eu pour finalité la **construction** d'un outil **opérationnel** de simulation des écoulements et des transferts de polluant dans l'aquifère des alluvions du Rhin.

Il s'agit ainsi de replacer le champ captant du Polygone dans un cadre plus global permettant d'intégrer les principaux éléments de la dynamique locale de l'aquifère ainsi que les zones à risques recensées dans la première partie de l'étude.

Le modèle d'écoulement ajusté en régimes permanent et transitoire peut alors être utilisé pour simuler des scénarios-types de pollution, extrapolés de l'étude de risques, afin d'en évaluer l'impact sur la qualité des eaux pompées dans le champ captant du Polygone. En outre, il permet également de simuler certaines mesures techniques de sauvegarde ou de **restauration** de la qualité des eaux telles que : installation de puits de fixation, sacrifice de certains puits actuels, augmentation du débit extrait dans certains **autres**, etc.

Les principaux résultats de cette partie de l'étude sont les suivants :

Synthèse géologique et hydrogéologique

A l'appui d'un **examen** détaillé de la bibliographie, on dégage les principales **caractéristiques** de l'aquifère des alluvions du Rhin :

- = il s'agit d'un massif poreux important dont l'épaisseur varie localement entre 50 et 150 mètres, \
- = le matériau rocheux présente une relative homogénéité. L'existence de niveaux peu perméables de grande ampleur (couche d'argile) n'est pas confirmée (il s'agit plutôt de lentilles argileuses d'assez faible extension). ↓

D'une manière générale les facteurs majeurs influençant la dynamique de l'aquifère sont la pluviométrie et le régime hydraulique du Rhin qui présente une composante naturelle (crues) et une composante "aménagée" (aménagements **hydroélectriques**, chutes, barrages agricoles, etc.). Certains petits cours d'eau, tels que le *Rhin Tortu* jouent de surcroît un rôle important dans la **régulation** de l'aquifère.

Etablissement et calage d'un modèle d'écoulement

Cette partie a consisté à construire un modèle d'écoulement sur une zone de 74 km² intégrant le champ captant et s'appuyant sur les limites suivantes :

- = à l'Est : la rive gauche du Rhin avec, du Sud au Nord : le bassin de **Plobsheim**, en amont de la chute de Strasbourg, l'avant-port sud, constitué de la **darse IV** et des bassins **Weirich**, Haelling et Detœuf, de la rive au droit du pont de **Kehl** et des bassins de l'avant-port **nord**,
- = à l'Ouest : la rive droite de l'111, du bief de **Wibolsheim** au cimetière de **la Robertsau**, en suivant toujours le bras le plus à l'ouest,
- = au Sud et au Nord, deux lignes piézométriques peu variables correspondant approximativement aux ordonnées 1100 et 1115 du système Lambert.

Ce modèle aux éléments finis à deux dimensions comprend 3437 nœuds et 6121 mailles.

Le premier calcul en régime permanent s'est attaché à reproduire un état piézométrique de février 1980 et permet de contrôler, sur ce cas simple, la cohérence des données introduites dans le modèle.

Le second calcul en régime transitoire permet d'ajuster les paramètres dynamiques du modèle en simulant les variations du niveau de l'aquifère en quatre points sur la période 1986-1988. Ce modèle transitoire intègre les variations de la pluviométrie, du régime d'exploitation des forages et de la cote du Rhin.

La cohérence des résultats du modèle est en outre validée sur un cas de pollution connu, afin de contrôler l'ordre de grandeur des vitesses d'écoulement (gravière **d'Illkirch-Graffenstaden**) et, au niveau du champ captant, sur les concentrations en chlorures des forages sur la période **1989-1990**, afin de contrôler l'ordre de grandeur de la réalimentation de l'aquifère par le Rhin à ce niveau.

Un résultat intéressant de ce calcul est de **montrer** que la **provenance** des eaux pompées dans chaque forage est variable. Ainsi :

- les forages 1, 2, 3, 4, 16 et 17 sont principalement alimentés par le Rhin Tortu,
- = les forages 5, 6, 8, 9 sont principalement alimentés par le Rhin,
- = le forage 18 est principalement alimenté par le bassin René Graff.

Tous les forages sont situés à une distance hydraulique de leur source d'alimentation principale comprise entre 1 et 15 uns.

Simulation de scénarios de pollution

Dans cette partie, nous avons simulé 8 cas-types de pollutions accidentelles ou chroniques, † à partir des résultats de l'étude des risques. Ces scénarios sont les suivants :

- = scénario "route" : effet d'un déversement accidentel massif à partir de la route nationale ou de la voie ferrée contournant les captages au sud-est,
- scénario "aéroport" : effet d'une pollution chronique importante induite par des fuites de stockages d'hydrocarbures à l'aéroport de Strasbourg-Neuhof (ouest des captages),
- = scénario "Rhin" : effet d'une pollution généralisée du Rhin,
- = scénario "G.M." : effet d'une pollution au niveau de l'usine General Motors, voisine de la **darse IV**,
- = scénario "2.1. sud." : effet d'une pollution chronique de grande **ampleur** au niveau de la zone industrielle de l'avant-port sud,
- = scénario "Tortu" : effet à long terme de la pollution du Rhin Tortu,
- = scénario "Neuhof" : pollution chronique par fuite du réseau d'assainissement au **niveau** de Neuhof.
- = scénario "station" : effet d'un déversement accidentel dans le périmètre des **cap-**tages.

Les pollutions prises en compte sont celles de type-dissous, qui sont les plus à redouter pour des raisons plus précisément exposées dans le corps du rapport.

Les scénarios permettent, dans chacun des cas, d'évaluer la progression de la pollution, de préciser les puits contaminés, les niveaux de contamination atteints et la durée pendant laquelle l'ouvrage serait inexploitable. En outre, dans certaines situations, nous avons testé plusieurs solutions de sauvegarde ou de protection hydraulique de la ressource.

D'une manière générale, les scénarios mettent en évidence plusieurs faits :

- ~~aucun~~ puits n'est invulnérable au sens strict (y compris ceux au cœur du dispositif),
- = il subsiste dans la majeure partie des cas une part importante d'eau propre qui ~~permet~~ de maintenir la desserte à un niveau acceptable,
- les pollutions évoluent en général sur des périodes assez longues,
- les seules pollutions perceptibles aux puits sont des pollutions massives et **proxi-**mules.

† les scénarios en question sont purement spéculatifs et ne sous-entendent pas, en particulier, une quelconque négligence de la part des acteurs industriels qui y sont fictivement impliqués.

- les mesures de fixation **hydraulique testées** sont en général efficaces (réduction des durées et des concentrations de contamination, augmentation de la capacité du site à poursuivre la desserte).

Conclusions et recommandations

Constatations d'ordre général

Le champ captant du Polygone jouit d'une situation exceptionnelle qui n'a guère d'équivalent sur les plans quantitatif, qualitatif et de la sécurité.

En effet, il est impossible de polluer notablement la nappe des alluvions surtout de manière accidentelle. Les seules pollutions qui posent vraiment problèmes sont des pollutions chroniques de grande ampleur : celle induite par les M.D.P.A. en est un exemple, mais hormis le cas des nitrates (qui n'est pas particulier à cet aquifère et qui reste encore d'amplitude limitée), c'est bien le seul. Il n'est d'ailleurs pas inutile de mentionner que cette pollution régressera fortement dans les 30 années à venir, les effets des mesures prises par la société des Potasses d'Alsace devant commencer à se faire sentir.

Par conséquent, tout en admettant le bien fondé d'une telle étude de sûreté, au moins pour cette simple constatation, il faut cependant reconnaître que le site du champ captant du Polygone, n'est pas, et de loin, à classer en tête parmi les sites "à risque". Quel autre exemple existe-t-il d'un champ captant situé à proximité d'un grand cours d'eau et au voisinage d'une grande métropole française, qui prélève une eau propre, sans traitement, à la consommation ?

Ce site présente en outre des caractéristiques techniques qui vont nettement dans le sens de la sûreté :

- = une exploitation modérée des forages, bien inférieure à leur capacité nominale,
- = un remarquable périmètre de protection rapprochée,
- = des forages profonds.

Néanmoins, et justement pour conserver à ce site d'aussi excellentes caractéristiques, il convient de lui définir un réseau de surveillance afin de dépister tout accident qui mettrait en danger la qualité de certains ouvrages ou, à défaut de ce dépistage, de définir des modes d'action qui permettraient de préserver la quasi-totalité de la desserte actuelle. Nous allons maintenant développer ces deux aspects : mesures préventives et mesures palliatives.

Mesures palliatives

Elles consistent à définir une conduite à tenir en cas d'accident similaire à ceux présentés dans les scénarios, c'est-à-dire pouvant se développer sans qu'une intervention humaine ne les atténue.

Un trait commun aux scénarios testés est le fait que les pollutions ne concernent notablement que certains des puits et qu'il est donc possible de préserver une zone propre au pompage. On peut envisager en outre, comme cela a été testé dans certains des scénarios ci-dessus, d'implanter des ouvrages de fixation, voire d'utiliser certains des forages à cet effet, en augmentant le débit dans les puits les plus propres.

L'utilisation de certains puits existants pour en protéger d'autres peut être envisagée de deux manières :

- = en équipant les puits de dépollution de pompes immergées, ce qui ne semble pas poser de problème technique insurmontable, sauf à alimenter ce pompage en énergie électrique, actuellement disponible sur aucun des ouvrages,
- = en équipant la conduite de siphon du puits considéré de pompes de surface, sous réserves d'un dispositif d'amorçage.

Le choix entre ces deux solutions techniques dépendra non seulement de leur coût relatif, mais aussi des délais de mise en œuvre dont on disposera compte tenu de la dynamique de propagation de la pollution.

Dans les deux cas, il y a nécessité de sortir le puits de fixation en question du dispositif de pompage centralisé actuel (par création d'un by-pass sur la canalisation d'amenée) et de créer une conduite de refoulement de l'eau polluée vers le Rhin. Il serait souhaitable que l'implantation d'une telle conduite soit assez tôt envisagée en raison de la difficulté prévisible d'installation (administration, passage de voies ferrées, etc.) et, par suite, du délai nécessaire à la pose de ce refoulement. Au minimum, on ne peut que recommander de réaliser l'A.P.S. de ce projet de façon à ce que, le moment venu, les dispositifs de réalisations puissent être envisagés dans les délais les plus courts.

Enfin, une pollution très importante du Rhin pose la question de l'arrêt momentané du pompage, qui ne peut pas, pour des problèmes d'autonomie, être prolongé au delà de 24 heures. Compte tenu de ce délai et de la faible diffusivité de la nappe, il est évident que les flux dirigés du Rhin vers l'aquifère seraient peu affectés par cet arrêt dont les inconvénients techniques seraient donc peu payés de retour.

Mesures préventives

Il s'agit de proposer ici un mode de surveillance efficace de la qualité de l'aquifère à l'intérieur et à l'extérieur de la station.

Acquisition de données piézométriques à l'intérieur de la station

Nous avons vu dans la plupart des scénarios que la piézométrie interne au champ captant déterminait le cheminement du polluant vers tel ou tel ouvrage. Ce fait doit être précisé, car il détermine le choix des forages "sacrifiés" à la fixation et de ceux dont l'exploitation peut être poursuivie sans risques. ,

Or cette piézométrie n'est pas connue à l'heure actuelle. Les simulations qui ont été effectuées dans le cadre de ce travail ont pris comme hypothèse de calcul que les courbes caractéristiques des forages traduisaient les transmissivités de l'ouvrage et non pas de son milieu encaissant ce qui nous a permis de calculer la ventilation du débit total prélevé sur chaque puits et la carte piézométrique qui s'en déduit. Cette hypothèse mériterait d'être confirmée.

Nous proposons donc d'implanter à cet effet 4 piézomètres simples à proximité immédiate des puits.

L'implantation précise de ces piézomètres sera discutée avec l'exploitant, mais on peut dès à présent proposer d'en implanter un au sein de chacun des groupements de forages (groupe 4, 16, 17 et 18 : pz 1 ; groupe 1, 2 et 3 : pz 2 ; groupe 5, 6 et 8 et 9 : pz 3. Ce dispositif pourrait être complété d'un piézomètre au voisinage des bâtiments de la station (près du pluviomètre) : pz 4 et d'un autre dans la prairie inexploitée à proximité de Musau, dont nous parlerons par la suite.

Réseau piézométrique de surveillance et d'alerte

Ce réseau a principalement pour but d'effectuer une surveillance de la qualité des eaux aux abords de la station. Le réseau de surveillance en question serait constitué de piézomètres pour lesquels se posent trois questions : *localisation, conception* et *exploitation* de l'ouvrage.

Localisation des piézomètres

Les piézomètres en question ont pour but principal de déceler suffisamment tôt des pollutions massives, résultant d'accident ou d'états chroniques, évoluant vers les puits. Par suite, il n'est pas toujours intéressant d'effectuer une surveillance rapprochée des ouvrages, qui n'entraînerait pas de gain de temps significatif et ne laisserait que peu de temps pour prendre des mesures techniques de sauvegarde suffisamment raisonnées.

D'autre part, l'expérience montre qu'en cas d'accident rapproché, les conditions particulières de celui-ci imposent la conception du dispositif exceptionnel de contrôle à implanter et qu'ainsi tout ouvrage de ce type prévu à l'avance risque de s'avérer inutile.

L'établissement de cartes isochrones (dont les isovaleurs représentent les temps d'arrivée du polluant aux puits) permet de préciser ce point. Sur la figure 1, on a tracé les isochrones à l'échelle du domaine d'étude et, sur la figure 2, à l'échelle du champ captant. On voit que l'implantation de piézomètres de surveillance à l'intérieur de la

station permet tout au plus de gagner un mois de délai sur l'arrivée aux puits d'une pollution provenant de l'extérieur de la station.

Ces considérations, les types d'accidents possibles et l'environnement des captages permettent de proposer le réseau de surveillance suivant :

- = contrôle des activités de l'aéroport : un piézomètre au plus près des locaux techniques de l'aéroport : pz 5, ce piézomètre complètera, au nord-ouest le dispositif prévu par ailleurs à l'intérieur de la station,
- = contrôle du bassin Graff et de la 2.1. au NE, au droit des puits 16 et 18 : un piézomètre au delà de la route (pz 6) ; au droit de l'installation électrique : un piézomètre similaire (pz 7)),
- = contrôle des apports du Rhin : un piézomètre (pz 8)) à proximité du terrain de football,
- = contrôle de la Z.I. au SE : un piézomètre (pz 9) au plus près des bâtiments.

On remarque que l'ensemble de ces piézomètres effectue une surveillance sur un contour à 6 mois hydrauliques des puits. Soit, au pire, un gain de 4 mois sur l'arrivée de la pollution aux puits en cas de fréquence de mesure bimensuelle.

Enfin, la zone industrielle sud pourrait constituer un danger chronique très important qu'il convient particulièrement de contrôler de près, par exemple en installant trois piézomètres (dont un dans le périmètre du champ captant) au niveau de la prairie de Vincelles, au sud du champ captant : pz 10, pz 11 et pz 12.

Il peut être également intéressant d'installer des piézomètres de surveillance au voisinage même des sources présumées de pollution susceptibles de parvenir jusqu'à la station. Les établissements qu'il conviendrait alors d'équiper sont les suivants :

<u>Zone Industrielle Sud</u>	Saplast S.A.	1, rue de Lorient
	Metz S.A.	2, rue des Vanneaux
	Fala	8, rue Saint-Nazaire
<u>Zone Industrielle Ouest</u>	Riff	8, rue du Doubs
	Scrieber	3, rue du Doubs
	Springer	5, route de la Fédération
	Prochimest	76, rue de la Plaine des Bouchers
	Roth	92, rue de la Plaine des Bouchers
	Roth Frères	6, rue Schertz

Conception des piézomètres de surveillance

Compte tenu de l'épaisseur des alluvions, un ouvrage superficiel pourrait être d'une efficacité limitée. Il nous paraît donc essentiel de prévoir aux points de surveillance principaux un piézomètre sous forme de triplet (" en flûte de Pan"3 captant des eaux de

nappe superficielles, médianes et profondes et rendant ainsi plus probable l'interception d'un panache polluant progressant vers les puits. ?

Les piézomètres qu'il nous semble le plus intéressant d'équiper de cette manière sont les ouvrages pz 5, pz 8, pz 10, pz 11 et pz 12. Le dispositif complet est représenté en figure 3.

Plus précisément, les piézomètres peuvent être conçus comme suit :

<u>piézomètre simple</u>	<u>profondeur</u>	<u>crépinage</u>
	20 m	10 - 20 m
<u>piézomètre multiple</u>	<u>profondeur</u>	<u>crépinage</u>
	1) 20 m	10 - 20 m
	2) 60 m	30 - 60 m
	3) 80 m	60 - 80 m

Ces piézomètres devront être équipés de manière à recevoir une pompe d'un diamètre minimal de 4".

Exploitation des piézomètres (nature et fréquence des mesures)

Les paramètres à mesurer dans les piézomètres de surveillance sont ceux susceptibles d'être rencontrés à la suite d'un déversement accidentel ou **chronique** tels que ceux décrits dans la première partie de l'étude. A savoir :

métaux lourds

Cadmium
Chrome
Cobalt
Cuivre
Fer
Mercure
Nickel
Plomb

produits organiques

Hydrocarbures dissous
Pesticides (POC + POB, POP, POA)
Solvants Halogénés

? ce choix technologique peut sembler en contradiction avec l'hypothèse d'homogénéité de la masse aquifère **adoptée** dans les calculs. Il convient donc de rappeler que cette hypothèse, si elle permet **d'évaluer** correctement les ordres de grandeur, ne prétend pas définir *précisément* le cheminement du polluant dans les guides alluviaux. Compte tenu de la **méconnaissance** dans laquelle nous sommes de sa géométrie, il est donc prudent d'opérer des contrôles chimiques à différents niveaux de l'aquifère.

polluants divers

Arsenic
Cyanures
Nitrates
Nitrites
Ammonium

paramètres de suivi

pH
Chlorures
Sulfates
Oxydabilité au KMnO_4

Une fréquence de mesure bimensuelle permet un suivi significatif tout en limitant les coûts.
