

**SYNTHESE / EXTENDED ABSTRACT**  
FRANÇAIS / ENGLISH

**SURVEILLANCE DES EAUX SOUTERRAINES  
DANS LE CONTEXTE DES SITES POLLUÉS**

**MONITORING OF GROUNDWATER  
AT CONTAMINATED SITES**

août 2008

C. ROLLIN, F. QUIOT, G. MASSELOT - INERIS/DRC/DESP

Crée en 1989 à l'initiative du Ministère en charge de l'Environnement, l'association RECORD – REseau COopératif de Recherche sur les Déchets – est le fruit d'une triple coopération entre industriels, pouvoirs publics et chercheurs. L'objectif principal de RECORD est le financement et la réalisation d'études et de recherches dans le domaine des déchets et des pollutions industrielles. Les membres de ce réseau (groupes industriels et organismes publics) définissent collégalement des programmes d'études et de recherche adaptés à leurs besoins. Ces programmes sont ensuite confiés à des laboratoires publics ou privés.

En Bibliographie, le document dont est issue cette synthèse sera cité sous la référence :

**RECORD**, Surveillance des eaux souterraines dans le contexte des sites pollués, 2008, 76 p, n°06-1015/1A

## **RESUME**

La surveillance des eaux souterraines au droit et en aval de sites pollués est importante à double titre : d'une part, ce milieu est une voie privilégiée de transfert des polluants, d'autre part, les récentes orientations de la réglementation européenne conduiront à mener une surveillance accrue des eaux souterraines dans le cadre de l'atteinte des objectifs fixés par la Directive Cadre Eau (DCE) [47].

Le présent rapport est consacré à la surveillance des eaux souterraines, dans le cadre particulier d'une surveillance prescrite par Arrêté Préfectoral (AP), lorsqu'un diagnostic de site pollué a été conduit et qu'une pollution des sols et/ou des eaux souterraines a été constatée. L'objectif de ce guide est de mettre en exergue l'état de l'art en matière de suivi, de présenter les documents sur lesquels la personne en charge de la mise en place et de l'utilisation d'un tel réseau peut s'appuyer, la réglementation, etc.

La première partie présente la pratique générale de la surveillance des eaux souterraines en France et quelques rappels. Les aspects réglementaires, les implications de la DCE et les nouvelles orientations de la politique sur les sites et sols pollués sont ainsi abordés. En outre, la base de données ADES (en cours d'évolution) et les contextes hydrogéologiques sont présentés.

L'accent est ensuite mis sur les sites pollués avec une revue des documents techniques français existants ainsi que les approches développées en Espagne et au Royaume-Uni.

Des méthodes de surveillance (essentiellement de prélèvements) émergentes sont présentées et des recommandations pour la mise en place d'un réseau de suivi sont formulées, notamment sous forme de fiches (aide mémoire).

Enfin, un retour d'expérience obtenu en réponse à l'envoi de questionnaires à l'attention de différents acteurs du domaine (bureaux d'études, industriels, administrations) est présenté.

### ***Mots clés***

Surveillance, eau souterraine, sites pollués, méthodologie, stratégie échantillonnage, réseau

-----

## **SUMMARY**

Monitoring of groundwater downstream of contaminated sites is becoming more and more relevant : on one hand, this medium is a major way for the transport of contaminants and on the other hand, recent trends of the European regulation will lead to carry out increased monitoring in order to reach the objectives fixed by the Water Framework Directive [47].

This document is dedicated to monitoring of groundwater within the frame of a "Arrêté Préfectoral" when a diagnosis has already been carried out and contamination has been detected in groundwaters or soils.

First part of this document concerns the general practice of groundwater monitoring in France. The topic is then focused on contaminated sites with a presentation of the national methodology. A technical review of documents is then proposed.

Recent monitoring techniques (mainly linked to sampling) are presented and some practical guidance on the design, construction and installation and use of groundwater quality monitoring points is offered.

A questionnaire has been sent to different people (consultancies, administrations, companies) to obtain information on the actual practice of monitoring

### ***Key-words :***

Monitoring, groundwater, contaminated sites, methodology, sampling strategy, network

## **Contexte de l'étude**

Une grande partie des sites répertoriés dans BASOL (2 500 sites) a fait l'objet de diagnostics, d'évaluations de risques et/ou de traitements. Or, l'une des principales mesures faisant suite à ces études consiste en une surveillance des milieux et notamment des eaux souterraines. La surveillance des eaux souterraines au droit et en aval de sites pollués est importante à double titre : elles constituent une voie privilégiée de transfert des polluants, et les récentes orientations de la réglementation européenne conduiront à mener une surveillance accrue de ce milieu.

Le rapport est donc consacré à la surveillance des eaux souterraines, dans le cadre particulier d'une surveillance prescrite par Arrêté Préfectoral (AP), lorsqu'un diagnostic de site pollué a été conduit et qu'une pollution des sols et/ou des eaux souterraines a été constatée (également dans le cas d'une surveillance post dépollution et du suivi de la pollution résiduelle). L'objectif du rapport est de mettre en exergue l'état de l'art en matière de suivi, de présenter les documents sur lesquels la personne en charge de la mise en place et de l'utilisation d'un tel réseau peut s'appuyer, la réglementation, etc.

Par contre, bien que les sols fassent également l'objet d'un suivi (notamment par les gaz du sol, les eaux de surface, les ré-envols de poussières ou le suivi des usages), ils ne font pas partie de cette étude.

## **Objectif et plan de l'étude**

Le premier volet du rapport présente quelques rappels concernant la pratique générale de la surveillance des eaux souterraines en France : les aspects réglementaires, les implications de la Directive Cadre Eau (DCE) et les nouvelles orientations de la politique sur les sites et sols pollués. Les contextes hydrogéologiques rencontrés en France et la base de données ADES (Accès aux Données sur les Eaux Souterraines ) sont présentés. Les futurs développements de cette base de données sont également évoqués. L'accent est ensuite mis sur les sites pollués avec une revue des documents techniques français existants. Les approches développées en Espagne et au Royaume-Uni, deux pays devant mettre en application la DCE, sont abordées. Suite à cet état des lieux, des méthodes de surveillance émergentes (essentiellement de prélèvements) sont présentées et des recommandations pour la mise en place d'un réseau de suivi sont formulées, notamment sous forme de fiches (de type aide-mémoire). Enfin, un retour d'expérience obtenu en réponse à l'envoi de questionnaires à l'attention de différents acteurs du domaine (bureaux d'études, industriels, administrations) est proposé.

## **Exposé des principaux résultats obtenus**

Surveiller des eaux souterraines, c'est prélever, de façon appropriée, des échantillons d'eau de la nappe dans des lieux et ouvrages adéquats pour analyser par la suite les éléments et propriétés physico-chimiques pertinents. Pour cela, il est nécessaire de concevoir un réseau adapté de piézomètres, prélever et échantillonner l'eau, interpréter les résultats d'analyses et de mesures. Les objectifs de la surveillance des eaux souterraines sont multiples, vérifier que les objectifs de qualité sont atteints et respectés, accroître la connaissance du milieu, la compréhension des phénomènes (que ce soit d'écoulement ou de transport de polluants), orienter les actions de gestion, etc.

Dans un premier temps, des rappels généraux relatifs à la surveillance des eaux souterraines au niveau national et européen (Directive Cadre Eau) sont présentés. Certains outils utiles, tels la base de données ADES sont détaillés : cette base propose un nombre important de données et d'informations facilement disponibles, gratuites et dont l'accès est facilité par les nombreuses options de recherche. Lorsque les données souhaitées sont disponibles et en adéquation avec l'étude, celles-ci peuvent se révéler fort utiles. En effet, il est possible d'établir des chroniques piézométriques ou de qualité des eaux souterraines selon des périodes plus ou moins longues. Des réflexions sont actuellement en cours à l'échelle nationale concernant la prochaine grande étape de bancarisation qui sera de permettre aux industriels (ou aux bureaux d'études missionnés) d'alimenter eux-mêmes la base en informations piézométriques et qualimétriques. A terme, ce développement permettrait de disposer de plus d'informations et de réduire le délai entre mesure et bancarisation.

Ensuite, les textes applicables dans le contexte des sites pollués sont rappelés. La principale information concerne la réalisation de bilans de surveillance tous les quatre ans, afin d'analyser et d'exploiter régulièrement les résultats de la surveillance environnementale lorsqu'elle est requise et en place, pour l'adapter aux évolutions constatées. « Ce bilan élaboré par les exploitants serait adressé au Préfet au plus tard dans les six mois suivants son achèvement pour aboutir, le cas échéant, à de nouvelles modalités de surveillance avant la fin de la cinquième année. Ainsi, à l'issue, de deux campagnes successives, les bilans pourraient être joints, pour les installations qui y sont assujetties, aux bilans de fonctionnement requis par l'arrêté ministériel du 29 juin 2004. ».

Par ailleurs, afin de comparer la situation de la France à celle d'autres pays du point de vue de la surveillance des eaux souterraines au droit d'un site pollué, notre attention s'est portée sur deux pays Européens (soumis comme la France à la DCE) qui illustrent deux stades différents dans la mise en place de la surveillance :

- dans un premier temps, l'Espagne, qui dans le cadre de la DCE va devoir poursuivre ses efforts en terme de réglementation et de gestion des sites pollués (avec notamment le développement des réseaux) ;
- dans un second temps, le Royaume-Uni où la problématique des sites pollués est considérée depuis de nombreuses années et qui, fort de ses relations privilégiées avec les Etats-Unis, a rédigé depuis une vingtaine d'années plusieurs documents techniques plus ou moins en lien avec les réseaux de surveillance des eaux souterraines.

Pour effectuer une surveillance de qualité, il est indispensable de réaliser des prélèvements représentatifs de la nappe. Certaines méthodes émergentes présentées dans le document permettront peut-être de minimiser les coûts liés à cette étape de la surveillance. Il existe de nombreux préleveurs passifs appliqués au milieu eau. La large gamme d'échantillonneurs témoigne de l'intérêt porté par la communauté scientifique à cette thématique. La majorité des dispositifs n'ont cependant pas suffisamment fait l'objet d'études *in situ* à grande échelle afin de s'imposer face aux méthodes dites conventionnelles ou afin de clairement exister en tant que méthode de surveillance alternative. Toutefois certains dispositifs ont montré leur efficacité dans le prélèvement de certains composés. De plus, au delà des améliorations de la qualité de mesure, un intérêt économique et pratique est indiscutable ce qui rend tout a fait séduisant ce type de dispositifs. Au delà de tous ces points et de ces considérations, il semble que la mise en place de méthodes passives adaptées, dans le cadre de la surveillance de zones où l'aquifère et la pollution sont bien caractérisés, soit tout à fait possible.

Par ailleurs, des fiches aide-mémoire ont été conçues pour faciliter de manière très concrète et pratique la mise en place et l'utilisation d'un dispositif de surveillance. La démarche est itérative et des éléments d'information acquis lors de l'utilisation du réseau pourront être utilisés pour compléter le dispositif initial. En outre, l'entretien de ce réseau (des ouvrages de surveillance, des capteurs...) doit être prévu.

Enfin, un retour d'expérience obtenu en réponse à l'envoi de questionnaires à l'attention de différents acteurs du domaine des sites et sols pollués (bureaux d'études, industriels, administrations) est présenté. L'analyse des réponses reçues donne des informations quant aux contextes hydrogéologiques rencontrés, à divers éléments techniques associés à l'ouvrage ou à la phase d'échantillonnage, aux données utilisées et les sources mises à contribution, la connaissance des guides, normes et textes réglementaires... Il apparaît notamment que les principaux guides et outils normatifs semblent bien connus par l'échantillon d'utilisateurs, ainsi, la rédaction et la transmission des nouveaux outils (guides méthodologiques) devrait permettre de compléter les connaissances (sur le plan de la démarche et des références concernant l'état de l'art).

## **Context**

A major part of the sites listed in the BASOL database (2 500 sites) has already been the object of diagnosis, risk assessment and/or treatments. However, one of the main actions taken once these studies are complete consists in the monitoring of the environment, in particular of groundwater. Monitoring of groundwater downstream of contaminated sites is becoming more and more relevant: on one hand, this medium is a major way for the transport of contaminants and on the other hand, recent trends in the European regulation will lead to carry out increased monitoring in order to reach the objectives fixed by the Water Framework Directive.

This document is dedicated to monitoring of groundwater within the frame of a “Arrêté Préfectoral” when a diagnosis has already been carried out and contamination has been detected in groundwater or soils (also when a contamination has been treated to monitor the residual plume).

First part of this document concerns the general practice of groundwater monitoring in France. The topic is then focused on contaminated sites with a presentation of the national methodology. A technical review of documents is then proposed.

Soils (even if also potentially monitored via soil gases, surface waters, dust deposition, etc) are not integrated into the report.

## **Objectives**

The first part of the report presents elements about general practice of groundwater monitoring in France: legal aspects, implications of the Water Framework Directive (WFD) and recent methodology for contaminated sites management. Hydrogeological configurations met in France are listed and the ADES (Accès aux Données sur les Eaux Souterraines) database is presented. Future developments of this database are also detailed. A technical review of documents linked to the national methodology is then proposed. The approaches adopted by Spain and UK, two countries concerned by the WFD, are given. Then, emerging methods for sampling are detailed. Finally, a return of experience obtained in response to questionnaires sent to various actors in the field of contaminated sites management (consultancies, industrial, local authorities) is proposed

## **Results**

To monitor groundwater in an appropriate way, groundwater samples must be taken in locations and with equipments which are suitable to subsequently analyse relevant elements and physico-chemical properties. It is also necessary to develop a relevant or good network of boreholes, to collect groundwater samples, to interpret the results of analyses and measurements. The objectives of groundwater monitoring are numerous and actor's of groundwater monitoring have to : check that the quality objectives are achieved and respected, increase knowledge of the compartments, understand the processes taking place (either flow or transport of pollutants), assist in decision-making in the context of management plan etc...

General principles of groundwater monitoring at national and European level (Water Framework Directive) are presented. Some tools, such as the ADES database are detailed: this database proposes an important number of data and information easily available, free of charge and whose access is facilitated by numerous search options. When the desired data are available, they can be very useful. Indeed, it is possible to create piezometric or groundwater quality curves. Discussions are currently taking place nationwide concerning the databank processing which will enable industrial (or research institutes) to fill themselves the base with information. This development will provide more information and reduce the time between measurements and databank processing.

Then, the texts applicable in the context of polluted sites are listed. The main information concerns the achievement of monitoring synthesis every four years, to analyse and exploit the results of environmental monitoring and to adapt the network according to the observed trends. "This assessment prepared by the industrial will be sent to the Prefect at the latest within six months following its completion, to lead to new methods of monitoring before the end of the fifth year".

In addition, in order to compare national methodology for groundwater monitoring downstream of a polluted site to other countries, our attention has been focused on two European countries (concerned like France with the WFD), which illustrate two different stages in the establishment of monitoring strategies :

- Spain, which will have to continue its efforts in terms of regulation and management of polluted sites (including the development of monitoring networks) ;
- United-Kingdom where the problem of contaminated sites has been considered for many years and which has written in the last twenty years several technical papers related to groundwater monitoring.

To perform a good quality monitoring quality, it is essential to have representative samples of the groundwater. Some emerging methods presented in the document will likely minimise the costs associated with sampling. There are many passive samplers potentially applied to water. The wide range of samplers reflects the interest shown by the scientific community to this theme. Even if most devices have not been sufficiently studied in situ or on a large scale in order to be proposed as conventional methods, it seems that the use of passive methods where the aquifer and pollution are well characterised, is possible.

Short documents were designed to facilitate in a very practical manner the implementation and use of monitoring networks. The approach is iterative and information acquired while using the network can be used to modify the initial monitoring system. In addition, maintenance of the network is to be expected.

Finally, a return of experience obtained in response to questionnaires sent to the attention of various actors in the field of contaminated sites (consultancies, industrial, local authorities) is presented. The analysis of the answers gives information about the hydrogeological contexts met, about various technical elements associated with sampling, the data used and sources involved, knowledge of guides, standards ... In particular, it appears that the main guides and normative tools seem to be well known by the users.