

## 7.5 Types de pollution des eaux souterraines

### Introduction

La composition des eaux souterraines est influencée naturellement par le substrat géologique qu'elles parcourent (voir aussi planche 8.4). Mais les activités humaines, elles aussi, marquent leur qualité (fig. 1). Certaines nappes sont peu vulnérables aux pollutions anthropiques car elles sont bien protégées par des couches de couverture épaisses et peu perméables. D'autres subissent ces détériorations de manière dramatique, qui peuvent conduire à l'abandon des ressources. Lorsque l'on sait que l'alimentation en eau de boisson provient en Suisse à raison de 80 % des eaux souterraines, on comprend mieux l'enjeu. La présente planche de l'atlas montre les facteurs principaux qui agissent sur la pollution des eaux souterraines et les méthodes de lutte contre cette altération du patrimoine. Elle illustre la diversité des situations par une série d'exemples réels.

### Origines et types de pollutions

Les différentes sources de pollution sont présentées au tableau 1. On les définit en fonction de la répartition spatiale (diffuse ou ponctuelle) et temporelle (continue ou accidentelle) de leur origine. Toutes les pollutions ne représentent pas le même danger et ne se déroulent pas selon les mêmes fréquences (fig. 12).

### Transfert dans le sous-sol

Le transfert des polluants dans le sous-sol relève de processus complexes, qui sont contrôlés par des facteurs hydroclimatologiques, pédologiques, géologiques, hydrogéologiques, chimiques et biologiques (fig. 7). Selon le comportement des polluants dans l'eau, on distingue quatre types de substances qui possèdent chacun leur dynamique spécifique (fig. 2 à 6).

Une caractéristique importante dans le cas des composés organiques en phase libre, est représentée par leur densité. Si celle-ci est plus grande que 1, le polluant est entraîné vers la base de l'aquifère et peut, par exemple, pénétrer profondément dans des discontinuités (fig. 2). Si, au contraire, la densité est plus petite que 1, il se forme une lentille de polluant à la partie supérieure de la zone saturée de l'aquifère (fig. 4).

### Moyens de prévention

Les mesures passives sont des mesures d'aménagement du territoire (fig. 8). On définit ainsi les zones de protection (S1 à S3) autour des captages, les périmètres de protection pour les futurs captages ainsi que les aires d'alimentation ( $Z_u$ ) pour la protection contre les substances persistantes. Enfin, les secteurs  $A_u$  (pas représentés dans la figure 8) recouvrent les principaux gisements d'eau souterraine.

Les mesures actives constituent une série de mesures techniques de sécurité concernant le stockage, le transport et l'utilisation des produits polluants (fig. 9).

### Moyens d'assainissement

On distingue deux moyens d'action lors d'une pollution:

- la décontamination, qui implique l'extraction, la dégradation ou l'immobilisation du polluant (fig. 10)
- le confinement, qui isole la zone polluée des circulations actives des eaux souterraines (fig. 11).

## Exemples typiques

### Montricher VD

L'aquifère de Montricher, qui constitue une ressource importante pour la ville de Morges, est situé dans une zone de cultures intensives. C'est la raison des fortes teneurs en nitrates présentes dans l'eau. Les fertilisants et les produits phytosanitaires ont tendance à être lessivés du sol, surtout dans les cultures en terre ouverte et après la récolte. Dans le cas présent, ce transport de substance vers le sous-sol et la nappe est surtout effectif dans les zones sensibles où le sol repose sur les graviers fluvio-glaciaires fortement drainants. Les mesures prises par la ville de Morges permettent de réduire ces teneurs en substances indésirables [7].

### Forch ZH

Le salage hivernal des chaussées crée une augmentation cyclique des chlorures dans les eaux souterraines comme le montre l'exemple du sondage et de la source. Le puits de Chaltenstein se situe en contrebas d'une voie de chemin de fer et de routes. L'atrazine, utilisée pour le désherbage de la voie de chemin de fer, s'y retrouve en concentration très importante. La restriction (1988) puis l'interdiction (1990) de son utilisation dans le domaine ferroviaire ont donné lieu à une diminution régulière de sa concentration [5,10].

### Langenthal BE

En 1984, une pollution due à des pertes d'un composé organique lourd volatil issu d'une usine de nettoyage à sec a été constatée dans le puits du Tannwäldli. Les concentrations sont proches de la valeur limite fixée par la législation fédérale. Après une mise en ordre des installations, un double assainissement a alors été entrepris: aspiration des gaz afin de nettoyer la zone non saturée, pompage de l'eau souterraine pour épuration par désorption. L'assainissement a permis de ramener les concentrations du polluant nettement au-dessous des limites maximales admises [14].

### Gamsenried VS

Entre 1923 et 1962, Lonza SA a fabriqué de l'acétylène. L'hydrate de calcium, sous-produit de cette fabrication, a été mis en décharge à Gamsenried. Dès 1962, le caractère peu perméable de ce produit a permis d'entreposer sur cette épaisse couche diverses substances organiques. En 1978, une pollution de la nappe phréatique sous-jacente a été toutefois constatée. Les mesures d'assainissement effectuées ont porté en premier lieu sur l'incinération de la partie solide des déchets organiques et surtout sur la création d'une barrière hydraulique en amont de la décharge. Dans la zone atteinte, douze puits ont été creusés dans le but de pomper les eaux souterraines polluées pour les traiter. Cette technique a permis notamment une extraction importante d'aniline. Aujourd'hui, une nouvelle décharge conforme à la législation fédérale a été créée sur ce site [6,12,13].

### Le Chenit VD

La source du Brassus présente une double image de la pollution des eaux souterraines. D'une part une pollution diffuse-continue par bactéries fécales provient des alpages, fréquents dans cette région karstique et donc vulnérable. D'autre part, une vidange intempestive d'une fosse à purin s'est produite dans un alpage situé au Sud du Brassus (il est intéressant de noter que, dans la même semaine, un accident de locomotive mettait hors-service le puits du village du Pont, seconde ressource majeure de la Vallée de Joux). Une prospection d'eau a été entreprise d'urgence pour alimenter la population, comprenant le forage de nouveaux puits. D'autres mesures ont également été prises pour le long terme, notamment la délimitation des zones de protection, la sensibilisation des exploitants d'alpage et la modernisation des installations de stockage d'engrais de ferme. Une station de traitement des eaux a finalement été construite sur la source du Brassus [4].

## Locarno TI

Du 13 au 17 octobre 2000, de très fortes précipitations se sont produites dans la région du Simplon, entraînant notamment la catastrophe de Gondo. Au sud des Alpes, ces masses d'eau se sont écoulées dans le Lac Majeur. Or, non seulement la capacité de vidange du Lac Majeur à son embouchure à Sesto Calende est limitée, mais ces arrivées latérales ont eu également un effet barrage à l'écoulement des eaux de la partie septentrionale du lac. Les nappes souterraines, en communication avec ces eaux, ont vu ainsi leur niveau s'élever. Les eaux souterraines ont alors envahi les sous-sols des habitations, faisant flotter les citernes à mazout dont le contenu s'est répandu parfois dans la nappe. Ce cas est typique de réactions en chaîne [3,11].

## Orbe VD

Le 6 avril 1998, un camion a quitté accidentellement la semi-autoroute Vallorbe–Orbe. Environ 200 l de dérivés organiques d'étain se sont infiltrés dans le terrain dans une zone en liaison hydrogéologique directe avec la source de La Tuffière, une des principales ressources de la ville d'Orbe. Le polluant est arrivé rapidement à la source, qui a été mise hors-service immédiatement, et a rendu celle-ci inutilisable pendant plusieurs années. Le puits de la plaine de l'Orbe a heureusement pu couvrir ce subit déficit d'approvisionnement. Pour accélérer la réhabilitation de l'aquifère, des infiltrations massives d'eau ont été réalisées, permettant de libérer des quantités importantes de polluant. La source de Montcherand, moins gravement touchée, a pu être remise en service plus rapidement [1,2].

## Conclusions

La pollution des eaux souterraines, comme beaucoup d'autres atteintes à l'environnement, est multifactorielle. Ce qui en fait la spécificité, c'est qu'elle est souvent invisible, sans nuisances pendant longtemps. Lorsqu'elle est détectée, il est parfois trop tard pour sauver la ressource. Les conditions géologiques, qui règlent principalement la progression des polluants, sont difficiles à connaître précisément. Les évaluations du risque et les travaux de décontamination s'en trouvent compliqués. La collectivité n'est toutefois pas sans moyens pour lutter contre cette menace à la santé publique et à l'environnement. Les mesures liées à l'aménagement du territoire, prenant en compte la vulnérabilité hydrogéologique des aquifères, sont certainement le meilleur outil de prévention.

## Remerciements

Les auteurs de la planche expriment leur gratitude à tous ceux qui ont contribué à sa rédaction. L'élaboration de cette planche a bénéficié du soutien de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage.

## Bibliographie

- [1] **Blanc Consultants SA (Lavanchy, Y., dalla Piazza, R.):** Données mises à disposition avec l'accord du mandant et du mandataire.
- [2] **Commune d'Orbe:** Données mises à disposition.
- [3] **Grebner, D. et al. (2000):** Charakteristik des Hochwassers vom 9. bis 16. Oktober 2000 auf der Alpensüdseite und im Wallis. In: Wasser–Energie–Luft 11/12:369–377, Baden.
- [4] **Laboratoire de géologie de l'EPFL (1991):** Dimensionnement des zones de protection de la source du Brassus. Rapport interne, Lausanne.
- [5] **Link, P. et al. (1997):** Einfluss der Ausbringung von Streusalz auf das benachbarte und entferntere Grundwasser. Bundesamt für Strassenbau, Nr. 386, Zürich.
- [6] **Lonza SA:** Données mises à disposition.
- [7] **Maître, V. et al. (1996):** Programme d'actions contre la contamination des eaux souterraines par les nitrates. Exemple du puits de la ville de Morges, Suisse. In: actes du colloque ESRA'96, l'eau souterraine en région agricole, actes du colloque de Poitiers, 9 et 12 septembre 1996:4–61, Poitiers.
- [8] **Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (Ed.) (2001):** Sites contaminés: recenser, évaluer, assainir. Berne.
- [9] **Pochon, A. (2001):** Esquisse hydrogéologique de la Suisse. Centre d'hydrogéologie de l'Université de Neuchâtel pour l'Office fédéral des eaux et de la géologie, Berne.
- [10] **Rick, B. (1993):** Atrazin im Grundwasser – eine Modellstudie. In: Gas–Wasser–Abwasser, 6/93:438–446, Zürich.
- [11] **Salvadè, G. (2000):** Evento alluvionale 12–17 ottobre 2000. Rapporto interno, Istituto di scienze della terra, Laboratorio di fisica terrestre, Canobbio.
- [12] **Vouillamoz, R. (1990):** Deponiesanierung und Bau einer Reststoffdeponie. In: Chimia 44/7–8:248–251, Zürich.
- [13] **Vouillamoz, R., Steinmann, B., von Gunten, H. (1995):** Altlastsanierung: Ergebnisse einer aktiven Grundwassersanierung nach vier Jahren Betriebszeit. In: Chimia 49/12: 495–500, Zürich.
- [14] **Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern (Hrsg.) (1993):** Verschmutzung des Grundwassers mit leichtflüchtigen Chlor-Kohlenwasserstoffen, Raum Bützberg–Langenthal. Zwischenbericht Nr. 6, Bern.