

Planche 8.5 Observation du niveau des eaux souterraines et du débit des sources

Introduction

Le niveau des eaux souterraines et le débit des sources sont des indicateurs facilement mesurables de la situation d'un réservoir aquifère en termes quantitatifs. En un certain point et à un certain moment, ce niveau est défini comme étant la hauteur à laquelle l'eau d'une nappe souterraine peut monter dans un piézomètre qui y est installé [3]. Ce niveau indique le degré de remplissage d'un système aquifère, tandis que le débit des sources représente la quantité d'eau se déchargeant librement à l'exutoire d'un tel système. Le niveau des eaux souterraines et le débit des sources sont les témoins de processus complexes impliquant d'une part la recharge (précipitations, infiltration des rivières) et la décharge des nappes souterraines, et d'autre part la géométrie, l'épaisseur et la nature de l'aquifère [2].

En Suisse, les eaux souterraines contribuent à plus de 80 % à l'approvisionnement en eau. L'observation et la surveillance de cette ressource vitale sont partagées entre la Confédération, les cantons, les hautes écoles et les privés. Elles ont pour objectif de suivre les variations quantitatives des richesses en eau souterraine à court terme et d'apprécier suffisamment tôt les changements à long terme, soient-ils liés à des influences naturelles ou anthropiques. Pour ce faire, les institutions impliquées s'appuient sur des réseaux locaux, régionaux et à l'échelle du pays. Les données de ces réseaux assurent un patrimoine d'informations essentielles. Ces renseignements constituent l'une des bases d'une gestion durable des eaux souterraines.

La présente planche figure plus de 900 stations de mesure (puits, piézomètres et sources) actuellement en fonction en Suisse, ainsi que 150 ayant été abandonnées. Pour des raisons évidentes, elles sont concentrées dans les zones où la disponibilité et le besoin en eau sont les plus grands, à savoir dans les aquifères poreux en roche meuble des grandes vallées alluviales qui sont souvent fortement urbanisées (cf. planche 8.6). Les stations répondent toutes aux critères suivants:

- en service le 1^{er} janvier 2003;
- partie d'un réseau à long terme;
- données traitées et accessibles au public.
- Pour les stations d'observation supprimées intégrées dans la planche, la période d'observation doit être supérieure à dix ans.

Principes de mesure et acquisition des données

Le niveau de l'eau souterraine est mesuré au moyen d'ouvrages donnant accès au sous-sol tels que les piézomètres (tube verticale dans le sous-sol, plein dans sa partie sommitale mais crépiné dans sa partie basale), les puits de pompage ou encore les manomètres dans le cas des nappes captives. Ces mesures peuvent être réalisées de différentes manières. Manuellement, on se sert d'une sonde à niveau que l'on glisse dans le tube, et dont le contact avec l'eau émet un signal sonore ou lumineux. On mesure alors la différence entre le niveau de l'eau et un point fixe (bord de puits ou de piézomètre) à l'aide d'un ruban gradué. Mécaniquement, on utilise un flotteur relié à un tambour enregistreur analogique (limnigraphe). Les stations plus élaborées sont équipées avec une cellule de pression connectée à un enregistreur digital (data logger).

Si dans les piézomètres c'est bien l'état naturel de la nappe qui est mesuré, il n'en est pas de même dans les puits de pompage où le niveau de l'eau souterraine est perturbé. En effet, lors du prélèvement dans la nappe, on observe un rabattement artificiel de la surface piézométrique autour du puits de pompage. Les limnigrammes et les séries de données générés sont relevés régulièrement, et respectivement digitalisés ou enregistrés au format numérique. Toutes les valeurs relatives de profondeur du niveau de l'eau souterraine sont alors converties en altitude (m s.m.)

par soustraction à la cote de référence du point fixe, avant d'être vérifiées, éventuellement corrigées, archivées et mise à disposition du public.

Les méthodes de mesure du débit des sources s'apparentent fortement aux calculs de l'écoulement des cours d'eau. En effet, dans des ouvrages placés à l'endroit du captage ou au fil de l'eau à proximité de la source, les hauteurs d'eau sont déterminées grâce à des déversoirs ou des profils de section connue. Elles sont, également mesurées par des flotteurs ou des sondes de pression, ensuite converties en débits par la relation hauteur d'eau-débit (cf. planche 5.1²).

Facteurs influençant la quantité des eaux souterraines – exemples

De par la complexité du cycle hydrologique, les facteurs influençant les eaux souterraines sont multiples, souvent interdépendants.

De manière générale, ce sont évidemment les précipitations efficaces qui, par infiltration, font fluctuer la surface piézométrique des eaux souterraines, spécialement lorsque celles-ci ne sont pas liées à un cours d'eau. Ceci est observé dans le cas du limnigramme de Jens, Moos [4], où pour des pluies de même intensité, les effets sur la nappe sont légèrement plus atténués durant les mois chauds, synonymes de forte évapotranspiration, que durant les mois plus frais.

Dans les aquifères alluviaux, la nappe est le plus souvent intimement liée au cours d'eau adjacent, ce qui est un cas fréquent en Suisse. Ainsi, par rapport aux variations du Rhin, la nappe phréatique mesurée au piézomètre Felsberg (N° 6504) [5] suit fidèlement la tendance du fleuve, bien que dénotant une certaine inertie (réponse hydraulique de manière tamponnée, légèrement décalée et étalée dans le temps).

Dans les régions habitées, les puits de pompage prélèvent de grandes quantités d'eau dans les nappes, rabattant fortement, localement et temporairement la surface piézométrique qui retrouve progressivement son état initial dès que l'extraction s'arrête (voir limnigramme de Dietikon).

Dans le cas des sources, même si les conditions météorologiques jouent également un rôle important, ce sont plutôt la nature et le type d'aquifère (planche 8.4) qui conditionnent l'allure des débits. Les trois exemples suivants illustrent les principaux régimes de sources.

Le cas de Schlichenden Brünnen [5] représente une source en contexte karstique, avec un bassin d'alimentation situé principalement à plus de 1000 m d'altitude et un sol peu développé. Les précipitations génèrent des augmentations brusques de débits dues à une infiltration préférentielle et une circulation rapide dans les gros conduits du réseau karstique (grottes), puis une baisse progressive correspondant à la vidange plus diffuse des blocs de roche finement fissurés.

La source de Pierre Ozaire, à Savigny [1], est la résurgence d'un aquifère fissuré de la molasse sans lien avec un cours d'eau. Son hydrogramme atteste un comportement nettement moins marqué en raison d'un réseau de fissures fines et de l'effet tampon de la couverture de roche molassique altérée de composition sablo-limoneuse. L'influence des événements météoriques est moindre, sauf lors de précipitations prolongées qui donnent lieu à une recharge significative.

Enfin, la source du Chalet à Dizy [1], située dans un contexte en roches meubles, figure un comportement encore plus stable, typique d'un réservoir poreux. Les averses du printemps et de l'été n'influencent pratiquement pas le niveau de la nappe alors que les intempéries de l'automne génèrent des réactions de nappe nettement plus marquées.

Traitement des données à long terme

Le traitement des longues séries de données permet d'apprécier des tendances qui sont difficilement décelables sur le court terme et de faire des analyses approfondies sur l'état des ressources.

L'évolution du niveau de l'eau souterraine à Nebikon, Winkel [5] est représentée simultanément par les moyennes mensuelles et les moyennes mensuelles pluriannuelles associées (moyennes arithmétiques calculées sur quinze années). Le graphique du bilan des eaux souterraines permet de mettre en évidence les périodes durant lesquelles la recharge est plutôt généreuse (surface

bleue), et celles durant lesquelles la recharge est au contraire moins importante (surface grise). Les deux phases de faible recharge (1997–1998 ainsi que 2003) correspondent à des phases de sécheresse prononcée et ainsi de vidange de l'aquifère, alors que les surfaces bleues représentent des années plus humides avec recharge de la nappe.

Pour le comportement long-terme du débit des sources, l'exemple de l'Areuse à St-Sulpice [5] a été choisi. La confrontation des moyennes journalières pour l'année 2002 avec les moyennes mensuelles, les maxima et les minima enregistrés sur une période prolongée (20 ans), permet de dégager des tendances, et par là même de tirer des enseignements importants concernant l'utilisation des ressources. Ainsi, les valeurs minimales sont utilisées par exemple pour définir les débits critiques, les débits résiduels, et par conséquent de déterminer les débits de concession en accord avec une exploitation durable, alors que les maxima représentent des historiques très utiles, notamment au dimensionnement d'ouvrages et aux risques engendrés par les crues.

Modèles hydrogéologiques schématiques

L'aquifère en roche meuble de Felsberg, sur le Rhin en amont de Coire, représente typiquement les nappes d'accompagnement des principaux cours d'eau. Il s'agit de formations meubles en fonds de vallées, bien délimitées, souvent d'alternances de graviers partiellement sableux et silteux, caractérisés par une bonne perméabilité, et dont on tire une part importante de l'eau potable (cf. planche 8.6). Dans cette catégorie d'aquifère, l'observation du comportement des eaux souterraines se fait au travers des piézomètres et des puits de pompage qui sont autant de données ponctuelles concernant la surface de la nappe. L'interpolation des valeurs ponctuelles permet de tracer des cartes avec des équipotentielles (lignes d'égal niveau des eaux souterraines) dont la tendance indique les directions d'écoulements souterrains qui leur sont en général perpendiculaires. Suivant les endroits, la nappe draine le cours d'eau (voir situation A), alors qu'ailleurs, au contraire, elle l'alimente (voir situation B); ces tendances pouvant même s'inverser suivant le régime hydrologique.

Les aquifères karstiques représentent près d'un cinquième de la surface du pays. L'aquifère karstique du Muotatal est un exemple typique de ce genre d'aquifère. Dans ce contexte, on parle de «double porosité» car la circulation de l'eau y est en même temps rapide à travers les gros conduits, et beaucoup plus diffuse dans les blocs de roche finement fissurés. Dans ce cas, l'observation quantitative des eaux souterraines se fait par le biais des sources.

Remerciements

Cette planche a été réalisée sur la base d'un concept développé par le Bureau mbn (Matousek, Baumann & Niggli AG). Les services cantonaux responsables des eaux souterraines sont remerciés pour leur excellente collaboration.

Bibliographie

- [1] **GEOLEP (2004):** Réseau AQUITYP. Ecole polytechnique fédérale, Laboratoire de géologie de l'ingénieur et de l'environnement, Lausanne.
- [2] **Matthess, G., Ubell, K. (2003):** Allgemeine Hydrogeologie, Grundwasserhaushalt. Lehrbuch der Hydrogeologie Band 1, Berlin.
- [3] **Müller, T. (1999):** Wörterbuch und Lexikon der Hydrogeologie (Deutsch-Englisch). Berlin.
- [4] **Office de l'économie hydraulique et énergétique – Office de la protection des eaux et de la gestion des déchets du canton de Berne (2004):** Annuaire hydrographique du canton de Berne. Berne.
- [5] **Office fédéral des eaux et de la géologie (2004):** Annuaire hydrologique de la Suisse 2003. Berne-Ittigen.