

QU'EST-CE QUE L'EAU SOUTERRAINE ?

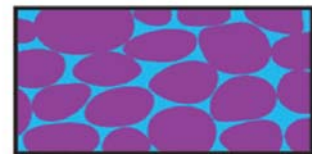
Définir l'eau souterraine comme étant un volume liquide situé sous nos pieds est une lapalissade qui ne rend pas bien compte de la complexité des mouvements et flux au sein des formations géologiques réservoirs, des capacités de stockage des différents aquifères, des échanges avec les eaux de surface... et de son rôle majeur dans la karstification des calcaires.

Généralement invisible à notre regard, l'eau souterraine est pourtant omniprésente, remplissant les interstices et fractures des terrains géologiques du sous-sol. Dans les terrains meubles (non consolidés) comme les sables et les graviers, l'eau souterraine s'écoule dans l'espace laissé entre les grains. Dans les roches cohérentes comme les grès, les craies, les calcaires ou les quartzites, l'eau se loge et s'écoule au travers d'un réseau de fissures, joints et fractures affectant la roche. La largeur, le nombre et le remplissage de ces anfractuosités conditionnent la capacité de stockage et la vitesse d'écoulement de l'eau (figure 1).

En tant qu'élément du cycle hydrologique (figure 2), les eaux souterraines jouent un rôle essentiel dans l'alimentation des cours d'eau et des sources : elles s'y déchargent de manière relativement continue au cours de l'année hydrologique et assurent l'essentiel de leur débit en période d'étiage (débit de base). Les eaux souterraines constituent par ailleurs une ressource primordiale pour la distribution d'eau publique. Prélevées à partir de stations de pompage ou de galeries drainantes, elles contribuent ainsi à plus de 80 % du volume d'eau distribué en Wallonie, et de cela, 4/5 des prélèvements sont localisés dans des roches calcaires (SPW-DGO3, 2016).

Dépôts meubles

Sable et gravier



Intergranulaire

Socle rocheux

Roches ignées



Fissure

Calcaire



Vide de dissolution

Fig. 1: Principaux types de porosité (d'après Environnement et Changement Climatique — Canada)

Quelques définitions

On caractérise un aquifère, sa capacité de stockage et de conduite de l'eau souterraine suivant les variables suivantes, spécifiques à chaque réservoir souterrain :

La **porosité** (n) représente le volume de vides associés aux pores et aux fractures, sur le volume total du matériau géologique. Plus cette porosité est élevée, plus sa capacité à emmagasiner de l'eau est grande.

La **conductivité hydraulique** (K), aussi appelée **perméabilité** (exprimée en mètres par seconde), qualifie l'aptitude du matériau géologique (la roche réservoir) à laisser passer l'eau et donc à permettre un écoulement.

En fonction de leurs caractéristiques hydrodynamiques, les formations géologiques sont classées en trois catégories.

- **aquifère** : formation géologique perméable, contenant de l'eau en quantité exploitable ;
- **aquitard** : formation semi-perméable, permettant de faibles transits d'eau ;
- **aquiclude** : formation très peu perméable, dont on ne peut extraire économiquement des quantités appréciables d'eau.

L'eau souterraine : moteur de la karstification

Le milieu karstique constitue un cas particulier vis-à-vis des eaux souterraines. Naturellement acide, l'eau de pluie qui s'infiltre a la capacité de dissoudre le calcaire,

en circulant dans les fissures préexistantes qu'elle agrandit. Un réseau de conduits et de cavités est ainsi progressivement créé, favorisant un cheminement rapide des eaux souterraines, souvent à des débits élevés et très variables en fonction des événements météorologiques. Quand le réseau karstique est fortement développé, ses cavités et chenaux peuvent constituer de véritables rivières et lacs souterrains.

En milieu karstique, les interactions entre les eaux souterraines et les eaux de surface sont généralement très importantes et bidirectionnelles, avec des systèmes de **pertes** (chantoirs et dolines) connectés via des drains souterrains aux **résurgences** (sources karstiques). Plus le réseau de conduits et de cavités karstiques est développé, plus la composante souterraine des écoulements est prépondérante, avec une réaction aux précipitations d'autant plus rapide et des vitesses de circulation des eaux souterraines plus élevées.

La signature physico-chimique de l'eau souterraine se retrouve aux émergences karstiques et cours d'eau associés, avec une minéralisation élevée et assez constante sur une majeure partie de l'année (à l'exception des épisodes de crue). En effet, lors de leur parcours à travers l'encaissant calcaire, ces eaux s'enrichissent particulièrement en calcium, magnésium et bicarbonate provenant de la dissolution des minéraux calciques et magnésiens provenant des roches.

Le cycle hydrologique

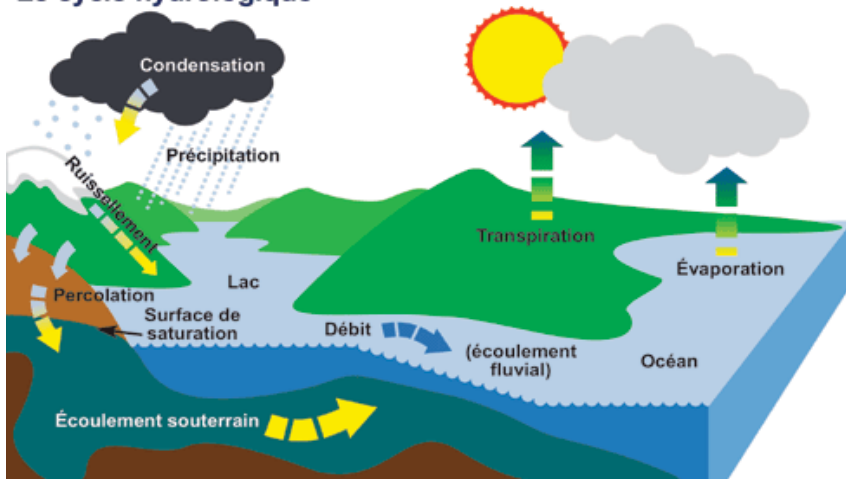


Fig. 2: Les eaux souterraines dans le cycle hydrologique (d'après Environnement et Changement Climatique - Canada)

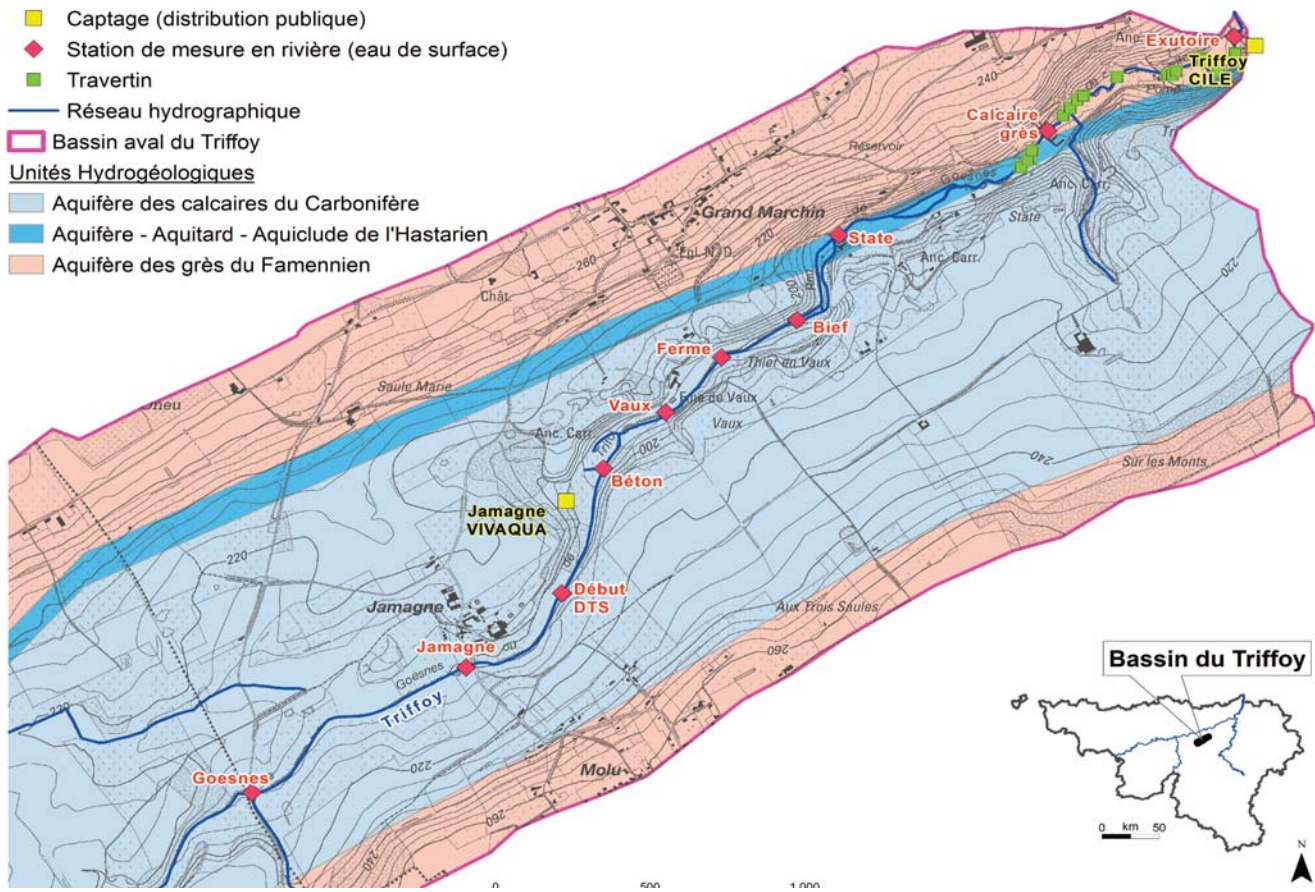


Fig. 3. Bassin aval du Triffoy: localisation des stations de mesure des eaux de surface et des zones de travertin.

Lorsque ces eaux souterraines très minéralisées reviennent à la surface, les minéraux qui ont été dissout peuvent précipiter et former des concrétions calcaires.

On peut admirer celles-ci dans les grottes, mais aussi sous forme de petits barrages naturels, les travertins (photo 1), sous l'effet de colonies de microorganismes spécifiques qui provoquent la précipitation des éléments chimiques.

long du cours d'eau, mais aussi via des venues d'eau ponctuelles et des sources dans les berges ; il n'est supplanté par d'autres composantes que lors des événements pluvieux hivernaux.



Photo 1. Cascade de travertin sur le ruisseau du Triffoy, partie aval de plus de 1m de hauteur

L'étude approfondie du bassin calcaire du Triffoy dans le Condroz (fig. 3) a permis de mettre en évidence la forte influence de la composante souterraine sur l'hydrodynamisme (fig. 4) et l'hydrochimie du cours d'eau (Brouyère et al. 2016).

L'eau souterraine karstique : une ressource précieuse & vulnérable !

Dans ce bassin typique du contexte karstique, le débit du cours d'eau est principalement assuré par l'eau souterraine (écoulement de base), via un drainage diffus le

Les aquifères karstiques sont extrêmement vulnérables aux pollutions dans leur bassin d'alimentation : en surface, les phénomènes karstiques tels que les chantoirs ou les dolines constituent des points d'infiltration directe vers les eaux souterraines.

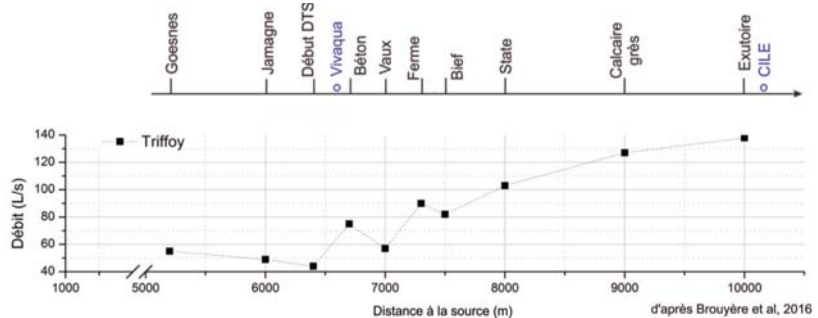


Fig. 4: Résultats de débitmétrerie du profil en long réalisé le 2 avril 2014 sur le Triffoy (Brouyère et al, 2016). Les variation de débit d'amont vers l'aval témoignent de sections où le cours d'eau est perdant (apport vers la nappe) ou drainant (alimenté par l'aquifère).



Photo 2. Les galeries captantes du Néblon (CILE) d'une longueur de 600m drainent des sources alimentées par l'aquifère des calcaires du Carbonifère. Il s'agit de la ressource d'eau potable principale pour la ville de Liège.

Il faut aussi tenir compte des zones d'infiltration diffuse telles que les vallées sèches. Il convient donc d'étudier la vulnérabilité de ces eaux souterraines et prendre des mesures appropriées pour protéger ces ressources essentielles et les captages qui y sont implantés.

Le bassin du Néblon et les galeries de captage de la CILE (vallée de l'Ourthe, région de Hamoir) constituent un exemple parlant. Ce réseau de galeries (photo 2) draine l'aquifère karstique des calcaires du Carbonifère, à hauteur des sources de Néblon-Moulin (fig. 5). Environ 10 millions de m³ y sont prélevés par an pour l'alimentation en eau d'une partie du Condroz et de la région liégeoise.

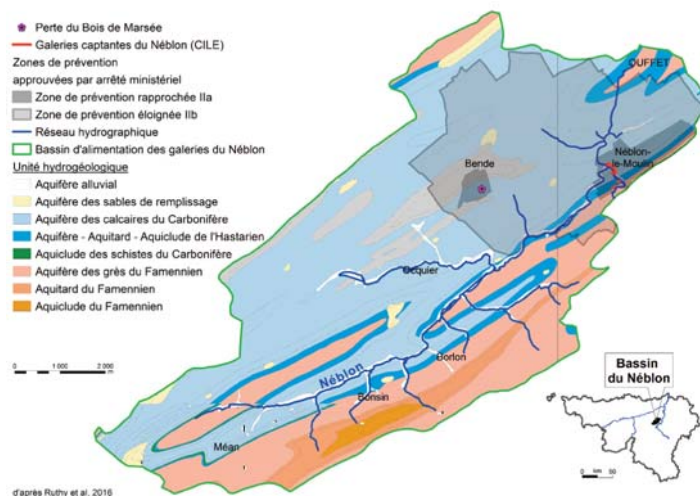


Fig. 5. Aquifère des calcaires du Carbonifère du Bassin du Néblon, alimentant les galeries captantes de la CILE. En grisé délimitation des zones de protection.

Des périmètres de protection autour du captage ont été définis sur base des temps de transfert calculés lors des études hydrogéologiques du bassin d'alimentation des galeries (LGIH 1995; Ruthy et al., 2016). Cependant, il existe un phénomène karstique majeur, la perte du Bois de Marsée (à environ 3 km à l'est des galeries) dont un essai de traçage a établi la connexion avec le captage avec une vitesse maximale de transfert de 73 m/h (Meus, 1993).

Dans ces conditions hydrologiques, une pollution qui se produirait au voisinage de la perte du Bois de Marsée mettrait donc moins de 2 jours pour atteindre le captage. Une extension de la zone de prévention rapprochée a donc été définie autour de cette perte, pour l'adapter au contexte particulier du karst et renforcer la protection des galeries.

Une cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines a également été réalisée, permettant d'identifier des zones où les eaux souterraines sont plus ou sensibles à des pollutions qui pourraient se produire dans leur bassin d'alimentation. La méthode Apsû (Popescu et al. 2004) qui a été appliquée tient compte des conditions d'infiltrations et de ruissellement à la surface du sol et de processus de transfert des polluants entre cette surface et la nappe d'eau souterraine. Le document cartographique qui en résulte est un outil essentiel pour prendre des décisions tant en matière d'aménagement du territoire qu'en cas de pollution avérée dans le bassin.

Ingrid Ruthy &

Serge Brouyère, ULg-UEE-HGE

Références

- Brouyère, S., Briers, P., Schmit, F., Sohler, C., Degré, A., Descy, J.-P., Hallet, V., & Orban, P. (2016). *Rapport final de la convention relative à la caractérisation complémentaire des masses d'eau dont le bon état dépend d'interactions entre les eaux de surface et les eaux souterraines*. Université de Liège. <http://hdl.handle.net/2268/195783>
- LGIH (1995). *Etude des zones de protection des captages de la CILE. Phase 1. Galeries captantes du Néblon (CILE/952) & Captage du Néblon II à Ama-Ocquier. Etude géophysique et hydrogéologique (CILE/953)*.
- Meus Ph (1993). *Hydrogéologie d'un aquifère karstique du calcaire carbonifère de Belgique (Néblon-Anthisnes). Apport des traçages à la connaissance des milieux fissurés et karstifiés*. Thèse de doctorat, Université de Liège.
- Popescu I.C., Dachy M, Brouyère S & Dassargues A. (2004). *Test d'une méthode de cartographie de la vulnérabilité intrinsèque applicable aux nappes aquifères de la Région Wallonne. Application à l'aquifère calcaire du Néblon. Rapport Final. Convention RW-ULg, Geomac (Hydrogéologie)*, 154 p.
- Ruthy I., Hallet V., Péters V., Gogu R. C., Dassargues A., Monjoie A (2016). *Carte hydrogéologique Modave – Clavier n° 48/7-8*. Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2016/12.796/4 - ISBN 978-2-8056-0218-4. <http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo/>
- SPW-DGO3 (2016). *Etat des nappes d'eau souterraine de Wallonie*. Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2017/11802/09.