

Eco Karst

108

Numéro spécial
Eaux souterraines



Commission wallonne d'étude et de protection des sites souterrains

Bulletin trimestriel, n° 108, juin 2017

Éd. resp.: CWEPSS asbl, Clos des Pommiers 26, 1310 La Hulpe

ECOKARST 108 - Numéro spécial Eaux Souterraines

En consacrant ce numéro spécial de l'Eco Karst aux **nappes et aux eaux souterraines**, la CWEPSS aborde un sujet au cœur des préoccupations de l'association depuis sa fondation. En terrain calcaire, les eaux souterraines sont en effet considérées comme le principal **moteur de la dissolution des roches carbonatées**. Elles façonnent les sites karstiques tant souterrains que de surface et sont à l'origine de la formation des grottes et de leurs concrétions ; l'écosystème souterrain en est directement dépendant.

Convaincus que la gestion de l'eau et ses enjeux ne doivent pas rester confinés à un sérail de spécialistes et que chacun d'entre nous peut avoir un impact et son mot à dire sur les choix hydriques de demain, nous espérons aussi contribuer avec ce numéro à « plonger » le lecteur au cœur des eaux souterraines wallonnes, en rendant **plus accessibles** une série de notions, souvent très techniques, utilisés en hydrogéologie.

Pour cela, nous avons rassemblé dans ce numéro :

- un ensemble d'articles rédigés spécialement pour nous par des spécialistes et des acteurs majeurs du secteur de l'eau en Wallonie ;
- des cas concrets illustrant des actions menées par la CWEPSS et ses partenaires en faveur de la protection et de l'étude des masses d'eaux souterraines ;
- des articles plus généraux sur le statut de l'eau, sa gestion actuelle et future, le financement du secteur... ou encore, le prix à payer pour bénéficier d'une eau de qualité.

En cette période estivale, nous vous invitons à... vous jeter à l'eau à travers ces quelques pages, à la découverte de l'or bleu wallon !

L'équipe éditoriale de la CWEPSS



SOMMAIRE

- Eau potable: produit de première nécessité, ou marchandise?	1-3
- Qu'est se que l'eau souterraine (définition, cycle, vulnérabilité...)	4-6
- La zone non saturée du karst et le rôle de l'Epikarst	7-9
- Traçage en milieu karstique, l'exemple du système Kin-Dieupart)	10-12
- Etat des nappes et surveillance des eaux souterraines wallonnes	13-17
- La Transhennyère et le rééquilibrage de la nappe du Tournaisis	17-19
- Chantoir de Xhendelesse, histoire d'un égout sans épuration!	20-22
- Les polluants émergents et les nappes aquifères wallonnes	23-25
- Le traitement biologique et "in situ" des nappes contaminées	25-27
- Evolution et enjeux liés au prix de l'eau potable	28-31
- L'eau en Wallonie: Gestion actuelle, enjeux et perspectives	32

Couverture: plongée dans une ancienne carrière calcaire souterraine province de Namur. Photo Vincent Kalut : Instagram @vkalut

L'EAU POTABLE... UN PRODUIT D'EXCEPTION

L'eau, la qualité de l'air, la biodiversité, mais aussi la culture ou l'éducation, sont des valeurs et biens communs essentiels au bon développement d'une société harmonieuse. Vouloir régir ces éléments selon la seule logique de la rentabilité et de la loi du marché peut s'avérer tout à la fois inefficace et dangereux.

Les questions concernant le prix de l'eau soulèvent des enjeux sociaux, environnementaux et politiques. Il nous paraît essentiel, tant pour les citoyens que pour nos instances dirigeantes, de prendre conscience de ces questions et de s'interroger sur les mécanismes et les structures (publiques et privées) auxquelles on confie la gestion d'un élément aussi vital et fondamental que l'eau.

Ces aspects éminemment sociaux et politiques posent le problème du « statut » de l'eau potable et de son accès pour tous. En Wallonie, toute la filière eau (incluant la production, la distribution et même l'épuration de ce bien de première nécessité) est assurée par des opérateurs publics (Société Wallonne de Distribution d'Eau, intercommunales de production, régies et services communaux). Des organismes publics ont été spécifiquement créés pour gérer le secteur, en assurer une exploitation durable et consentir les investissements nécessaires.

Dans bien des pays du monde (y compris en Europe), ce service a été transféré au secteur privé. Les grandes entreprises du secteur de l'eau qui disposent des compétences et des moyens financiers pour investir dans ce domaine, n'en sont pas moins avant tout à la recherche du profit. On est dès lors en droit de se demander comment certaines adductions d'eau « non rentables », ou certains consommateurs peu solvables, seront traités par ces acteurs privés, si un jour ceux-ci détiennent le monopole du secteur ?

Produit de première nécessité ou marchandise ?

L'eau n'est pas un bien comme les autres: elle est indispensable à la vie humaine et à la vie en général. Ceci entraîne une responsabilité particulière des pouvoirs publics, de tous les acteurs et des citoyens. C'est d'autant plus vrai depuis que l'homme est en « capacité », par certaines de ses activités, de mettre ce patrimoine hydrique en péril, en dérégulant son cycle de façon parfois irréversible.

Mais au-delà de l'imposition de nouvelles législations et normes concernant sa qualité, l'avenir de notre rapport à l'eau dépend étroitement du régime de propriété et des acteurs à qui on en confie la gestion. Or, malgré sa fonction vitale de première importance, l'eau est de plus en plus souvent considérée comme une ressource ou marchandise, un bien économique qu'on peut s'approprier, acheter ou vendre comme on achète le pétrole (on parle d'ailleurs d'« or bleu », par analogie avec « l'or noir »). On spéculer sur l'eau comme sur les métaux précieux, avec toutes les conséquences en termes de pénurie sur les économies locales et sur les gens qui les subissent. En bien des lieux et depuis très longtemps, l'eau est mal utilisée, surexploitée, annexée et détournée, devenant une source majeure de conflits voire de guerres (Lasserre, F. 2007. *Conflits hydrauliques et guerres de l'eau : un essai de modélisation, Revue internationale et stratégique (Paris)*, 66.)

En la considérant uniquement comme une ressource productive, les impératifs de la « croissance économique à court terme » et les intérêts des producteurs, des actionnaires et des entreprises d'eau risquent de s'imposer, au détriment des autres fonctions vitales de cette matière première.

L'eau est en train de devenir à travers le monde (en Espagne, aux Etats-Unis, au Moyen Orient, en Asie centrale, en Amérique du Sud ou en Afrique...), une source de conflits et de pratiques opposées aux principes de justice, d'égalité, de fraternité, de liberté et de sagesse ; une problématique qui se fait de plus en plus sociale, politique voire éthique, qu' environnementale.

« Allons-nous un jour marchander les nuages ? »

C'est par cette question polémique que Riccardo Petrella interpelle les gouvernements et tente depuis 20 ans de sensibiliser aux enjeux liés à l'eau.

Alors que les États déclarent leur souveraineté sur les ressources naturelles contenues dans les sols de leur territoire, qui deviennent un outil de domination politique, économique et énergétique à l'échelon international, c'est la conception même de la vie et la valeur qu'on lui donne qui est ici directement impactée.



Ouvrir le robinet et bénéficier d'une eau de qualité sans restriction semble pour nous une évidence... pourtant cela reste un privilège à l'échelle mondiale et un acquis à défendre.

Pourtant, la Directive Cadre (2000/60/CE) précise dès son premier article que l'eau n'est pas un bien marchand comme les autres mais un patrimoine commun qu'il faut défendre et protéger. Cette directive européenne, qui regroupe toutes les lois concernant tant les eaux de surface que souterraines, est aujourd'hui la base de la législation concernant les ressources hydriques dans les pays de l'Union.

Dans les faits, on constate pourtant que ces principes de bien commun et de gestion durable passent rapidement au second plan face aux obligations de rentabilité, de profit à court terme et de coût important des politiques de gestion durable de la ressource, dont les effets se font ressentir avec un certain retard.

Les acteurs de l'eau en Wallonie

La Wallonie a fait jusqu'à présent le pari du « Tout au public » pour ce qui concerne le secteur de l'approvisionnement et de la gestion de l'eau. Contrairement au secteur de l'énergie par exemple, aujourd'hui privatisé et ouvert à la concurrence (postulant que cette libéralisation allait faire baisser les prix), les consommateurs d'eau sont face à un fournisseur public unique (commune, intercommunale ou SWDE) qui dépend uniquement de la localisation du lieu de consommation.

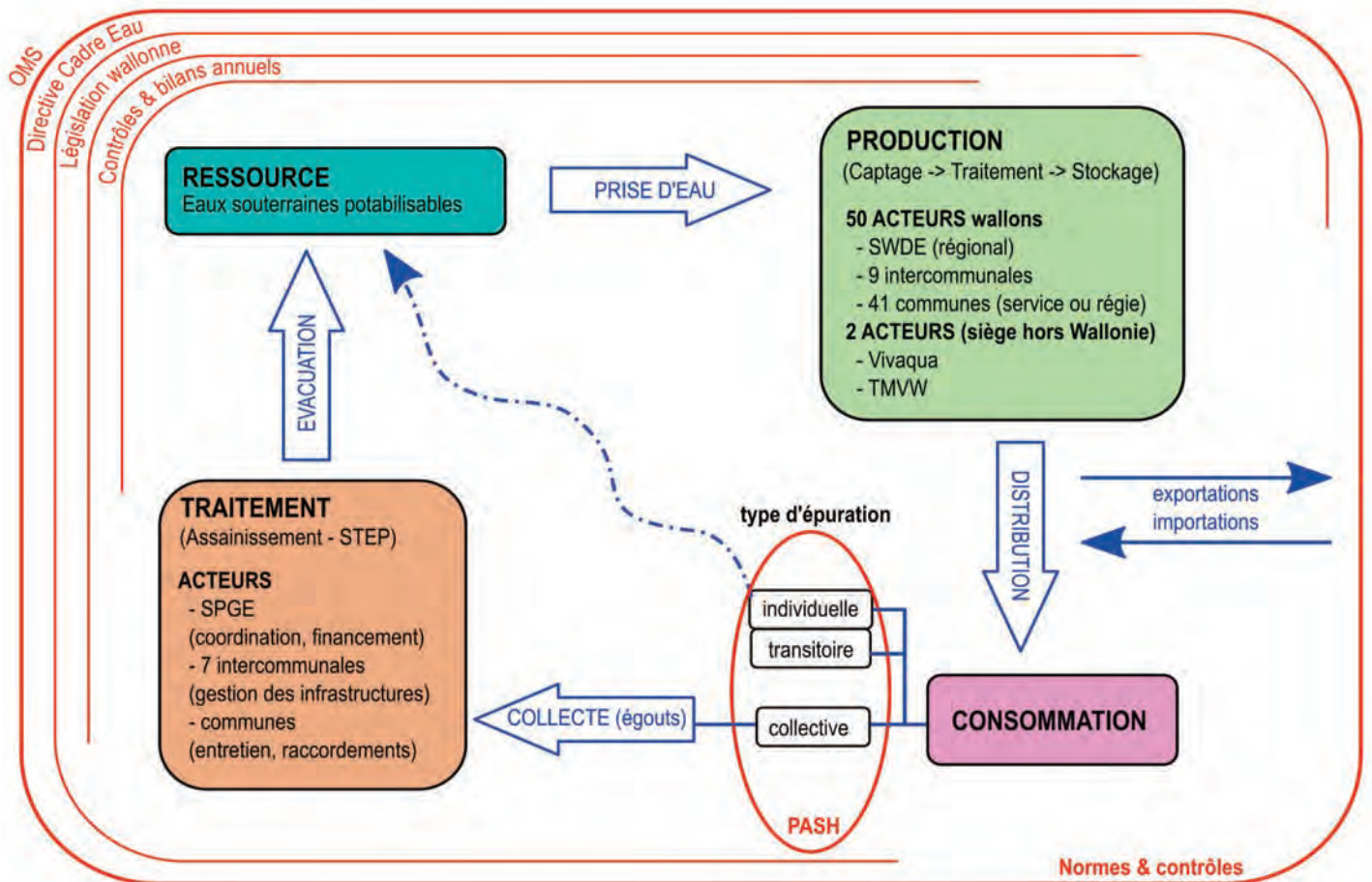


Schéma illustrant les différents acteurs impliqués dans la production, la distribution et l'épuration des eaux en Wallonie. Ces organismes contribuent à assurer le cycle anthropique de l'eau qui doit permettre de garantir une eau de qualité et en quantité pour tous.

La facture payée in fine par le consommateur comprend une série de postes (voir article de G. Warnant dans ce numéro), afin d'internaliser l'ensemble des frais liés à la fourniture d'une eau de qualité. Ce prix au m³ englobe les frais engendrés par le captage, la distribution et l'épuration, mais aussi tous les contrôles et mêmes les investissements pour étudier et sécuriser les prises d'eaux et le réseau, ainsi que la cotisation à un fonds de solidarité.

Les objectifs quantitatifs et qualitatifs concernant la distribution, l'épuration, mais aussi le contrôle des eaux, sont fixés par le Gouvernement wallon, en accord avec les objectifs et normes fixés à l'échelle européenne (Directive cadre sur l'eau et Directive-fille sur les eaux souterraines) et retranscrites dans le Code Wallon de l'Eau. Un calendrier relativement contraignant (accompagné d'astreintes) complète ce volet législatif visant à garantir la fourniture d'une eau de qualité et en suffisance à tous. Si les objectifs à atteindre sont fixés à l'échelle européenne, les moyens et mesures mises en place sont laissés à l'appréciation des Etats membres.

Ceci explique en partie comment différentes politiques de l'eau se développent aujourd'hui en Europe.

Le schéma ci-dessus tente d'illustrer les liens entre les acteurs de l'eau en Wallonie. Si le Gouvernement et le Service Public de Wallonie fixent le cadre, les objectifs et octroient une partie des fonds nécessaires au fonctionnement de ce secteur qui emploie plusieurs milliers de personnes en Wallonie, des structures opérationnelles plus spécifiques ont été créées pour appliquer ces politiques.

Des normes de qualité toujours plus sévères

L'enjeu est de garantir une qualité d'eau suffisante pour les multiples fonctions qu'elle remplit en Wallonie (consommation humaine, baignade, milieux aquatiques d'intérêt biologique, préservation d'espèces qui requièrent une eau d'excellente qualité...). Les mesures de protection et de traitement de l'eau ont néanmoins un coût, qui est répercuté sur les différents utilisateurs.

Au cours du temps, les normes de qualité de l'eau de distribution (fixées dans la Directive cadre), qui définissent les concentrations maximales admises de divers « produits », sont devenues de plus en plus strictes. L'inclusion dans cette liste des « polluants émergents » (notamment les pesticides, nanoparticules, antibiotiques et nouvelles molécules ayant potentiellement une incidence sur la santé – voir article F. Dellhoye dans ce volume) risque de poser problème pour un nombre croissant de captages. Ces normes strictes, similaires à celle pour les produits alimentaires, s'appliquent à l'ensemble des eaux, alors que seule une part infime est effectivement ingérée (quelques litres par jour et par habitant). La grande majorité des volumes consommés par les citoyens ont un usage nettement moins « noble » (sanitaire et domestique), pour lequel ces normes s'avèrent excessives.

C'est bien là tout le paradoxe d'une législation qui se veut progressiste et protectrice pour les citoyens et l'environnement mais qui en s'appliquant sur une base très large (couvrant toutes les eaux de distribution), risque d'entraîner des coûts d'assainissement, de traitement et d'analyse de plus en plus lourds pour la collectivité. A terme, les classes sociales les plus fragilisées pourraient se voir exclues d'une eau tellement pure... qu'elle en deviendrait un produit de luxe !

Quelques acteurs incontournables du secteur de l'eau en Wallonie

AQUAWAL : Union professionnelle des opérateurs publics du cycle de l'eau regroupant les principaux producteurs et distributeurs d'eau potable, l'ensemble des organismes d'assainissement agréés de la Région wallonne, ainsi que la SPGE.

La SPGE (Société Publique de Gestion de l'Eau) est une société anonyme de droit public créée par la Région wallonne en 1999, pour assurer la coordination et le financement du secteur de l'eau en Wallonie. En concertation avec les autres acteurs de l'eau, elle s'occupe de l'assainissement des eaux usées (de l'égout à la station d'épuration) et de la protection des captages, en finançant les infrastructures qui y sont liées.

Le Gouvernement wallon a également chargé la SPGE de l'élaboration (et des révisions) du plan d'assainissement par sous-bassin hydrographique (le PASH).

La SPGE en confie la réalisation aux organismes d'assainissement agréés qui agissent sous sa responsabilité et sa supervision.

C'est elle également qui établit les cartes des plans d'égouttage, définissant les zones en épuration collective, individuelle ou transitoire (ces documents doivent faire l'objet d'un arrêté du gouvernement wallon pour entrer en application).

La SWDE (Société Wallonne de Distribution d'Eau) Au 19^e s. apparaissent les premières régies de distribution d'eau courante en Wallonie. Pour aider les communes, l'État fédéral crée en 1913 la SNDE (Société nationale de distribution d'eau) ; le pays se dote progressivement de réseaux de distribution et d'installations de production (puits de captage, sources à l'émergence, barrages...).

À partir de 1986, la politique de l'eau est régionalisée et la SNDE scindée en 2.

La SWDE est aujourd'hui la plus importante société de production et de distribution d'eau potable de Wallonie.

Son réseau de distribution s'étend sur 40.000 km, près de 200 communes et plus d'un million de raccordements. La SWDE fournit près de 2,4 millions de consommateurs en eau potable, soit plus de 70% de la population wallonne.

Communes et intercommunales: certaines communes ont fait le pari de se regrouper (souvent sur base géographique) pour gérer ensemble leur approvisionnement (14 entités) mais aussi l'épuration (7 intercommunales) de leurs eaux.

41 communes (principalement dans le sud et l'est de la Région - données 2010) ont choisi de conserver un service ou une régie communale indépendante et elles assurent seules leur approvisionnement en eau.

Chaque entité, tant de production que d'épuration, doit rendre compte au Service Public de Wallonie et faire l'objet d'un agrément (à durée déterminée) pour mener à bien ses opérations. Une évaluation périodique est réalisée pour améliorer le service, tant dans l'intérêt du consommateur que de celui de l'environnement.

Depuis peu, un effort particulier porte sur la transparence et la publication des résultats. Il s'agit de permettre à quiconque, au moins sur base annuelle, de suivre le travail et les résultats des acteurs du secteur de l'eau. Le citoyen-consommateur doit être considéré comme un acteur à part entière du secteur de l'eau et disposer de tous les éléments utiles pour savoir « ce qu'il boit », ce qu'il advient de son eau et des montants qu'il paie pour celle-ci. La publication annuelle de l'Etat des Nappes (voir article de Masset *et al.* dans ce volume) participe de cette même volonté d'ouverture et de transparence.

Conclusion

A l'échelle mondiale, on estime aujourd'hui que 2,4 milliards d'habitants ne disposent pas tout au long de l'année d'une eau de qualité. Il s'agit donc d'un enjeu tout à fait majeur quant aux modèles de développement et de coopération à mettre en place à l'avenir. C'est d'autant plus vrai que cette inégalité face à l'eau est beaucoup moins liée à des facteurs physiques (déterminisme géographique) qu'à des causes sociales. En effet, l'accès à l'eau potable est un marqueur social fort et c'est principalement les populations les plus précaires qui en souffrent, dans les pays où existe une « tension hydrique ».

Davantage que la nourriture, le travail ou l'énergie, l'eau s'est imposée à l'échelle mondiale comme une des grandes questions sociales de ce début de XXI^e siècle. La vie de toute espèce vivante dépend directement du soleil, de l'air et de l'eau.



On peut se passer du pétrole (d'ailleurs, il le faudra bien un jour...) comme on peut vivre sans un travail rémunéré, sans euros en banque, sans GSM ou sansoiture ; mais jamais (au passé comme au futur), on ne pourra se passer du soleil, de l'air ni de l'eau. Ils sont non seulement à la base de la vie, ils sont la vie. C'est pour cela qu'un poète latin d'il y a 2000 ans, Ovide, a pu écrire que « Dieu n'a fait ni le soleil, ni l'air, ni l'eau propriétés privées... ».

C'est à chacun d'entre nous de prendre part à la gestion durable de ce patrimoine hydrique. Il faut également être vigilant et exercer son « droit à savoir », pour que l'eau reste demain un bien commun transparent et accessible à tous.

Georges Michel &
Laurence Remacle

L'accès à l'eau potable reste une priorité de santé publique dans bien des pays du monde

QU'EST-CE QUE L'EAU SOUTERRAINE ?

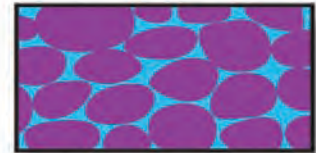
Définir l'eau souterraine comme étant un volume liquide situé sous nos pieds est une lapalissade qui ne rend pas bien compte de la complexité des mouvements et flux au sein des formations géologiques réservoirs, des capacités de stockage des différents aquifères, des échanges avec les eaux de surface...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

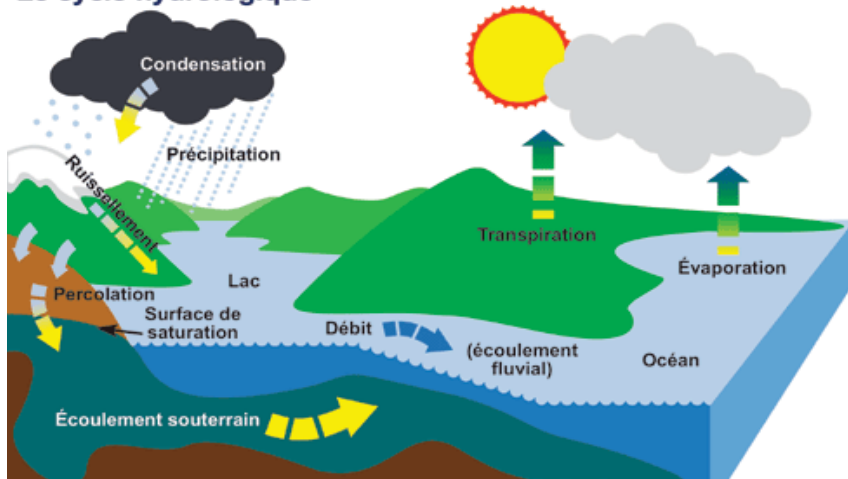


Fig. 2: Les eaux souterraines dans le cycle hydrologique (d'après Environnement et Changement Climatique - Canada)

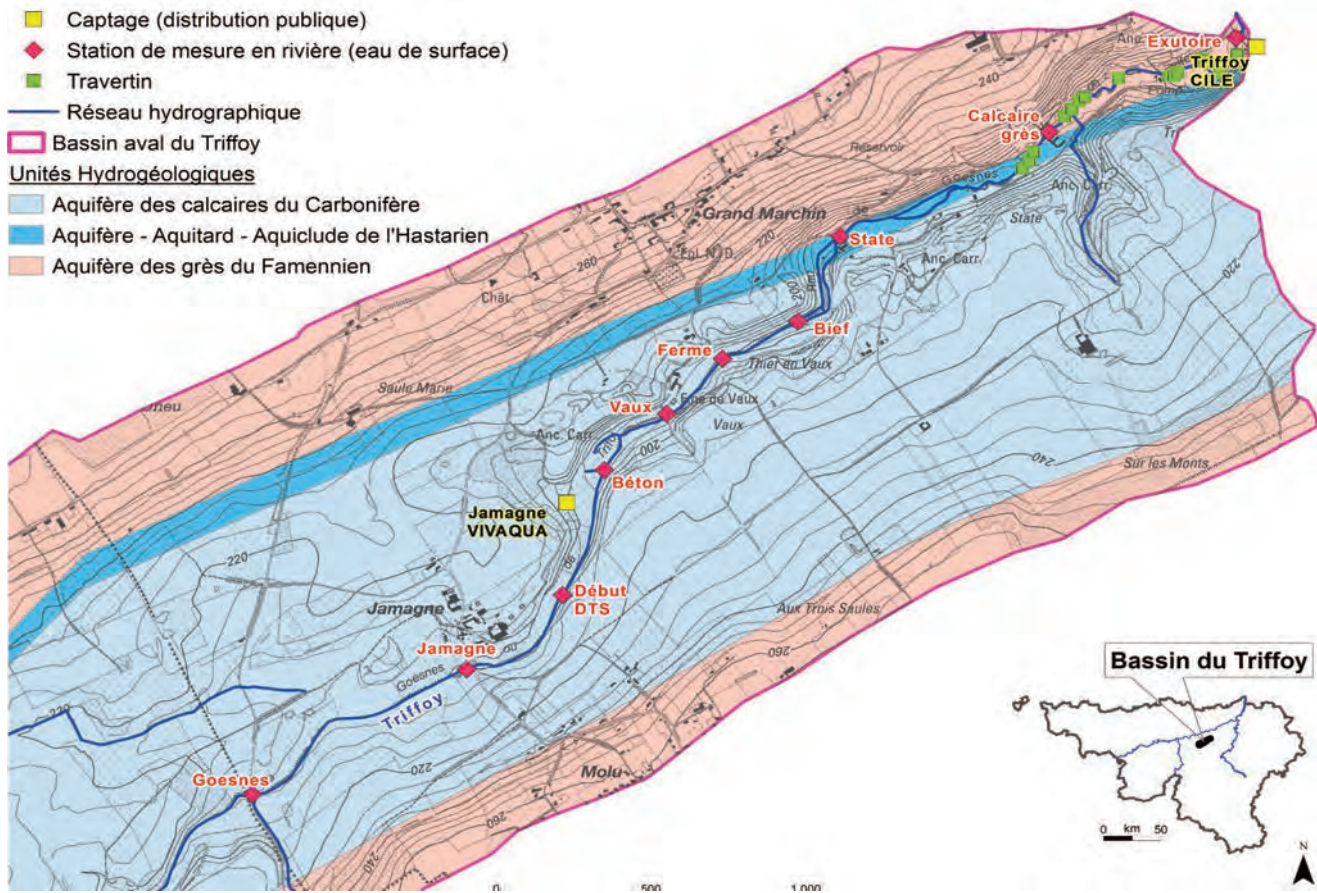


Fig. 3. Bassin aval du Triffoy: localisation des stations de mesure des eaux de surface et des zones de travertin.

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 !

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.

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

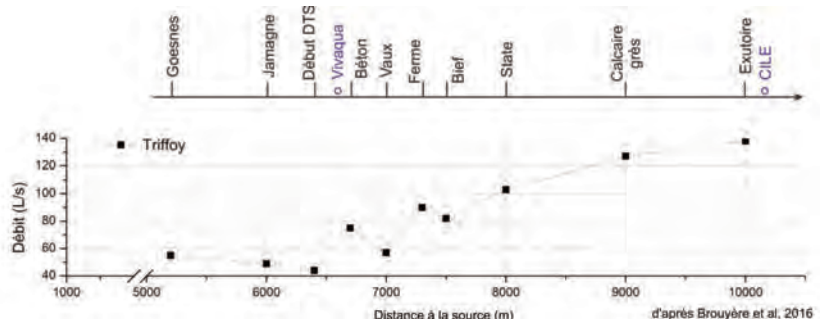


Fig. 4: Résultats de débitmétré du profil en long réalisé le 2 avril 2014 sur le Triffoy (Brouyère et al, 2016). Les variation de débit d'amont vers l'aval témoignent de sections où le cours d'eau est perdant (apport vers la nappe) ou drainant (alimenté par l'aquifère).



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.

JUSTE SOUS NOS PIEDS... LA ZONE NON-SATURÉE DU KARST

En écologie, mais aussi pour le simple promeneur qui admire un paysage, les zones de lisières qui marquent le contact entre deux milieux sont particulièrement riches et importantes. C'est sur cette interface que se produisent différents échanges de matières, de flux d'énergies, et dans le cas qui nous concerne, d'eau. Bien comprendre le fonctionnement de cette zone frontière s'avère prioritaire pour protéger la ressource d'eau souterraine et tenir compte de sa vulnérabilité.

L'article qui suit détaille les différentes couches entre la surface et la nappe souterraine et précise leur influence sur les masses d'eaux souterraines tant du point de vue quantitatif que qualitatif.

De quoi est formée la zone non-saturée ?

La zone non-saturée du karst est la partie d'un massif karstifié située entre la surface du sol et la nappe phréatique (zone saturée) (Fig. 1). Le fonctionnement hydrogéologique de cette zone superficielle n'est pas encore complètement connu par les scientifiques. En cause, son hétérogénéité très importante qui génère des processus d'écoulement complexes et souvent irréguliers. Cependant, cette zone revêt une importance particulière tant au niveau de la dynamique de l'aquifère karstique que via sa position particulière, entre la surface et la ressource en eau souterraine.

On divise habituellement la zone non saturée en trois parties aux limites irrégulières:

- **le sol** incorporant la matière organique, qui n'est pas nécessairement présent (voir les karsts nus de type lapiaz),
- **l'épikarst** représente la partie la plus superficielle du massif karstique. Il s'agit d'une zone d'épaisseur variable (quelques mètres généralement), intensément fracturée et karstifiée étant donné sa position. Elle présente une porosité plus importante, lui permettant de contenir d'avantage d'eau. En progressant en profondeur, cette porosité diminue, ce qui crée un contraste naturel avec la zone de transmission.
- **la zone de transmission**, permet à l'eau d'infiltration de rejoindre la nappe phréatique (zone saturée).

Cette disposition de l'épikarst et de la zone de transmission pourrait être comparable à une passoire dans laquelle on verse brutalement l'eau et les pâtes. Les trous de la passoire ne pouvant accommoder toute l'eau qui vient de la casserole, il se crée temporairement une accumulation d'eau dans la passoire. Idem, le contraste entre l'épikarst et la zone de transmission ne permet pas toujours à cette dernière d'accueillir l'ensemble des précipitations venant des pluies en surface, ce qui génère temporairement une accumulation au niveau de l'épikarst.

Cette accumulation, autrement appelée **aquifère épikarstique**, se crée de façon irrégulière dans le temps et l'espace, rendant la dynamique hydrogéologique de cette zone très complexe.

On comprend donc qu'il est délicat d'appréhender le comportement de cette zone non-saturée car il est fait d'un mélange de processus de transit et de stockage temporaire d'eau au sein d'un milieu hétérogène. De plus, ces processus entraînent des mouvements horizontaux de l'eau, avec des concentrations et des dispersions de l'infiltration, des mélanges entre l'eau récemment infiltrée et de l'eau stockée depuis quelques jours ou quelques mois.

Pour résumer, le destin de la pluie qui s'infiltré en surface du karst est incertain et mérite que l'on s'y intéresse de près car la zone non-saturée est un milieu important, tant pour l'eau souterraine que pour l'écologie du karst.

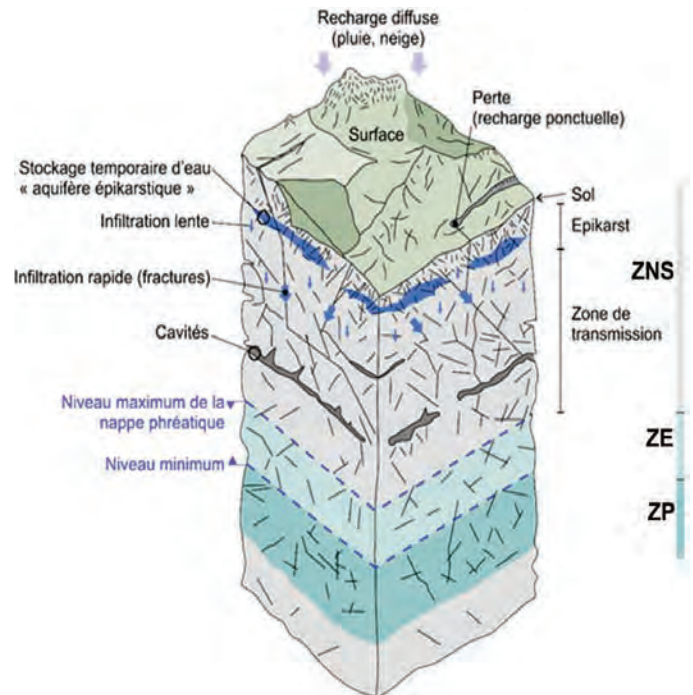


Figure 1 – Représentation schématique d'un aquifère karstique montrant la zone non-saturée et les différents éléments qui la composent : sol, épikarst et zone de transmission. Le contraste entre l'épikarst et la zone de transmission peut générer un stockage temporaire d'eau, mieux connu sous le nom « d'aquifère épikarstique » (schéma d'après Stevanovic, 2015). ZNS= Zone Non Saturée, ZE= Zone Epiphréatique (ou temporairement saturée), ZP= Zone phréatique (saturée).

Pourquoi s'en soucier ?

Outre le défi scientifique visant à comprendre le fonctionnement de cette partie du karst, la zone non-saturée revêt une importance particulière pour l'approvisionnement en eau, la vulnérabilité des ressources souterraines ou l'écologie. Premièrement, il s'agit de la zone qui reçoit l'eau de pluie qui va constituer la recharge de l'aquifère. Cette recharge est très importante car elle permet aux ressources en eaux souterraines de se renouveler. Aujourd'hui, près de 25% de la population mondiale dépend d'eaux souterraines d'origine karstique pour son eau potable. Partout dans le monde, les aquifères karstiques sont sollicités pour faire face à une consommation croissante d'eau, également pour l'agriculture et l'industrie. Il est donc primordial de comprendre comment cette recharge est transmise et influencée par la zone non-saturée. Peut-on caractériser et quantifier ces processus ? Comment évoluent-ils dans le temps ?

Les changements climatiques entraînent des variations de la distribution des précipitations, des changements de température... quelle sera l'influence de la zone non-saturée dans ces variations ? De nombreuses approches scientifiques tentent de répondre à ces questionnements.

Du fait de sa position, la zone non-saturée est donc une véritable transition entre la surface et les réserves d'eau souterraine. Ce milieu représente souvent l'unique forme de protection face aux activités de surface, parfois source de contamination telles que les rejets d'eaux usées domestiques, les épandages agricoles, les pollutions accidentelles... Comprendre la zone non-saturée c'est permettre de mieux appréhender la vulnérabilité de nos aquifères et de trouver les moyens de protéger ces milieux.

La zone non-saturée représente le principal support pour la faune et la flore des milieux calcaires/karstiques. La végétation va y puiser de quoi assurer son développement, créant des environnements spécifiques. La faune, notamment cavernicole, trouvera dans la zone non-saturée un habitat, bien souvent dépendant de l'eau qui s'y infiltre pour assurer sa survie.

Spéléologiquement parlant, c'est la zone non saturée qui est visitée (à l'exception des plongées) permettant à l'homme d'explorer le karst « quasiment au sec ».



Figure 2 – Station d'étude de percolations au sein de la zone non-saturée dans la grotte du Père Noël (Han-sur-Lesse). Les scientifiques du département de géologie de l'Université de Namur y effectuent le monitoring du débit de stalactites ainsi que de paramètres tels que la température et le chimisme de l'eau (Photo G. Rochez, 2014).

Bien que de nombreuses cavités paraissent fossiles, elles sont encore bien actives du point de vue de l'hydrogéologie de la zone non-saturée!

Ces cavités offrent également aux scientifiques une fenêtre ouverte pour étayer leurs hypothèses à propos du fonctionnement de ce milieu fascinant.



Figure 3 – Lors d'un essai de traçage en zone non-saturée, la substance traçante est injectée directement à la surface du sol. Trente mètres plus bas, dans la grotte de Rochefort, la restitution du traceur dans l'eau de percolation est mesurée de façon continue afin d'obtenir des indications précises sur les processus d'infiltration entre la surface et la cavité (Photos A. Watlet et A. Poulain, 2016).

Quelles méthodes sont utilisées?

Il existe de nombreuses techniques pour étudier la zone non saturée et comprendre le transfert et le stockage de l'eau en son sein. Ces 10 dernières années, le département de géologie de l'Université de Namur a mené des projets dans deux systèmes karstiques importants de Wallonie (les grottes de Han-sur-Lesse et la grotte de Rochefort). L'objectif étant d'identifier les processus d'écoulement d'eau et les variations de stockage d'eau dans cette zone, signe de la présence du fameux aquifère épikarstique. Ceci a permis de démontrer le fonctionnement de ces milieux mais également leur grande vulnérabilité.

La première de ces méthodes est l'utilisation des percolations

présentes dans les cavités (stalactites, fissures). Ces percolations sont le témoin direct de l'activité hydrologique du massif et peuvent donc nous donner des informations précises et chiffrées sur le fonctionnement de la zone non-saturée (Fig. 2).

A l'aide d'un matériel expérimental, les chercheurs ont mesuré durant plusieurs années le débit de différents points de percolation dans les cavités. La mesure de paramètres tels que la température ou le chimisme de l'eau donnent des indications supplémentaires sur son parcours depuis la surface.

Une seconde méthode est l'utilisation d'essais de traçage (Fig. 3). Cette méthode bien connue en milieu karstique (cf. J. Flament, dans ce volume), reste peu utilisée pour étudier la zone non-saturée.

Elle consiste à injecter une substance traçante à la surface du sol et de suivre sa réapparition au niveau des percolations de la cavité. Avec un peu d'expérience, de technique et de chance, le traceur sera retrouvé dans l'eau de percolation, permettant de caractériser l'infiltration de l'eau au sein du massif calcaire. Le traceur injecté en surface est dilué dans l'eau et se comporte de façon identique à cette dernière.

En mesurant de façon précise et continue dans le temps la restitution de ce traceur au niveau d'une percolation, on construit une courbe de restitution du traceur (Fig. 4), qui va être la mesure scientifique du comportement de l'infiltration au sein du massif. Cette courbe permet de déterminer les vitesses de transit de l'eau dans le karst, le temps de résidence de l'eau et la quantité de traceur récupérée, indicatrice de la dispersion dans le milieu.

Les résultats des études menées à Han-sur-Lesse et à Rochefort ont permis de tirer deux grands enseignements sur la **zone non-saturée** :

- Le transfert de l'eau de pluie depuis la surface vers les cavités, et donc vers la nappe phréatique, est un phénomène **extrêmement rapide**, de l'ordre de 1 à 6 mètres/heure dans les cas étudiés (pour des épaisseurs de calcaire de 30 à 90 mètres). Ceci montre que même en l'absence de points d'infiltration évidents (une perte, une doline), l'infiltration dans le karst est un processus efficace. En cas de contamination en surface, le milieu souterrain sera donc rapidement menacé ainsi que la nappe phréatique.
- En termes de **vulnérabilité**, la zone non-saturée ne constitue donc pas une protection efficace. Les phénomènes d'infiltration d'eau dans le karst ne sont donc pas le fruit de longues années de filtrage à travers la roche. La zone non-saturée est, au même titre que la zone saturée, un milieu à l'écoulement rapide et concentré, réagissant brutalement et avec peu d'atténuation aux sollicitations extérieures.

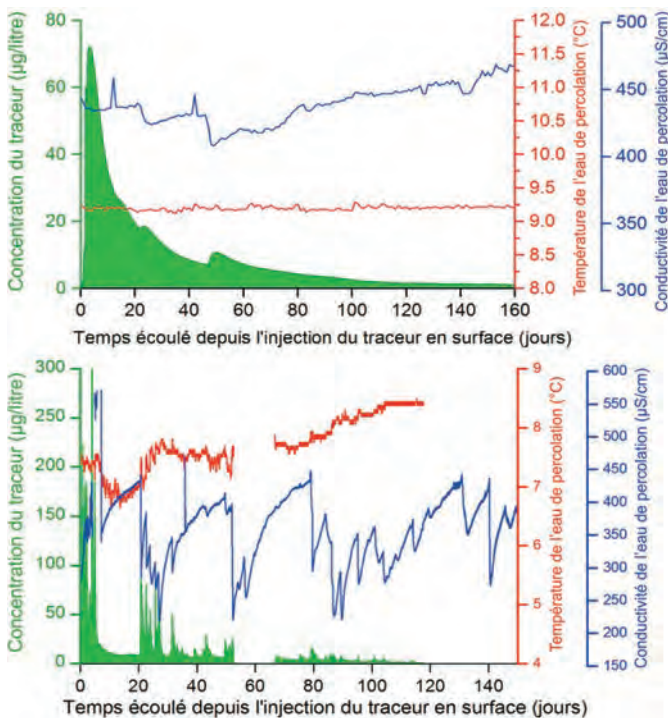


Figure 4 – Résultat du monitoring de percolations au sein de la zone non-saturée durant les essais de traçage à partir de la surface de la grotte du Père Noël (Han-sur-Lesse, figure du haut), et à partir de la surface de la grotte de Rochefort (figure du bas). Le paramètre le plus important est la courbe de restitution du traceur (en vert). Il montre une arrivée rapide du traceur et ensuite sa présence dans l'eau de percolation durant de longs mois. Notez la différence de style de restitution entre les deux cas de figure, à Rochefort cette restitution se fait par phases successives liées aux pluies en surface tandis qu'à Han-sur-Lesse la restitution se fait en une seule fois. Les autres courbes montrent la température de l'eau de percolation (en rouge) et sa conductivité électrique (en bleu).

- Malgré cette composante d'infiltration rapide, l'hétérogénéité de la zone et la diversité des processus font que le temps de résidence d'une partie de l'eau peut être très long. L'eau d'infiltration se **disperse latéralement** et est stockée temporairement avec un séjour prolongé. Le drainage de la zone non saturée est dépendant des conditions climatiques, ce qui entraîne une présence prolongée.
- De ce fait, l'impact d'une pollution peut non seulement être rapide, mais aussi avoir des conséquences à long terme. Sur les sites d'études de Han et Rochefort, l'arrivée brutale des traceurs a été suivie d'une période de plus de 150 jours durant lesquels on détecte leur présence dans l'eau de percolation.
- Au total, moins de 0.1% des traceurs injectés ont été détectés aux percolations, les 99.9% restant ont emprunté d'autres routes ou sont toujours stockés dans la zone non-saturée. Dans notre cas d'étude, la quantité de traceur utilisée était minimale et l'expérience était réalisée avec des substances inoffensives pour la faune et la flore. Ceci laisse imaginer l'impact de rejets d'eaux usées ou plus généralement des activités à risque à la surface du karst.

Les mesures réalisées dans le karst wallon ont permis de préciser les **mécanismes de drainage** dans la zone non-saturée et son rapport avec les conditions climatiques (Poulain, 2015). L'utilisation en complément de la géophysique (gravimétrie ou tomographie de résistivité électrique) permet de comprendre les dynamiques hydrogéologiques au sein du karst et ont fait l'objet d'un projet de recherche à part entière sur la Lomme à Rochefort (<http://www.karag.be>).

Conclusion

L'eau souterraine est une ressource cachée à nos yeux, il est donc difficile de comprendre comment nos activités peuvent avoir un impact sur ces réserves ou leur qualité. Pourtant, nous dépendons de cette ressource et il nous est nécessaire de faire cohabiter nos activités avec la protection des sites souterrains, parmi lesquels les nappes phréatiques.

À la surface de ces aquifères, la zone non-saturée est un milieu marginal, une frontière entre l'homme et l'eau souterraine. Ce milieu est pourtant des plus importants puisqu'il est à la fois une frontière physique avec la surface mais également le vecteur de la recharge des réserves souterraines d'eau, un support primordial pour la flore et la faune et un lieu d'exploration exceptionnel pour les spéléologues.

Les motivations sont donc nombreuses pour investiguer, protéger et maintenir autant que possible cette zone naturelle du karst dont les études scientifiques ont démontré l'extrême vulnérabilité face aux activités humaines. Poursuivre les recherches visant à cerner le fonctionnement de ces systèmes ainsi que leur réaction face aux changements climatiques constitue un défi scientifique important. Ceci ne se fera pas sans une volonté de faire de la protection de ces milieux et ressources un véritable enjeu de société, déterminant pour l'avenir.

Amaël Poulain. Dép. de géologie, Université de Namur

En collaboration avec Gaëtan Rochez, Isabelle Bonniver, Romain Deleu et Vincent Hallet.

Poulain, A. Rochez, G. Bonniver, I. Hallet, V. 2015: Stalactite drip-water monitoring and tracer tests approach to assess hydrogeologic behavior of karst vadose zone: case study of Han-sur-Lesse. Environmental Earth Sciences, 74 (12), 7685-7697.

Lecture complémentaire en français : Poulain, A. Bonniver, I. Rochez, G. Hallet, V. 2014: Faire parler les stalactites pour comprendre le karst. Regards n°80, 34-39.

TRAÇAGES EN MILIEU KARSTIQUE

Application au système Kin-Dieupart (Aywaille)

Introduction

On représente communément les systèmes karstiques et l'eau qui traverse ces massifs comme une boîte noire... et pas seulement parce que l'on est sous terre et sans lumière !

La structure même de ce réseau de fissures progressivement élargies par la dissolution (au point que certains vides souterrains sont pénétrables par l'homme) s'organise selon la nature des roches, la distribution des apports d'eau, l'épaisseur des terrains de couverture ainsi que les zones de faiblesses pré-existantes caractérisant le calcaire (failles, strates et diaclases). Leur distribution dans le massif n'est pas homogène et répond à une organisation souvent impossible à déterminer depuis la surface. Le comportement et l'écoulement des eaux souterraines dans une telle roche-réservoir se détermine suivant la géologie et ces mêmes fissures élargies, parfois indépendamment de la topographie « aérienne ». Il est dès lors difficile de prévoir l'axe de ces écoulements et leur vitesse, celle-ci pouvant même changer radicalement entre les périodes de crue et d'étiage.

Pour caractériser les écoulements souterrains dans le karst, le recours aux traçages artificiels s'est imposé depuis plus de 100 ans comme la principale méthode d'investigation. Un traçage hydrogéologique artificiel est une "procédure expérimentale visant à rendre apparent et observable le déplacement réel de l'eau souterraine dans un aquifère suivant une (ou des) trajectoires définies entre un point d'origine et un ou plusieurs points de détection, au moyen de traceur artificiel marquant l'eau" (Castany G. et Margat J., 1977) [1].

Un traceur artificiel est défini comme "toute substance (sel soluble, colorant, corps en suspension, eau marquée par un isotope radioactif, etc.), absente dans les conditions naturelles dans l'aquifère étudié et détectable, pour l'identifier et permettre d'observer son mouvement" (Castany G. et Margat J., 1977) [1].

Grâce à l'étude des flux d'eaux entrants et sortants, des vitesses de circulation et des concentrations (bilans de restitution) des traceurs retrouvés aux exutoires, on peut en partie modéliser ces écoulements, et au-delà, estimer la nature du réseau de fissures et leurs dimensions, pour mieux gérer ces réservoirs essentiels à notre approvisionnement en eau potable.

Le système karstique de Kin-Dieupart (Aywaille) a fait récemment l'objet d'une telle étude. Celle-ci illustre bien l'apport des techniques de traçage dans la bonne compréhension des écoulements d'eau dans le karst. Les résultats montrent la complexité et la variabilité de ce drainage souterrain selon les conditions hydrologiques et illustre la vulnérabilité de ces masses d'eau vis-à-vis des polluants et des activités en surface.

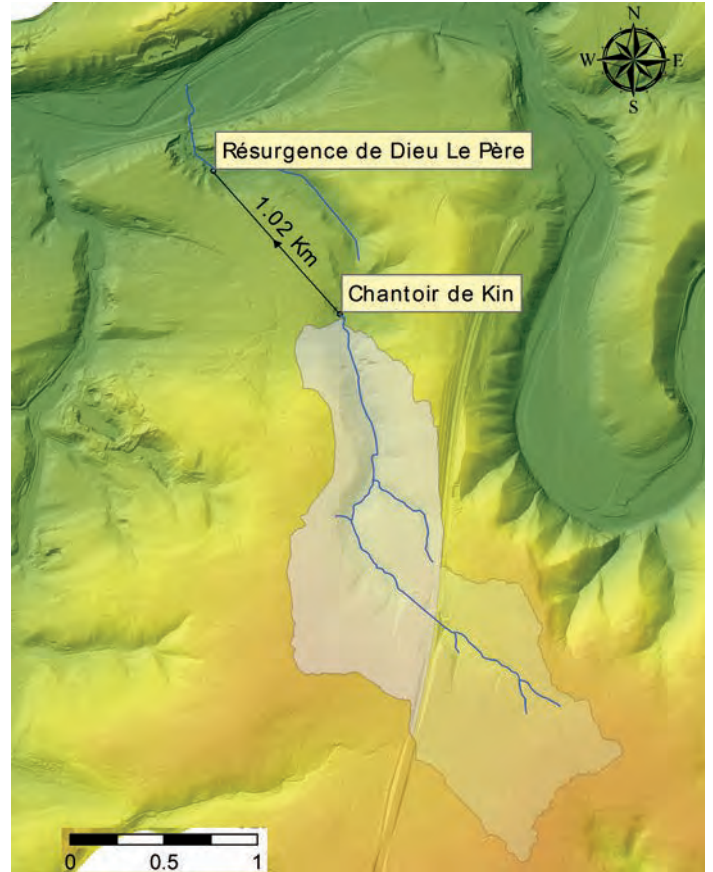


Figure 2: Le bassin versant de la perte de Kin est coupé en deux par le passage de l'autoroute E25. Le ry de Kin est canalisé sous la voirie. Les crêtes (tons jaunes) et les vallées (tons verts) sont mises en évidence par le modèle numérique de terrain généré par l'utilisation du LiDaR.

La zone d'étude

Le chantoir de Kin [AKWA 49/3-82] ainsi que la résurgence de Dieu-le-Père [49/3-99] sont situés sur la bande de calcaires dévoniens dans la commune d'Aywaille, en rive gauche de l'Amblève. La résurgence est alimentée en partie par les eaux se perdant dans le chantoir de Kin. Celui-ci absorbe en les eaux du ry de Kin, sinuant sur les grès et schistes du Couvinien [2] avant de se perdre au contact des roches carbonatées.

D'autres pertes diffuses sont signalées plus en amont dans le thalweg du ruisseau, aux abords d'une ancienne carrière de minerai de fer (Trihe à mines) (fig. 2). Aucun point d'infiltration majeur n'a été repéré dans les dolines d'effondrement disséminées sur ce bassin d'alimentation.

La résurgence se présente sous la forme d'un demi-cercle de ± 2 mètres de diamètre, où un débit important sort « de terre ». Elle forme le ru de Kin qui serpente sur des schistes en bordure des calcaires dévoniens et s'engouffre partiellement dans une perte située au contact de ces deux formations [49/3-168], avant d'être canalisé dans l'Amblève.

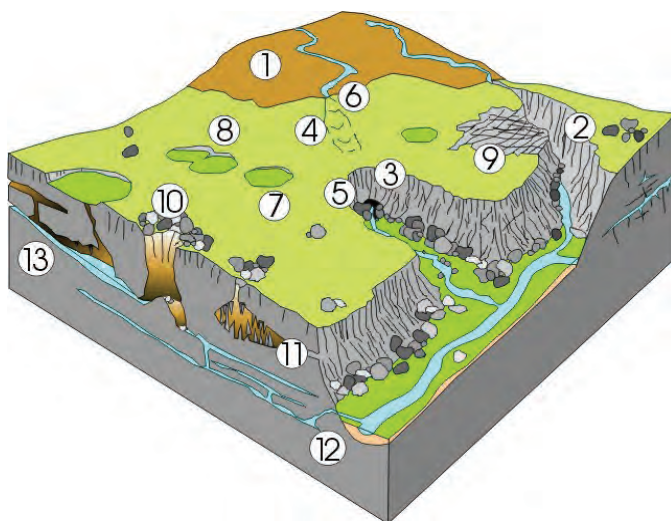


Figure 1: Eléments géomorphologiques d'un paysage karstique. (1) terrains non karstiques; (2) canyon; (3) reculée; (4) vallée sèche; (5) résurgence de rivière; (6) perte; (7) doline; (8) ouvala; (9) lapiez; (10); aven; (11) grotte; (12) source vauclusienne; (13) rivière souterraine.

Source : F. Boulvain, Géologie générale, Technosup, 2013

La grotte du Hibou [49/3-97] est perchée à 23 mètres au-dessus de la résurgence de Dieu-Le-Père. Vu sa proximité et la morphologie de ses conduits, cette grotte aujourd'hui fossile aurait fonctionné comme résurgence, avant enfoncement du réseau hydrographique - (Godissart J. 1970) [3].

Le bassin versant du chantoir de Kin est estimé à 1,2 km² (suivant le LiDaR – 2014). Toutefois, les modifications importantes de relief engendrées par la construction de l'autoroute E25 y ont probablement fortement modifié les écoulements d'eau. L'impluvium de notre point de perte pourrait s'étendre sur 2,2 km² si on y intègre la surface située au sud-est de l'autoroute (portion Beaufays-Aywaille).

A vol d'oiseau, la distance entre le chantoir et la résurgence est de 1020 m, pour une différence d'altitude de 56 m. Le dénivelé moyen sur ce transect (en surface) est de l'ordre de 5 %. Cette pente relativement forte, ajoutée à l'infiltration diffuse des eaux sur le parcours, contribue de manière significative aux phénomènes de karstification (fig. 3 – Briffoz A. 1985) [4].

Que connaît-on sur ce système?

Depuis 1976, le chantoir de Kin a fait l'objet d'investigations spéléologiques. Initiées par André Modave, Marcel Maréchal et Guy Robert (tous membres du spéléo-club d'Aywaille), celles-ci sont poursuivies à l'heure actuelle par le Club Aqualien Continent 7 [5]. La topographie du chantoir dressée par le CASA présente un développement de 700 m pour un dénivelé de 53 m (fig. 3).

Les recherches spéléologiques et la progression dans le chantoir sont rendues très difficiles par les coups de crues et la

mise en charge du réseau. L'exploration et la découverte de prolongements pénétrables vers l'aval se heurte depuis 2004 à une vasque siphonnante infranchissable.

Dès 1910, Putzeys réalisa un premier essai de traçage, établissant la liaison avec la résurgence de Dieu-Le-Père. Cette coloration décrite dans VMR [6] n'avance aucune donnée chiffrée, de même qu'un autre essai, photographié par M. Leduc, dont la date et les détails techniques n'ont été révélés que très récemment.

Profitant des Rendez-Vous de l'Explo organisés en **juin 2016** par l'Union Belge de Spéléologie, l'idée est venue de conjuguer une visite didactique au chantoir de Kin avec un traçage de reconnaissance. En raison des précipitations importantes survenues peu avant l'événement, il n'était pas possible de descendre au fond de la cavité. L'injection n'a donc pas eu lieu au siphon terminal mais en surface, directement dans la perte.

Injection et restitution

Le premier essai de traçage a consisté en une injection de 80 g de fluorescéine. La résurgence était quant à elle équipée de la manière suivante:

- un fluorimètre pour mesurer en continu la concentration de fluorescéine dans les eaux (Schnegg PA. et Dörfli N. 1997) [7],
- un datalogger relié au fluorimètre permettant d'enregistrer également les paramètres physico-chimiques des eaux (température, conductivité et turbidité) et leur évolution sur la durée de l'étude hydrologique,
- d'un échantillonneur automatique prélevant un échantillon d'eau à intervalle régulier, en vue d'analyses complémentaires et pour vérifier les valeurs mesurées par le fluorimètre.

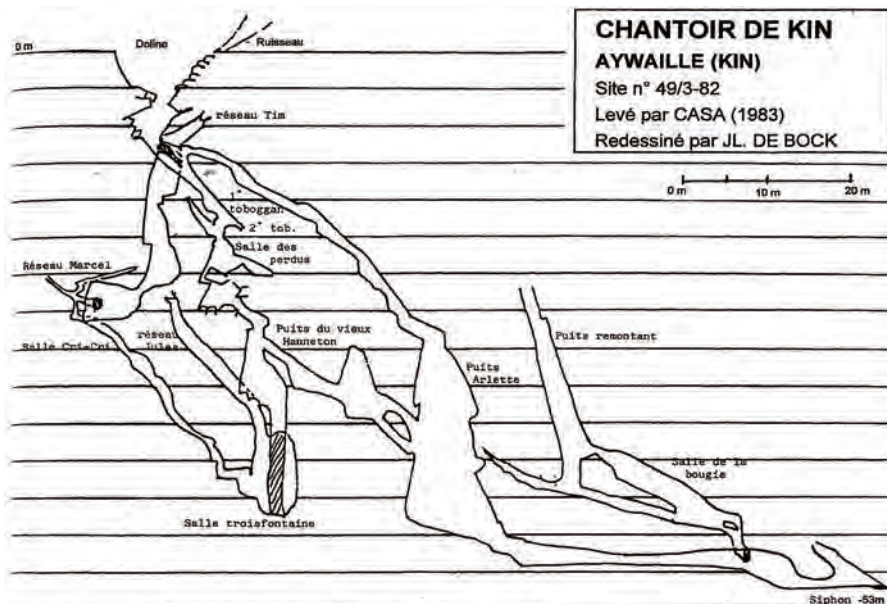


Figure 3: Coupe du Chantoir de Kin (topographie CASA 1983)



Figure 4: Injection directe de 80 g de fluorescéine dans le ruisseau en amont du chantoir de Kin (photo L. Remacle).

La restitution (réapparition de la fluorescéine à la résurgence) débuta le 5 juin à 17h20 heures et se termina le 5 juin à 22h19. La courbe de restitution ainsi que les résultats d'une série de prélèvements automatiques sont présentés ci-dessous (fig. 5). La vitesse maximale de transit est de 174 m/h (soit 5,9 heures pour parcourir le trajet souterrain entre perte et résurgence), la vitesse modale de 133,5 m/h et la durée de restitution de 5,4 heures.

Ce traçage a été effectué durant un régime de crue (débit estimé par jaugeage au flotteur à 150 l/s), en raison de pluies abondantes durant les 15 jours précédant le traçage (132 mm enregistrés au pluviomètre de Louveigné). Selon ce débit estimé, le bilan de restitution du traceur est de 48 %. Cette valeur est à considérer avec beaucoup de circonspection. De plus, la mobilisation importante de sédiments durant toute la durée du traçage a impacté le signal de fluorescence de sorte que les concentrations ont dû être corrigées sur base des prélèvements automatiques.

Un second essai de traçage a été effectué en régime d'étiage le 1^{er} septembre 2016, ainsi qu'un jaugeage chimique avec 350 g de chlorure de sodium à la résurgence.

Le débit estimé est de 4,2 l/s. Après cinq journées de suivi à la résurgence, aucune restitution du traceur n'a été constatée pour ce deuxième traçage !

Afin de lever les interrogations liées à cette non-réponse, d'autres essais sont envisagés dans des conditions hydrologiques similaires. En effet, de toutes récentes informations, relatives à un ancien essai de traçage réalisé par Marcel Maréchal, confirment que le traceur injecté est ressorti au bout de quatre jours.

Divers paramètres physico-chimiques ont été mesurés sur place et des analyses de métaux majeurs (calcium, sodium, magnésium, ...) ont été menées afin de poursuivre ces investigations.

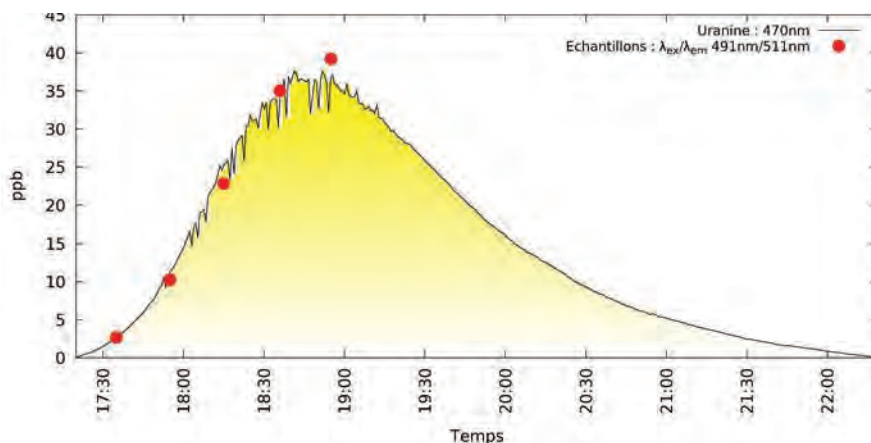


Figure 5: Courbe de restitution de la fluorescéine et échantillons automatiques Traçage N°1 réalisé en juin 2016.

Discussion et conclusion

Les fluorimètres de terrain (Schneegg, PA, 1997) [7] & (Poulain A. 2017) [8] permettent aujourd'hui la mise en œuvre d'essais de traçage de plus en plus précis et contribuent à une meilleure compréhension des systèmes karstiques et des écoulements d'eaux qui les parcourent. Ces méthodes sont utiles pour caractériser le transfert de polluants (de La Bernardie 2013) [9] ; cependant ils ne fournissent que des réponses partielles, correspondant à une situation donnée. Comme l'illustre le cas de Kin avec des réponses très différentes données par deux traçages sur un même système, ils sont souvent non reproductibles, lorsqu'il s'agit de caractériser des environnements fluctuants et évolutifs comme le sont les milieux karstiques.

De plus, les traçages peuvent se dérouler dans des conditions difficiles (turbidité, dégazage, luminosité abondante...), imposant l'emploi de méthodes complémentaires pour réduire l'incertitude et les difficultés d'interprétation. Il existe encore peu de littérature quant à la dégradation des traceurs fluorescents (Jozja N. 2011) [10], ni de protocole d'étalonnage à suivre dans la mesure de la fluorescence ; ce qui ajoute une difficulté à pouvoir comparer tant les essais que les laboratoires.

Parallèlement aux traçages, des investigations sur les relations perte-résurgence à l'aide de paramètres physico-chimiques peuvent s'avérer riche en enseignements. Ceci comprend l'étude de dépôts sédimentaires mobilisés ou stockés durant les cycles de crue, que l'on retrouve dans des concentrations très variables aux émergences selon le débit. Le suivi de certains polluants permettrait de mettre en évidence de tels mécanismes au cours de traçages expérimentaux. Quand on connaît l'importance des volumes de remplissage qu'offrent ces milieux (Tiez R. 2015) [11], les processus d'altération bactérienne nécessiteraient d'être plus large-

ment examinés, ainsi que leurs effets sur la dégradation des polluants.

Un début de réflexion sur la constitution d'une base de données de traçages semblable à celle du BRGM [12], complétant l'inventaire de la CWEPSS, pourrait être initié par une approche systémique afin de répondre aux besoins actuels et futurs.

En fin, l'exploration de réseaux souterrains ainsi que leur étude géomorphologique restent des approches pertinentes (Jaillet S. et al. 2012) [13] auxquelles les traçages ne peuvent pas se substituer, mais plutôt apporter un complément. C'est grâce aux témoignages et aux relevés réalisés par les acteurs du milieu souterrain qu'à terme, on peut espérer mieux comprendre et appréhender les nombreux défis qui nous attendent quant au maintien de la qualité de nos eaux souterraines.

Remerciements

Les auteurs remercient nos complices Laurence Remacle (CWEPSS et C7) et Pascal Schmitt (CR Amblève et C7) pour leur aide sur le terrain lors du premier essai de traçage. Nos remerciements vont également à Vincent Hallet et Gaëtan Rochez du Département de Géologie de l'Université de Namur pour la fourniture de la fluorescéine.

Flament J.1, Meus Ph.2,
Resling C.3., Michel G.4, Hardy I.1,
Bastin C.1 & London J.-C.5

1. Institut Scientifique de Service Public - IS-SeP 200, rue du Chéra, Liège
2. European Water Tracing Services, EWTS 43, rue de la Chapelle, Nandrin
3. SEMACO Environnement, rue de la Commanerie 29, Nancy, France
4. CWEPSS, Clos des Pommiers 26, La Hulpe
5. Continent 7 - Club Aqualien de Spéléologie et d'Alpinisme, rue du Chalet 43B, Aywaille

Références

- [1] Castany G. et Margat J. (1977). Dictionnaire français d'hydrogéologie, BRGM service géologique national, Orléans, 249p
- [2] Fourmarier P. Carte géologique de la Belgique 1/25.000, Feuille Louveigné-Spa 148. IGN, 1958.
- [3] Godissart J. Grotte du Hibou. Revue spéléologique belge l'Électron, 7:131-132, 1970.
- [4] Briffoz A. Des influences possibles de la thermodynamique sur la forme et le trajet des conduits karstiques originels. Annales SGB, T. 108:255-259, 1985.
- [5] London JC. Le Spéléoblog. <http://continent7.blogspot.be/search/label/Chantoir%20de%20Kin>, 26.04.2015. [En ligne ; consulté le 17.11.2016]
- [6] Van den Broeck E., Martel E., Rahir E. Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique. Les calcaires dévoniens du bassin de Dinant. Ed. Lamertin, Tome 1 :460-466, 1910.
- [7] Schneegg PA. An inexpensive flow-through field fluorometer. 6th Conférence on Limestone Hydrology and Fissured Media, 1997.
- [8] Poulain. A compact field fluorometer and its application to dye tracing in karst environments. Hydrogeology Journal, pages 1-8, 2017
- [9] De La Bernardie G. Etude de la relation entre débits des sources karstiques et distribution des temps de séjours. Université Pierre et Marie Curie, MinesParisTech & AgroParisTech, 2013.
- [10] Jozja N. Etude expérimentale de la dégradation des traceurs fluorescents sous l'influence des variations de paramètres environnementaux. 9ième Colloque d'Hydrogéologie en Pays Calcaire, Besançon, France, Sep 2011 :4, 2011.
- [11] Tietz R. Des grottes poubelles. Environnement, Office Fédéral de l'Environnement (OFEV), Suisse, 4 : 27-29, 2015.
- [12] BRGM. Base de Données des traçages hydrogéologiques. <https://bdtracages.brgm.fr/>, Mai 2016. [En ligne ; consulté le 26.11.2016].
- [13] Jaillet S. Les crues du système karstique de Foussoubie. Collection Edytem, numéro 13: 27, 2012.

LES EAUX SOUTERRAINES WALLONNES, UN BIEN SOUS HAUTE SURVEILLANCE

Introduction

Les nappes souterraines fournissent à la Wallonie la majorité de son eau de distribution. Abondante et de bonne qualité, cette ressource, considérée comme notre « or bleu », est même devenue au cours du temps une matière première que nous exportons dans les régions limitrophes.

Il y a donc lieu de gérer, avec beaucoup de précaution, ce capital aquatique, tant dans une approche quantitative que qualitative, pour garantir un approvisionnement durable aux citoyens. Au-delà de sa fonction de ressource, l'eau souterraine constitue un maillon essentiel du cycle de l'eau. C'est donc tous les écosystèmes directement ou indirectement inféodés à l'eau qui peuvent être impactés.

Pour répondre à ces enjeux induisant des défis sociétaux majeurs, la Directive Cadre sur l'Eau (législation européenne aujourd'hui retranscrite dans le droit wallon) fixe aux Etats membres des objectifs prioritaires : atteindre le bon état des masses d'eau, inverser toute tendance significative à la détérioration et respecter les objectifs spécifiques dans les zones protégées, dont les zones de prévention autour des prises d'eau souterraine potabilisable font partie.

Poussée par ses « obligations européennes », la Wallonie s'est dotée d'instruments et d'un réseau de contrôle pour suivre ses eaux souterraines. Depuis 2006, un réseau de surveillance a été mis en place, constitué de 554 sites de contrôle sur lesquels des mesures quantitatives (niveau de nappe) et/ou qualitatives (des analyses chimiques régulières) permettent d'évaluer l'état et les fluctuations de la masse d'eau souterraine et d'avertir d'une éventuelle détérioration, voire d'une surexploitation. Fonctionnant comme un signal d'alarme, ces enregistrements engendrent un programme de surveillance et d'actions pour intervenir sur les causes anthropiques à l'origine des éventuelles détériorations.

La transparence, la participation citoyenne et l'accessibilité aux informations sur l'environnement et l'eau font également partie des principes édictés dans la Directive Cadre sur l'Eau. Après une période de 10 ans d'analyses en continu, l'évaluation de l'état 2013 des masses d'eau et leur éventuelle détérioration ont été intégrées dans le deuxième Plan de Gestion des Districts Hydrographiques qui vient de paraître.

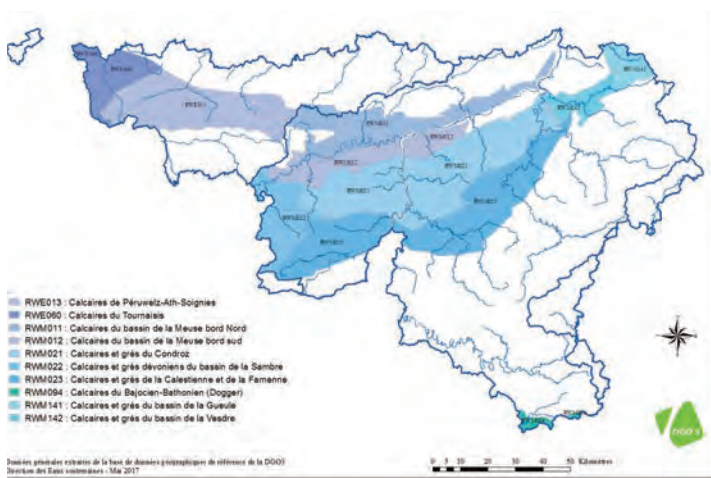


Fig 1. Masses d'eau souterraine comportant des aquifères karstiques.

L'ensemble des données accumulées sont synthétisées et régulièrement mises à jour dans « l'Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie ». Cet ouvrage librement téléchargeable sur internet doit contribuer à faire toute la transparence sur nos eaux souterraines et les enjeux liés à sa bonne gestion.

La Directive Cadre Eau

La Directive européenne 2000/60/CE (DCE) établit un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Pour sa mise en œuvre concrète, la Wallonie a été découpée en 33 masses d'eau souterraine (unité élémentaire de gestion des eaux souterraines au sein des districts hydrographiques), dont 10 comprennent les aquifères calcaires (figure 1).

L'objectif de la DCE est double : (1) atteindre le bon état des masses d'eau - et ce impérativement s'il s'agit d'une masse d'eau destinée à la consommation humaine - et (2) inverser toute tendance significative à la détérioration de la masse d'eau.

Chaque état membre a dès lors dû établir :

- un **réseau de surveillance** aussi représentatif que possible, permettant une évaluation cohérente et complète de l'état des eaux souterraines ;
- un **programme de surveillance** de l'état des eaux avec pour exigence, dans le cas des eaux souterraines, que les programmes portent sur la surveillance de l'état quantitatif et de l'état chimique.

Réseau de surveillance

Un réseau de surveillance regroupe un ensemble de sites de contrôle, définis comme étant des sites où il est possible de procéder à des observations pertinentes concernant l'état quantitatif ou chimique de l'eau souterraine (puits, piézomètres, sources, etc.).

En Wallonie, on distingue deux types de sites de contrôle :

- les sites de **contrôle "producteurs"**, dont les données sont fournies par le producteur d'eau et qui portent sur :
 - toute prise d'eau souterraine potabilisable (destinée à la consommation humaine) en activité et dont le volume produit dépasse le seuil de 100 m³ en moyenne journalière ;
 - toute prise d'eau souterraine non potabilisable en activité, dont le volume produit dépasse le seuil de 1.000 m³ en moyenne journalière.
- les sites de **contrôles "patrimoniaux"**, qui consistent en des points de mesure complémentaires (piézomètres, sources non captées ou d'autres catégories de prises d'eau que celles visées au point précédent) et qui sont indispensables pour assurer la représentativité des mesures vis-à-vis des différents usages des eaux souterraines.

C'est l'Institut Scientifique de Service public (ISSEP) qui acquiert et transmet les données à l'administration au droit de ces sites.

Suivant le type de données récoltées, les sites de contrôle font partie d'un ou des deux sous-réseaux suivants :

- le **réseau chimique** (ou qualitatif) : les sites de contrôle du réseau chimique doivent permettre le prélèvement d'échantillons représentatifs de l'eau brute (eau souterraine n'ayant subi aucun traitement) pour effectuer des analyses physiques, chimiques et microbiologiques.
- le **réseau quantitatif** : ces sites de contrôle sont situés pour la plupart en dehors des zones d'influence directe des captages. Ils consistent en des mesures manuelles ou automatiques du niveau de la nappe d'eau souterraine dans un puits ou un piézomètre (appelées mesures piézométriques). Les mesures automatiques sont consultables sur le site internet PIEZ'EAU développé par la Direction des Eaux souterraines du Service Public de Wallonie (<http://piezo.environnement.wallonie.be>).

Dans les milieux karstiques, du fait de la grande hétérogénéité des écoulements de l'eau souterraine, le réseau est plus dense. Pour l'aspect chimique et quantitatif, la surveillance se focalise sur des points intégrant les flux d'eau tels que les émergences (sources karstiques). La fréquence des échantillonnages est augmentée pour certains paramètres clés, tel que le débit, le niveau (pression), la conductivité, la température, la turbidité, la fluorescence, le pH et l'oxygène dissout par luminescence. Les fréquences d'échantillonnage varient entre 5 et 30 minutes.

Un **réseau dit "des émergences"**, initié en 2006, comporte aujourd'hui 10 stations implantées sur des sources karstiques importantes non captées.



Piézomètre manuel, avec descente d'une sonde graduée pour mesurer la profondeur de la nappe (photo C. Rentier).

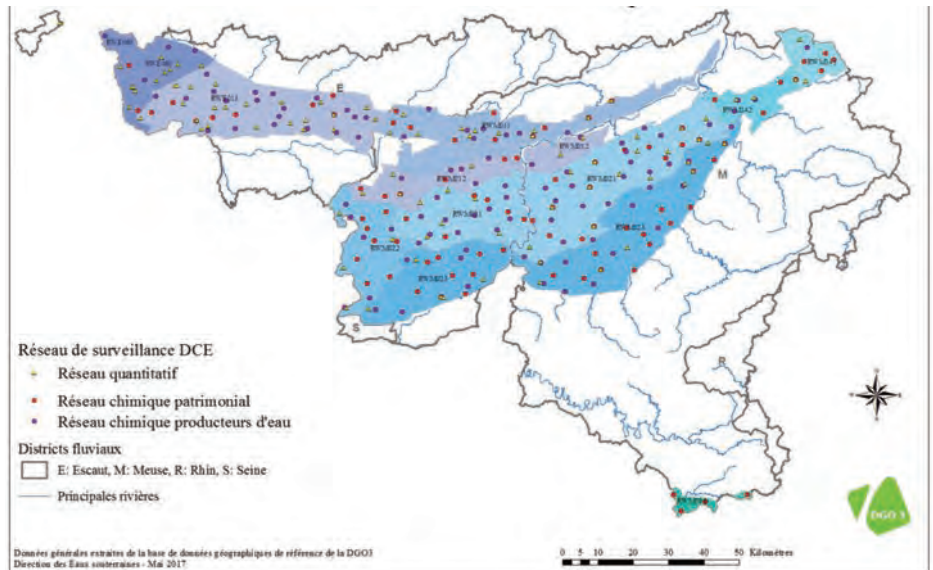


Fig 2. Réseau de surveillance établi sur les différentes masses d'eau calcaires de Wallonie Etat des Nappes - données SPW-DESO - mai 2017

Elles sont équipées de stations automatiques mises en place sur deux masses d'eau karstiques (les calcaires et grès de la Caestienne RWM023 et les calcaires et grès du Condroz RWM021). Cette surveillance intégrée des bassins calcaires fournit en outre un état des lieux utile à l'avenir pour la détection des impacts (dégradations des eaux liées aux activités anthropiques ou modifications dues au changement climatique).

Le réseau de surveillance officiel DCE totalise 554 sites de contrôle répartis sur l'ensemble de la Région wallonne. Parmi ceux-ci, 263 portent sur les masses d'eau calcaires (figure 2), dont 187 pour le sous-réseau chimique et 92 pour le sous-réseau quantitatif. 16 points – dits "mixtes" – sont communs aux deux sous-réseaux (dont 5 sites du réseau des émergences).

Pour les besoins propres à la Direction des Eaux souterraines et l'étude de problématiques particulières, un réservoir de sites de contrôle beaucoup plus étendu est bien entendu maintenu opérationnel.

Programme de surveillance

En application de l'article 8 de la DCE, le programme de surveillance wallon des eaux souterraines, mené sur le réseau de surveillance DCE, comprend :

1. un programme de **contrôle du niveau des nappes** (ou du débit de certaines sources) destiné à établir l'état quantitatif des masses d'eau souterraine et son évolution.
2. un programme de contrôle de surveillance destiné à établir régulièrement l'**état chimique des masses d'eau souterraine** ainsi que son évolution, et à détecter l'apparition de nouveaux polluants. Le contrôle de surveillance est exercé tous les 3 ans. Tous les polluants ou paramètres pertinents présents

dans les eaux souterraines (liste complète reprise dans l'annexe XI du Code de l'Eau) sont analysés sur chacun des sites de contrôle de l'état chimique du réseau. Les résultats sont utilisés dès que possible pour déterminer, par masse d'eau souterraine, s'il y a lieu de fixer des contrôles applicables au réseau de surveillance pour la période restante du plan de gestion.

3. un programme de **contrôles opérationnels** portant sur les masses d'eau souterraine qui risquent de ne pas atteindre le bon état et visant à suivre, chaque année, les altérations constatées.

Etat des masses d'eau souterraine

Le réseau de surveillance des 33 masses d'eau souterraine de Wallonie permet de vérifier, de manière globale et aussi représentative que possible, si l'activité humaine provoque des impacts significatifs sur l'état chimique et quantitatif de ces eaux. Il a ainsi permis d'évaluer objectivement les risques encourus du fait des pressions exercées par certaines "forces motrices", comme par exemple la contamination diffuse d'origine agricole.

L'état global des 33 masses d'eau souterraine wallonnes résulte d'un long processus d'évaluation et d'interprétation : une masse d'eau souterraine est en mauvais état si une partie significative de cette masse d'eau (20 %) présente un dépassement de la norme de qualité ou de la valeur-seuil fixée pour un paramètre.

En 2013, toutes les masses d'eau souterraine ont été évaluées en bon état quantitatif. Par contre, 13 d'entre elles ont été classées en mauvais état chimique, pour cause de nitrates (6), de pesticides (1), d'une combinaison pesticides et nitrates (4) ou d'autres polluants (2).

Parmi les 10 masses d'eau souterraine calcaires, seules 2 sont en mauvais état essentiellement dû à des pressions agricoles : pollution en pesticides (bentazone) dans les calcaires du bassin de la Meuse bord Nord RWM011, et dépassement en nitrates dans les calcaires et grès du bassin de la Vesdre RWM142, dont la tendance est légèrement à la baisse depuis quelques années et pour laquelle on prévoit d'atteindre le bon état en 2021.

Les problèmes détectés par le réseau (concentration de polluant atteignant un niveau significatif sans nécessairement avoir atteint la valeur-seuil) ne reçoivent pas toujours une explication évidente quant à leur origine. Le site concerné fait alors l'objet d'un contrôle opérationnel à fréquence plus élevée et ciblé sur l'altération rencontrée dans le but de la préciser et suivre son évolution.

Ce contrôle opérationnel peut le cas échéant être complété par des contrôles d'enquête sur des sites voisins afin de cerner l'origine et l'ampleur de la contamination.

Code masse ESO	Impact significatif observé			Risque de détérioration		
	Altération	Tendance à la détérioration	Origine probable (force motrice)	Autres risques locaux	Tendance à la détérioration	Origine probable (force motrice)
RWE013	Aucune	-	-	Quantitatif	Oui	Industrie (carrières)
RWE060	Aucune	-	-	Quantitatif	Non	Collective
RWM011	Pesticides	Oui (Bentazone)	Agriculture	Nitrates	Non	Agriculture
RWM012	Aucune	-	-	Quantitatif	Non	Collective et Industrie (carrières)
				Nitrates Pesticides	Non	Collective
RWM021	Aucune	-	-	Intrusion saline	Non	Historique
				Nitrates	Oui	Agriculture
				Pesticides	Non	Agriculture
RWM022	Aucune	-	-	Quantitatif	Oui	Industrie (carrières)
RWM023	Aucune	-	-	Nitrates	Non	Agriculture
RWM094	Aucune	-	-	Nitrates Zinc	Non	Agriculture
RWM141	Aucune	-	-	Aucun	-	-
RWM142	Nitrates	Non	Agriculture et collective	Aucun	-	Agriculture et collective

Tabl. 1 Impacts significatifs observés et risque de détérioration des 10 masses d'eau souterraine des aquifères calcaires.

Dans le cas de panaches de pollution émis par des sites contaminés, il s'agit aussi de comprendre et surveiller leur propagation. Dans tous les cas, des mesures correctives doivent être prises, avant

d'avoir atteint 75 % de la valeur-seuil, pour prévenir ou limiter l'introduction du polluant dans les eaux souterraines. Le contrôle opérationnel se poursuivra alors pour vérifier l'efficacité de ces mesures.

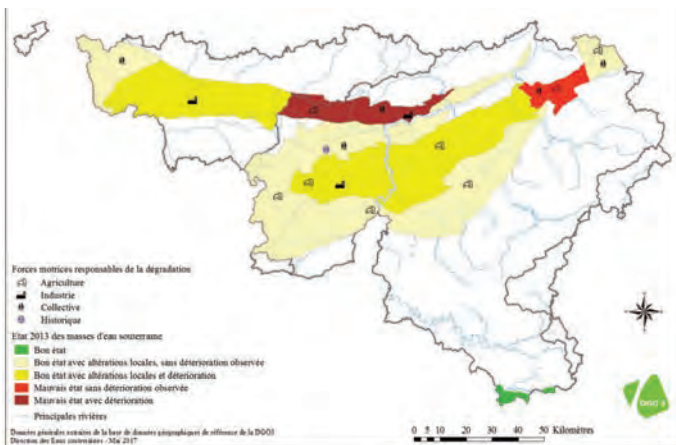


Fig 3. Etat 2013 des masses d'eau souterraine à aquifères calcaires et tendances à la détérioration.

Risque de détérioration

Grace aux mesures effectuées, il est possible d'évaluer la tendance ou non à la détérioration des masses d'eau pour les paramètres déclassants ou à risque (altérations locales). Cette même approche évolutive a été effectuée sur toutes les masses d'eau souterraines pour les nitrates et les pesticides, de manière à détecter, pour ces paramètres, toutes les détériorations, y compris non consécutives, des masses d'eau en bon état.

Le tableau ci-contre présente ces résultats pour les impacts significatifs observés (altérations qui déclassent la masse d'eau souterraine), avec désignation des forces motrices responsables de la dégradation. La figure 3 synthétise l'information de ce tableau sous forme cartographique.

De plus amples informations sont consultables :

- 2e plan de gestion de la DCE : <http://eau.wallonie.be/spip.php?article17>
- fiches par masses d'eau souterraine : <http://eau.wallonie.be/spip.php?rubrique67>

Dans le degré de détérioration d'une masse d'eau souterraine, il y a également lieu de tenir compte de sa vulnérabilité intrinsèque ainsi que des usages plus ou moins critiques (captages) qui sont faits de cette ressource.

Ceci afin de définir les priorités en terme de protection / réhabilitation. La carte de vulnérabilité des masses d'eau est à cet égard un outil pour la gestion du territoire.

Les zones de prévention autour des captages

En Région wallonne, la préservation des nappes d'eau souterraine, notamment la protection des eaux souterraines exploitées par toute prise d'eau potabilisable destinée à la distribution publique ou au conditionnement d'eau minérale ou de boisson rafraîchissante, de bière,... requiert la définition et la délimitation de zones de protection de captage. Elles sont organisées selon plusieurs zones autour de la prise d'eau, à savoir : la zone de prise d'eau (ZI), la zone de prévention (ZII) qui sont obligatoires et la zone surveillance (ZIII) qui est facultative.

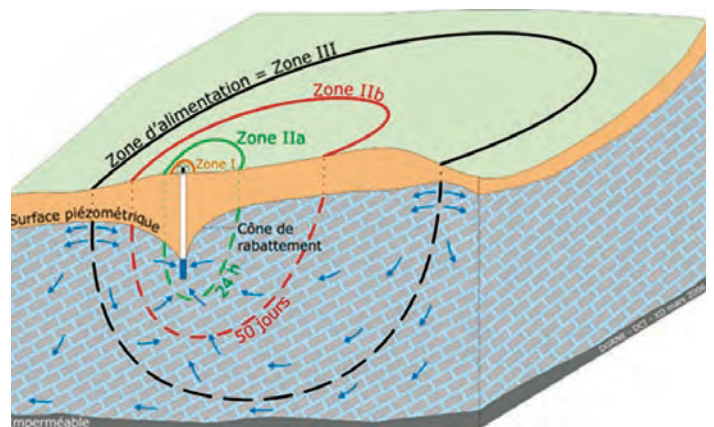


Schéma illustrant les 4 périmètres de niveaux de protection autour des prises d'eau potabilisable à mesure que l'on s'en éloigne (SPW, 2016 - Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie).

- La **zone de prise d'eau – Zone I** : à 10 m des limites extérieures des installations en surface de la prise d'eau (à clôturer si pas incluse dans une enceinte plus large protégée contre les intrusions).
- La **zone de prévention – Zone II** : zone dans laquelle tout polluant atteindra la prise d'eau sans être suffisamment dégradé ou dilué et sans qu'il soit possible de le récupérer efficacement. Temps de transfert de 24h ou à une distance forfaitaire de 35 mètres minimum à partir des installations de surface (puits, sources,...)
- La **zone de surveillance – Zone III** : zone comprenant tout ou partie du bassin hydrogéologique alimentant la prise d'eau. Temps de transfert de 50 jours ou une distance forfaitaire fixée à 1.000 mètres depuis la zone IIa pour notamment les formations aquifères calcaires fissurées à karstifiées, avec, lorsqu'il existe des axes d'écoulement préférentiel de circulation des eaux souterraines alimentant l'ouvrage de prise d'eau, une extension de la zone IIb le long de ces axes sur une distance maximale de 1.000 mètres.

L'objectif est de réduire les risques de pollutions ponctuelles et accidentelles des eaux souterraines exploitées et, en cas de pollution au voisinage d'une prise d'eau, de donner un délai suffisant pour prendre des dispositions palliatives.

Pour délimiter les zones de prévention, des études plus ou moins poussées (prospection géophysique, forage de piézomètres, essais de tracage, modélisation mathématique,...), selon l'importance du captage et le contexte hydrogéologique locale, sont réalisées par le producteur d'eau, assisté ou non par un bureau d'étude.

Les hydrogéologues de la Direction des Eaux souterraines assurent un rôle d'assistance technique en concertation avec le producteur d'eau. Ils valident toutes les étapes depuis l'élaboration du protocole d'étude jusqu'au dépôt du dossier de délimitation de la zone :

- Remise d'un avis/rapport à la Société Publique de Gestion de l'Eau (SPGE) ;
- Rédaction d'un avant-projet d'arrêté soumis à l'avis du Ministre ;
- Avant-projet soumis à enquête publique ;
- Examen des remarques et avis émis ;
- Projet d'arrêté soumis au Ministre ;
- Notification et publication au Moniteur belge.

La SPGE, pour les prises d'eau potabilisable avec distribution par réseau, assure le financement des études réalisées et des activités, installations ou usages existants à risques, réglementés en zones de prévention et de surveillance, à mettre en conformité dans la zone considérée et qui ne sont pas rendus obligatoires par une autre réglementation.

Ce financement se fait par le biais de contrats de service passés avec les producteurs d'eau. Pour les autres prises d'eau, l'Administration assure cette gestion financière depuis le fonds pour la protection de l'environnement. Ces financements sont assurés par la redevance sur la protection des eaux potabilisables.

En zone de protection de captage, certaines activités et installations sont dès lors soit interdites, soit réglementées, afin de prévenir toute pollution de l'eau du captage concerné, selon l'Arrêté du Gouvernement wallon relatif au Livre II du Code de l'Environnement, constituant le Code de l'Eau, modifié en dernier lieu par l'Arrêté du gouvernement wallon du 22 septembre 2016 (redéfinissant les modalités de remplacement et de financement des stockages d'hydrocarbures en zone de prévention des captages d'eau potabilisable destinés à la consommation humaine). Les mesures de protection et délais minimums de mise en conformité sont consultables aux articles R.165 à R.168 du Code de l'Eau sur le portail environnement de Wallonie:

<http://environnement.wallonie.be/>.

au 1er mai 2017, la Wallonie comptait :

- 249 zones de prévention approuvées, (238 arrêtés ministériels - dont 86 zones de prévention approuvées dans les 10 masses d'eau souterraines calcaires). Cela représente 559 prises d'eau potabilisable (sur un total de 1.416 prises d'eau) qui exploitent +/-48,5% du volume total d'eau souterraine potabilisable ;
- 4 zones de surveillance de minéraliers approuvées, soit 5 arrêtés ministériels.

A ces zones de protection approuvées, d'autres dossiers de zone de prévention sont soit déposés et à l'instruction (au nombre de 159), soit en cours d'étude.

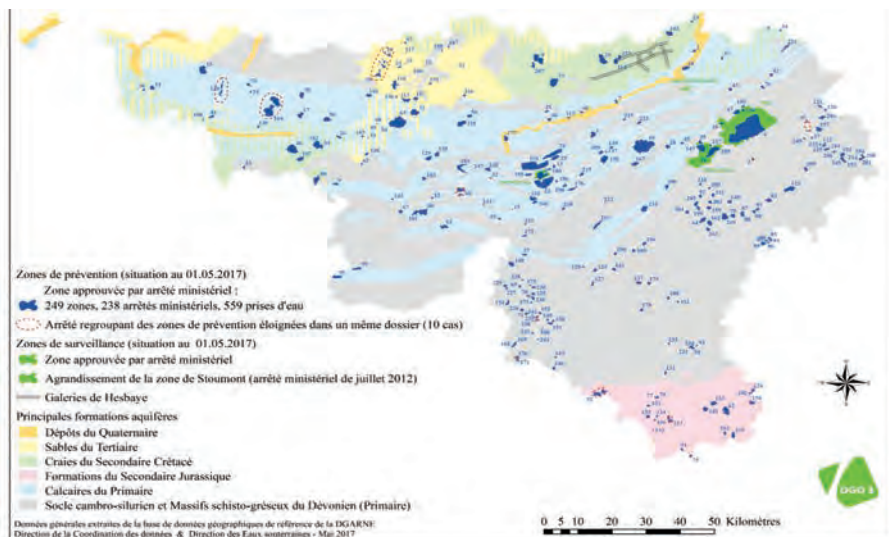


Captage de la Source Tridaine (Rochefort), équipée pour suivre les fluctuations de hauteur d'eau et les restitutions de traceurs injectés lors des études pour la délimitation des zones de surveillance (photo G. Focant).

A l'avenir, la délimitation des zones de surveillance sera axée et en priorité sur les prises d'eau présentant des problèmes de nitrates et/ou de pesticides, de sorte que les masses d'eau concernées puissent atteindre le bon état exigé.

Pour tout savoir sur l'état de nos nappes

L'état des nappes d'eau souterraine de la Wallonie est un document né d'une collaboration entre la Direction de la Coordination des Données et la Direction des Eaux souterraines de la Direction générale opé-



Zones de protection de captages approuvées par arrêtés ministériels au 1er mai 2017. - Etat des Nappes - données SPW-DESO - mai 2017.

rationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement (DGO3) du Service public de Wallonie, il y a une quinzaine d'années.

Ce document présente l'ensemble des données disponibles relatives aux eaux souterraines de Wallonie. Il est mis à jour annuellement, en décembre. Une version PDF est téléchargeable (<http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas>).

Au fil des ans, ce document s'est étoffé de nouveaux chapitres, et la dernière version (décembre 2016) contient 6 chapitres, accompagnés de nombreuses cartes de synthèse à l'échelle de la Wallonie et d'encarts reprenant les informations principales :

- présentation générale des réserves en eau au niveau mondial;
- cycle de l'eau en Wallonie;
- les formations aquifères wallonnes;
- données concernant les prises d'eau et les prélèvements dans les aquifères et la piézométrie (niveau d'eau);
- données relatives à la qualité des eaux souterraines;
- zones de prévention des captages. Le sous-chapitre relatif aux zones de prévention est particulièrement fourni. Outre le texte de présentation, il comporte 4 cartes et la liste com-

plète des zones de prévention adoptées par Arrêté ministériel;

- Le chapitre 5 concerne la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) : présentation des masses d'eau souterraine, des réseaux de surveillance et l'état de ces masses d'eau. Enfin, le dernier chapitre concerne la coordination des Etats membres au sein des Districts internationaux de l'Escaut et de la Meuse.

Conclusion

De l'ensemble des analyses et des investissements réalisés en faveur des eaux souterraines, on peut retenir que :

- les prélèvements annuels en eau souterraine en Wallonie s'élèvent à environ 381 millions de m³ (données 2014), dont la majeure partie (79,2%) est consacrée à l'eau potable. Les industries utilisent 6% des volumes captés. L'exhaure des carrières consomment 8,9%. Le solde de 5,9% est consommé par les agriculteurs, des sociétés de services et certains particuliers.
- Sur 297,7 millions de m³ d'eau souterraine potable produits annuellement en Wallonie, environ 149 millions de m³ (soit 39%) sont exportés (Bruxelles et Flandre).
- Les calcaires et les craies fournissent près de 72 % de la production d'eau souterraine, le solde provient des sables du Brabant et des nombreux captages dans les massifs schisto-gréseux.

- Le nombre de prises d'eau actives recensées pour toute la Wallonie au premier décembre 2016 s'élevait à 11.173, dont 1.416 pour la distribution publique.

L'état des eaux wallonnes et leur gestion peut se résumer ainsi :

- au 1er mai 2017, 249 zones de prévention sont approuvées. Cela représente 559 prises d'eau potabilisable (sur un total de 1.416 prises d'eau) et +/-48,5% du volume total d'eau souterraine potabilisable prélevés ;
- La bonne qualité de nos ressources en eau souterraine est en particulier menacée par la présence de nitrates : 8 % des sites échantillonnés en 2012-2015 dépassent la norme de potabilité de 50 mg/l (soit 1% de moins qu'en 2008-2011).
- Au terme du premier plan de gestion par district hydrographique, 52 % des masses d'eau souterraine de Wallonie sont, en 2013, jugées en bon état et sans risque de détérioration. Le 2^e plan de gestion de la Directive Cadre Eau vise à amener cette proportion à 60% d'ici 2021.

Céline Rentier,
Grégoire Bougard &
Roland Masset

Direction des Eaux souterraines, SPW- DGO3

LA TRANSHENNUYERE

Réponse technologique à la sur-exploitation de la nappe aquifère du Tournaisis

Grâce à son climat tempéré et à la nature des roches qui composent ses aquifères, la Belgique, ne connaît pas de déficit hydrique ; l'exploitation des ressources en eaux souterraines potabilisables y est nettement inférieure aux réserves.

A l'échelle locale cependant, dans les calcaires carbonifères du Tournaisis, les prélèvements d'eau (tant en Wallonie que dans le Nord de la France et en Flandre) sont tels depuis la seconde guerre mondiale que le niveau d'eau dans le sous-sol a plongé de manière inquiétante au cours des années.

Cette surexploitation locale, aggravée les pompages en carrières, a provoqué un dénoyage des calcaires. Sans eau, le sous-sol karstifié est déstabilisé, engendrant la formation d'effondrements (puits naturels). Depuis la fin des années 1960, plus de 150 de ces affaissements parfois spectaculaires se sont formés dans un rayon d'une vingtaine de km autour de Tournai.

Le projet de Transhennuyère a pour but de rééquilibrer ce déficit en eau et de permettre une remontée progressive du niveau des eaux souterraines. La solution originale proposée combine tout à la fois une réduction des prélèvements (captages), une valorisation des eaux d'exhaure des carrières et un transfert d'eau depuis la nappe Peruwelz-Seneffe vers le Tournaisis.

Ce beau problème d'ingénieur, digne d'un exercice de physique et d'hydrogéologie appliquée, nécessite aussi des km de tuyaux, des pompes puissantes et une usine de reconditionnement des eaux. Le plus dur aura été, comme souvent, d'arriver à des accords de coopération avec les régions voisines pour apporter une solution durable et globale à la gestion de cette nappe qui ne connaît rien aux frontières administratives.

C'est aussi un cas illustratif de la nécessité d'une gestion concertée entre les différents acteurs qui ont une incidence sur les eaux souterraines... en particulier les captages et les carrières qui ont un impact majeur du point de vue quantitatif.



Puits naturel du Rieu de Warchin à Gaurain, ouvert brutalement en mai 1996, présentant une forme de fontis et une profondeur de 5m. Cet affaissement est directement lié au dénoyage local, notamment causé par l'exhaure des carrières voisines (photo G. Thys).

Une surexploitation historique

La nappe du Tournaisis est une partie du vaste réservoir aquifère des calcaires carbonifères qui s'étend de Namur jusqu'à Lille. Les ressources en eau de ce réservoir pris dans sa totalité sont évaluées entre 140 et 150 Mm³ par an.

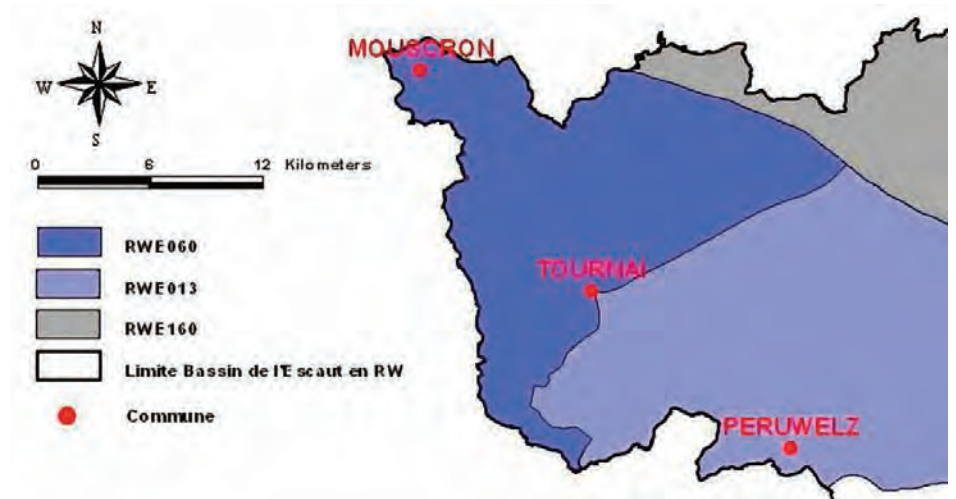
Dans le Tournaisis, des failles compartimentent la nappe des calcaires en plusieurs entités, isolées hydrologiquement :

- La **nappe de Pecq-Roubaix** (au nord de Tournai - RWE060) est recouverte de terrains imperméables. Cette nappe est dite captive. Les eaux tombant au-dessus de cette zone ne s'infiltrent pas dans le sous-sol pour rejoindre ce réservoir souterrain. Sa réalimentation se fait depuis des terrains situés plus à l'est (libres de couverture imperméable). Elle est de ce fait limitée et plus lente.

Sur base des bilans hydriques, les ressources renouvelables des calcaires de Pecq-Roubaix sont estimées à 57 Mm³ par an. Exploitée par la France (± 25 Mm³/an en 1990) et par la Belgique (± 34 Mm³/an en 1993, tant en Wallonie qu'en Flandre pour les besoins des agglomérations de Courtrai, Tournai et Mouscron), elle souffrait de **surexploitation chronique** depuis 1945.

En raison des prélèvements d'eau souterraine inégalement répartis et dépassant les ressources disponibles, l'abaissement progressif de la nappe (jusqu'à 1 m/an et 70 m au total à Tournai... soit plus de **50m sous le niveau de la mer !**) hypothéquait gravement l'alimentation en eau de ces régions et augmentait les risques d'effondrements karstiques (incident de Kain en 1977).

- La **nappe de Peruwelz-Seneffe** (au sud-est de Tournai - RWE013), libre à semi-captive, est bien réalimentée par les précipitations. Elle dispose de réserves renouvelables estimées à 90 Mm³ par an ; elle est beaucoup moins sollicitée (vu les plus faibles besoins) que la zone frontalière autour de Tournai.



Délimitation des deux masses d'eau souterraine dans le Tournaisis, influencées par la nouvelle gestion quantitative des prélèvements proposés par la Transhennuyère.

Projet de la Transhennuyère

Pour remédier au déficit des eaux souterraines autour de Tournai, la Région Wallonne a élaboré dès 1993 le projet de réduire fortement certains pompages à Tournai, Mouscron et en Flandre, en compensant les pertes d'alimentation par l'adduction d'eau à partir de ressources dans la zone non surexploitée de l'aquifère (projet de la Transhennuyère).

L'originalité de cette solution consiste à valoriser une partie de l'eau d'exhaure de carrières de la région de Tournai-Antoing (Cimescaut, Lemay et Holcim) et de diluer cette eau de qualité industrielle avec de l'eau souterraine pompée à partir de 5 puits implantés dans la nappe de Peruwelz-Seneffe.

Ces eaux sont traitées dans la station de Gaurain-Ramecroix (SWDE) avant d'être acheminées vers les clients wallons et flamands.

La capacité actuelle de la station est de 15 Mm³/an mais la conduite a été dimensionnée (900 mm) pour assurer une capacité de transport pouvant atteindre 21 Mm³ par an.

Les travaux, entrepris avec l'aide financière du programme européen OBJECTIF 1, ont été réalisés pour un montant total de 53 M €. La Transhennuyère mise en service fin 2001 est complètement opérationnelle depuis 2002.

Accord de coopération bilatérale Wallonie-Flandre

L'objectif initial de la Transhennuyère visant à réduire les prélèvements sur la nappe de Pecq-Roubaix, un accord de coopération entre les régions wallonne et flamande a été concrétisé en juin 1997.

Le protocole d'accord entre les producteurs d'eau a fixé un calendrier de réduction des prélèvements par paliers en Wallonie et en Flandre, ces réductions devant être compensées par les fournitures d'eau de la Transhennuyère.

Un comité technique et un groupe de travail interrégional, chargés de suivre l'évolution de la nappe sur les plans quantitatif et qualitatif, en particulier dans sa partie surexploitée, sont les garants du respect de l'accord de coopération. En cas de nécessité, les quotas de pompage peuvent être modifiés.

Grâce au réseau de piézomètres dans les deux nappes concernées, on peut suivre l'évolution du niveau d'eau mais aussi d'éventuelles modifications de qualité liées à l'évolution des pompages. Ces contrôles sont indispensables car un aquifère karstique est difficile à modéliser; il faut donc pouvoir ajuster les opérations en fonction de la « réaction » de l'environnement et des eaux souterraines à la mise en place de la Transhennuyère.

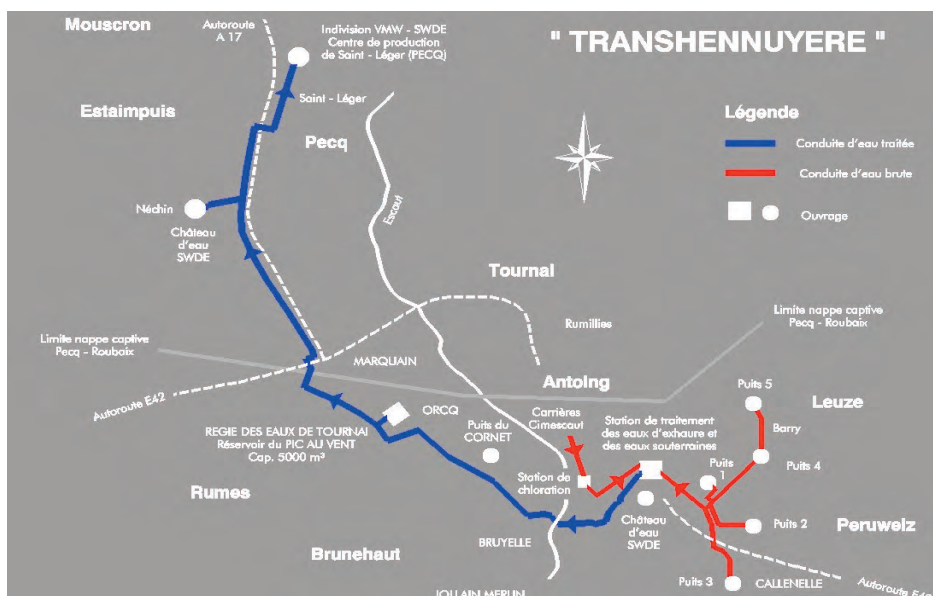


Schéma d'adduction, ramenant les eaux (brutes) de plusieurs puits et carrières vers la station de traitement de Gaurain pour un traitement/mélange avant de les rediriger vers le réseau de distribution.

Evolution des prélèvements et de la piézométrie de la nappe

En 2010, le volume prélevé dans la nappe de Pecq-Roubaix a été réduit à 17,7 Mm³, soit 600.000 m³ de moins que le plafond de 18,3 Mm³ autorisés. A comparer aux 34 Mm³ qui étaient prélevés en 1993 (année de référence), l'objectif de réduction a été atteint et même dépassé : en 15 ans, les volumes captés ont diminué de près de 40%. Dans le nord de la France, le ralentissement de l'activité industrielle et l'apport d'eaux de surface ont contribué à la réduction globale des prélèvements depuis 20 ans.



Station de traitement de la Transhennuyère à Gaurain-Ramecroix.

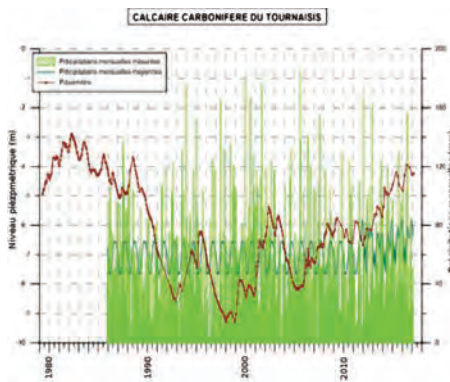


Fig. 1. Fluctuation du niveau de la nappe enregistré dans le piézomètre de Kain laissant voir une tendance générale à la remontée avec des cycles sur plusieurs années.

L'évolution de niveau de la nappe est mesurée par une série de piézomètres équipés de limnigraphes.

Deux d'entre eux, situés en zones peu influencées par les pompages, sont représentatifs de l'évolution du niveau de la nappe de Pecq-Roubaix : celui de Kain au nord de Tournai et celui de Nechin à proximité de la frontière française (fig.1 et 2). À Kain, la remontée amorcée dès 1999, avec un cycle de descente/remontée entre 2004 et 2008, se poursuit ensuite jusqu'en 2016.

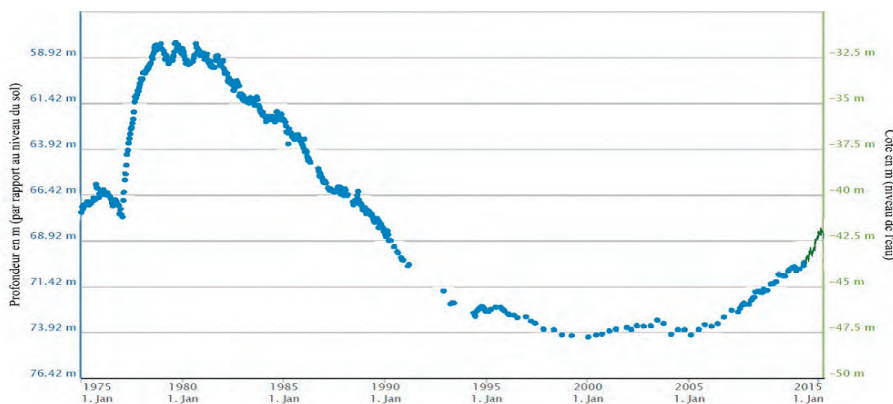


Fig. 2. Enregistrement au piézomètre de Nechin confirmant la remontée du niveau de la nappe depuis 2002 et la mise en fonctionnement effective de la Transhennuyère.

Le niveau de la nappe est revenu à celui de la fin des années 80. Cette tendance se confirme à Nechin, dans la partie plus profonde de la nappe où on observe une remontée de plus de 6 m depuis 1999.

Le **tandem Transhennuyère / Accord de coopération** a donc répondu à l'objectif de restauration quantitative des masses d'eau souterraines à l'horizon 2015 en vue d'une gestion durable et concertée de la ressource aquifère telle que prévue par la DCE 2000 « Eau ».

Ce constat très positif est à nuancer par le déficit chronique d'alimentation compensatoire de la Transhennuyère (4 à 5 Mm³/an). Il est lié à un manque de volume à exhaurer en provenance des carrières. Toutefois, la mise en exploitation du mur entre les trois carrières historiques dans la région de Tournai / Antoing devrait permettre une augmentation progressive des volumes d'exhaure début 2017.

La remontée conséquente et rapide de la nappe de Pecq-Roubaix (jusqu'à 1 m par an à certains endroits) doit rester sous surveillance. En effet, le renversement de tendance attendu est à l'origine de problèmes qualitatifs locaux, suite à la mise en solution d'éléments indésirables (fer, manganèse et surtout sulfates provenant de la pyrite présente dans les calcaires), résultant du dénoyage de l'aquifère.

Une remontée contrôlée et plus progressive de la nappe par la modulation des pompages a permis de limiter cet apport d'éléments indésirables et de stabiliser cette dégradation pour conserver les eaux dans les normes de potabilité sans traitement onéreux.

L'avenir de la Transhennuyère

L'évolution à moyen et long terme du niveau de la nappe et sa qualité chimique sont et resteront régis par :

- des facteurs naturels complexes comme les cycles hydrologiques pluriannuels ou les changements climatiques ;
- des facteurs anthropiques tels l'augmentation des prélèvements en France depuis 2012, l'exploitation de nouveaux puits (industries) ou de nouvelles carrières (projets Obesco2 et Bary).

La superposition de ces phénomènes induira un nouvel équilibre hydrologique de la nappe qu'il conviendra de gérer de manière durable au niveau suprarégional et supranational.

En ce qui concerne la nappe de Peruwelz-Seneffe, son évolution à proximité des 5 puits de la Transhennuyère est marquée par une baisse progressive du niveau des eaux souterraines entre 2001 et 2005, suivie d'une stabilisation puis d'une légère remontée, à l'instar d'autres nappes de Wallonie dans des conditions hydrogéologiques similaires. L'influence des pompages sur l'équilibre de cette nappe est donc modérée mais fait aussi l'objet d'une surveillance, afin de garantir la durabilité de la ressource du Peruwelz. Il ne s'agit pas de déplacer un problème de pénurie depuis un bassin vers un autre et de jouer à l'apprenti-sorcier avec des systèmes hydrologiques complexes, dont l'importance est vitale pour l'alimentation en eaux potable d'un grand nombre de citoyens.

Marc DREZE, SWDE
Service gestion des ressources en eau

POLLUTION AU CHANTOIR DE XHENDELESSE (HERVE)

L'histoire aberrante d'un collecteur d'eaux usées se déversant directement dans le calcaire

Poussée par ses obligations européennes et par le calendrier qui y est associé, la Wallonie fait, depuis une vingtaine d'années, d'énormes efforts (tant financiers qu'en travaux) pour épurer ses eaux usées. On nous annonce aujourd'hui fièrement un taux de 92 % d'égouttage et d'épuration pour l'ensemble de la population wallonne. Les indicateurs de qualité des eaux de surface confirment d'ailleurs cette amélioration, même s'il reste des points noirs.

Avec ses collaborateurs de terrain et ses partenaires spéléologues, la CWPSS est un témoin de l'extension des réseaux d'égouttage et de la construction de stations d'épuration. Si les progrès sont notables, il reste de nombreux rejets d'eaux usées dans le calcaire, mettant en péril les aquifères et le milieu karstique qui leur sert de réceptacle.

Le cas du chantoir du Bief de Xhendelesse (commune de Herve) est particulièrement illustratif et inquiétant à cet égard. Voilà une zone qui connaît une croissance urbanistique importante du fait de sa situation géographique favorable. Rue du Bief et rue Leclercq (conformément au PASH), les maisons sont en zone d'épuration collective. Elles se raccordent, comme le prévoit la loi, à l'égout qui passe au milieu de la rue et qui dispose d'un système séparatif (eaux usées / eau de ruissellement). Cet égout qui concentre les eaux usées d'une centaine d'habitations, ne se dirige pas, comme le voudraient la logique et la carte officielle du PASH (figure 5) vers une station d'épuration mais se déverse dans un ruisseau à quelques mètres d'un chantoir (fig. 2), le tout sur un terrain privé et sans l'accord des propriétaires !

Égoutter sans épurer n'a aucun sens... C'est pourtant la situation observée depuis 5 ans à Xhendelesse. En dénonçant ce cas précis, nous espérons faire bouger les choses sur ce dossier, mais aussi stigmatiser un ensemble de situations où, généralement pour des raisons budgétaires, le réseau d'épuration est incomplet et les stations d'épurations manquantes.



Fig 2 Préalablement un tuyau souple amenait les eaux usées jusqu'au point de perte; aujourd'hui le système séparatif a été désamorçé, pour diluer quelque peu la charge polluante, mais c'est la même quantité d'eau usée qui se déverse sans épuration dans le chantoir (photo 2017).

Dans l'enfer des eaux usées

Imaginons une pelouse en pente douce orientée plein sud jusqu'au pied d'un talus de 4 m planté d'une haie de feuillus qui clôt l'écrin vert d'une enceinte protectrice. A l'est, la pente est tout aussi herbue et accueillante. Longeant ce côté, émergeant de sous le pont de la route, un ruisseau descend doucement et disparaît sous terre dans un agolina au pied d'un affleurement rocheux. L'herbe est tondue régulièrement et les propriétaires ont aménagé des massifs floraux et une jolie mare... Hélas, ce tableau idyllique n'est plus qu'une illusion ; un rêve balaféré par une bien désagréable vérité : le ruisseau est devenu au fil des ans l'égout d'une bonne partie du village de Xhendelesse et la vie paisible des propriétaires de ce bout de terrain s'est transformée en enfer.

En décembre 2014 (Eco Karst 98), la CWPSS se faisait l'écho de la gestion aberrante des eaux usées à Xhendelesse et des dégâts causés tant aux propriétaires qu'à l'environnement. En 2015, nous avons pris part à plusieurs réunions de concertation avec les parties impliquées (propriétaires, commune, intercommunale des eaux, police de l'environnement) pour tenter de trouver une solution durable à ce problème. Deux de nos rapports proposaient des solutions concrètes et finançables, mais ces recommandations sont restées lettre morte.

Cette situation affolante a même ému les médias ; fin 2015, RTL a ainsi consacré une émission de la série **Images à l'Appui** au calvaire vécu par les riverains du bief devenu égout.

Depuis lors, on doit faire le constat amer que le temps passe et que rien de ne bouge. Beaucoup de paroles, des responsabilités renvoyées des uns aux autres, des problèmes de budgets et des projets d'épuration dont la concrétisation est à chaque fois postposée, voire même remise en cause ! A aucun moment, le bien-être des riverains, l'état déplorable de leur cadre de vie ou la vulnérabilité du karst ne semblent être pris en compte... alors qu'il s'agit là aussi de vraies priorités !

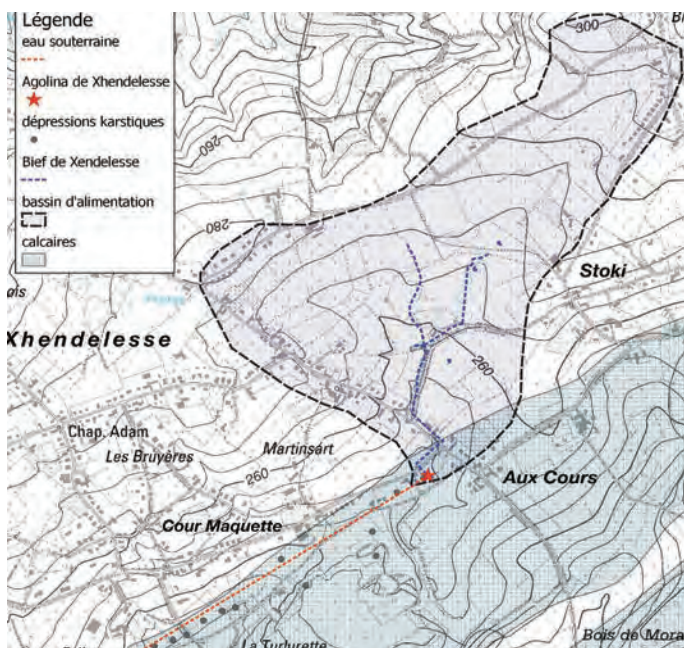


Fig. 1. Bassin d'alimentation du Bief de Xhendelesse aboutissant au chantoir situé à l'entrée des calcaires

La micro station non retenue

Pour sortir du blocage lié aux problèmes d'investissements et d'infrastructure reportant la construction de la STEP de la Turlurette aux calendes grecques, nous avons proposé une solution locale et "sur mesure" pour épurer Xhendelesse. L'existence d'un système séparatif pour les eaux permettrait facilement de placer quelques mètres en amont du chantoir une micro station (entre 150 et 250 équivalents habitants) qui puisse traiter les eaux, avant leur renvoi dans le chantoir. Un tel système, compact (35 m²) et relativement bon marché (un premier devis estimait l'installation à 80.000 €) aurait tout à la fois :

- limité les nuisances pour les riverains,
- réduit la charge polluante pénétrant sous terre,
- retenu les éléments en suspension bouchant l'exutoire et créant des inondations,
- tout en maintenant l'hydrologie locale et l'alimentation du chantoir.

C'est la gestion, l'entretien et le suivi de cette petite station qui faisait peur aux autorités en charge de l'épuration... bien que de tels systèmes aient été aujourd'hui installés sur des centaines de sites en Wallonie et en Europe avec succès.

On nous a également répondu que cet investissement ferait « à terme » double emploi avec la station prévue à la Turlurette (fig 5)... Or l'existence même de celle-ci est aujourd'hui remise en cause pour des raisons budgétaires.

Le coût des conduites pour prolonger les égouts de Xhendelesse jusqu'à la Turlurette était par ailleurs bien plus élevé que la solution locale que nous proposons.



Fig. 4; Fin 2014, une pollution aux hydrocarbures avait affecté le bief (via les égouts). La police de l'environnement avait dû sécuriser le site (barrage flottant) et rechercher l'origine de ce polluant.

Le combat continue

Les propriétaires ont fait preuve d'une patience inouïe dans l'espoir d'une solution négociée pour limiter les nuisances liées aux eaux usées se déversant sous leurs fenêtres. Ils sont aujourd'hui écœurés par le manque de considération dont ils font l'objet, mais restent déterminés :

- Martine ne se laisse pas faire et n'a pas peur d'envoyer des messages aux responsables communaux quand la pollution se fait insupportable ou particulièrement « inquiétante » (fig. 6). Ce qui arrive souvent, surtout avec l'arrivée des beaux jours pendant lesquels la température plus élevée amplifie les sensations olfactives...
- C'est leur qualité de vie qui est en jeu ; le fait même de sortir dans le jardin aux beaux jours est un supplice et si, par bonheur (?) il fait froid ou que le vent détourne les miasmes, ils sont attristés à la vue du fond du ruisseau gris pelucheux d'amas de bactéries (coliformes fécaux et autres) sur lequel passent les déjections humaines mêlées de papiers hygiéniques...

Avec le soutien de leur assurance « protection juridique », ils ont pris un avocat afin de porter plainte et de mettre en demeure les organismes responsables de la situation invivable dans laquelle ils se trouvent.

C'est ainsi qu'ils réclament aujourd'hui des astreintes, tant à la commune qu'à l'AIDE et à la SPGE (organismes en charge de la gestion des eaux usées), pour forcer une décision et qu'une amélio-

ration notoire et durable soit apportée à leur cadre de vie.

Et ça discute toujours...

Parallèlement à la procédure judiciaire en cours, la commune de Herve souhaite maintenir le dialogue avec les plaignants... tout en réfutant toute responsabilité dans cette triste affaire.

La commune insiste ainsi sur son exécution "à la lettre" de ses engagements convenus lors des réunions organisées chez les propriétaires, à savoir le mailage et le by-pass de la canalisation en amont et le curage régulier de la dernière chambre de visite ainsi que du ruisseau sur votre terrain.

Ces différentes mesures doivent permettre d'atténuer quelque peu les nuisances associées aux eaux usées se déversant dans une propriété privée, en attendant la mise en service de la Station d'Épuration.

La commune rappelle qu'elle a pu obtenir de la SPGE que ces travaux soit inscrits dans son plan d'investissement. Ce dossier est d'ailleurs maintenant en bonne voie puisque le Ministre des Pouvoirs locaux vient d'avaliser le plan d'investissement, permettant ainsi à l'AIDE et à la Ville de lancer le dossier de désignation du bureau d'étude chargé du projet...

Ce n'est hélas pas la première fois qu'une telle promesse a été formulée sans confirmation officielle et on attend toujours des réalisations concrètes et durables à propos de ces rejets.



Fig. 3. Périodiquement, la commune vient curer le ruisseau en amont du chantoir. Ces travaux lourds qui engendrent des dégâts à la propriété, n'ont un effet que très temporaire.

La procédure (par ailleurs assez complexe vu le nombre d'intervenants et la façon dont tous se rejettent les responsabilités) est en cours. Les parties déposeront leurs conclusions (réquisitoire) d'ici fin août 2017 au tribunal de première instance de Liège / Division Verviers. C'est sur base des différents arguments avancés qu'un jugement sera prononcé et qu'une décision sera ensuite "imposée".

Au-delà du cas tragique des propriétaires de ce chantoir devenu cloaque, le résultat de cette procédure pourrait avoir force de jurisprudence et définir en partie notre rapport et nos droits vis-à-vis d'une eau convenablement épurée. Nous suivrons donc avec passion et angoisse l'aboutissement de ce processus juridique.

Droits et... devoirs appliqués à l'eau usée

Le code civil définit certains aspects liés à la notion de propriété, de jouissance d'un bien et de troubles du voisinage, qui peuvent dans le cas présent s'appliquer à l'eau.

Le Code Wallon de l'Eau complète cet arsenal législatif, en précisant le statut de l'eau, les actes délictueux en matière de pollution et les obligations (dans le chef du citoyen essentiellement) en matière d'épuration selon les zones où l'on habite.

Le cas particulier de Xhendelesse soulève des questions juridiques plus générales sur la gestion de l'eau et les règles quant aux rejets dans le milieu. Nous avons formulé un ensemble de questions juridiques "de bon sens" et parfois un peu naïves concernant la gestion des eaux usées, les possibilités de recours et les responsabilités dans ce domaine.

Ces questions restent ouvertes car il ne nous a pas été possible d'obtenir des réponses dans les délais impartis pour cet article. On espère néanmoins qu'elles seront évoquées lors de la procédure judiciaire et on est preneurs pour tout éclaircissement à ce propos.

1/ Un rejet d'eau d'égout directement dans un cours d'eau et/ou dans un chantoir : est-ce légal?

2/ La concentration et la nature des polluants présents ont-elles un impact sur le caractère illégal du déversement ? (p.ex : fuite d'hydrocarbures) ?

3/ En cas de constat d'un rejet d'eaux usées, qui peut porter plainte ? Contre qui ? Auprès de quelle juridiction ?

4/ Au-delà du préjudice individuel pour les propriétaires ("trouble de voisinage"), quid d'un recours "au nom de l'environnement" par une association se portant partie civile ? Quelles preuves à apporter ?

5/ En cas de pollution, y a-t-il une différence si la plainte vise un pouvoir public ou un particulier ?

6/ La construction d'une micro-station peut-elle être invoquée pour exproprier une portion de terrain ?

7/ Est-il possible d'envisager une révision du PASH localement et de revenir à une zone en épuration individuelle autour de Xhendelesse, vu l'absence de solution collective pour recevoir les eaux usées ?

8/ Peut-on réclamer un moratoire sur les nouvelles constructions dans le bassin (qui augmenteraient la charge polluante), tant qu'une solution d'épuration n'est pas mise en place ?

9/ Existe-t-il une jurisprudence (des cas similaires à Xhendelesse) ayant abordé ces questions ?



fig. 5. L'égoutage à Xhendelesse. selon le PASH. La station d'épuration en projet est devenue hypothétique, alors que la Zone d'Aménagement Communal Concerté (ZACC – en hachuré) constitue une réserve foncière qui pourrait être lotie dans le futur.

Conclusion

La qualité des eaux souterraines, des eaux de surface ainsi que des écosystèmes et des ressources (notamment les eaux potables) qui y sont liés, justifie les lourds investissements consentis dans ce secteur depuis plus de 20 ans en Wallonie. Pour être efficaces, ces aménagements doivent intégrer l'ensemble du cycle anthropique de l'eau, depuis le captage jusqu'à l'épuration. Si un segment manque, comme c'est le cas ici où les eaux collectées ne sont pas traitées mais rejetées (dans un chantoir !), l'équipement s'avère incomplet et totalement inefficace.

On constate qu'il existe aujourd'hui un certain nombre de zones d'épuration collective où des égouts ont été posés, collectant les eaux usées des maisons qui y sont raccordées, sans bénéficier de stations d'épuration à leur exutoire. Il s'agirait d'inverser l'ordre des aménagements et de commencer par la construction des stations, pour que les égouts puissent dès leur placement être raccordés à des unités de traitement fonctionnelles.

Dans le cas de Xhendelesse, une solution doit être trouvée car les nuisances engendrées sont particulièrement fortes :

- Les propriétaires sont incommodés par un égout se déversant directement dans leur terrain (sans leur accord) et y crée des nuisances olfactives majeures ;
- Ces eaux très chargées en matériaux en suspension et en graisses, colmatent les fissures du karst, entraînant en cas de crue, des inondations qui étaient autrefois inexistantes ;
- Le chantoir réceptacle des eaux usées communique avec des émergences situées à Vaux-sous-Olne (dans la commune voisine), dans le très beau site des étangs de la Villa des Hirondelles (zone d'espace vert) qui constitue une zone humide remarquable ;
- Il est arrivé (fig. 4) que des pertes d'hydrocarbures (citerne percée) viennent se mêler à l'eau usée s'infiltrant dans le chantoir.

Sans traitement collectif des eaux usées dans un délai raisonnable, il faudrait envisager de déclasser la zone d'épuration collective dans le bassin du chantoir de Xhendelesse, et d'imposer à chaque habitant de prendre en charge l'épuration de ses eaux (comme c'est le cas en zone d'épuration individuelle).

Georges MICHEL &
Francis POLROT

LES « POLLUANTS ÉMERGENTS » ET LES NAPPES WALLONNES

La protection des captages (et plus généralement des eaux souterraines) passe par le suivi quantitatif et qualitatif des masses d'eaux. Comme le prévoit la Directive Cadre sur l'Eau, le diagnostic du bon état des nappes se base sur un certain nombre de sites de référence, où les eaux sont régulièrement analysées afin d'évaluer leur qualité et les tendances de leur évolution (voir Masset et al dans ce volume).

En Wallonie, les nappes calcaires (qui contribuent le plus à l'apport en eau potable) sont globalement déclarées en bon état chimique, bien que certains points de prélèvements dans le Condroz présentent une tendance à la détérioration. Cette classification se base sur leur concentration en substances chimiques classiques (nitrates et pesticides). Mais en irait-il de même si l'on prenait également en compte les « polluants émergents » ? A savoir ces nouvelles substances synthétisées par l'homme, dont les effets ne sont pas encore connus avec certitude, tant pour la santé (potentiellement cancérigènes, pouvant modifier le matériel génétique ou encore perturbateurs endocriniens) que pour le milieu naturel ?

L'article qui suit précise ce qu'est un polluant émergent, pourquoi et comment leur présence dans l'environnement est étudiée, en particulier dans les eaux souterraines. Disons d'emblée que, selon les premières analyses, nos eaux souterraines seraient très généralement épargnées par ces substances ; leur intégration dans l'évaluation du bon état des masses d'eaux souterraines n'entraînerait pas pour la Wallonie une détérioration de leur bon état chimique. Mais il convient de rester vigilant...

Un réseau de 400 sites de surveillance

La surveillance des 33 masses d'eau souterraine de Wallonie est devenue systématique à partir de 2007, en vue de l'élaboration des premiers plans de gestion des districts hydrographiques (PGDH), requis par la Directive-Cadre sur l'Eau. Un réseau de contrôle mixte, constitué pour moitié de captages d'eau potable et pour moitié de points d'eau dits patrimoniaux, servant à d'autres usages ou non utilisés (piézomètres et sources), fut pour cela conçu et géré par la Direction des Eaux souterraines. Ce réseau comprend environ 400 sites de prélèvement dans nos nappes.

On constate que la densité des sites de contrôle est plus importante dans le bassin de l'Escaut que dans l'espace Rhin-Meuse. Ceci est lié à l'existence plus fréquente de masses d'eau super-saturées (zones hachurées), et résulte de la plus forte pression exercée par l'activité humaine. En cas de pressions diversifiées, cette densité (dont la base est de 1 site par 100 km²) peut atteindre 1 site par 25 km².

A l'issue des premiers PGDH, fin 2015, le diagnostic de l'état chimique des masses d'eau souterraine est le suivant :

- 20 masses d'eau en bon état chimique, dont 8 comportent cependant des risques de détérioration (notamment dans le Condroz) ;
- 13 masses d'eau en mauvais état chimique.

Sans grande surprise, les nitrates et les pesticides (qui avaient fait l'objet des premières normes européennes de qualité des eaux souterraines) sont confirmés comme responsables de la grande majorité des problèmes de qualité de nos eaux souterraines, tout comme dans les régions voisines.

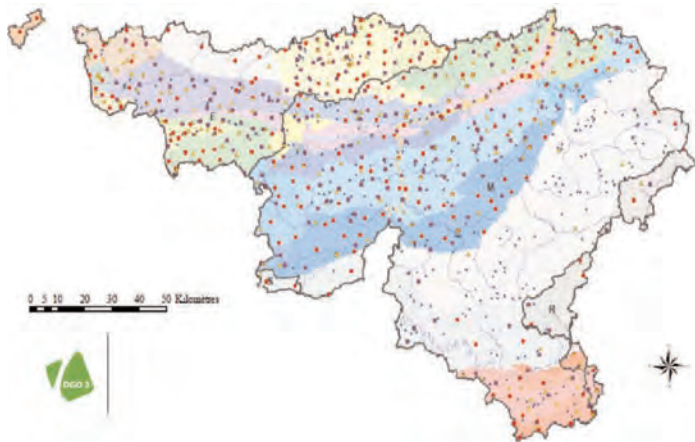


Fig. 1 – La Wallonie a constitué un très dense réseau de surveillance de l'état chimique et quantitatif des masses d'eau souterraines – Etat des nappes (Dir. Eaux souterraines, déc. 2016).



Fig. 2. Rejets d'eaux usées directement dans le karst et les eaux souterraines à Marchin (mars 2014). Risque de contamination pour les eaux souterraines en "polluants classiques" mais aussi en substances émergentes présentes dans les eaux d'égout.

A côté de ces paramètres apparaissent des macro-polluants (ammonium, phosphore, carbone organique) qui témoignent de l'intrusion dans les masses souterraines, d'eaux usées ou d'eaux de surface polluées, potentiellement accompagnées de substances plus persistantes.

Qu'est ce qu'un polluant "émergent"

On entend par « émergentes », des substances qui ont déjà été détectées dans l'environnement aquatique mais qui ne font pas encore l'objet d'une surveillance et dont le comportement (et a fortiori l'avenir) dans le cycle de l'eau sont mal connus ; à partir de là, on peut définir un polluant émergent comme **une substance potentiellement néfaste pour la santé humaine ou les écosystèmes aquatiques et qui n'est pas encore incluse dans les programmes de surveillance des eaux requis par les directives européennes.**

Depuis plusieurs années, le réseau NORMAN des laboratoires de référence, centres de recherche et autres organisations concernées, recense et qualifie ces substances. En 2016, la liste NORMAN compte un millier de substances préoccupantes, classifiables par exemple selon les familles et usages suivants : médicaments, produits de soin corporel, biocides, agents anticorrosion, retardateurs de flamme, plastifiants, composés perfluorés, détergents, produits chimiques divers...

Historiquement, ce sont principalement les perturbations constatées pour certaines espèces aquatiques qui ont progressivement amené la prise en compte des polluants émergents, avec la Directive-Fille 2008/105/CE relative aux normes de qualité environnementale pour les substances dites prioritaires.

Le principe d'une liste de vigilance a également été retenu en 2013 dans les eaux de surface européennes, pour la surveillance de nouvelles substances candidates à être évaluées comme prioritaires ; les premières substances à surveiller ont été fixées en 2015 (essentiellement des médicaments, des hormones œstrogènes et des substances biocides).

La Directive-Fille relative à la protection et la non-détérioration des eaux souterraines (revue en 2014) prévoit une liste de vigilance spécifique aux eaux souterraines. Celle-ci est proposée sur base volontaire, ce qui signifie que les Etats-membres qui se sentent les plus concernés par les problématiques émergentes (en pratique, principalement l'Europe occidentale y compris la Suisse) effectuent les premières investigations et les communiquent, afin que la Commission puisse évaluer et retenir les substances pertinentes pour la fixation de normes de qualité ou de valeurs-seuils pour les masses d'eau souterraines.

Ces valeurs-seuils sont des normes de qualité qui doivent être fixées par les Etats-membres en fonction des risques localement constatés sur les eaux souterraines et en tenant compte des fonds géochimiques naturels de ces aquifères.

Etudes-pilotes sur les produits pharmaceutiques

Un premier exercice concluant a été mené en 2015 sur des produits pharmaceutiques et vétérinaires et les travaux de conception de cette liste de vigilance avancent au sein du groupe de travail communautaire sur les eaux souterraines (WG_GW). [voir R. WOLTER, R. KOZEL & al., CIS WG GW, Watch list concept paper – draft version 8.3, October 2016]

Globalement, les substances qui seront retenues comme polluants pour les eaux souterraines seront celles qui :

- ont déjà été détectées significativement en Europe (colonne I)
- OU dont l'usage et les quantités utilisées ainsi que les propriétés physico-chimiques (notamment leur persistance et leur mobilité dans l'eau) font qu'elles sont susceptibles d'atteindre les nappes (colonne II),
- ET qui présentent des risques pour l'homme (via l'eau de boisson) OU les écosystèmes (colonne III).

Pour ce dernier critère, trois caractères particuliers sont envisagés par les experts pour établir les priorités : la classification REACH [Règlement européen n° 1907/2006 relatif à l'autorisation de mise sur le marché des produits chimiques] comme substance PBT (Persistance, Bioaccumulation et Toxicité), ses propriétés CMR (Cancérigène, Mutagène et Reprotoxique) et ses effets potentiels de perturbation endocrinienne (PE).

Les polluants émergents traqués dans les eaux wallonnes

La Wallonie est membre actif du groupe de pilotage européen de la liste de vigilance. Depuis 2013, elle s'est engagée dans un important programme de recherche des substances émergentes sur l'ensemble du cycle hydrique wallon, pour évaluer les risques que celles-ci peuvent poser pour la santé humaine et l'environnement. Trois centres de recherche, la Société wallonne des Eaux (SWDE), l'Institut scientifique de Service public (ISSEP) et le Centre de Recherches agronomiques wallon (CRA-W), se sont pour cela associés en un groupement d'intérêt scientifique de référence dans le domaine des eaux (GISREAUX) pour développer des méthodes analytiques de pointe.

Un premier projet, baptisé **IMHOTEP** et confié à la SWDE, est sur le point de se terminer. Il visait à établir un inventaire des résidus dans nos eaux de médicaments d'usage humain ou vétérinaire; soit 50 substances ou métabolites (molécules résultant de la dégradation partielle de la substance active dans l'organisme ou l'environnement). Ceci a nécessité un programme de 1500 échantillons en 3 ans, prélevés sur les eaux usées (sortie des stations d'épuration), les eaux de surface, les eaux souterraines, les eaux des captages et les eaux distribuées.

Les résultats du projet IMHOTEP sont totalement rassurants pour les eaux souterraines : on observe quelques contaminations sur la partie patrimoniale du réseau par des antidouleurs de grande consommation tandis que les captages s'en avèrent pratiquement exempts. Ce sont, comme attendu, les masses d'eau pouvant subir des intrusions d'eau de surface, et en particulier les masses d'eau des plaines alluviales ou à caractère karstique, qui présentent localement les teneurs les plus élevées en résidus de médicaments.

Des études de cas sont planifiées autour de points significativement contaminés, pour mieux comprendre l'origine et le comportement de ces résidus dans les eaux souterraines, notamment l'influence du type d'épuration (autonome/collectif), de l'état des réseaux d'égouttage et de la substance d'habitations non raccordées.

Un deuxième projet, appelé **BIODIEN** et confié aux trois partenaires du GISREAUX, a démarré en 2014 et porte sur les perturbateurs endocriniens avérés ou suspects. Au total, 150 molécules ont été investiguées par ces laboratoires, sur environ 120 sites de prélèvement d'eau souterraine. Les substances étudiées sont des biocides (insecticides tels les pyréthri-noïdes ou les néonicotinoïdes mis en

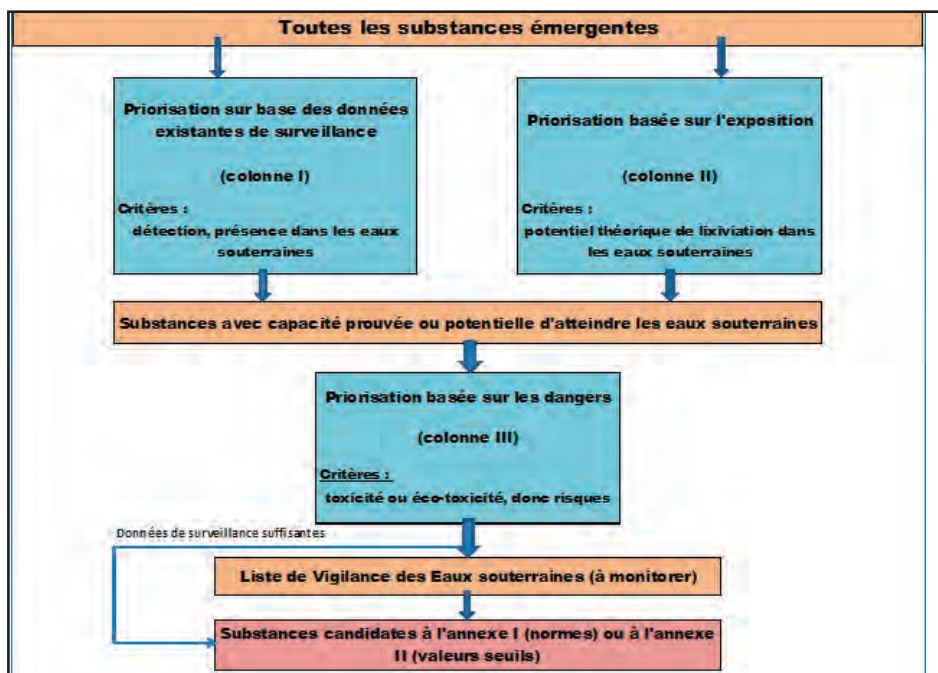


Fig. 3 – Schéma de principe et de décision établi pour l'élaboration de la liste de vigilance pour les eaux souterraines, concernant les substances émergentes.



Fig. 4. Le ruisseau de Méan s'engouffre sous terre et entraîne avec lui alluvions et substances liées à l'exploitation agricole.

cause pour la désorientation des abeilles, fongicides de type triazoles...) et des produits plus courants comme les phtalates (matières plastiques), les alkylphénols (détergents) ou les composés perfluorés (revêtements antiadhésifs).

Ici encore, on a constaté très peu d'intrusions et donc une excellente résilience de la part de nos eaux souterraines. Les premières conclusions indiquent par exemple que le glyphosate, herbicide bien connu, et son métabolite AMPA ont très peu d'incidence sur la qualité des eaux souterraines, sans doute parce qu'ils se dégradent rapidement dans les sols. Par contre, certains métabolites de produits phytosanitaires utilisés dans les cultures de la betterave, du froment et du colza, peuvent atteindre localement des concentrations importantes qui justifient la fixation de valeurs-seuils afin de prendre les mesures qui s'imposent pour la protection de nos captages.

Enfin, un troisième projet, baptisé **SEMTEP** et toujours confié au GISREAU, a démarré en avril 2016. Il porte sur quelques familles préoccupantes comme les perchlorates apportés par les engrais chiliens et les stockages souterrains de munitions lors de la 1^{ère} guerre mondiale et les hydrocarbures chlorés retrouvés aux alentours de certains sites de contamination. Les analyses sont en cours et les résultats sont attendus fin 2017.

Conclusion

D'après le résultat des premières analyses et études-pilotes menées sur les polluants émergents, on peut se réjouir du bon état actuel de nos eaux souterraines qui, hormis le cas particulier des métabolites de pesticides, apparaissent dans un premier temps assez systématiquement très saines. Ceci n'est pas le cas général lorsqu'on compare ces résultats avec ceux des pays voisins... où une application stricte du principe de précaution pourrait entraîner la fermeture d'un nombre important de captages.

Vu la nature accumulative de certaines des substances émergentes ainsi que le temps de transfert parfois de plusieurs dizaines d'années pour que des substances s'infiltrent depuis la surface jusque dans les nappes (dans les craies de Hesbaye notamment), la vigilance reste de mise. Il faudra donc suivre l'évolution de la concentration de ces substances dans les années à venir et les intégrer dans l'estimation de la bonne qualité chimique des eaux. La mesure la plus efficace reste de limiter au maximum la dispersion de ces polluants dans l'environnement, en réglementant et en réduisant au maximum l'usage des produits ayant l'impact le plus lourd et le plus durable sur l'environnement.

Francis Delloye

SPW- DGO3 – Direction Eaux souterraines

« DÉPOLLUTION » IN SITU

Traitement biologique des sols et nappes contaminés

Les sites contaminés font partie intégrante de notre environnement, que la pollution soit historique, récente, d'origine industrielle ou domestique, accidentelle ou simplement induite par des comportements quotidiens semblant « anodins » mais aux conséquences environnementales parfois lourdes.

La législation environnementale en Europe prévoit que si les concentrations observées dans un sol ou dans une nappe souterraine dépassent les normes fixées en fonction de l'usage du site, le responsable du terrain (le propriétaire ou le pollueur) est tenu d'assainir ce site contaminé (principe du pollueur-payeur).

En Région wallonne, ces normes sont reprises dans le Décret Sol. Le travail d'évaluation et de remédiation doit être nécessairement confié à un bureau d'études agréé en tant qu'« expert sol ». Une analyse et un certificat concernant le « bon état du sol » doit être obtenu lors du renouvellement d'un permis, de la vente d'un terrain et/ou suite à un incident ou accident, une plainte...

Normes, seuils & prévention

Le dépassement de la valeur d'intervention (seuil au-delà duquel un assainissement est requis) des polluants mis en évidence lors d'une étude nécessitera une gestion des risques ou un assainissement du site contaminé.

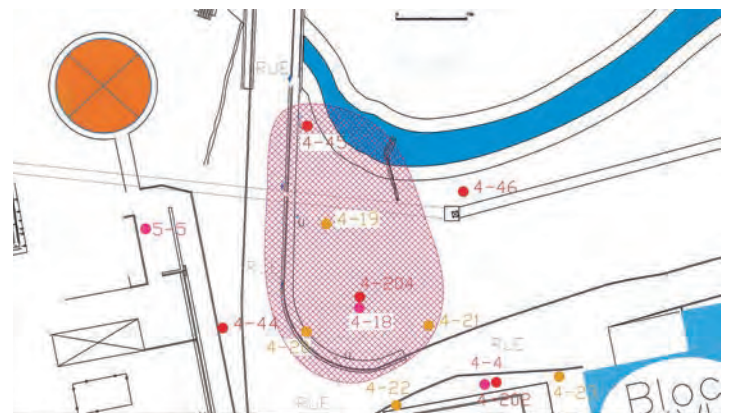


Fig. 1 – Extension d'une contamination en mazout de chauffage suite à la fuite d'une citerne enterrée.

Ces valeurs sont exprimées pour les sols en mg/Kg de matière sèche et en µg/l pour les eaux souterraines. A titre d'exemple, quelques gouttes de mazout de chauffage dans 1000 l d'eau suffisent à contaminer ce volume au regard des normes fixées ; que dire de la fuite de centaines de litres de mazout d'une citerne de stockage dans l'environnement ?

La meilleure manière de protéger notre environnement est de ne pas le polluer ! La protection de l'environnement doit être une priorité chacun au quotidien.

Le recyclage des huiles, solvants, pesticides et produits chimiques divers doit être systématique. Le tout à l'égout ou "au fond du jardin" sont inacceptables car ces « gestes domestiques » peuvent avoir de lourdes conséquences. Le contrôle régulier et la mise en conformité des citernes aériennes et enterrées doivent être réalisés périodiquement.

Le karst, une vraie passoire !

Le karst, de par sa spécificité, est un milieu extrêmement sensible aux pollutions de surface; les fractures au sein du karst sont de véritables autoroutes véhiculant rapidement et sur de longues distances les polluants rencontrés à un point de perte. Ils peuvent alors contaminer d'importants volumes d'eau souterraine en très peu de temps. Lorsque les terrains de couverture sont peu épais ou même inexistant, cette infiltration vers les nappes est d'autant plus rapide.

Assainissement ex situ ou in situ

L'assainissement d'un site pollué est réalisé, en fonction de la nature et de l'extension de la pollution, par la mise en œuvre d'une ou plusieurs techniques combinées. Le type de terrains rencontrés, la perméabilité du sol au droit du site, la présence d'eau souterraine..., sont autant de facteurs déterminant le choix de la méthodologie d'assainissement.

L'excavation des sols contaminés est la technique généralement appliquée en Wallonie. Les volumes de terre contaminés sont transportés en centres de traitement agréés pour y être traités et valorisés ; ces procédés sont qualifiés d'**ex situ** car la pollution n'est pas traitée sur site.

Les techniques **in situ** complètent ou remplacent l'excavation des sols, en proposant par exemple le pompage et le traitement des eaux contaminées, la désorption thermique (chauffage et volatilisation des



Fig. 2 – Installation d'un système de traitement par bioremédiation in-situ sur un site industriel.



Fig. 3 – Unité Mobile de Bioremédiation conçue et mise en œuvre par Sanifox

polluants), la bio remédiation in situ des sols et nappes contaminés, l'injection de produits destinés à dégrader la pollution...

La nature étant bien faite, elle peut dégrader les pollutions, en particulier les huiles minérales (de type hydrocarbures) et les solvants. Les moisissures, champignons et micro-organismes naturellement présents dans l'environnement peuvent, si les conditions leur sont favorables, "digérer" les polluants constituant une source d'énergie pour ceux-ci.

Cet assainissement qualifié d'« atténuation naturelle » est cependant extrêmement lent et souvent incomplet.

La bioremédiation in situ

Cette technique d'assainissement tire profit des capacités auto-épuratrices du milieu en stimulant la capacité de biodégradation de l'écosystème. Sa mise en œuvre sur site nécessite une connaissance approfondie de l'hydrogéologie locale afin de garantir un traitement efficace.

L'eau souterraine contaminée du site est pompée via des puits ou drains et acheminée vers une unité de traitement, où elle est traitée par voie biologique.

Après traitement, cette eau est réinjectée en périphérie de la zone polluée, dans les premiers horizons du sol contaminé. Les puits de pompage étant plus profonds et disposés au centre de la zone contaminée, un « lavage progressif » du sol est réalisé par la mise en circulation de l'eau traitée. Une partie de l'eau traitée est rejetée afin de créer un confinement hydraulique et éviter la dispersion de la pollution (fig. 3).

Deux écoles : la bio-stimulation et la bio-augmentation

Avant réinjection dans le sol, l'eau traitée est enrichie en nutriments favorables au métabolisme des microorganismes capables de dégrader la pollution. Ces microorganismes sont généralement présents dans le milieu pollué car capables d'y croître (une sélection naturelle s'est opérée depuis l'évènement polluant) mais leur développement est souvent limité par la carence en nutriments.

Cette approche de « bio-stimulation » consiste donc à apporter aux microorganismes endogènes, naturellement présents dans le milieu, les nutriments dont ils ont besoin pour favoriser leur croissance. La bio-augmentation nécessite les mêmes infrastructures de terrain mais en plus de la bio-stimulation, des souches spécifiques de micro-organismes, sélectionnées en laboratoire, sont introduites dans le système.

Ces souches sont sélectionnées en fonction de leur capacité à se développer dans les conditions particulières du site contaminé et en fonction de leur potentiel de dégradation des polluants ciblés. On injecte avec les nutriments les organismes biologiques qui vont faire le « travail de nettoyage ».

Mise en œuvre de la bio-remédiation

Un assainissement par bio-remédiation nécessite une approche multidisciplinaire pour garantir l'efficacité du traitement. Les données suivantes doivent être rassemblées préalablement et durant le traitement :

- caractérisation du site pollué, avec identification de toutes les sources de contamination.

- fonctionnement de l'hydrogéologie locale pour placer adéquatement un nombre suffisant de puits et/ou drains servant au pompage et à l'infiltration des eaux. Ceci afin de garantir une bonne dispersion, aux bons endroits, des solutions injectées.

- modélisation des écoulements souterrains (via pompage d'essai et traçages) pour déterminer la perméabilité du sol, les directions et vitesses de dispersion au droit du site pollué, afin de garantir la dispersion efficace des solutions injectées.

- suivi des paramètres physico-chimiques du milieu, pour optimiser le métabolisme des micro-organismes.

- analyses chimiques régulières pour doser l'apport en nutriments dans l'eau injectée.

- suivi microbiologique, pour évaluer la croissance des micro-organismes présents.

Pour une bio-stimulation, la population endogène (naturelle) sera dénombrée sur boîtes de cultures afin d'évaluer son développement. Si leur survie est compromise, un apport de souches spécifiques pourra être réalisé par bio-augmentation.

Le suivi microbiologique est encore plus important lors d'un assainissement par bio-augmentation : la survie et la croissance des souches apportées nécessitent d'optimiser les conditions de terrain pour éviter tout problème de compétition avec les souches naturellement présentes.

Quel budget ?

Le budget à consacrer à l'assainissement d'un site pollué varie selon la nature des polluants, l'accessibilité à la pollution, sa dispersion, la profondeur de la zone contaminée, le contexte local (les zones fortement urbanisées étant moins évitables à excaver) et de la présence de bâtiments à proximité (problèmes éventuels de stabilité). Chaque site pollué fait l'objet d'un projet d'assainissement rédigé par un expert sol et soumis aux autorités.

De la simple excavation hors eau souterraine très localisée et à faible profondeur, au projet complexe comprenant excavation, mesures de stabilité et de confinement hydraulique associées à des techniques in situ sur une période de plusieurs mois, le budget à consacrer à l'assainissement d'un site peut varier de quelques milliers à plusieurs millions d'euros.

Spécialité et polyvalence requise

La mise en oeuvre de ces techniques in situ requiert une polyvalence du fait des nombreux paramètres à gérer afin d'obtenir les résultats escomptés. Hydrogéologie, microbiologie, physico-chimie, hydraulique sont autant de compétences réunies par notre société, Sanifox, spécialisée depuis 2002 dans ces techniques.

L'atteinte des objectifs d'assainissement dans le cadre d'un projet in-situ requiert une compréhension fine des chemins et sens de dispersion de la contamination présente afin de pouvoir traiter efficacement cette dernière. La détermination précise de ces vecteurs de dispersion peut nécessiter une phase de modélisation mathématique des flux souterrains qui est également réalisée en interne par Sanifox.

La bioremédiation in-situ permettra d'assainir des zones complexes présentant par exemple une contamination étendue sur plusieurs parcelles bâties en zone urbaine, là où l'excavation n'est pas envisageable du fait des coûts engendrés et des problèmes de stabilité.

En guise de conclusion

Bien que les techniques d'assainissement puissent souvent réparer les dommages infligés à notre environnement, les risques environnementaux et les budgets consacrés à réduire ou supprimer ceux-ci sont significatifs. Aussi, une fois encore, la pollution la plus facile à assainir est celle que l'on n'a pas générée...

*Benoit Lavigne
Sanifox*



info@sanifox.com - www.sanifox.com

LES ENJEUX LIÉS AU PRIX DE L'EAU

Si l'eau est abondante en Wallonie, elle n'en constitue pas moins une richesse et un bien de première nécessité qu'il y a lieu d'exploiter et de préserver au mieux. Cette ressource essentielle est vulnérable et sa bonne qualité doit être garantie pour tous. Les mesures de protection et d'investigation en faveur des eaux de surface et souterraines (édictees en grande partie par la législation européenne) doivent garantir la quantité et la qualité de la ressource pour aujourd'hui et pour les générations futures.

Cette exigence d'une eau de qualité pour tous impose une surveillance, de nombreuses interventions et une élimination des polluants (en particulier via l'épuration des eaux usées), qui a un coût... d'autant plus élevé qu'on fixe des normes strictes pour l'eau. L'eau de qualité a donc un prix... qui se répercute parfois durement sur certains consommateurs

On constate donc, comme pour l'énergie, une augmentation constante du prix de l'eau payée par le citoyen consommateur. Ces hausses répétées de notre facture se justifient-elle ? Comment recouvrir les coûts liés à l'utilisation de l'eau de manière solidaire et équilibrée entre les différents consommateurs ? A terme doit-on craindre une véritable « fracture hydrique » qui rendrait l'accès à l'eau plus difficile pour une partie de la population ?

De l'eau pour tous, en quantité et de qualité suffisante

L'eau n'est pas un bien comme les autres : sans elle c'est la vie qui s'arrête. Les Nations Unies ont d'ailleurs reconnu le Droit à une eau potable propre et de qualité et à des installations sanitaires comme un droit de l'Homme, indispensable à la pleine jouissance du droit à la vie. Au niveau européen, l'eau est considérée comme **« bien public revêtant une importance fondamentale »** et, du fait de son importance sociale et économique, l'eau fait partie des services d'intérêt général ce qui, entre autre, confère le droit de chaque pays de l'UE de choisir la façon dont les services sont fournis et oblige à garantir un niveau élevé de qualité, de sécurité et d'accessibilité, une égalité de traitement et une promotion de l'accès universel et des droits des utilisateurs.

L'eau a de nombreux usages. Les activités et utilisations multiples exercent des pressions sur la ressource, au niveau quantitatif et surtout qualitatif. Avec un taux d'exploitation (**Water Exploitation Index** *) estimé à 5%, la Wallonie est loin d'être en situation de stress hydrique.

Néanmoins, l'approvisionnement peut être problématique dans certaines régions et la surexploitation de certaines nappes ne

* Water Exploitation Index

Ou *taux d'exploitation de la ressource en eau*. Il correspond au rapport entre les volumes prélevés (déduction faite des volumes restitués (fuites et eaux de refroidissement) et les ressources totales en eau.

Des valeurs supérieures à 20% indiquent une situation de stress hydrique.

doit pas être considérée comme négligeable (voir M. Dreze dans ce volume). Par ailleurs, la Wallonie est caractérisée par un grand nombre de prises d'eau dispersées sur le territoire mais fournissant un faible volume. Afin d'éviter toute éventuelle difficulté d'approvisionnement en eau potable, la Wallonie s'est dotée d'un Schéma régional d'exploitation des ressources en eau qui s'inscrit dans une logique de planification des investissements nécessaires au bon fonctionnement du réseau d'approvisionnement et surtout d'optimisation des coûts.

Protection de la ressource et de ses services associés : un coût à récupérer

L'enjeu en Wallonie est avant tout de garantir une qualité d'eau suffisante pour les différentes fonctions qu'elle remplit (eau destinée à la consommation humaine, eau de baignade, milieux aquatiques d'intérêt biologique, préservation d'espèces qui requièrent une eau d'excellente qualité...). Ainsi les mesures de protection et de traitement de l'eau pour garantir la qualité désirée ont un coût qui doit être payé par les différents utilisateurs.

Au niveau européen, la notion de coût des services liés à l'eau est centrale et constitue une base pour mettre en œuvre le principe pollueur-payeur. Par « services liés à l'eau », on entend principalement la production et la distribution d'eau potable, le pompage et l'utilisation d'eau pour l'activité industrielle (ex.: refroidissement des centrales électriques) et agricole, l'assainissement ainsi que le coût des pollutions des milieux naturels.



Les enjeux de santé publique liés à l'eau potable sont en partie remplacés par des préoccupations économiques - gravure XIXe siècle - Londres.

L'article 9 de la Directive cadre sur l'eau (DCE) impose d'ailleurs aux Etats membres de mettre en œuvre le principe de récupération des coûts des services liés à l'eau à travers, notamment, d'une tarification qui favorise un usage économe de la ressource et la préservation des milieux aquatiques. En outre, les différents secteurs économiques, parmi lesquels on distingue principalement le secteur industriel, le secteur des ménages et le secteur agricole, doivent *« contribuer de manière appropriée à la récupération des coûts des services de l'eau, sur la base d'une analyse économique et du principe du pollueur-payeur. »*

Financement du recouvrement des coûts

Plusieurs voies existent pour financer les services liés à l'eau : la tarification, la taxation mais également des transferts entre régions/pays. En Wallonie, comme dans la plupart des régions européennes, le choix est porté sur le principe du coût-vérité, c'est-à-dire l'application d'une tarification qui couvre au maximum les coûts, ce qui permet de rencontrer différents objectifs : la stabilité du financement pour une gestion durable de l'eau, la promotion d'un usage rationnel de l'eau et une maîtrise de la facture des ménages.

Au niveau de la facture des ménages, l'application du coût-vérité se fait sur base d'une structure tarifaire uniforme qui cherche à couvrir intégralement les coûts des services de production, protection, distribution et assainissement (égouttage, collecte et épuration des eaux usées).

Le coût-vérité de distribution (CVD) et le coût vérité d'assainissement (CVA) sont les principales composantes tarifaires de ce coût-vérité.

Pette analyse de la facture d'eau

Votre facture comprend une partie fixe d'abonnement et une partie variable selon le volume d'eau consommé. On distingue quatre composantes :

- **Le Coût-vérité de distribution (CVD)** reflète les charges relatives à la production et distribution de l'eau (pompage, adduction, entretien du réseau, raccordements...). Il comprend également le coût de la protection des captages. Pour chaque m³ d'eau consommé, le consommateur verse 0,0992€ afin de préserver la qualité de l'eau qui est puisée dans la source.

Le CVD varie d'un distributeur à l'autre avec parfois d'importants écarts entre distributeurs selon la structure de leur réseau. Il y a actuellement en Wallonie 3 types d'opérateurs actifs dans la production et distribution d'eau : l'opérateur régional, la Société Wallonne Des Eaux, qui dessert 67% de la population, des intercommunales qui fournissent à 27% de la population et une trentaine de régies ou services communaux qui desservent un peu plus de 5% de la population.

Les distributeurs d'eau déterminent chaque année le prix de l'eau sur base d'un Plan comptable uniformisé du secteur de l'eau qui permet aux distributeurs de comparer les coûts, entre eux et d'année en année. Toute demande d'augmentation du prix doit d'abord être soumise pour avis au Comité de contrôle de l'eau. Cet organisme régional veille à ce que l'évolution du prix aille dans le sens de l'intérêt général et de la politique de l'eau en Wallonie.

La proposition d'augmentation tarifaire est examinée par le SPF de l'Economie et c'est finalement le Ministre fédéral de l'Economie qui prend la décision d'accepter ou non l'augmentation.

Au 01/01/2017, le CVD appliqué par :

- la CILE (intercommunale liégeoise) : 2,8086 €/m³
- La Société wallonne des eaux (SWDE) : 2,62 €/m³
- l'IECBW : 2,160 €/m³

Une cartographie des distributeurs d'eau est disponible sur le site d'Aquawal: <http://www.aquawal.be/fr>

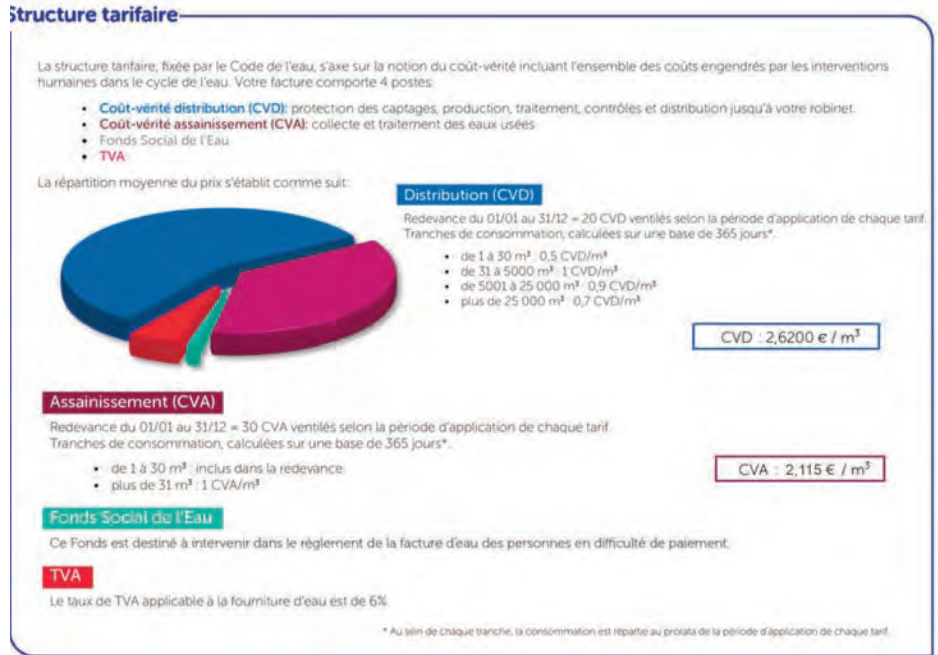


Figure 1. Structuration tarifaire de la facture d'eau, reproduction d'une facture type - volet N° 1.

- **Le Coût-vérité d'assainissement (CVA)** couvre la collecte et le traitement des eaux usées du réseau public. Le CVA est déterminé, pour l'ensemble du territoire wallon, par la Société Publique de Gestion de l'Eau, en application du contrat de gestion qui la lie au Gouvernement. Le CVA augmente progressivement pour couvrir les obligations wallonnes en matière d'équipements nécessaires à l'épuration. Son montant est aujourd'hui fixé à 2,115 €/m³.
- **Le Fonds social de l'eau** est une contribution de solidarité qui permet d'intervenir dans le paiement des factures d'eau des ménages en difficulté. Il s'applique à l'ensemble de la Région wallonne, à l'exclusion de la Communauté germanophone, qui jouit d'une autonomie en matière d'affaires sociales. Le montant de cette redevance est resté longtemps inchangé mais il a été doublé à partir du 1^{er} janvier 2015 pour atteindre 0,025 €/m³
- **La TVA** est de 6% car l'eau est un bien de première nécessité.

Quel que soit votre lieu de résidence en Wallonie, la structure tarifaire de votre facture est la même.

Redevance (partie fixe)	20 CVD + 30 CVA
Tranche de 0 à 30 m ³	Par m ³ : 0,5 CVD + Fonds social
Tranche de 31 m ³ à 5000 m ³	Par m ³ : 1 CVD + 1 CVA + Fonds social
Au-delà de 5000 m ³	Par m ³ : 0,9 CVD + 1 CVA + Fonds social

Tableau 1. Tranches forfaitaires variant suivant le volume annuel consommé.

Elle comporte différentes tranches déterminées par le volume de consommation. La TVA s'applique sur toutes les tranches (tabl.1).

Ainsi pour une consommation de 100m³ d'eau par an, la facture s'élève en 2017 à un peu plus de 500 € soit environ 5 € du m³ ou 0,005 €/litre. Pour des consommations importantes, au-delà de 50 000m³, le tarif est dégressif.

Le prix de la qualité

La facture est aussi une source d'information sur la qualité de l'eau qui vous est distribuée. En plus de mentionner la provenance de l'eau, une série de caractéristiques sont détaillées : la dureté, la teneur en minéraux, la teneur en pesticides et nitrates... La fréquence des analyses est également précisée car pour garantir une eau conforme à la consommation humaine, l'eau est constamment soumise à une batterie d'analyses.

Sur l'année 2015, plus de 32 000 prélèvements et plus de 745 000 analyses permettent d'évaluer une série de paramètres indicateurs de qualité (fig. 2).

D'où provient votre eau ?

Votre raccordement est repris sur la zone de distribution n° 01241 de MODAVE VIVAQUA. Celle-ci est alimentée par l'eau achetée à la VIVAQUA (Compagnie intercommunale bruxelloise des Eaux) à la Mouche Noire.

À quelle fréquence est-elle contrôlée ?

Au cours de ces 12 derniers mois, 170 prélèvements de contrôle ont été réalisés sur votre zone de distribution.

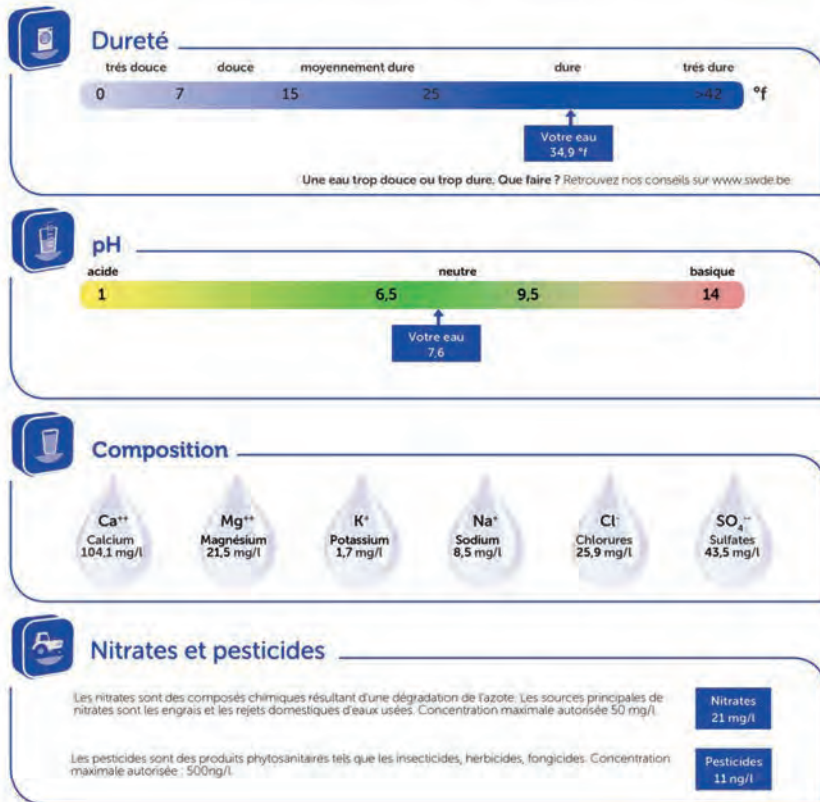


Figure 2. Aperçu des principaux paramètres physiques et chimiques analysés pour les eaux de distribution. Cette information est mise à la disposition de tous les consommateurs wallons.

Une facture qui augmente ?

A l'instar de la facture d'énergie, l'augmentation de la facture d'eau est source d'inquiétude pour de nombreux ménages. Même si cette augmentation est maîtrisée, elle est belle et bien réelle. En dix ans, la facture d'eau a presque doublé.

Cette augmentation progressive s'explique par différents facteurs :

- Des investissements importants pour l'assainissement des eaux usées : la Wallonie a accusé un important retard en matière d'épuration. Selon des obligations européennes, la Wallonie aurait dû assurer l'épuration de toutes ses agglomérations de plus de 2000 équivalent-habitants pour fin 2005. Egoûts, collecteurs, stations d'épuration... Depuis 1999, la Wallonie a investi plus de 3 milliards d'euros pour assainir les eaux usées. Si aujourd'hui on atteint 90% de taux d'équipement, il reste encore de nombreuses petites stations à construire ;
- L'entretien et l'amélioration du réseau de distribution : renouvellement de raccordements, remplacement de conduites, sécurisation des

captages... Plus de 2 milliards investis sur une dizaine d'années pour sécuriser l'approvisionnement en eau de qualité ;

- La diminution de la consommation d'eau : l'entretien et le fonctionnement des réseaux de distribution comme d'assainissement comportent une part de frais fixes qui doivent être facturés sur un plus petit volume d'eau, le prix de revient augmente donc pour tous les consommateurs ;

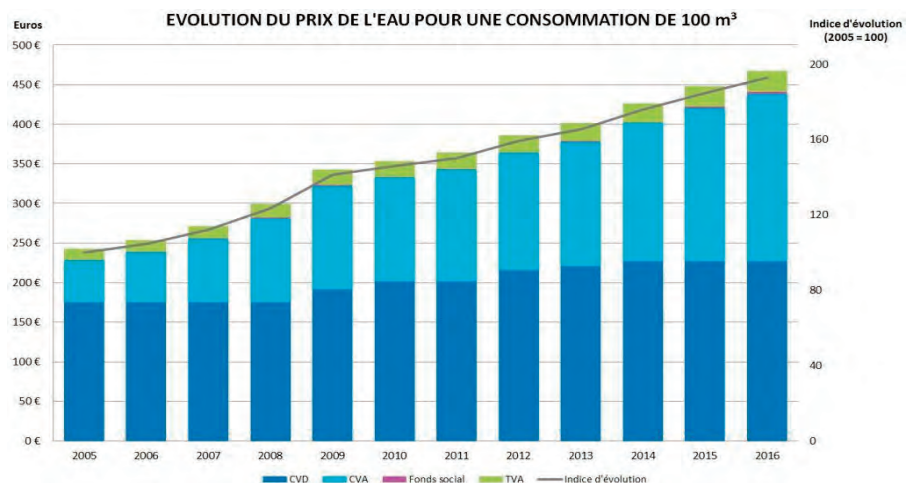


Figure 3. Evolution du prix de l'eau pour une consommation de 100m³ (Source Aquawal - 2017)

- L'étendue du réseau : l'éparpillement des activités sur le territoire wallon entraîne la pose de canalisations, la présence d'infrastructures d'approvisionnement et d'épuration sur un territoire très étendu, ce qui représente 40.000 km de conduites, à surveiller, à entretenir....

Vers une fracture hydrique ? On doit encore s'attendre à une progression du prix de l'eau vu les investissements nécessaires et les coûts d'entretien. Malgré ces augmentations progressives, l'eau reste un bien accessible avec un prix relativement peu élevé. Un ménage qui consomme en moyenne 75 m³ d'eau par an consacre environ 1 % de son budget à sa facture d'eau, soit 8 fois moins que l'énergie. Néanmoins, des situations de précarité hydrique existent et sont en augmentation. Le seuil de précarité hydrique est défini au niveau international lorsqu'un ménage consacre plus de 3 % de son budget à sa facture d'eau.

D'après une étude de la Fondation Roi Baudouin, 5,25% de la population belge est dans cette situation et plus de 9% des Wallons éprouvent des difficultés à honorer leur facture d'eau.

Un fond social pour répondre à la précarité hydrique

L'eau coûte en Belgique 127 € par personne et par an, davantage en Wallonie (141 €) qu'en Flandre (120 €) et à Bruxelles (124 €) – chiffre de 2013.

- Entre 2009 et 2013, la facture d'eau a augmenté de 25% en Wallonie, 12% en Flandre et 46% à Bruxelles.
- 0,7% des Belges – soit près de 80.000 personnes – vivent dans un logement sans bain ni douche.
- Le Fonds Social de l'Eau a vu le jour en Wallonie en 2013. Il est intervenu à 6.563 reprises pour des ménages incapables de payer leur facture d'eau, pour un montant moyen de 233 €.

Fondation Roi Baudouin

Des filets de sécurité existent via le Fonds social de l'eau, correctifs sociaux pour les familles nombreuses, personnes bénéficiant d'un revenu d'intégration social... mais le recours à ce type d'aide n'a fait qu'augmenter ces dernières années, ce qui a justifié le doublement de la contribution pour le Fonds social.

Pour une juste récupération des coûts ?

Les Etats membres de l'Union européenne devaient mettre en œuvre le **principe pollueur-payeur** pour 2010. Si la Wallonie a mis en place des principes tarifaires et une taxation qui rencontre cette notion, on est encore loin d'un recouvrement équilibré.

Une analyse de la Cour des comptes montre que si le taux de récupération est proche de 100%, il y a de grandes disparités entre districts hydrographiques, services et secteurs. Ainsi depuis 2007, les ménages contribuaient davantage aux coûts d'assainissement (plus de 100%) alors que l'industrie présentait un taux de récupération global de 40%. En revanche, en matière de production et distribution d'eau potable, ce sont les ménages qui présentaient le taux de récupération le plus faible alors que les autres secteurs contribuaient plus que les coûts qu'ils n'engendraient. Même si une réforme fiscale est intervenue en 2014, la Wallonie ne se fixe pas d'objectif pour atteindre progressivement une juste récupération des coûts auprès des secteurs responsables.

Éléments de discussion

Des grands principes de structuration des coûts et de leur financement découlent d'autres enjeux plus spécifiques qui ont leur importance pour une gestion optimale de la ressource sur le long terme.

Ainsi l'encouragement à disposer de ressources alternatives comme l'eau de pluie en citerne, l'eau de puits ou de source permet certes de diminuer la pression sur les aquifères et surtout diminuer sa facture d'eau mais se pose alors la question d'une répartition sociale du financement des réseaux de distribution et de l'assainissement. De même que les détenteurs de panneaux photovoltaïques bénéficient du réseau électrique tout en contribuant moins à son financement avec un report de la charge sur les autres ménages, la charge financière des services liés à l'eau, qui comporte une partie incompressible, est alors répartie sur un moindre volume consommé.



La généralisation des citernes à eau de pluie pose le problème de la répartition des coûts de l'épuration, calculé sur la consommation d'eau.

L'éparpillement des activités et de l'habitat en rase campagne soulève aussi des questions quant aux coûts pour la collectivité qu'implique la forte dispersion des infrastructures d'adduction d'eau et d'assainissement.

Par ailleurs, la maîtrise des techniques d'assainissement ne doivent pas éclipser la problématique des pollutions émergentes : substances médicamenteuses, perturbateurs endocriniens, nanoparticules... (voir F. Delloye dans ce même volume). Jusqu'où est-on prêt à payer pour éliminer la moindre molécule potentiellement dangereuse ?



L'eau de distribution répond à des critères de qualité très stricts, alors que seule une part négligeable sert réellement pour l'alimentation humaine (les plus grands volumes domestiques étant à usage sanitaire).

Ces préoccupations sont légitimes et il est dommage de voir les consommateurs se tourner davantage vers l'eau en bouteille alors qu'elle n'est pas plus sûre et que son conditionnement génère des impacts environnementaux et des déchets. Il est urgent d'adopter des politiques de prévention et d'agir en amont, en investissant dans la conception et la production de médicaments ou de pesticides non-persistants dans l'environnement et en interdisant les substances préoccupantes.

Enfin, si en Wallonie la gestion de l'eau est confiée essentiellement à des entreprises publiques sous forme de société publique régionale, intercommunale, régie, services communaux, d'autres pays ou régions d'Europe ont choisi la voie de la privatisation. Mais pour de nombreux cas, les promesses de meilleure gestion des réseaux et d'optimisation des coûts au bénéfice des consommateurs n'ont pas été tenues et on assiste aujourd'hui à une vague de remunicipalisation du secteur de l'eau en Europe. Ces initiatives visent à instaurer ou restaurer une meilleure qualité de service là où la libéralisation du secteur a montré ses limites. Réaffirmer le statut des différents services publics visés par le secteur de l'eau comme étant des services d'intérêt économique général constitue également une protection supplémentaire contre de potentielles dérives auxquelles certains accords commerciaux de libre échange pourraient mener.

Autant de sujets qui méritent d'être débattus, pas uniquement entre acteurs de l'eau mais aussi avec les citoyens afin de les sensibiliser à la valeur de l'eau et de les inciter à agir pour préserver la ressource et ainsi minimiser les coûts sociétaux liés à l'utilisation de l'eau.

Gaëlle Warnant
Inter Environnement Wallonie

EAUX SOUTERRAINES EN WALLONIE

Gestion actuelle, enjeux et perspectives

La Wallonie est dotée d'une richesse inestimable, surtout au vu de l'actualité: l'eau.

Que ce soit en souterrain ou en surface, cette ressource est relativement abondante sur et dans notre territoire et doit le rester. Pourtant, cet or bleu est fragile. L'agriculture intensive, l'industrie, l'imperméabilisation des terrains, l'urbanisation sont autant d'activités qui peuvent mettre en péril la qualité et la quantité des eaux souterraines.

Dans notre pays, les nappes aquifères wallonnes permettent d'alimenter en eau potable près de 5 millions de Belges. En effet, une partie des eaux captées en Wallonie partent vers la région bruxelloise ou la Flandre.

Code de l'Eau et Directive Cadre

Il est essentiel d'avoir une législation qui préserve et qui protège les ressources en eau. En Wallonie, c'est dans le Code de l'Eau que sont rassemblées toutes les réglementations en la matière.

Le Code de l'Eau (Livre II du Code de l'Environnement) définit la réglementation portant sur la totalité du cycle de l'eau, allant de la protection du captage d'eau jusqu'au traitement des eaux usées. Il inclut la transposition de la Directive Cadre Européenne de l'Eau (DCE 2000/60/CE), qui vise le bon état quantitatif et qualitatif des masses d'eau, souterraines et de surface. En Wallonie, 33 masses d'eau souterraine ont été définies, réparties sur 3 districts hydrographiques : la Meuse, l'Escaut et le Rhin.

Ces masses d'eau sont surveillées tant du point de vue quantitatif, par un réseau de piézomètres répartis sur tout le territoire wallon (dont de nombreuses données disponibles sur internet : <http://piezo.environnement.wallonie.be>), que du point de vue qualitatif, par l'analyse des eaux souterraines, du point de vue chimique et bactériologique. Les informations sur la qualité de l'eau souterraine proviennent des analyses réalisées par les producteurs d'eau potable ainsi que des échantillonnages spécifiques au suivi DCE.

Ces données sont reprises dans les Plans de Gestion des Districts Hydrographiques, accompagnées de programmes de mesures en vue d'atteindre ou de maintenir le bon état des masses d'eau.

En 2014 (programme sur 4 ans), toutes les masses d'eau souterraine étaient en bon état quantitatif. En revanche, 13 d'entre elles étaient en « mauvais état » qualitatif (critère le plus dégradant retenu), principalement à cause des nitrates et/ou des pesticides.

On comprend l'utilité de programmes tels que le « **Plan de Gestion Durable de l'Azote** (PGDA) qui régit l'épandage de nitrates (périodes, quantité, etc) et le **Plan Wallon de Réduction des Pesticides** (PWRP) dont la nouvelle mouture pour 2018-2022 est en cours de rédaction, ainsi que d'autres arrêtés qui définissent une application des pesticides compatible avec le développement durable.

Le schéma régional des ressources en eau

En vue d'atteindre les objectifs de la DCE, la Wallonie a établi un schéma régional des ressources en eau, qui vise à garantir l'approvisionnement en eau de qualité et en quantité à tout raccordement.

Ce schéma prévoit de rationaliser le réseau de production et distribution d'eau, en favorisant les synergies entre opérateurs et en procédant à la pose « d'auto-routes » de l'eau.

La préservation de la ressource passe aussi par une meilleure gestion des prises d'eau, en encourageant le raccordement au réseau de distribution et en limitant les puits privés, afin de diminuer la pression sur les nappes aquifères (plus il y a de puits, même de faible capacité, plus la pression s'accroît et la surveillance se complique) ainsi que les voies préférentielles d'éventuelles contaminations.

La connaissance des eaux souterraines comme outil de protection

Parce qu'on sait que les nappes aquifères en régions karstiques sont particulièrement sensibles aux contaminations, vu la vitesse importante des écoulements, les dimensions des accès et l'ampleur de la ressource, il est essentiel de disposer d'une bonne connaissance du terrain et des zones sensibles pour optimiser la protection de la ressource en eau souterraine. L'**Atlas du Karst Wallon**, la **carte géologique** et la **carte hydrogéologique** sont autant d'outils, financés par la Région wallonne, qui permettent de localiser et d'identifier les zones à risques avant de pouvoir procéder à des actions concrètes sur le terrain.

La spéléologie et les eaux souterraines

Les dépôts sauvages dans les chantoirs, le remblaiement (ou tout du moins la tentative) de dolines par des déchets en tous genres, le stockage de détritiques à proximité des pertes, qui peuvent se faire emporter lors de crues sont autant de situations critiques contre lesquelles la CWEPSS et les clubs de spéléologie luttent et je ne peux que les remercier et saluer leur travail, réalisé dans des conditions souvent compliquées.

Carlo Di Antonio

Ministre de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire, de la Mobilité et des Transports et du Bien-être animal



L'exploration et la préservation du réseau souterrain actif du Noû Bleû (Sprimont) ont été rendu possible grâce à la collaboration entre les spéléologues, les autorités communales et les exploitants-carriers (photo V. Gerber)

MERCI GEORGES !

Georges Thys, président de la CWPSS depuis sa fondation, vient de passer la main à Gérald Fanuel, à qui nous souhaitons un excellent et fructueux mandat.

Georges a compté parmi les tout premiers spéléos conscients du besoin d'une action d'envergure pour défendre les grottes, le milieu karstique et les eaux souterraines des multiples agressions (pollutions, destructions...) qu'ils subissaient, ainsi que de l'absence de considération dans l'aménagement du territoire ou la protection des sites. Il fut un des co-fondateurs de la Commission Nationale de Protection des Sites Spéléologiques (devenue la CWPSS), établie par les fédérations et groupements belges de spéléologie en 1970.

Georges a littéralement consolidé la CWPSS en lui permettant de disposer d'un secrétariat permanent, non plus animé par des bénévoles en fonction de leur temps libre mais par de vrais professionnels. Atteint par une restructuration de la société qui l'employait, il n'a pas hésité à s'engager lui-même, professionnellement, à la CWPSS permettant ainsi, par ses qualités de gestionnaire, un niveau d'action autrement plus efficace. Ceci a eu pour effet, entre autres, l'engagement dans un second temps de notre chargé de mission permanent, géographe et licencié en sciences de l'environnement.

Connaissant parfaitement le milieu spéléologique où il ne compte pratiquement que des amis, Georges a aussi représenté efficacement la CWPSS dans plusieurs entités officielles, notamment le Conseil Supérieur de la Conservation de la Nature, la Commission des Eaux ou le Contrat de Rivière Haute-Meuse, le premier du genre en Wallonie. De contact facile, mais restant parfaitement critique, aussi à l'aise à défendre sa cause auprès d'un ministre qu'à blaguer avec un spéléo débutant, Georges a défendu maints dossiers difficiles auprès de la Région wallonne ou de multiples communes. Il a d'autre part été chargé par le Conseil de l'Europe de plusieurs missions d'expertise pour développer le tourisme karstique raisonné en Roumanie.



Georges en navigation "old school" sur la rivière souterraine du Gournier en 1964. Une cavité qui compte parmi ses préférées

Irremplaçable, Georges ? Certainement ! Mais démissionnaire, il reste attaché à la CWPSS comme « Past President » et continuera à la représenter auprès de certaines instances. Encore un tout grand merci, Georges !

Il y a quelques années, Georges Thys est venu me sortir de la tanière où je m'étais retiré après de trop longues années de gestion spéléo fédérale. Il m'a demandé de rejoindre le Conseil d'administration de la CWPSS : pas beaucoup de réunions, pas trop à faire, quelques sorties sympas...

Je ne me doutais pas que si peu d'années plus tard, avec l'autre Georges, ils s'y mettraient à deux pour me convaincre de m'investir encore un peu plus dans l'association. Je vous assure qu'ils savent s'y prendre. A eux deux, ils sont irrésistibles.



Lors d'une des nombreuses prospections karstiques en Wallonie, Georges a toujours eu "le nez" pour découvrir des sites karstiques, comme cette résurgence bouillonnante dans les berges de l'Ourthe.

Georges sait tout de la CWPSS, il connaît tous les dossiers, tous les contacts extérieurs dans les associations et les administrations, il est partout où il faut quand il le faut.

Je suis bien conscient qu'il est impossible de le remplacer sans une longue, très longue période de mise en condition.

Comme il a accepté de continuer à s'occuper d'à peu près tout, ça devrait aller pour moi...

Nous partageons, en quelque sorte, une co-présidence qui n'en a pas le nom. Nous partageons surtout une certaine pression qu'il ne souhaitait plus porter seul sur ses épaules. Et je me demande si, depuis qu'il a la possibilité d'être moins en première ligne, il n'est pas encore plus disponible, et en tous cas toujours aussi présent. Mais en assurant sa succession dans la continuité et la sérénité, il prépare l'avenir de cette association qui est aujourd'hui incontournable dans son domaine de compétence. Quelle sagesse...

Pour l'équipe qui se renouvelle, c'est une situation quasi idéale, nous en sommes bien conscients.

Merci Georges !

Claude De Broyer
Co-fondateur de la CNPSS et de la CWPSS

Gérald Fanuel
Président de la CWPSS

La Maison de la Spéléologie vous présente :

DES ACTIONS DE SENSIBILISATION :

Les spéléos se mouillent lors du Big Jump aux Grottes de han le 9 juillet 2017 pour réclamer des eaux de qualité.
Plus d'infos ? www.speleoubs.be

DE LA FORMATION DES JEUNES :

«La spéléo, la nature et toi»

Stage du **10/07 au 14/07 à Namur** (10 /15 ans)

- Découverte du milieu karstique sur et sous terre.

«Les aventuriers du 7^{em} continent»

Stage du **31/07 au 05/08 à Floreffe** (>16 ans)

- Exploration et approche des enjeux liés au milieu souterrain

Plus d'infos ? www.speleoj.be

DES RENCONTRES ENTRE LES ACTEURS :

La fête des spéléos rassemble le temps d'un weekend (15 au 17 septembre 2017) les spéléos européens lors de visites de sites, de workshop, de conférences, d'expositions...

Plus d'infos ? www.speleoubs.be

UNE VITRINE :

Les Journées Nationales de Spéléologie invitent le grand public à rencontrer les spéléos et à partager leurs connaissances sur une quinzaine de sites répartis en Wallonie (30/09 et 01/10).
Plus d'infos ? www.speleoubs.be

DES SERVICES :

- Une bibliothécaire disponible pour vos recherches documentaires, même les plus pointues et un centre de prêt et de consultation de référence !
- Le magasin SpéléRoc vous fournit tout le matériel nécessaire à vos escapades et recherches sous terre

Maison de la Spéléologie :

Avenue Arthur Procès, 5 à 5000 - Namur

Ouvert du lundi au vendredi de 9h00 à 16h30

Tel.: 081/23 00 09



WWW.SPELEOJ.BE



WWW.SPELEOUBS.BE