



Editorial

Votre dernier Eco Karst de 2022 s'accompagne comme de coutume de nos bons vœux pour l'année prochaine. Nous essaierons de notre côté de vous accompagner, via ce magazine (qui en est à son n° 130 !!!), dans un maximum de belles découvertes souterraines et de projets liés au karst, à son étude et à sa protection. L'Eco Karst nous permet de vous annoncer une série d'informations originales concernant les régions calcaires, mais aussi de vous tenir au courant de recherches centrées sur le milieu souterrain en Wallonie. Ce numéro fait la part belle à la présentation de projets et d'études qui ont abouti récemment. Ainsi nous revenons sur :

- *Le bilan du projet Interreg RISCC. Clôturé en novembre 2022, celui-ci avait pour but d'étudier les effondrements naturels (d'origine karstique) ou artificiels (provoqués par des réseaux de mines, minières ou carrières souterraines), à la fois dans le Nord de la France et en Wallonie. Si le contexte géologique entre ces régions est assez proche, la manière de gérer la contrainte « effondrement » diffère (en particulier en zone urbanisée) et les pratiques de part et d'autre de la frontière sont riches en enseignements.*
- *L'origine des nitrates dans les eaux souterraines est au centre de nos préoccupations avec l'étude EPU Karst. Le recours aux analyses isotopiques permet de différencier la source de ce « polluant » qui affecte une part croissante des nappes et des captages en Wallonie. Nous vous invitons à découvrir ces résultats et leurs interprétations pour les systèmes karstiques de Remouchamps et de la Vilaine Source.*
- *La désignation de 2 Parc nationaux de Wallonie. Les heureux élus sont le Parc de l'Entre Sambre et Meuse et celui de la Vallée de la Semois. Ceux deux vastes territoires (d'à peu près 25000 Ha chacun) bénéficieront d'un financement européen dans le cadre du plan de relance de la Wallonie, avec l'objectif ambitieux de promouvoir à la fois la protection de la nature et le tourisme durable.*
- *Enfin, la CWEPSS s'est intéressé au karst autour du village de Xhoris (Ferrière). Ce village s'est développé depuis le Moyen Âge à mi versant sur des terrains carbonatés, dans un secteur où les dépressions et les chantoirs sont nombreux. Avec l'extension urbanistique, le karst y pose bien des problèmes, dont des risques d'inondation accrus. En plus de la description des phénomènes karstiques, nous faisons quelques recommandations pour limiter ces contraintes.*

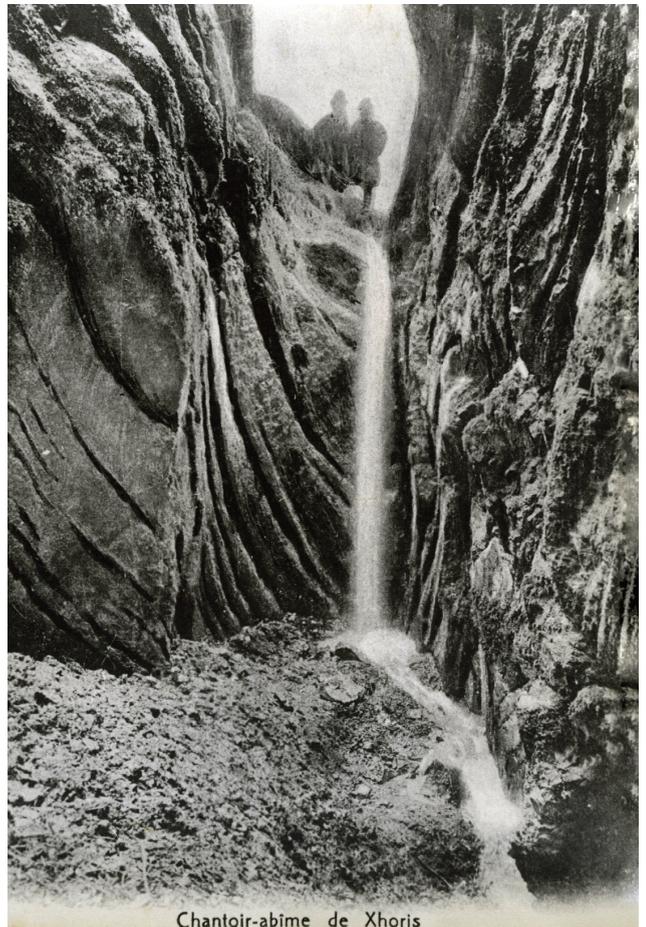
Nous vous souhaitons une bonne lecture, une très belle année et nous espérons avoir de nombreuses informations karstiques intéressantes à vous communiquer en 2023.

L'équipe de la CWEPSS

LE SYSTEME KARSTIQUE DE XHORIS

Impacts sur un village qui ne devrait pas être là!

Ce titre est évidemment provocateur. Xhoris est un charmant village fondé au Moyen Âge (appartenant à l'époque à la Principauté de Stavelot-Malmédy). Une bonne partie de son bâti en beaux moellons calcaires remonte au début du 19^{ème} siècle. Ces constructions traditionnelles et le très beau cadre champêtre typique de la Caestienne contribuent à son caractère particulier et notre intention n'est pas de le raser ou de le déménager. Mais sa situation géographique atypique, à mi versant et en tête d'un système karstique, n'est pas sans conséquences.



Chantoir-abîme de Xhoris

Photo 1. Le puits d'entrée (de plus de 10 m de profondeur) de la chantoire-abîme de Xhoris. Carte postale ancienne (début 20e siècle).

Si au premier abord, lorsqu'on arpente ses ruelles et sentiers, rien de particulier ne s'y remarque, un examen plus attentif des lieux dévoile la présence de nombreux phénomènes peu visibles car masqués par l'urbanisation : pas moins de quatre pertes et de nombreuses dolines sont disséminées dans le village même, sans compter celles de la périphérie proche, hors agglomération. Cette cohabitation peut s'avérer périlleuse dans certaines circonstances pour l'habitat et les habitants. En effet de-ci, de-là on peut observer des fissures dans des bâtiments (anciens ou actuels) et les archives, même récentes, révèlent de nombreux soucis lors de la construction de diverses bâtisses.

A Xhoris, la gestion des eaux, que ce soit des ruisseaux ou du ruissellement, a consisté à canaliser et à enterrer ces écoulements dans un réseau dense et complexe de drains, mélangeant allègrement eaux usées et eaux claires. De ce fait, une seule des quatre chantoires du village est encore alimentée par un ruisseau alors que les autres ont été déviés dans cet égouttage complexe. Égouttage qui au final se déverse et se concentre également dans le système karstique.

Pour ce qui est de la sortie de ces eaux enfouies, si des résurgences sont bien connues, leurs relations avec les points de perte sont loin d'être évidentes et fait que le cheminement souterrain naturel de l'eau reste encore en partie mystérieux. Examinons maintenant de plus près ce système karstique.

Le cadre géographique (fig. 1)

Xhoris fait partie de la commune de Ferrière, au sud de la Province de Liège. Son centre ancien, datant du Moyen Âge,

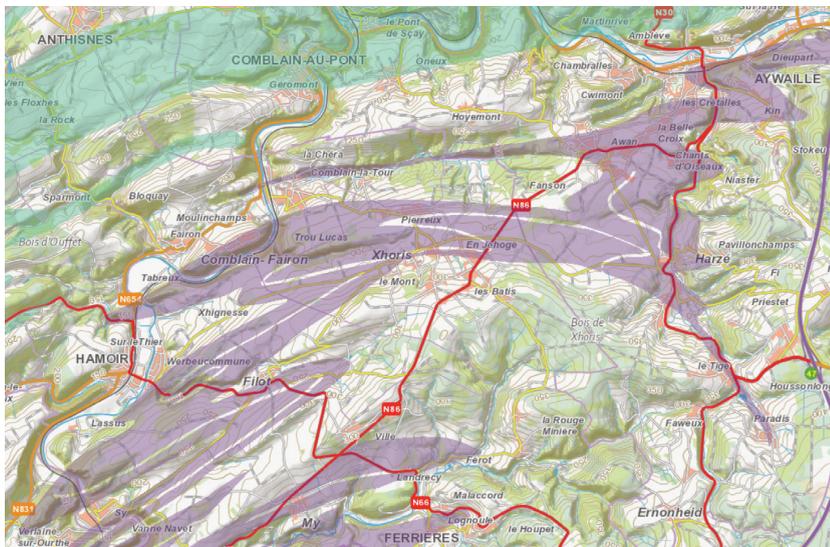


Fig. 1. Carte générale de Xhoris (au centre) et ses environs. En mauve, la bande calcaire de la Calestienne. On voit bien à l'ouest la vallée de l'Ourthe ; au nord et à l'est, la vallée de l'Ambève (fond de carte IGN).

s'est progressivement étalé tout en longueur, le long de l'axe routier joignant Aywaille à Hamoir, en rive gauche d'un petit affluent de l'Ourthe, le ruisseau de la Hé d'Ourthe (appelé aussi Fond de Bléron) qu'on nommera ruisseau de Bléron dans la suite de cet article.

Le village est situé à la limite de la Calestienne, large bande carbonatée séparant l'Ardenne au sud, du Condroz au nord. La crête du versant culmine à 350 m d'altitude et le fond du vallon en contrebas à environ 200 m, tandis que l'axe routier qui traverse le village est à 243 m. Il est donc à noter la forte pente de ce versant (8 %) qui provoque un ruissellement intense, rapidement après les pluies.

En dehors de l'habitat qui s'est développé essentiellement sur le versant au sud du

village ancien, le paysage est majoritairement marqué par des pâtures et seul l'aval du vallon du ru de Bléron est entièrement boisé.

Le cadre géologique (fig. 2)

Du point de vue structurel, on est sur la bordure sud du Synclinerium de Dinant, que la bande calcaire de la Calestienne sépare de l'Anticlinorium de l'Ardenne.

Du point de vue stratigraphique, on se trouve dans le Dévonien, avec au sud les grès des formations de l'Emsien et de l'Efeilien, dont celle du Burnot aux grès rouges qui donnent aux sédiments de surface une couleur caractéristique dans toute la région. Les calcaires du système karstique sont ceux du Givétien et du Frasnien mais séparés par une bande de schistes des formations soit de Nismes, soit de Neuville / Aisémont qui, formant une barrière imperméable, influencent inévitablement les circulations d'eau souterraines. Au nord leur succèdent les schistes du sommet du Frasnien et du Famennien.

La tectonique est complexe, avec plusieurs failles qui ont généré une structure anticlinale grossièrement ovale en surface, au cœur de laquelle le ruisseau de Bléron a creusé son vallon. Deux failles principales ont été reconnues par les géologues : celle de Fanson au nord et celle de Xhoris au sud. Il est à noter que c'est à l'aplomb de cette dernière que se situent trois des quatre chantoires du village.

Hydrologie et système karstique

Le système karstique est principalement alimenté par des rus affluents du ruisseau de Bléron, s'écoulant sur son versant sud, imperméable. A l'origine, ils rentraient sous terre au contact des calcaires dans

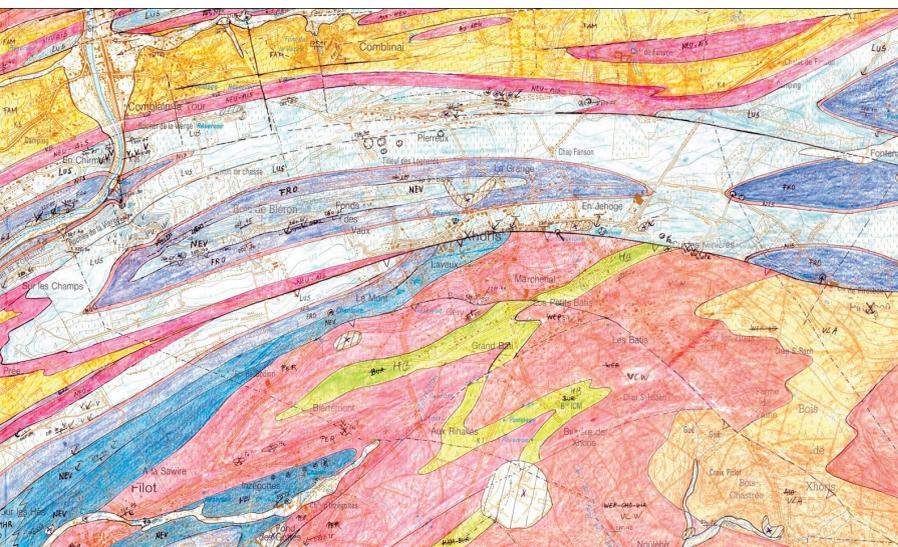


Fig. 2. La carte géologique montre bien la complexité structurelle de la région. En bleu, les calcaires ; en rouge clair, le grès et en rouge foncé, les schistes (J-M Marion & L. Barchy, inédit).

une série de pertes et chantoires (fig. 3). Si hors agglomération, à l'est et à l'ouest, les pertes sont toujours fonctionnelles, sur les quatre chantoires existantes dans le village même, une seule dite de l'Abîme (AKWA 49/6-019; fig. 3, A), reçoit encore les eaux d'un ruisseau dans son lit naturel. Les trois autres ont été déviés de leurs cours dans des canalisations souterraines recueillant également les eaux des précipitations et de ruissellement et, malheureusement aussi, des eaux usées. C'est ici que les choses se compliquent car les exutoires de ces différentes conduites se déversent quasiment tous directement dans le calcaire via des pertes aménagées. Si un de ces aménagements l'a été dans la chantoire de l'École (AKWA 49/6-012; fig. 3, D) qui est donc toujours alimentée, les deux dernières chantoires, c.-à-d. du Moulin (AKWA 49/6-018; fig. 3, C) et Secondaire (AKWA 49/6-116; fig. 3, B), sont aujourd'hui à sec avec leurs vallons amont respectifs, également asséchés, s'estompant ou disparaissant suite à leur anthropisation (jardins, vergers, nouvelles constructions directement dans le lit du ruisseau, etc.) - pour rappel, nous sommes au cœur de l'agglomération (fig. 4).

L'autre déversoir principal a été aménagé plus au nord, dans la perte dite de La Grange (AKWA 49/6-120; fig. 3, E). Cette perte s'est ouverte en 2004 suite à un épisode de fortes pluies qui a généré un double effondrement de la chaussée dans lequel les eaux de ruissellement se précipitaient.

Le trou amont a été remblayé et l'autre a été aménagé en exutoire. En effet, la com-



Photo 2 : Le pertuis artificiel aménagé au droit de la perte de La Grange où se déverse une partie des eaux drainées sous les rues du village et qui s'infiltrent dans la roche sous-jacente

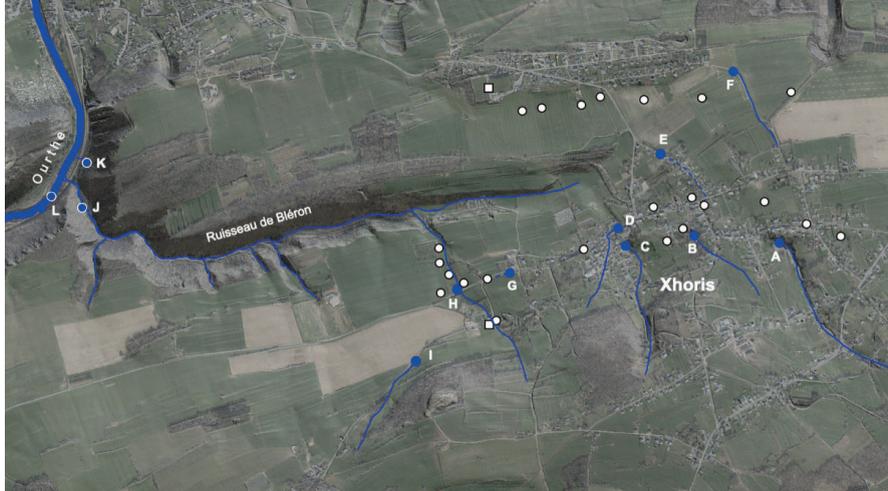


Fig. 3. Localisation des principaux phénomènes karstiques à Xhoris et environs, répertoriés dans l'Atlas du Karst wallon de la CWEPSS (qui n'est certainement pas exhaustif) : pertes (points bleus), résurgences (points bleus et blancs), nombreuses dolines, fontis et autres effondrements routiers (points blancs). Les carrés blancs sont les trois cavités fossiles pénétrables qui, malheureusement aujourd'hui, ne sont plus accessibles.

A : chantoire Abîme de Xhoris. B : chantoire secondaire. C : chantoire du Moulin. D : chantoire de l'École. E : perte de La Grange. F à I : autres pertes non citées dans le texte. J : source du Fond de Bléron. K : source du Rocher de la Vierge. L : résurgence sous-fluviale de l'Ourthe.

mune en a profité pour y placer, après déblaiement, un conduit cylindrique vertical en béton de 3 m de profondeur qui repose sur la roche en place et dans lequel se déverse la canalisation.

La particularité ici est qu'on a fait ainsi passer les eaux, via la surface, par-dessus la barrière schisteuse dont question au chapitre géologie (photo 2).

A la chantoire de l'École (fig. 3, D), l'aménagement est, paraît-il, semblable mais il est inaccessible, enterré dans le jardin d'une maison privée.

Pour ce qui est du retour à la surface de ces eaux, il y a trois points potentiels d'émergences, proches les uns des autres, dans ou non loin de l'Ourthe à la confluence avec le ruisseau de Bléron. Il s'agit de la résurgence sous-fluviale de l'Ourthe (AKWA 49/6-100; fig. 3, L), la Source du Fond de Bléron (AKWA 49/6-001; fig. J) et la Source des Rochers de la Vierge (AKWA 49/6-002; fig. 3, K). On peut noter le changement radical du sens d'écoulement des eaux : en surface avant les pertes, elles se dirigeaient majoritairement vers le nord et, une fois sous terre, prennent la direction de l'ouest.

Toute la question est donc de savoir quelle perte sort où. D'un point de vue théorique, la réponse est loin d'être évidente. En effet alors que ces trois sorties potentielles sont situées à l'ouest, dans la bande calcaire où rentrent les eaux, celle-ci se prolonge également vers l'est où existe une autre résurgence bien connue, dans la grotte du chalet à Aywaille (AKWA 49/3-088), qui pourrait aussi être un point de sortie, hypothèse déjà émise il y a plus d'un siècle (Rahir, 1909).

Heureusement, un des traçages effectués sur le système (voir encadré) a

montré qu'il n'en n'était rien. Ce même traçage a aussi éliminé d'autres sources et résurgences situées bien plus au nord.

Une autre contrainte à la bonne compréhension de la circulation des eaux, on l'a vu au chapitre géologie, est la présence de formations schisteuses au sein du calcaire. Celles-ci peuvent constituer des barrières hydrogéologiques qui peuvent

Traçages réalisés sur le système karstique de Xhoris

VMR (10/04/1903) : injection à la chantoire de Xhoris d'un demi kilo de fluorescéine, eau à 4,5°. Observation des résurgences du Fond de Bléron et du rocher de la Vierge pendant 3 semaines avec prélèvements réguliers et analyse au fluoroscope mais résultat négatif (VMR, 1910).

Louis Nys & Marcel Linsman

- **24/07/1930 :** injection à la chantoire de Xhoris de 400 g d'urarine. Résultats négatifs aux 5 résurgences (Chalet à Aywaille, sources de l'Île, Hamoir, Rochers de la Vierge et Fond de Bléron).

- **08/09/1931 à 15h30 :** injection à la chantoire de l'École de 250 g d'urarine. Sortie dans la résurgence de l'Ourthe le 10/09 au matin.

- **28/09/1931 :** injection de 250 g d'urarine dans la chantoire de Xhoris. Résultats négatifs partout, dans l'Ourthe et aux cinq autres résurgences ou sources (NYS & LINSMAN, 1932).

Philippe Meus - 12/05/1990 : injection de 3 kg d'urarine dans la chantoire de Xhoris, débit 10 l/sec. Sortie dans la résurgence de l'Ourthe après 94h (4 jours), distance 3.500 m.

Des prélèvements effectués ailleurs le long de l'Ourthe ainsi qu'à la grotte du Chalet à Aywaille sont tous restés négatifs. Il n'est malheureusement pas précisé si les résurgences du Fond de Bléron et du rocher de la Vierge ont également fait l'objet de prélèvements (MEUS, 1993).



Photo 3. En aval de la résurgence de Fond de Bléron, d'esthétiques barrages de travertin démontrent la haute teneur en carbonate de l'eau du ruisseau qui en sort.

forcer les eaux à suivre des chemins détournés. La belle lentille des formations calcaires de Fromelennes et de Nèvreumont complètement circonscrites par la formation schisteuse de Nismes, et dans laquelle le ru de Bléron a creusé son vallon au nord du village, en est un bon exemple. Également du côté des résurgences, on constate que celles du Fond de Bléron et du Rocher de la Vierge sont situées en bordure des schistes de la formation de Nismes et pourraient être de simples diffluences issues de la même rivière souterraine. En effet durant l'hiver 2021-22, nous avons mesuré dans chacune d'elles une conductivité (+/-720 μ S) et un pH (+/- 6,65) fort semblables qui pourraient corroborer cette hypothèse (photo 3).

En ce qui concerne les traçages, aucune caractérisation générale n'a été réalisée ; seules les chantoires de Xhoris (49/6-019; fig. 3, A) et de l'École (49/6-012; fig. 3, D) ont fait l'objet d'injections. Par contre, de nombreux sites potentiels de sortie des eaux ont été observés (voir encadré).

En conclusion des quelques traçages effectués sur le système, on peut affirmer que les eaux qui entrent dans la chantoire Abîme de Xhoris et celle de l'École sortent dans la résurgence sous fluviale de l'Ourthe. Par contre, elles ne semblent pas en communication avec les deux résurgences du Fond de Bléron et du rocher de la Vierge, et il n'y a pas non plus de communication de l'autre côté de la bande calcaire, à l'est, à la résurgence de la grotte du Chalet à Aywaille qui est donc un système karstique distinct.

Au vu de ces résultats, on ne peut que s'interroger encore plus sur l'origine des eaux qui alimentent les deux sources du Fond de Bléron et du Rocher de la Vierge et sur le rôle qu'y jouent certainement les schistes de la formation de Nismes.

Vu la complexité de ce système hydrogéologique et de son substrat géologique, seule une caractérisation multi-traçages depuis tous les points de perte permettra de lever le voile sur ce petit mystère.

Les contraintes karstiques

La situation particulière de l'agglomération de Xhoris implantée sur la tête d'un système karstique implique évidemment de nombreux soucis. La figure 3 est édifiante à cet égard, avec son nuage de points blancs et bleus... qui correspond à peu de choses près aux zones urbanisées !

Un peu partout dans le village, on peut voir des murs et des pignons de maisons fissurés, réparés ou non, attestant de la grande instabilité du sous-sol (photo 4), quand ce ne sont pas des bâtiments construits directement dans des dolines.

Parmi d'autres, nous avons un bel exemple rue de Quarreux dont l'extrémité sud traverse une doline qui devait, avant son urbanisation, mesurer près de 60 m de longueur pour 30 m de large et quelques mètres de profondeur. Coupée en deux par le talus de la rue, elle est bâtie de plusieurs maisons. Or à moins de 50 m à l'est se trouve la chantoire Secondaire (voir chapitre hydrogéologie) dont le thalweg se prolonge vers la doline. Il ne faut pas être grand clerc pour imaginer que la doline soit un ancien point de perte du ruisseau de la chantoire et que l'avoir urbanisée n'était pas forcément une bonne idée (fig. 4).

Début des années 2000, lors de la construction d'une villa en bordure de la rue principale à l'entrée est du village, au lieu-dit La Grange, les travaux de fondation ont mis au jour une cavité métrique dans le calcaire. Celle-ci a été complètement remplie de béton et la villa fut quand même construite.

À la même époque, dans la vaste prairie au lieu-dit En Jehoge, un projet de lotissement avait pour but d'implanter une série d'habitations là où le sous-sol est en partie calcaire. Une étude géophysique préalable fut commanditée auprès du Service de géologie de l'Université de Mons. Celle-ci montra que le sous-sol au droit de la majorité des bâtiments prévus était truffé de paléokarsts et de cavités remplies de dépôts meubles. Suite à cette étude, le lotissement n'a, heureusement, jamais été réalisé (Kaufmann & Delgranche, 2005).

De tels exemples montrent à suffisance l'instabilité potentielle du sous-sol calcaire à Xhoris. Avant d'y entamer toute construction, il est absolument nécessaire d'effectuer une sérieuse étude de faisabilité.



Photo 4. Dislocation d'une maison du village, probablement construite sur un vide karstique (photo J.-C. Schyns, 2005).

Les risques d'inondations

On l'a vu au chapitre hydrologie : au cours du temps, les écoulements d'eau à Xhoris, ruissellements et ruisseaux, ont été sérieusement modifiés. La majorité de ceux-ci se retrouvent aujourd'hui dans des conduits souterrains artificiels. À cela, il faut ajouter une forte et récente urbanisation, avec l'étanchéification qui en résulte, principalement développée sur le versant sud et dominant le village ancien, vers lequel les eaux s'écoulent au lieu de pénétrer dans le sol.

Si en temps normal de périodes de hautes eaux, le système de drainage fonctionne relativement bien, il n'en va pas de même lors de grosses crues avec évidemment, en point d'orgue, l'épisode exceptionnel de la mi-juillet 2021 qui a vu s'inonder une bonne partie du village.

Signalons le cas particulier de la chantoire-abîme de Xhoris (AKWA 49/6-019), impressionnante cuvette de 15 m de profondeur pour 50 m de large et plus de 80 m de longueur, prolongée en sous-sol par une cavité dont plus de 300 m de galeries ont pu être explorées dans le passé (photo 1). Passé, car malheureusement au gré des crues, la cavité s'est remplie de sédiments ; il ne subsiste aujourd'hui qu'un porche rocheux là où auparavant s'ouvrait un puits d'entrée de plus de 10 m de profondeur ! (photo 5).

Cette obstruction a évidemment des conséquences sur l'écoulement des eaux : au-delà d'un certain débit, la perte de saturation et la doline se remplit. Vu sa taille, il y a heureusement un effet tampon et la plupart du temps, la décrue s'amorce avant que la doline ne déborde. Malheureusement ce n'est pas toujours le cas et ponctuellement, le ruisseau passe outre de celle-ci, continue vers l'aval dans son ancien lit, inondant le quartier construit en contrebas - ce qui fut le cas en juillet 2021.

Conclusion

Comme le titre le suggère, il aurait mieux valu que le village de Xhoris ait été implanté ailleurs. Évidemment, il existait déjà au Moyen Âge - époque où le risque karstique ne devait pas être une notion courante, et la proximité de l'eau primordiale ; l'agglomération s'est ensuite peu à peu étendue pour devenir celle que nous connaissons aujourd'hui malgré, certainement, les soucis que cela devait générer et qu'il fallait subir. Il n'empêche qu'aujourd'hui, ces risques sont bien mieux connus ; on ne peut donc que recommander l'extrême prudence avant toute implantation de nouveaux bâtiments et même de voiries au droit du calcaire.

En ce qui concerne les inondations, il est regrettable évidemment que les anciens aient établi leur habitat dans des vallons secs qui, en réalité, ne le sont pas en permanence. Et il n'a pas fallu attendre les crues exceptionnelles de la mi-juillet 2021 pour s'en rendre compte, le village étant "depuis toujours" sujet à des inondations générées, entre autres, par le débordement des chantoires. Cette situation oblige les pouvoirs publics à la mise en œuvre de lourds et coûteux travaux pour essayer, si pas d'éviter ces inondations, du moins les minimiser. Alors qu'évidemment, si il n'y avait pas de maisons dans le lit des ruisseaux, il n'y aurait pas de problèmes et on pourrait se contenter de regarder l'eau couler...



Fig. 4 : Le relief sur fond de photo aérienne du centre de Xhoris qui montre les chantoires (points bleus), les dolines (cercles blancs) et les cours d'eau, actuels (traits bleus) et anciens (tirets bleus) : A : Chantoire secondaire, aujourd'hui à sec. B : Doline de Quarreux, aménagée en jardin. C : Doline du Sentier, urbanisée et remblayée en son milieu (tiret blanc) par le talus de la rue. D : Chantoire du Moulin, aujourd'hui à sec et dont la doline a été aménagée en verger. E : Chantoire de l'École, enterrée sous une pelouse et qui sert d'exutoire aux canalisations de drainage des eaux. F & G : Points d'entrée dans les canalisations souterraines des ruisseaux qui alimentaient autrefois respectivement la chantoire Secondaire et la chantoire du Moulin.

Bibliographie

CWEPSS, 2011. *Karst et aléas d'inondations. Recommandations concernant la zone de Xhoris/Ferrières. Rapport rédigé dans le cadre de la Convention CWEPSS / SPW-DGO4 11/ 45-087.*

DELABY, S., 2003. *Contraintes karstiques : carte 49/6 – Ferrières.*

KAUMANN O. & DELGRANCHE J. *Rapport de synthèse de la reconnaissance géophysique du sous-sol réalisée dans le cadre du projet de lotissement de Xhoris (commune de Ferrières).* Faculté Polytechnique de Mons. Rapport inédit.

MEUS, P. 1993. *Hydrogéologie d'un aquifère karstique dans les calcaires carbonifères (Neiblon-Anthisnes).* Thèse de Doctorat en Sciences, Université de Liège, p. 204-207.

NIEDNER, F., 1985. "Chantoire de Xhoris, où en est-on ?" *Feuille de liaison du Club de Recherches Spéléologiques de Liège*, 28 : 1-8.

NYS, L. & LINSMAN, M., 1932. "Hydrogéologie du massif de Xhoris". *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 55 : 69-71.

RAHIR, E. 1909. *Merveilles souterraines de la Belgique.* Bruxelles, Touring Club de Belgique, J. Lebelgue, p. 32-36.

VMR (VAN den BROECK, E., MARTEL, E.-A. & RAHIR, E.), 1910. *Les Cavernes et les Rivières souterraines de la Belgique.* Bruxelles, Lamertin, tome 1, p. 448-458 & fig. 114-117.

Charles Bernard
CWEPSS



Photo 5 : Vue de l'extérieur de la chantoire-abîme de Xhoris, aujourd'hui entièrement remplie de sédiments.

ORIGINE DES NITRATES DANS LES EAUX SOUTERRAINES

Identification à l'aide d'analyses isotopiques appliquées à Lesve et à Remouchamps

Le nitrate fait partie des polluants les plus préoccupants pour les eaux souterraines. Deux tiers du territoire wallon sont repris en zone vulnérable du point de vue du nitrate, or pas moins de 91 % des prélèvements d'eau souterraine par des captages proviennent de cette même zone !

Afin de garantir une ressource en eau potable de qualité et de prendre les mesures préventives ou de traitement qui s'imposent, il est impératif de mieux appréhender l'origine et l'évolution des différentes formes de l'azote (N) présentes dans les aquifères karstiques. Pour proposer des solutions et recommandations qui soient efficaces et correctement ciblées, il faut aller au-delà de la quantification en termes de concentrations et s'attacher à identifier, tracer ou caractériser les différentes sources de cette pollution, à savoir l'agriculture intensive mais aussi les eaux usées, les épandages, etc. Dans ce contexte, les approches isotopiques ont connu un essor considérable ces 30 dernières années, avec des applications dans de nombreux domaines, comme les problématiques alimentaires et médico-légales, mais aussi les études environnementales.

De nombreux travaux ont eu recours à l'utilisation des isotopes pour la problématique du nitrate dans le cycle de l'eau. Avec le concours et le soutien scientifique de l'Université de Liège (GEO³ - Hydrogéologie & Géologie de l'Environnement), il a été décidé d'appliquer la technique isotopique sur deux des 5 systèmes karstiques investigués par le projet EPU Karst (étude sur la protection de la ressource "Eau" menée par la CWPSS et ses partenaires et financée par la SPGE). L'approche isotopique pouvait apporter un certain éclairage sur des valeurs particulièrement élevées (ou basses) en nitrate mesurées dans ces karsts et essayer d'en discriminer les origines, en particulier tenter de confirmer les hypothèses faites d'après les observations de l'occupation du sol.

Nous présentons ci-après nos premiers résultats relatifs au système karstique de Lesve, dont le bassin d'alimentation présente des sources multiples de contamination en nitrate, et des analogies avec les résultats obtenus autour de la grotte de Remouchamps.

Le nitrate dans les eaux souterraines

Le gaz N₂ (diazote) est le composant principal (78 %) de l'atmosphère. Il est essentiel à la vie (il entre dans la composition des protéines et dans l'ADN des cellules) et conditionne en partie la croissance de la végétation (pour autant qu'il soit sous une forme assimilable par les plantes). Pour booster la production végétale, l'épandage d'engrais NPK (formule comprenant tout à la fois de l'azote (N) du phosphore (P) et du potassium (K)), permet d'apporter une quantité supplémentaire de ces constituants aux cultures. Cependant vu sa grande solubilité, le nitrate est facilement lessivable et est mal retenu dans les sols laissés à nu.

En cas d'apport trop important et/ou d'épandages dans de mauvaises conditions, le surplus de nitrate va s'infiltrer dans le sol pour ensuite contaminer les eaux en surface, contribuant à l'eutrophisation des rivières et affectant la qualité des nappes aquifères. Le nitrate fait partie des polluants les plus préoccupants présents dans les eaux souterraines en Wallonie. Cette problématique est d'ailleurs généralisée aux états européens et la majorité des pays de la planète sont impactés, à des degrés divers mais de manière avérée.

Une partie des aquifères de Wallonie présente des concentrations en nitrate de plusieurs dizaines de mg/L, certains dépassant la norme de potabilité de 50 mg/L définie par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

Depuis les années 1950, les concentrations observées dans les eaux souterraines sont en très



Photo 1. Prélèvements d'eau et mesures de débit à la résurgence de la Vilaine source, exutoire des eaux souterraines du vallon de Lesve.

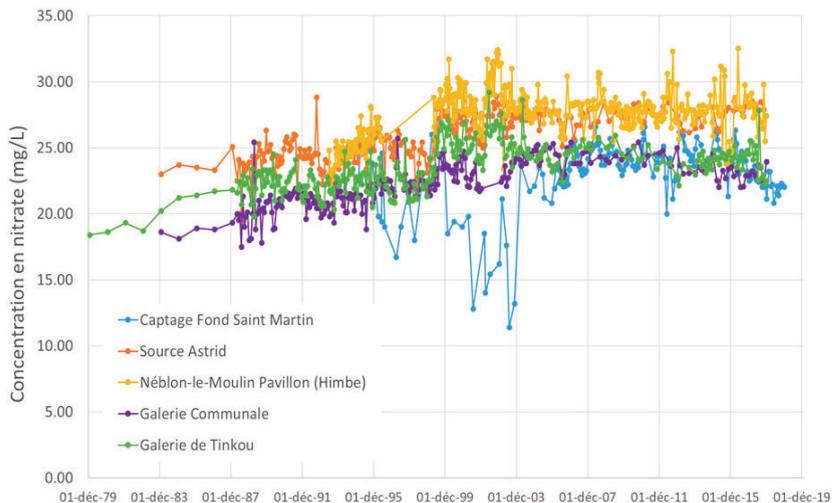


Fig. 1. Chronologie de l'évolution des concentrations en nitrates observées dans les captages de la CILE au Néblon entre 1980 et 2021 (Données SPW - Calypso).

nette augmentation. On constate toutefois sur les 10 dernières années une stabilisation, voire une légère baisse sur certaines masses d'eau souterraine. Celle-ci pourrait correspondre aux premiers effets positifs des mesures agro-environnementales prises pour limiter les intrants. Cependant, la situation reste préoccupante et la "décrue" du nitrate dans certains aquifères qui présentent une inertie de plusieurs dizaines d'années (les craies notamment) n'est pas encore observée.

Le nitrate n'épargne pas les aquifères karstiques qui sont particulièrement vulnérables aux polluants provenant de la surface à cause de leur "triple porosité" (matrice, fractures et conduits) qui détermine leur perméabilité et les écoulements souterrains.

Or, ces mêmes aquifères constituent la principale ressource en eau potable en Wallonie. Leur qualité peut être mise à mal par la hausse des taux de nitrate, au point que certaines prises d'eau souterraine doivent être abandonnées, faire l'objet d'un traitement spécial ou être diluées avec des eaux d'une autre provenance, moins riches en nitrate, pour rester sous les normes de potabilité.

Il est communément admis que la source principale de pollution au nitrate provient des épandages agricoles, sous forme de fertilisants synthétiques et d'effluents d'élevages. Cependant à

l'échelle plus locale, d'autres sources de contaminations apparaissent, telles que les rejets d'eaux usées provenant des zones d'habitat et/ou d'activités économiques.

Comprendre l'origine et les processus hydrologiques, chimiques et biologiques (impliquant notamment des bactéries) qui influencent la concentration et la propagation du nitrate dans les eaux souterraines s'avère dès lors fondamental pour protéger la ressource en eau potable, d'importance vitale.

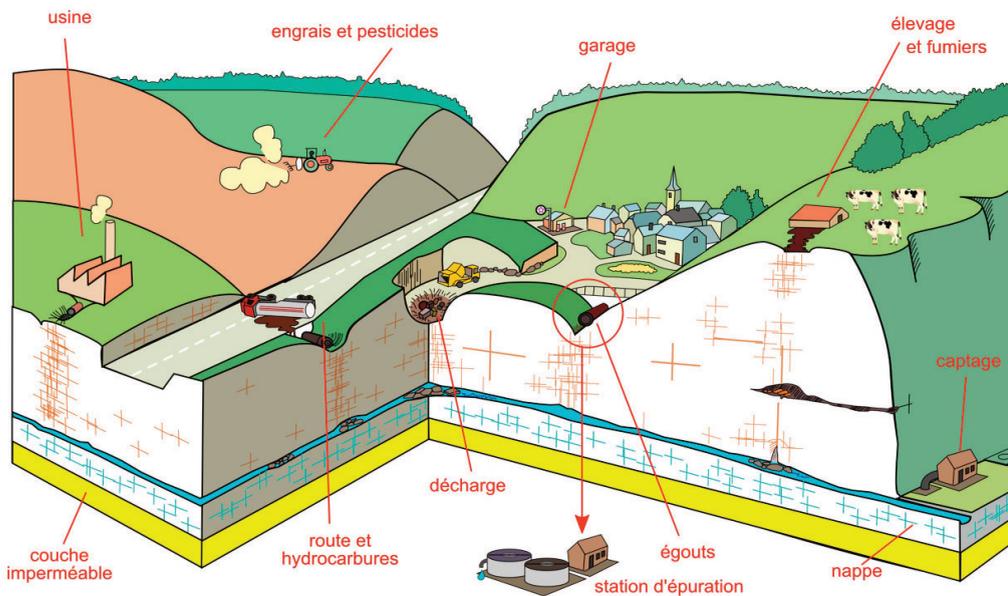


Fig. 2. Pollution des eaux souterraines et intrants en nitrates. Ceux-ci ont plusieurs origines : ils peuvent être diffus (infiltration via des superficies agricoles, bétail et épandage de fertilisants, ruissellement des eaux sur le réseau routier ou une surface industrielle) ou concentrés (introduction via des pertes, dolines, chantoirs, puits perdants et rejets d'eaux usées, ou encore des décharges et des activités anthropiques). Le nitrate peut aussi avoir une origine naturelle, non reprise dans ce schéma, via la fixation de l'azote atmosphérique par les plantes et la transformation de l'azote dans le sol/sous-sol via plusieurs bactéries (source : CWEPS asbl).

Analyses isotopiques

Les isotopes stables possèdent souvent un nombre de neutrons proche de leur nombre de protons et ils ne sont pas sujet à une désintégration. La proportion entre les isotopes d'un même atome (appelée composition isotopique) est influencée par un ensemble de processus biologiques, physiques et chimiques, appelé fractionnement isotopique, que connaît cette espèce chimique au cours de son cycle de vie. Caractériser la composition isotopique d'une espèce chimique est donc susceptible de fournir des informations précieuses sur son origine et l'évolution des atomes ou des molécules qui la composent au cours du temps... et donc sur la source de ces molécules observées dans l'environnement ("empreinte digitale isotopique").

L'azote possède de nombreux isotopes dont deux (^{14}N et ^{15}N) sont stables, et dont la forme la plus courante est ^{14}N . Le facteur d'enrichissement en ^{15}N (défini suivant le rapport constant $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ dans l'atmosphère) permet de distinguer le nitrate provenant de fertilisants synthétiques du nitrate issu des effluents d'élevage et urbains.

En combinant cette variable avec le rapport des isotopes stables de l'oxygène (^{18}O et ^{16}O), on peut plus nettement déterminer la signature du nitrate associée aux retombées atmosphériques très fortement enrichies en ^{18}O , et mettre en évidence les processus de

dénitrification, marqués par une augmentation conjointe (rapport proche de 2 :1) du ^{15}N et ^{18}O dans le nitrate résiduel.

Ces rapports isotopiques ne suffisent pas à établir de manière indiscutable l'origine du nitrate présent dans l'eau et de différencier les apports agricoles et anthropiques / urbains. La signature isotopique de l'azote n'étant pas stable dans le temps, la composition isotopique des composés azotés est susceptible d'évoluer sous l'effet de réactions physiques, chimiques et biologiques qui affectent l'azote dans les environnements naturels.

En combinant le rapport des isotopes stables du nitrate avec ceux du bore ($^{11}\text{B}/^{10}\text{B}$, ^{11}B), on peut affiner l'analyse : le bore n'est pas affecté par le fractionnement isotopique comme l'est le nitrate (en tout cas, aux pH rencontrés dans les eaux karstiques).

Par conséquent, une utilisation combinée des isotopes de l'azote et du bore (analyse d'abondance) constitue un meilleur indicateur pour discriminer les principales sources de pollution en NO_3 dans les eaux souterraines.

Sur le diagramme $\delta^{15}\text{N}$ vs $\delta^{11}\text{B}$ (fig. 3), les eaux analysées vont se regrouper selon des zones ("cases") correspondant aux différentes origines (sources) du nitrate dans les eaux. La détermination de ces "cases" a été possible suite à de nombreuses études menées sur ces isotopes (voir Nikolenko, *et al.*, 2018) pour plus de références).

Pour peu qu'il n'y ait pas trop de mélange entre différentes sources apportant du nitrate, on peut dans une certaine mesure déterminer si l'azote présent dans les eaux souterraines provient de :

- fumiers de différents animaux (celui des poules et des vaches peut être différencié du fumier des cochons) ;
- déchets verts, engrais organiques et milieu forestier (décomposition végétale et compost) ;
- dépôts atmosphériques et/ou azote provenant de la pluie ;
- fertilisants et engrais chimiques enrichis en N ;
- eaux usées d'origine domestique ou industrielle.

Il ne faut pas voir dans ces "cases" des limites strictes . Elles restent indicatives et sont sujettes à interprétation, surtout en cas de mélange d'eaux et de sources multiples de nitrates.

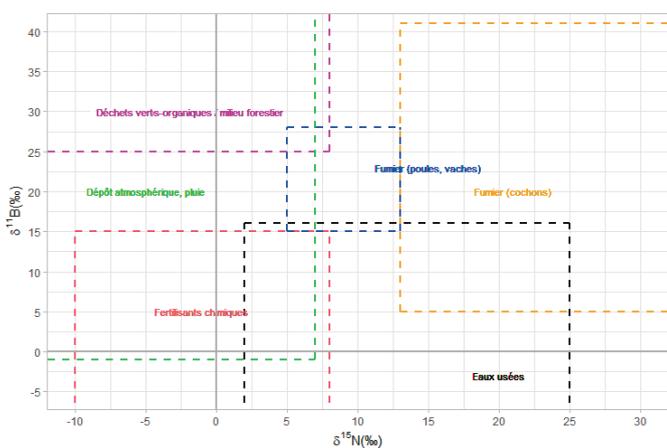


Fig. 3. Diagramme $\delta^{15}\text{N}$ vs $\delta^{11}\text{B}$ où les eaux souterraines et de surface, analysées selon leurs rapports isotopiques, vont se répartir dans différentes "cases" permettant d'identifier l'origine (source) des nitrates qu'elles contiennent.

Qu'est-ce qu'un isotope ?

Un même atome peut présenter plusieurs « formes » possédant le même nombre de protons (et d'électrons) mais un nombre variable de neutrons et donc une masse atomique différente. Prenons l'exemple de l'oxygène : son isotope principal est ^{16}O (son noyau étant composé de 8 neutrons et de 8 protons, d'où sa notation). Il représente 99,75 % de l'oxygène naturellement présent dans l'atmosphère. Il existe en tout 17 isotopes de l'oxygène dont la masse atomique varie de 12 à 28 u mais seuls ^{16}O , ^{17}O et ^{18}O sont stables.

Les éléments chimiques qui composent les molécules auxquelles on s'intéresse présentent plusieurs formes isotopiques.

Les isotopes instables subissent un processus spontané de **désintégration radioactive** : l'atome réduit sa masse en émettant des particules et des rayonnements et se transforme en un atome différent du premier. Le produit de cette désintégration n'est pas nécessairement stable ; si l'atome issu de la désintégration est instable, il se désintégrera à son tour, formant une chaîne de désintégration qui ne s'arrêtera que lorsqu'elle aboutira à un atome stable. Les isotopes instables et radioactifs sont tous caractérisés par une vitesse de désintégration spécifique dont on mesure le temps de **demi-vie**. Les isotopes radioactifs peuvent dès lors être utilisés pour la datation (comme le ^{14}C , le tritium ^3H , ou encore le rapport Uranium/Thorium par exemple).

Application au système karstique de Lesve

Parmi les 5 systèmes karstiques étudiés par EPU Karst, c'est celui aboutissant à la Vilaine Source (Lesve, Profondeville) qui présente les concentrations en nitrate les plus élevées, de même qu'une occupation du sol très variée avec des apports en nitrate de diverses origines.

L'eau de percolation prélevée directement dans la grotte de la Vilaine Source (fig. 4) présente des concentrations particulièrement élevées, pouvant atteindre 120 mg/l. Nous souhaitons donc mieux comprendre et analyser l'origine de ces poussées de nitrate et tenter de les mettre en parallèle avec une activité en surface ou une occupation du sol particulière.

Des prélèvements d'eau pour l'analyse isotopique, menés en collaboration avec le projet SPGE CASPER ont été réalisés à deux reprises, en janvier 2021 et en avril 2022, sur l'ensemble des 13 stations d'échantillonnage du monitoring EPU Karst (fig. 5, étoiles VS01 à VS13).

Les premiers prélèvements ont été réalisés en hautes eaux avec une percolation particulièrement active et des débits importants, tant aux points de pertes qu'à la résurgence, alors que l'échantillonnage en avril 2022 s'est fait dans des conditions plus sèches.

Ces deux campagnes réalisées à des périodes différentes de l'année permettent de vérifier s'il y a une certaine continuité quant à l'origine des nitrates et d'estimer l'impact des conditions hydrologiques sur la mesure des isotopes du nitrate dans un contexte karstique très réactif et dynamique.

Résultats et discussions

Sur les diagrammes $^{15}\text{N}/^{11}\text{B}$ des deux campagnes (fig. 6A & 6B), on observe les éléments suivants :

- Les eaux des **chantoirs VS01, 03 et 04**, soit Renard, Taureau et Coloration (entourés d'un cercle bleu clair), figurent dans la case

« eaux usées » du diagramme, et ce pour les deux campagnes.

Ceci ne fait hélas que confirmer nos observations sur le terrain et nos doutes quant à l'intégrité du système de collecte et d'épuration des eaux dans le vallon : une partie des eaux usées continue à être directement déversée dans le karst, malgré la mise en place d'un collecteur spécifique depuis 2011 (fig. 6.A).

En période sèche, lorsque la dilution est inopérante, l'odeur et la couleur des eaux aboutissant à certains points de pertes laissent peu de doute quant à une contamination par des égouts.

Les analyses bactériologiques en ces points vont également dans ce sens, avec de très fortes concentrations en entérocoques et E. Coli. Sur le diagramme (fig 6 A et B), ces 3 points sont également assez proches de la case du fumier de poules et vaches, ce qui reste cohérent vu la présence importante de champs agricoles dans leur bassin d'alimentation, qui « bénéficie » d'épandages réguliers.

La place du **chantoir de Normont (VS06)** dans le diagramme se différencie nettement des autres pertes, en 2021 comme en 2022. Ce chantoir présente des spécificités au sein du système :



Fig. 4. Echantillonnage des gours de la Vilaine Source par l'équipe de la SSN, dans le cadre des analyses d'eau réalisées tous les deux mois pour le projet EPU Karst (photo SSN).

- a) il s'agit d'un sous bassin extérieur au vallon sec de Lesve proprement dit, alors que toutes les autres pertes sont alignées et connectées à un conduit principal rejoignant la grotte de la Vilaine source ;
- b) son bassin est majoritairement forestier et ne comprend ni habitations ni cultures.
- c) depuis le début de la campagne de pré-

lèvements, cette perte présente les concentrations les plus faibles en nitrate. La signature isotopique des eaux du Normont confirme nos observations, en se plaçant sans surprise dans la case du nitrate provenant de la décomposition de végétaux et un apport du milieu forestier.

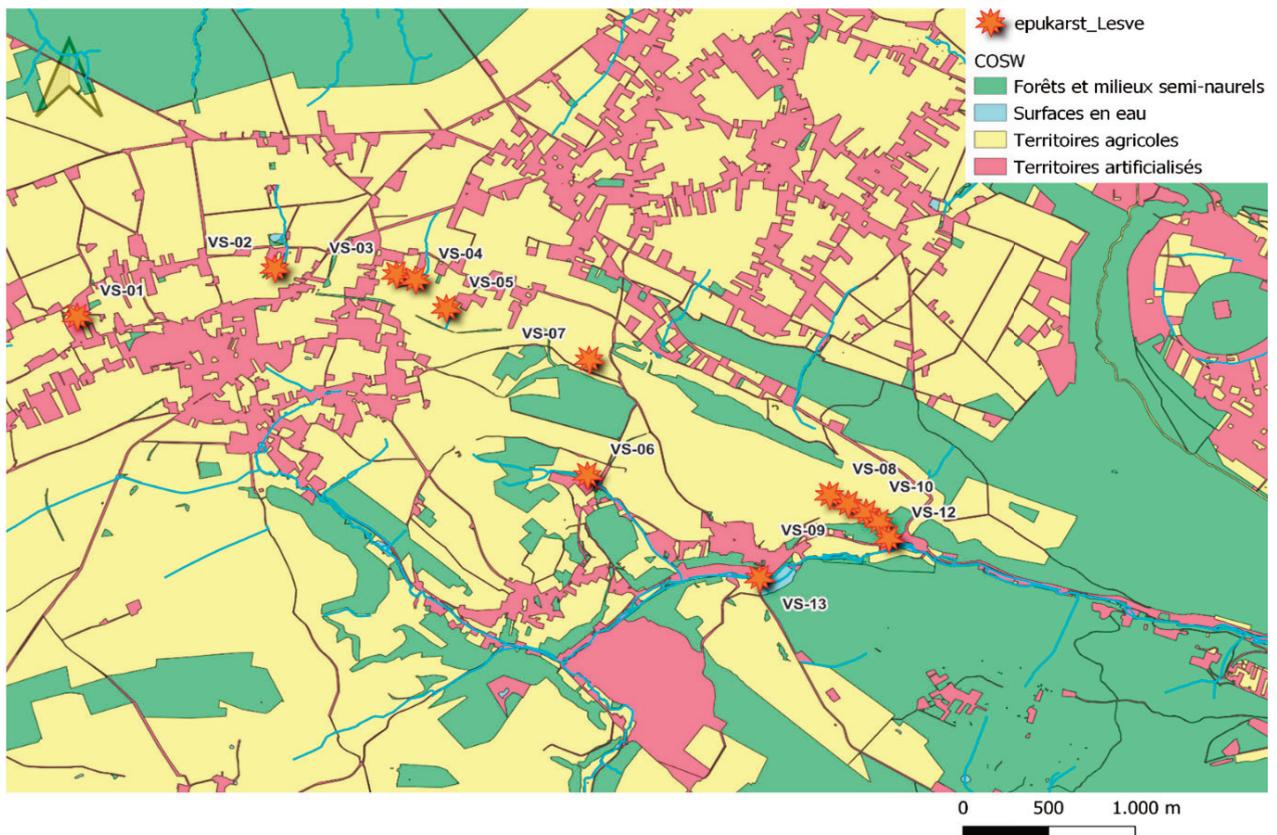


Fig. 5. Occupation du sol et points de prélèvements dans le système karstique de Lesve..

Au sommet du diagramme, les points **VS09, VS10 et VS11** regroupés dans le cercle rouge, correspondent aux **percolations dans la grotte de la Vilaine Source**. Ils présentent pour les deux campagnes, les concentrations en nitrate les plus élevées du système.

Ces points sont complexes à interpréter car ces eaux ne proviennent pas d'un écoulement direct depuis une perte connue mais résultent de l'infiltration depuis la surface au travers de l'épikarst et des fissures de la roche calcaire à l'aplomb des galeries souterraines.

Cette percolation diffuse peut être affectée par des phénomènes de stockage / piégeage, voire un effet de "chasse" en cas d'apport d'eau massif. Ils ont une incidence sur les temps de résidence variable et rendent moins significatives les seules mesures de concentrations.

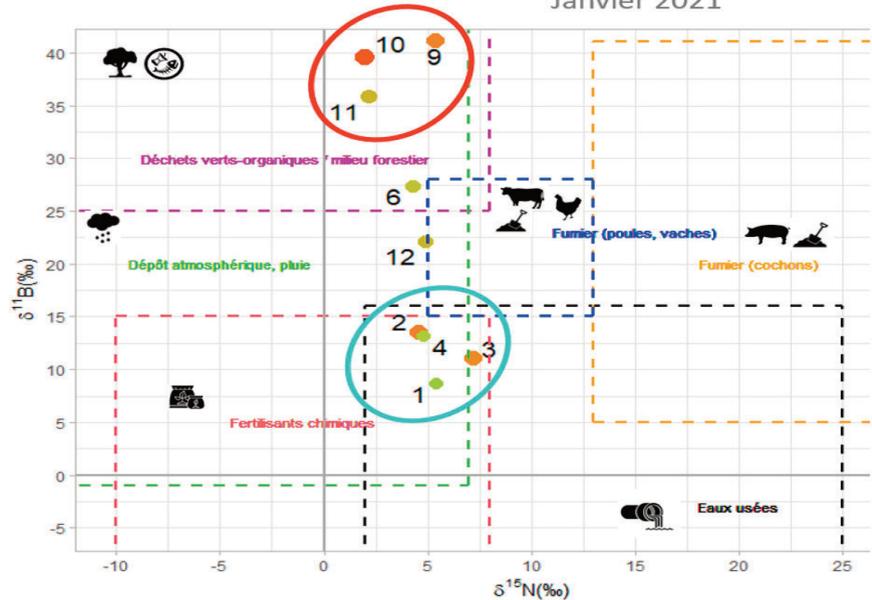
La signature isotopique de ces points est à l'opposé de celle des eaux usées, ce qui est logique vu l'absence d'urbanisation à cet endroit. Elle s'inscrit au contraire assez haut dans l'ensemble des déchets verts / organiques et proche des fumiers (poules - vaches). L'occupation du sol en surface étant purement agricole, le nitrate proviendrait donc principalement de fumures et d'engrais naturels.

La résurgence de la Vilaine Source (VS12), alimentée à la fois par la nappe, la percolation et les points de perte, est bien un mélange d'eau. Elle se situe en position intermédiaire sur le diagramme, entre les eaux des pertes et de la percolation pour l'année 2021. La signature isotopique correspond à un mélange équilibré des différentes sources identifiées dans le système.

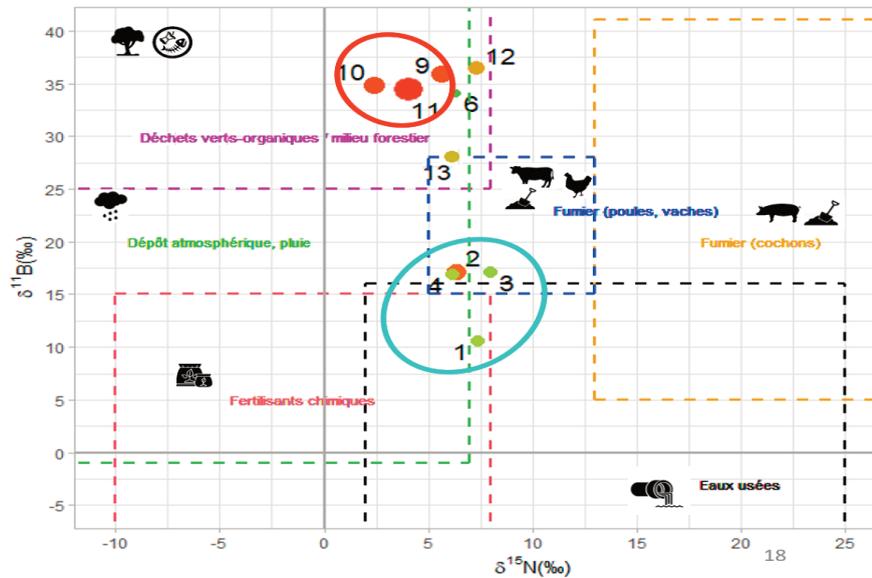
En 2022, le point se déplace vers le haut du diagramme (fig 6.B ; c'est d'ailleurs un des seuls à se déplacer notablement d'une campagne à l'autre). Nous interprétons ceci comme une modification des proportions dans les apports de ce mélange, directement liée aux débits. Le débit étant nettement plus faible au niveau des pertes en avril 2022, la résurgence a reçu une contribution proportionnellement plus importante de la percolation et de la nappe d'eau, se rapprochant dès lors de la signature isotopique observée dans les gours.

L'eau de la résurgence reflète donc un mélange dont la composition dépend du débit apporté tout à la fois par les chantoirs, la percolation et la nappe. Elle se marque à la fois par du nitrate lié principalement à l'apport du milieu forestier & agricole (engrais naturels) et par un apport d'eau usée, de fumier de poules ou de vache et de fertilisants chimiques provenant des pertes, dont la proportion augmente en périodes de hautes eaux.

Janvier 2021



Avril 2022



ID	NOM_LONG	Type
VS-01	Trou du Renard	Chantoir
VS-02	Trou du Moulin	Chantoir
VS-03	Trou du Taureau	Chantoir
VS-04	Chantoir de la Coloration	Chantoir
VS-06	Chantoir de Normont	Chantoir
VS-09	Vilaine Source - Méduse	Gours
VS-10	Vilaine Source - Les Gours	Gours
VS-11	Vilaine Source - Salle Sept	Gours
VS-12	Vilaine Source - Résurgence	Résurgence
VS-13	Burnot à l'amont de la VS	Rivière

NO3 [mg/L]



Fig. 6A.B. Diagrammes d¹⁵N vs d¹¹B en 2021 et 2022 pour le système de Lesve.

Enfin le point **VS13**, uniquement analysé en avril 2022, est prélevé **dans le Burnot**, quelques centaines de mètres en amont de la Vilaine Source. Tant du point de vue de la concentration que de l'origine du nitrate, cette eau de surface se différencie quelque peu de celle de la résurgence. L'origine du nitrate y correspond certainement à un mélange, où l'apport des fertilisants naturels (fumiers) et forestiers sont prépondérants, ce qui est cohérent avec l'occupation du sol à l'échelle du bassin.

L'approche isotopique appliquée au Vallon des Chantoirs

Les analyses réalisées à Remouchamps donnent des concentrations en nitrate plus faibles par rapport à Lesve. En utilisant la même échelle de gradation (couleur et taille) dans le diagramme en fig 7A, on relève les éléments suivants :

Un seul point (**RM05**) atteint la valeur de 50 mg/l, uniquement pour la campagne de 2021, alors qu'à la Vilaine Source tous les prélèvements dans la grotte dépassaient ce seuil. En avril 2022, toutes les stations analysées voient leur concentration en nitrate diminuer par rapport à 2021.

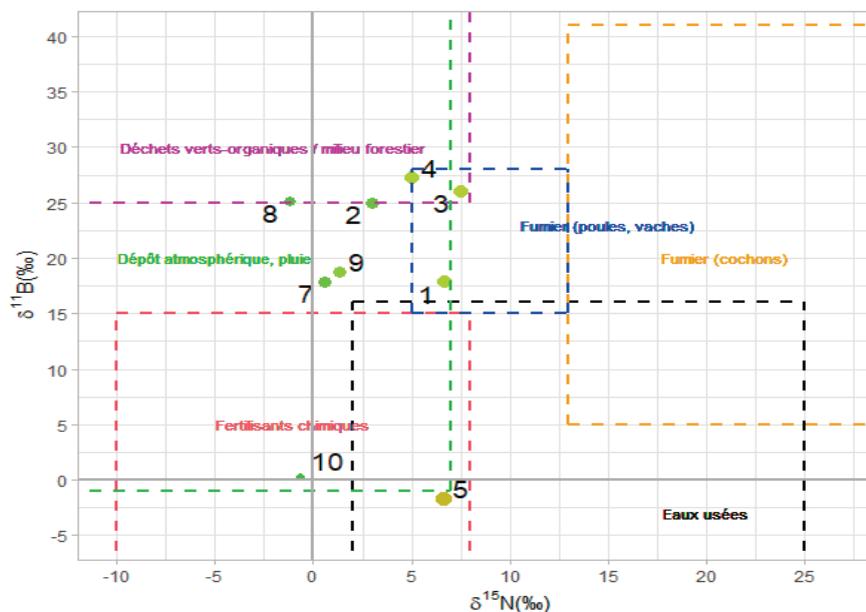
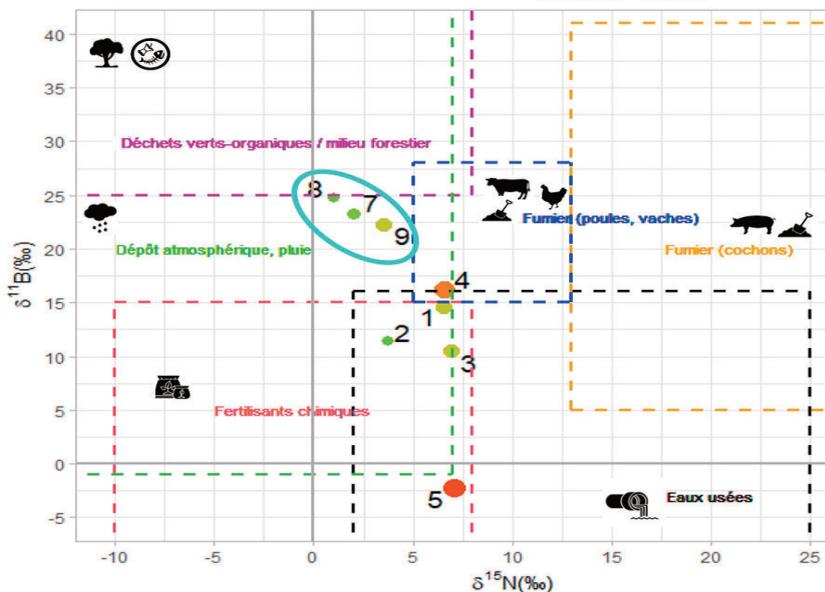
En 2022 (fig 7B), nous avons également pris comme point de référence l'**eau de pluie** récoltée à l'extérieur de la grotte. On voit que cette pluie présente des ^{15}N et ^{11}B proches de zéro.

Les graphiques ^{15}N vs ^{11}B permettent d'observer que lors des deux campagnes, les **chantoirs** (fig.7, RM 7, 8, 9) présentent des concentrations en NO_3 basses à intermédiaires (entre 7 et 16 mg/L) et des signatures isotopiques très similaires. Sur cette même figure, la signature du nitrate pour les eaux des chantoirs est de type agricole, un résultat qui colle avec les observations de terrain, le bassin d'alimentation des pertes étant principalement occupé par des prairies et un peu de cultures.

Parmi les **gours** échantillonnés dans la grotte, un prélèvement s'éloigne de tous les autres et se situe dans la case eaux usées. Il s'agit de la **Concrétion des Eléphants (RM05)**, proche de la salle de la Dame Blanche (Photo 2).

Si on reporte ce point en surface (sachant que les formations calcaires dans ce secteur ont un pendage quasi vertical), on constate que cette concrétion, active et alimentée par la percolation, est située sur l'axe d'une faille et au droit d'une maison qui n'est pas liée au réseau d'égouttage collectif (assainissement autonome, par fosse septique).

Janvier 2021



ID	NOM	Type
1	Rubicon	Riviere
2	Galerie du Lac Pactole	Gours
3	Lac Pactole	Gours
4	Bain de Diane	Gours
5	Salle des Fées Massif concretion	Gours
7	Chantoir Sècheval	Chantoir
8	Chantoir Rouge-Thiers	Chantoir
9	Chantoir Béron-Ry	Chantoir
10	Pluie dehors de la grotte	Pluie

NO3 [mg/L]

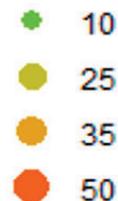


Fig. 7A et B. Diagrammes d' ^{15}N vs $\delta^{11}\text{B}$ en 2021 et 2022 pour les eaux analysées à Remouchamps en janvier 2021 & avril 2022.



Photo 2. Prélèvement des eaux de percolation dans la grotte de Remouchamps, à la concrétion de l'Eléphant (campagne de janvier 2021)

Les autres gours analysés (**RM03** Lac Pactole, Bain de Diane **RM04**) montrent des signatures isotopiques qui évoluent d'une campagne à l'autre, toujours dans la zone où plusieurs cases du diagramme se recouvrent : en janvier 2021, les points sont positionnés dans la partie "eaux usées et fertilisants chimiques", alors qu'en avril 2022 ils se situent plutôt entre les cases des "fumiers" et "décomposition de végétaux"

L'origine du nitrate pour ces deux points

semble multiple, avec un mélange dont les apports varient au cours du temps.

L'eau de la **rivière souterraine** (le Rubicon – **RM01**) se situe quant à elle, en position intermédiaire, au milieu du diagramme, pour les deux campagnes. Comme pour la Vilaine Source, la résurgence de Remouchamps est un mélange de tous les apports d'eau (chantoirs, percolation, nappe) de son bassin.

Conclusion

Le transport rapide et la faible capacité de rétention des polluants dans les aquifères karstiques en font des ressources en eau vulnérables. Ces réserves souterraines peuvent présenter une qualité d'eau variable selon les saisons ; elles réagissent généralement assez fortement et rapidement aux événements de crues. Malgré cette vulnérabilité et vu les débits importants que proposent ces aquifères, ils restent très sollicités par les captages en Wallonie.

Pour exploiter cette ressource et en maîtriser le "comportement", des recherches hydrologiques poussées sont nécessaires. Chaque système karstique a sa dynamique propre, imposant un suivi au cas par cas. Quant à la gestion des risques de pollution (et en particulier des nitrates), pouvoir déterminer l'origine des polluants pour adapter les mesures de prévention est certainement une bonne stratégie.

L'approche isotopique appliquée aux eaux karstiques des systèmes de Lesve et de Remouchamps a confirmé une série d'hypothèses quant aux origines des nitrates observés aux sites de prélèvements. Dans plusieurs cas, elle a pu démontrer une pollution aux points de perte par des égouts et du nitrate lié à des eaux usées.

Nos analyses mettent également en évidence l'aspect dynamique du système, avec pour certains points, une signature isotopique fluctuante selon les deux périodes d'analyse, dans des conditions hydrologiques différentes.

Enfin, des informations supplémentaires sur l'alimentation des gours ont été rassemblées, même si ces points de prélèvements particuliers et leur dynamique hydrochimique demanderont des recherches supplémentaires, pour mieux en appréhender le fonctionnement et la fluctuation dans le temps.

La répétition sur plusieurs campagnes (dans des conditions hydrologiques différentes et en tenant compte des périodes d'épandage notamment) de ces analyses isotopiques reste nécessaire pour formuler des recommandations en faveur d'une protection efficace et d'une évaluation du risque s'appliquant à la présence du nitrate dans les eaux souterraines karstiques.

Laura BALZANI, Serge BROUYERE
(ULiège),

Georges MICHEL et Félix de SELYS
(CWEPS)

LES EFFONDEMENTS DE TERRAIN

Une problématique transfrontalière à la loupe dans le projet RISSC

Origine et contexte de travail

Les effondrements de terrain sont des phénomènes fréquents. Au sens large, et tels que visés par le projet RISSC, les effondrements correspondent à des mouvements de terrain, liés à la présence d'un vide souterrain, qui engendre une déformation en surface (dépression, cuvette ou cratère). Cette déformation peut apparaître de manière progressive (affaissement) ou soudaine (effondrement) à une échelle localisée (quelques mètres de diamètre) ou généralisée (plusieurs dizaines de mètres de diamètre). La déformation en surface est l'expression d'un réarrangement des couches du sous-sol, suite à un événement souterrain.

La Wallonie et les Hauts-de-France partagent un contexte géologique relativement comparable et une histoire d'exploitation du sous-sol semblable. En conséquence, les sous-sols de ces deux régions transfrontalières abritent des cavités souterraines similaires. Ces cavités peuvent être liées à l'exploitation du sous-sol (carières souterraines dans la craie et le calcaire par exemple) ou être d'origine naturelle (les Hauts-de-France étant néanmoins assez peu concernés par les cavités karstiques de grande ampleur).

Ces vides souterrains, qui représentent des sites d'intérêt patrimonial, biologique et écologique exceptionnels, peuvent également constituer une menace potentielle pour la sécurité des biens et des personnes. En effet, l'effet du temps qui passe, combiné à des événements extérieurs (alternance de sécheresse/fortes précipitations, rupture de canalisation, travaux, gel/dégel, etc.) peut entraîner des ruptures au niveau des cavités ou ouvrages souterrains qui peuvent se répercuter en surface et affecter les éventuelles infrastructures ou personnes à l'aplomb.

La prise en compte de cette menace, en regard des enjeux, correspond à la gestion du risque de mouvement de terrain lié aux cavités souterraines, qui sera souvent appelé risque "cavités".

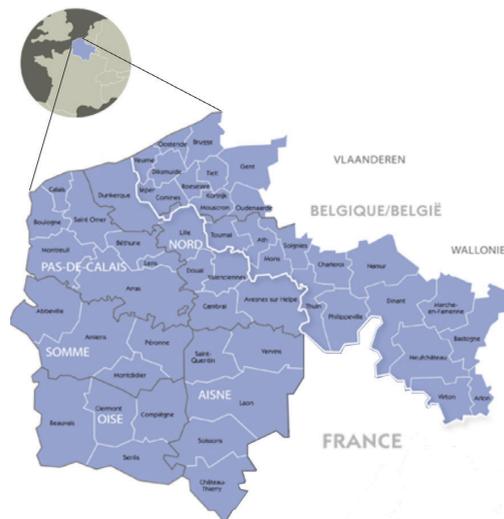


Fig. 1. Les régions concernées par le projet Interreg RISSC.

A. L'intérêt d'une démarche comparée

Bien que les risques soient comparables de part et d'autre de la frontière, les outils de gestion du risque existant sont différents et certainement perfectibles. C'est sur base de ce constat qu'a vu le jour le projet RISSC qui vise à l'amélioration des connaissances et de la gestion du risque "cavités" sur ces deux territoires.

RISSC est un projet du **programme INTERREG**, soutenu par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER). Il a démarré en 2018 et s'est conclu officiellement en septembre 2022. Il réunit des opérateurs des deux régions transfrontalières de Wallonie et des Hauts-de-France (fig. 1) ; à savoir :

- L'ISSeP (Institut Scientifique de Service Public) – chef de file
- L'UMONS (Service de Génie Minier)
- L'Ineris (Institut national de l'environnement industriel et des risques)
- Le CEREMA (Centre d'Etude et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement)
- L'ACM (Association des Communes Minières)
- L'Université de Lille ,
- Le SPW ARNE et SPW MI
- Les Villes de Mons et de Lille

B. Objectifs et mise en œuvre

Le projet a été articulé autour de différents objectifs qui se reflètent dans quatre types d'actions :

- L'amélioration des connaissances ;
- La gestion technique du risque ;
- La gestion réglementaire du risque ;
- La diffusion des connaissances.

Ces actions ont été regroupées autour de trois grands modules de travail qui sont la caractérisation des objets et des menaces, la proposition de solutions face aux risques, et le soutien aux acteurs locaux (fig. 2).

Le but du présent article n'est pas de présenter le projet RISSC en long et en large mais plutôt de présenter l'intérêt de la démarche transfrontalière dans le cadre de la gestion du risque d'effondrement. Néanmoins, pour tout connaître du projet RISSC, de ses objectifs détaillés, des actualités qui ont ponctué ses 4 années de vie, et découvrir les différentes productions du projet, rendez-vous sur le site internet <https://www.rissc-interreg.eu/>.

La gestion du risque d'effondrement : aperçu

A. Constat

Le risque d'effondrement (s.l.) lié aux cavités souterraines est un risque connu et relativement bien documenté des deux côtés de la frontière. Les deux territoires possèdent en effet des inventaires assez complets des cavités souterraines connues et répertorient également les phénomènes de mouvements de terrain qui y sont liés.

Ainsi, en Wallonie, on peut considérer la présence d'environ 6500 cavités souterraines hors mine (4700 carrières souterraines, marnières, et associés et 1800 cavités karstiques (sites surfaciques)) sur un territoire de 16.000 km². Les Hauts-de-France totalisent, sur leur 32.000 km², environ 2650 carrières souterraines, seulement 85 cavités naturelles et plus de 5000 cavités de nature "indéterminée" (qui peuvent être des carrières, d'anciens refuges souterrains ou sapes de guerre, etc.).

Au point de vue des effondrements, la Wallonie a commencé à répertorier ces derniers seulement depuis 2014, lors de la créa-



CARACTÉRISATION DES OBJETS ET DES MENACES



SOLUTIONS POUR RÉDUIRE LE RISQUE



SOUTIEN AUX POUVOIRS LOCAUX

Fig. 2. Les modules de travail du projet RISSC qui ont guidé les différentes actions menées.

tion de la CACEff (Cellule Avis et Conseil Effondrements) du SPW. 380 effondrements ont été pris en charge par cette cellule depuis sa création. Dans les Hauts-de-France, c'est 1250 effondrements directement liés à une cavité qui ont été inventoriés (depuis les années 70 environ) (figs 3-4).

B. La gestion des données

Les bases de données

La gestion et la diffusion des données (cavités, effondrements passés, etc.) sont un point essentiel de la gestion du risque, notamment dans son approche préventive.

En Wallonie, toute l'information est centralisée, détenue et diffusée par le SPW qui représente l'interlocuteur unique pour

le public en recherche d'information.

Dans la BD du sous-sol wallon, l'accent a été mis sur la construction de la donnée : complète, précise et délimitée dans l'espace. La base de données sous-sol rassemble différents jeux de données, à savoir :

- la BD Puits et Issues de mines (PIM) ;
- la BD Carrières souterraines ;
- la BD Gîte de minerais de fer et de minerais métalliques ;
- l'Atlas du karst wallon et contraintes karstiques ;
- la BD Effondrements ;
- la BD Terrils.

En France, la situation est plus complexe car certaines informations (notamment des archives papiers) sont détenues par

différents niveaux de pouvoir, et pas forcément publiques. Il faut distinguer les bases de données (BD) nationales, des BD départementales et communales.

Les BD nationales, et notamment les BD « cavités » et « mouvements de terrain » sont gérées par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières). Les DDT (Direction Départementale des Territoires) peuvent également détenir des archives (plan de carrière, rapport d'effondrement, carte d'aléa, etc.), dépendant de la stratégie politique et leur implication dans la gestion du risque « cavités ».

Enfin, certaines communes très impliquées dans la gestion de ce risque sont dotées de services techniques dédiés qui possèdent des bases de données propres, généralement non publiques.

La diffusion des données vers le public

Une information au public est fournie, sur les deux territoires, sur base d'une diffusion cartographique en consultation libre via des portails web.

En Wallonie, les données publiques matérialisables cartographiquement sont diffusées par le SPW via la plateforme cartographique « CIGALE ». Ce portail permet de choisir l'affichage de données en rapport avec certains thèmes environnementaux. Il propose ainsi la thématique « sous-sol » qui comporte toutes les couches de données publiques relatives au sous-sol et visualisables sur carte (voir <http://carto1.wallonie.be/CIGALE/viewer.htm?APPNAME=SSOL>)

Les carrières souterraines sont représentées sous forme surfacique. La surface digitalisée correspond généralement aux limites des anciennes carrières souterraines selon le parcellaire cadastral.

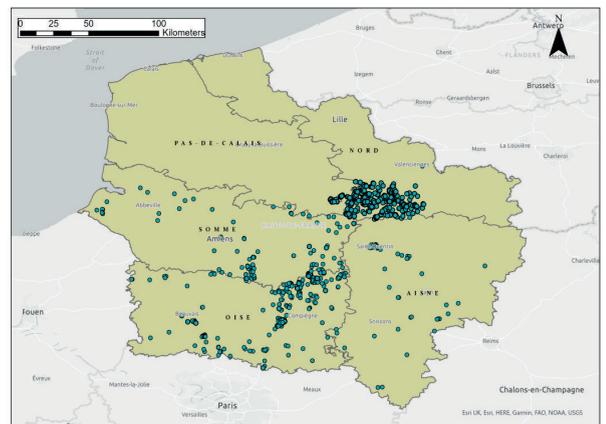
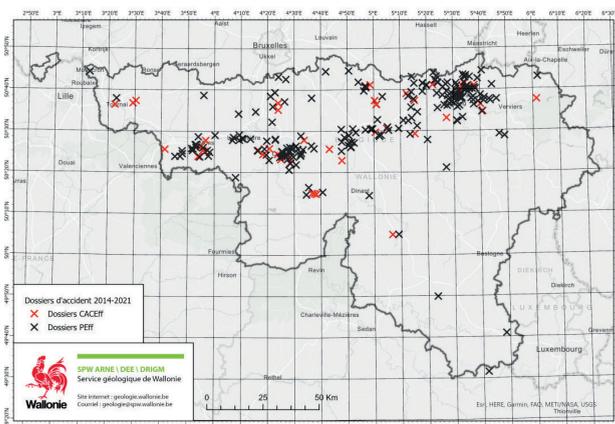


Fig. 3. Répartition des effondrements (s.l.) liés à une cavité en Wallonie et Hauts-de-France (sources : SPW et BRGM).



Fig. 4. Exemple d'effondrement sur les deux territoires. A gauche : effondrement en zone karstique, dans le Tournaisis (© SGW). A droite : effondrement au droit d'une carrière souterraine de craie en zone urbaine (© Ville de Lille).

Le portail propose également des "zones de consultation ou de contrainte" qui consistent en la délimitation de zones dans lesquelles il est nécessaire de consulter la Direction des Risques industriels, géologiques et miniers (DRIGM) du SPW ARNE avant tout projet d'aménagement du territoire. La BD effondrement n'y est par contre pas encore consultable.

Un autre outil existant en Wallonie est la Fiche d'Information Sous-sol (FISs). Ces dernières sont générées et transmises, sur demande de tout public, par le Service Géologique Wallon. Il s'agit d'un extrait papier de la BD sous-sol sur une parcelle ou territoire défini.

Elle signale les éléments qui pourraient affecter un périmètre, en précisant quelles sont les menaces potentielles ainsi que les contraintes administratives et techniques qui peuvent découler de la situation en cas de demande de permis d'urbanisme ou d'urbanisation. Enfin, le site internet du Service Géologique de Wallonie regorge d'informations précises couvrant toute la thématique sous-sol (et notamment sur les risques associés) et permet aussi de consulter les cartes géologiques de Wallonie qui ont fait l'objet d'un vaste programme de mise à jour entre 1990 et 2019. (<http://geologie.wallonie.be/home.html>)

En France, seules les BD nationales peuvent être téléchargées et/ou visualisées via un portail cartographique sur le site « Géorisques » du BRGM. (<https://www.georisques.gouv.fr/>)

En plus de la visualisation cartographique et du téléchargement des données (voir ci-après), le site donne également de nombreuses informations généralistes sur les risques naturels. Les cavités et les effondrements sont visualisables sous forme ponctuelle uniquement et pouvant correspondre au centre de la cavité, à son entrée, à un effondrement passé, etc.

Un portail cartographique transfrontalier relatif aux cavités souterraines, développé dans le projet RISSC, est également disponible sur :

<https://esri.issep.be/portal/apps/webappviewer/index.html?id=85cd76a20505476d44f6159573e5a75>

C. Prévention et gestion du risque

Les outils

Les approches de gestion du risque en France et en Wallonie reposent sur des principes communs aux deux territoires :

- des législations différentes pour les objets miniers et les cavités souterraines ;
- La responsabilité civile basée sur le principe "La propriété du sol emporte la propriété du dessus et du dessous" ;
- La responsabilité de la commune ;
- L'intégration du risque de mouvement de terrain dans la gestion de l'urbanisation ;
- La prise en charge des sinistres par les autorités/fonds/assurances ;
- L'idée qu'il vaut mieux miser sur la prévention que sur la gestion de crise.

Néanmoins, la manière de mettre en œuvre ces principes et les outils existants diffèrent, avec notamment une politique de prévention plus coercitive en France.

En effet, il existe **en France** des textes réglementaires qui régissent spécifiquement la prévention du risque "cavités". Le Code de l'Environnement précise ainsi que les collectivités en charge de l'urbanisme doivent réaliser des cartes délimitant les sites où des cavités souterraines sont susceptibles de provoquer l'effondrement du sol.

Les risques cavités sont également pris en compte dans le **Code d'Urbanisme (CU)** qui prévoit leur prise en compte dans l'aménagement du territoire par les collectivités territoriales et l'instruction des autorisations d'urbanisme.

La spécificité des textes français a permis le développement de plusieurs outils dont deux majeurs en politique de prévention : le Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) et l'établissement du Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM). Les PPRN permettent de définir, de manière réglementaire, des zones d'interdiction d'occupation du sol ou

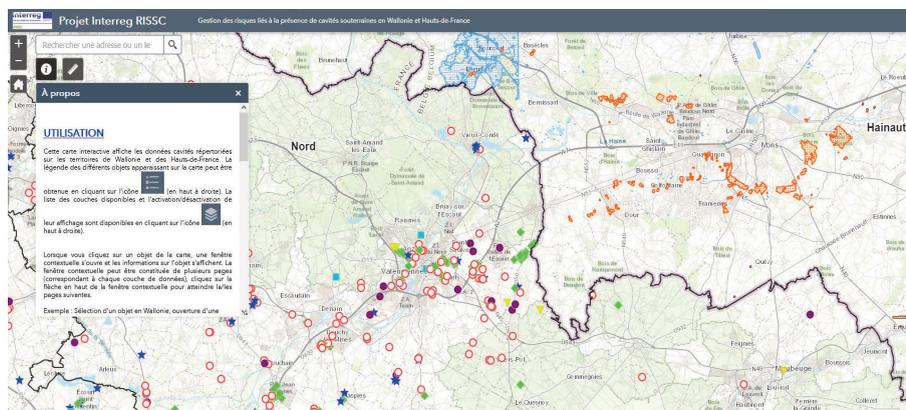


Fig. 5. Extrait du portail cartographique transfrontalier relatif aux cavités souterraines.

soumis à prescriptions particulières (fig. 6). C'est donc un outil puissant, qui manque néanmoins de moyens ou de volonté de mise en œuvre puisque seule une petite partie du territoire est couverte par ces plans. Le FPRNM, dit aussi "Fonds Barnier" est spécifique aux risques naturels (dont le risque "cavité"). Il permet notamment de supporter financièrement le développement de la politique de prévention (par exemple les études liées à l'établissement des PPRN, les travaux de traitement des cavités, le support aux collectivités territoriales traitant du risque naturel, etc.).

L'indemnisation aux victimes est quant à elle assurée par le dispositif CAT-NAT si l'état de catastrophe naturelle est reconnu. L'assurance habitation peut également intervenir pour couvrir les dégâts.

Outre ces deux outils, la France possède un panel d'outils qui permettent d'améliorer les connaissances, de réduire le risque et préparer à une gestion de crise, et d'informer le public.

En Wallonie, le seul texte qui intègre la prise en compte du risque cavité dans l'aménagement du territoire est le CoDT, dans le cadre de l'instruction de permis (urbanisme et unique) notamment. L'Article D.IV.7, 3° stipule que "le permis peut être refusé ou subordonné à des conditions particulières de protection des personnes, des biens ou de l'environnement,

en zone de risque naturel ou de contrainte géotechnique majeurs". La définition de risque majeur est néanmoins floue et l'avis de l'administration reste non contraignant. Quant au soutien financier, il n'est assuré qu'en terme d'indemnisation : ponctuellement par les assurances habitation des privés touchés et, à plus large échelle, par le Fonds des Calamités.

En l'absence de textes à valeur réglementaire, la Wallonie base sa prévention sur l'information préventive qu'elle a rendue très complète et de qualité, en produisant notamment les cartes des "zones de consultation" (fig. 7). Le Certificat d'Urbanisme doit par ailleurs mentionner la présence de tout risque naturel ou contraintes géotechniques majeurs.

Un inventaire réglementaire et une comparaison très complète, réalisés dans le cadre du projet RISSC, sont accessibles sur : <https://www.rissc-interreg.eu/nos-productions>.

D. Les acteurs

L'Etat (et ses services décentralisés) est un acteur central dans la gestion des risques **en France**. Les communes ont également une responsabilité majeure dans l'information préventive, la prévention du risque (application des PPRN notamment) et dans la gestion de crise (reposant notamment sur les compétences des services de secours SDIS).

Certaines communes ou communautés de communes ont choisi, compte tenu d'une problématique "cavité" aiguë sur leur territoire, de créer et de développer des services techniques internes chargés de gérer ce risque ; l'exemple type étant le "service commun des carrières souterraines de la Métropole lilloise".

L'intervention du réseau scientifique et technique (BRGM, CEREMA et Ineris) est essentiel dans la gestion du risque car ce réseau est mandaté pour apporter son expertise à l'Etat ou aux collectivités sur des projets, études et travaux visant à améliorer la connaissance, prévenir et traiter les risques de mouvements de terrain.

En Wallonie, l'acteur central est le Service Public de Wallonie. Il assure la mise en œuvre des politiques du Gouvernement Wallon, il apporte son expertise au Gouvernement et constitue l'interface entre les institutions wallonnes et le citoyen.

Plusieurs services sont impliqués dans la gestion du risque cavité. On peut souligner le rôle prépondérant de la DRIGM du SPW ARNE qui assure une partie du volet préventif face au risque (Service Géologique de Wallonie et Cellule Mines).

La CACEff (Cellule Avis et Conseils Effondrement) est une cellule inter-service qui intègre des agents de différentes entités du SPW. Elle a pour mission d'intervenir sur des effondrements (plus de 3 m) intervenant sur le domaine public et peut également intervenir sur des petits effondrements en domaine public ou privé.

Les communes n'ont pas les moyens de mettre en place une politique de gestion du risque à leur échelle et s'appuient sur l'expertise du SPW. Elles jouent néanmoins un rôle prépondérant dans la prévention du risque car gèrent l'aménagement de leur territoire. La responsabilité du bourgmestre est engagée pour la sécurité des biens et des personnes. Il doit mettre en place des mesures de sécurité en cas de mouvement de terrain via ses services techniques ou les services de secours (pompiers, protection civile, spéléo-secours en cas d'intervention sur personne en milieu souterrain).

Quant au réseau scientifique et technique (ISSEP, Universités, Service Géologique de Belgique, CWEPS, etc.), il soutient ponctuellement le SPW qui le missionne pour fournir des informations de base (archives, données sous-sol).

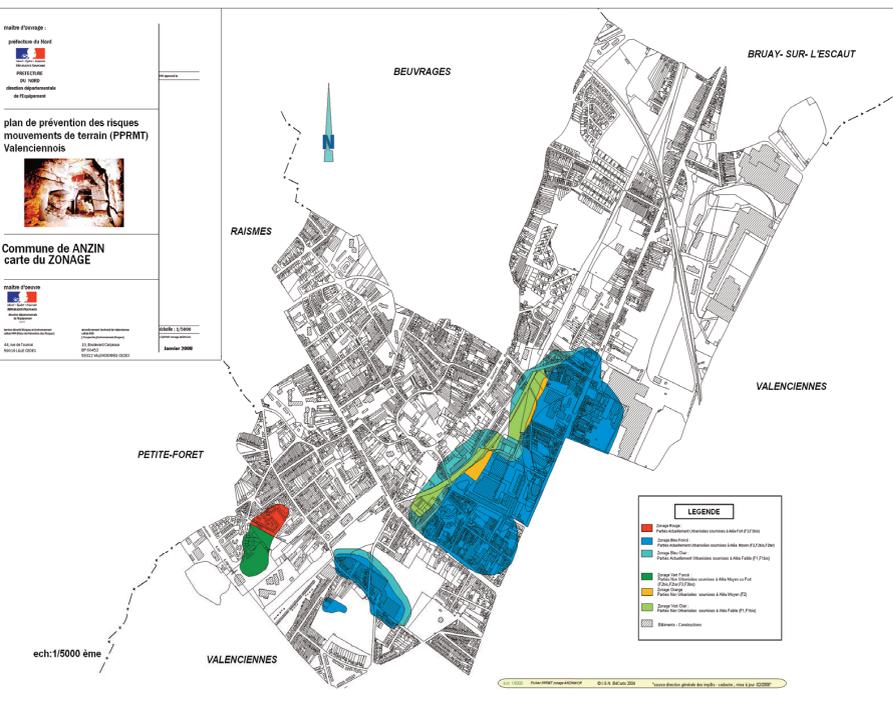


Fig. 6. Exemple de PPRN (mouvement de terrain) dans le Valenciennois.

3. Conclusion

La France est un État unitaire, déconcentré. L'administration se compose de deux branches avec des acteurs bien distincts : les services de l'État et les Collectivités Territoriales. Ainsi la politique de prévention des risques est gérée par les services de l'État au niveau régional et départemental, suivant les lignes directrices nationales, alors que les collectivités territoriales sont en charge de la mise en œuvre des actions de diffusion de l'information et de la gestion de leur territoire par rapport aux risques naturels.

Cette organisation a permis le développement d'actions de gestion du risque à une échelle locale, aboutissant à la création de services techniques dédié à la gestion de ce risque dans certaines communes.

La mise en place de ce genre de service dépend de la volonté des communes concernées, mais aussi de l'existence de textes (législatifs) et d'outils de soutien et d'encadrement des actions. La volonté politique est donc à la source d'une dynamique de prévention régionale, départementale et locale. Le point faible se trouve probablement dans le manque d'implication du citoyen, laissé hors de ces processus mis en place par les administrations. Les outils d'information et de sensibilisation sont à améliorer ; la contrainte principale étant l'échelle du territoire.

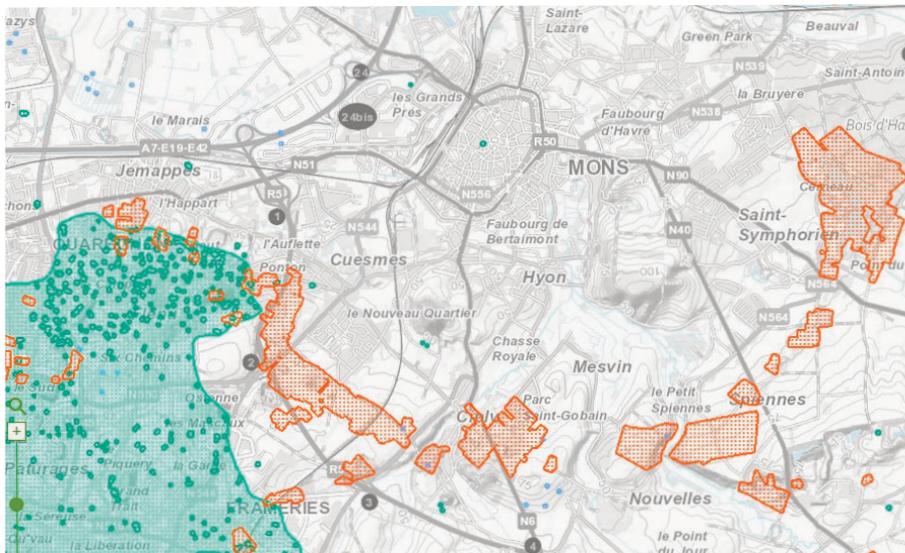


Fig. 7. Illustration des « zones de consultations » dessinées en Wallonie ; zones pour lesquelles il est nécessaire de demander l'avis de la DRIGM en cas de projet immobilier.

La Wallonie constitue une Région d'un Etat fédéral, avec des pouvoirs désignés et exclusifs, dont la gestion des risques, traitée sur son territoire de manière autonome. Dans la gestion du risque "cavité", l'Administration Wallonne représente un interlocuteur direct et unique pour le citoyen et les communes. Cette gestion est à l'initiative des services administratifs (dont le Service Géologique de Wallonie), qui, poussés par des constats de terrain et des demandes citoyennes et en l'absence d'outils réglementaires réels, misent leur action sur l'information préventive.

La Wallonie possède en effet une des informations géologiques les plus denses au monde (grâce notamment à du travail de terrain tel que celui que mène la CWEPS) et l'exploite à bon escient.

Le manque de moyens permettant la mise en place d'actions plus locales en vue d'améliorer les connaissances ou de réduire le risque est certainement à regretter. Si un accompagnement de l'Administration par le réseau scientifique et technique en Wallonie existe de manière ponctuelle, il est certain que l'intégration de ces actions dans une démarche structurée et basée sur une vision politique éclairée serait un bénéfice évident pour la prévention et la gestion du risque "cavités" en Wallonie.

Lorraine DEWAIDE
Coordinatrice du projet RISSC
ISSeP – Cellule Risques Sous-Sol



Fig. 8. Effondrement dans un jardin privé (photo et dossier CACEff).

Autres résultats et pérennisation de la démarche RISSC

Le projet RISSC a permis la création d'outils de soutien technico-administratif destinés aux acteurs du risque cavité. Des actions de sensibilisation et de formations ont été entreprises auprès des communes, des services de secours, du grand public, d'étudiants de différents secteurs, dans des événements scientifiques, etc.

La pérennisation des actions se symbolise par un pôle transfrontalier de connaissances, accessible via le site internet (<https://www.rissc-interreg.eu/nos-productions>) et qui met à disposition diverses ressources proposant :

- de l'information préventive ;
- une base documentaire didactique pour l'amélioration des connaissances ;
- un condensé des procédures face au risque cavité ;
- une liste de contacts et institutions ressources pour aider le public dans la gestion du risque.

On peut citer en exemple :

- un portail cartographique transfrontalier reprenant les cavités souterraines inventoriées sur les deux territoires ;
- Une synthèse caractérisant les cavités et des risques associés en Wallonie et dans les Hauts-de-France ;
- Une thèse de doctorat sur les mécanismes de ruine dans les carrières souterraines ;

- Une comparaison des méthodologies d'aléa et de leurs effets potentiels sur l'aménagement du territoire ;
- Une synthèse sur les méthodes de traitement des cavités et sur leur instrumentation pour la surveillance ;
- Des solutions alternatives de mise en sécurité et la valorisation patrimoniale des cavités ;
- Une synthèse comparative des réglementations et pratiques de la gestion du risque sur les deux territoires ;
- Etc.

Les perspectives ouvertes par le projet sont nombreuses. La démarche transfrontalière a permis de mettre en évidence des points de divergence importants entre les deux régions. Leur mise en avant auprès du monde politique et des administrations compétentes doit aboutir à de meilleures pratiques de gestion sur les deux territoires. Un travail de fond, basé sur RISSC, auprès de ces autorités est encore nécessaire.

La valorisation des résultats du projet RISSC pourrait également s'étendre à d'autres territoires. Les méthodes développées sont effet exportables dans d'autres contextes géologiques. En Belgique, des démarches de collaboration pourraient s'ouvrir avec la Région flamande et la Région de Bruxelles-Capitale. En France, les Hauts-de-France pourraient servir d'exemple aux autres régions touchées par cette problématique. Enfin, il est envisageable d'enrichir la démarche en impliquant des pays transfrontaliers (Pays-Bas, Allemagne) également confrontés au risque d'effondrement avec des modes de gestion différents.

DEUX PARCS NATIONAUX DESIGNES EN WALLONIE!

Il existe de nombreux parcs nationaux à travers le monde. Parmi ceux-ci, le plus ancien et le plus connu est celui du Yellowstone aux Etats-Unis. Plus proche de nous, les parcs des Ecrins en France ou de l'Eifel en Allemagne, sans oublier le parc de la Haute Campine (jusqu'il y a peu, le seul en Belgique), attirent chaque année de nombreux amoureux de la nature.

Dès 2023, la Wallonie comptera elle aussi deux parcs nationaux, avec pour objectifs de valoriser "un patrimoine naturel d'exception, à des fins de conservation de la nature et de valorisation touristique".

Dans le cadre de son plan de relance soutenu, la Région a lancé un appel à projets. Après un premier écrémage, 4 dossiers ont été retenus pour la course finale : Entre-Sambre-et-Meuse, Forêt d'Anlier, Hautes Fagnes et Vallée de la Semois.

Un jury d'experts indépendants a désigné les lauréats ce 9 décembre, un choix qui a été confirmé par les ministres de l'Environnement et du Tourisme. Les heureux élus sont les projets de Parc national **Entre-Sambre-et-Meuse** et Parc national **Vallée de la Semois**.

Pourquoi des parcs nationaux en Wallonie?

Avec la création de ces parcs, le gouvernement wallon veut promouvoir de vastes espaces naturels remarquables, dans le double objectif de contribuer à une meilleure protection de la nature et au développement local, le tout reposant sur trois piliers : économique, social et environnemental... Le pari étant de rendre tous ces enjeux compatibles !

Un parc national est défini comme un territoire inclus dans un périmètre reconnu, délimité géographiquement, de taille suffisante avec une valeur naturelle exceptionnelle et une ambition internationale. Sa gestion vise à assurer la protection des processus écologiques, à l'échelle du paysage et des écosystèmes, pour les habitats et les espèces associés ; elle est

confiée à une coalition territoriale d'acteurs clés, qui porteront sa promotion et son développement durable.

Les 2 parcs nationaux de Wallonie, dans leur définition, leurs objectifs et leur organisation, se conforment aux standards internationaux de l'UICN pour ce type d'aire protégée, mis en place dans plusieurs pays et régions voisins. Ces parcs devront aussi contribuer à améliorer l'image de la Wallonie au niveau international en tant que destination attractive grâce à ses richesses naturelles, paysagères et patrimoniales. Le patrimoine naturel est en effet un des atouts majeurs de notre territoire. Il présente un haut potentiel en

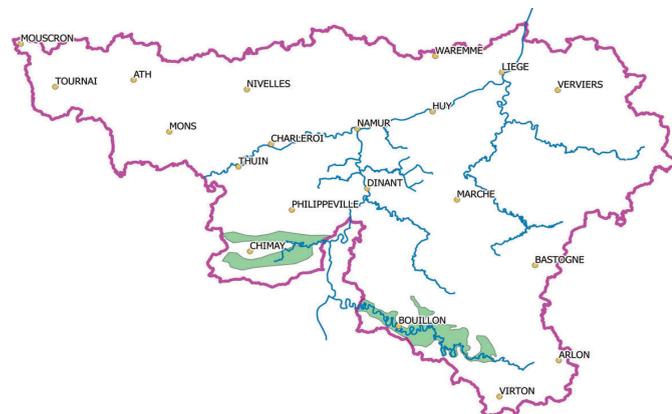




Fig. 1. Parmi les grands abannets de l'Entre Sambre-et-Meuse, le Fondry des Chiens (Nismes) représente un des sites géologiques et paysagers les plus emblématiques du futur Parc national. Il constituera un point d'orgue à valoriser, mais aussi à protéger et à entretenir.

termes de conservation de la nature, de qualité de vie pour les citoyens, mais également de développement économique et social basé sur la nature, en particulier via le tourisme durable, très en vogue à l'heure actuelle.

Les projets sélectionnés

Chaque "consortium" a soumis son projet à un jury d'experts indépendants. Les 4 candidatures pré-sélectionnées avaient chacune des attraits et des arguments forts sur le plan du patrimoine naturel. Il semblerait que ce soit la cohésion, la mobilisation des partenaires et la solidité financière des projets qui ait finalement été déterminante au moment de sélectionner les deux lauréats finaux.

Entre-Sambre-et-Meuse

L'Entre-Sambre-et-Meuse est connue des touristes pour les Lacs de l'Eau d'Heure. La frontière du Parc national se trouve toutefois plus au sud. Sa configuration très particulière qui englobe trois régions géologiques en fait l'attrait et l'originalité :

- la **Fagne campagnarde**, sillonnée par des cours d'eau comme le Viroin, l'Eau Blanche et l'Eau Noire : des rivières bordées de zones humides et de superbes prairies de fauche, qui ajoutent une esthétique manifeste à la région. L'étang de Virelles et sa roselière viennent compléter cette belle diversité naturelle.
- la **Calestienne calcaire**, avec ses falaises, ses vallées et tous ses écosys-

tèmes remarquables (sans oublier pour les amoureux du karst, les grottes et les incontournables abannets!).

- et enfin l'**Ardenne**, avec ses massifs forestiers élevés, constitués de forêts anciennes, qui accueillent de nombreuses espèces caractéristiques de ce biotope tout en se prolongeant vers le sud vers les Ardennes françaises.

Cette diversité géologique produit une étonnante mosaïque de paysages, auxquels on peut associer un patrimoine culturel. Cette énorme diversité à offrir aux visiteurs, n'a pas manqué de séduire le jury. Au sein de ce vaste ensemble de 22.000 hectares répartis sur 5 communes, existent déjà de nombreuses réserves naturelles. Intégrées dans le parc, celles-ci lui serviront de phare écologique, voire parfois de "porte d'entrée".

En 2009 la CWPSS publiait l'**Atlas du Karst du Virion**, contenant pas moins de 250 sites karstiques et qui couvre la plus grande partie calcaire du territoire du Parc National. Nous espérons que ces données seront utiles pour valoriser ce patrimoine particulier. Nous restons d'ailleurs disponible pour tout conseil ou coup de main pour développer ces aspects.

La Vallée de la Semois

Le WWF-Belgique a été un des moteurs de cette candidature, qui regroupe pas moins de 120 acteurs locaux (communes, gestionnaires de cours d'eau, opérateurs touristiques, associations naturalistes, ac-

teurs économiques et culturels). Le territoire, tout en longueur et en courbes, suit les méandres de la Semois sur plus de 26.000 hectares. Si cette vallée ne souffre pas de problèmes environnementaux majeurs en comparaison avec d'autres zones de Wallonie davantage soumises à la pression des activités humaines, il existe néanmoins des enjeux importants où le Parc national pourra contribuer à apporter des solutions concrètes; on peut citer l'érosion de la biodiversité, l'amélioration des connaissances, le retour de mammifères protégés (comme la loutre ou le lynx), les défis de la gestion sylvicole, la lutte contre les espèces invasives...

Le Parc national Vallée de la Semois a aussi pour ambition de développer un tissu d'infrastructures et d'activités accessibles à tous les publics, dans le respect de la nature. Il s'agit notamment d'anticiper et de préparer le territoire aux multiples enjeux de la transition écologique afin d'en faire une région résiliente face aux changements climatiques. Au-delà des touristes, ces aménagements devront également améliorer le cadre de vie des habitants de cette belle région.

Quels sont les moyens alloués ?

L'enveloppe financière obtenue par la Région auprès de l'Union européenne s'inscrit dans le cadre de la "Facilité pour la reprise et la résilience" (mieux connue sous l'appellation "Plan de Relance"). Son montant total pour les parcs nationaux est de 28 millions d'euros.



Fig. 2. Le pont de claies à Vresse-sur-Semois associe le patrimoine culturel aux attraits écologiques de la rivière

Avec de tels montants en jeu, le pari est environnemental mais aussi économique, avec l'espoir d'un retour sur investissement assez rapide. L'objectif est d'attirer à terme 100.000 visiteurs supplémentaires par an grâce à ce label, mais aussi de profiter de ce coup de projecteur et des moyens associés pour contribuer au développement de ces deux territoires où la reconversion économique tarde à se mettre en place.

Conclusion

Le plan opérationnel pour la mise en place de ces deux parcs nationaux débutera dès janvier 2023. Selon la Ministre de la Nature, Céline Tellier, "cette reconnaissance permettra d'encore mieux protéger et valoriser nos espaces naturels exception-

nels, de véritables pépites de notre région ! Un parc national, c'est un projet de territoire partagé, qui relie et transcende les communes, citoyens, entreprises et associations et prospère grâce et avec la nature. C'est aussi un signal fort de la part des Wallonnes et des Wallons en faveur de la nature, avec plus de 51.000 ha où la nature sera développée et valorisée !"

Le concept de parc national a largement fait ses preuves, il en existe plus de 4000 dans le monde et près de 400 rien qu'en Europe. Le développement de deux de ces parcs en Wallonie consacre tout à la fois l'importance de préserver notre environnement et notre patrimoine écologique,

tout en évitant de mettre la nature "sous cloche". Celle-ci doit en effet rester accessible à un public correctement encadré et informé pour pouvoir profiter de manière durable et respectueuse de cette richesse qui est un bien précieux, mais qui doit rester accessible et être gérée de façon concertée.

Georges MICHEL &
Laurence REMACLE

CWEPSS



CWEPSS asbl

Secrétariat : av. G. Gilbert 20, 1050 Bruxelles

Tél: 02/647.54.90 - contact@cwepss.org

Siège social: Clos des Pommiers, 26 - 1310 La Hulpe

Cet Eco Karst est le 4^e et dernier numéro de l'année 2022. Voici donc l'occasion de **renouveler votre cotisation pour l'année à venir !**

L'abonnement annuel (envoi de 4 n° en Belgique) s'élève à **15 €**.

En cette période de fêtes... vous pouvez également offrir un abonnement à Eco Karst en indiquant l'adresse de l'heureux destinataire, en communication de votre virement bancaire.

Les paiements se font par virement. avec en communication **vos nom et la mention "cotisation 2023"**.

IBAN : BE68 0011 5185 9034 / BIC : GEABEBB

Pour devenir **membre effectif** (abonnement + droit de vote à l'assemblée générale), adressez votre candidature à l'attention du Conseil d'administration, accompagnée de vos **coordonnées complètes (e-mail inclus)**. La cotisation s'élève à **20 €**.

Dons exonérés d'impôts

Notre association de protection de la Nature est également agréée pour les dons exonérés d'impôt. Une attestation fiscale vous parviendra pour **tout don annuel d'au moins 40 €** effectué avant le 31/12 de chaque année.

Les dons sont à effectuer par virement, en nous communiquant **vos coordonnées complètes et la mention "Don exonéré d'impôts"**.

Traitement des données

Conformément au RGPD, nous garantissons que vos coordonnées ne sont pas transmises à des tiers, et que vous disposez du droit de consultation, modification et suppression de celles-ci.

Si vous ne souhaitez plus recevoir notre périodique, merci de nous en informer par email (contact@cwepss.org).