

Avant-propos

Les **régions calcaires de Wallonie** sont le siège de nombreux phénomènes karstiques. Grottes, chantoirs, rivières souterraines, résurgences, dolines... constituent un patrimoine naturel aux multiples intérêts : scientifique, paysager, économique ou même touristique.

Ces terrains recèlent d'importantes ressources naturelles. L'exploitation de la pierre calcaire a contribué au développement économique local ; si aujourd'hui, les sites d'extraction sont moins nombreux, leurs unités de productions sont généralement beaucoup plus vastes et exploitent la roche à une échelle et à une profondeur bien supérieures. Les aquifères carbonatés sont également exploités pour leurs importantes ressources en eau potable.

Pourtant les sites karstiques, parfois relativement discrets, sont encore souvent ignorés lors des projets d'aménagement, tels que tracés de routes, implantation de zones d'habitats ou extension de carrières. Or, ils peuvent entraîner une instabilité du sol et engendrer des risques d'inondation ; leur prise en compte est donc essentielle dans l'aménagement du territoire, notamment lors de la planification du développement économique ou l'octroi de permis de construire. Ces terrains sont par ailleurs particulièrement sensibles aux pollutions ; il est essentiel d'y suspendre tout rejet solide ou liquide : une pratique hautement dommageable, et relativement courante par le passé.

Le **bassin du Hoyoux** n'est pas la région de la Wallonie la plus riche en sites karstiques. Pourtant, au terme de cet inventaire, nous y avons recensé pas moins de 360 phénomènes. Quelques cavités sont bien connues des spéléologues, tel le trou Manto dans la vallée de la Solières, ou la résurgence de Marchempré à Andenne. Les archéologues disposent avec le Trou Al'Wesse (à Modave) et la Grotte Scladina (siège de découvertes fondamentales sur l'occupation néandertalienne), de sites exceptionnels dont l'étude reste très prometteuse. Dans ce bassin, la production d'eau potable à partir des nappes calcaires est de première importance. De nombreux captages y sont implantés et fournissent en eau une part importante de la population belge ; l'intercommunale VIVAQUA exploite à Modave la plus importante prise d'eau souterraine du pays. Cette fonction de « château d'eau wallon » impose des mesures strictes en termes de gestion et de protection.

C'est pour contribuer à la conservation de ce patrimoine et de sa ressource en eau que le **Contrat de Rivière Meuse Aval**, en collaboration avec les entités communales et le syndicat d'initiative de la Vallée du Hoyoux, propose un programme de protection et de promotion de la vallée. La CWE PSS s'est associée à cette démarche en réalisant le présent inventaire, dans le but de sensibiliser les différents acteurs et partenaires du Contrat de Rivière à la vulnérabilité du milieu souterrain et leur fournir un outil pour contribuer à sa protection.

Soutenue et financée par la Direction des Eaux souterraines du Service Public de Wallonie, cette publication développe une approche globale pour la gestion des zones calcaires. La diffusion de l'Atlas du Karst du Bassin du Hoyoux, de la Solières et d'Andenne, sera de nature à faire sortir ces sites souterrains de l'ombre, pour contribuer à une gestion rationnelle du territoire dans le respect de son environnement.

Georges THYS

Président de la CWE PSS



Structure et présentation de l'ouvrage

Georges MICHEL & Laurence REMACLE

Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains

Présentation de la zone étudiée

Cette monographie couvre différents affluents en rive droite de la Meuse, entre Andenne et Huy. Le gros de la zone étudiée est constitué par le **Hoyoux** et ses affluents directs. D'autres cours d'eau présentent des bassins modestes et des débits modérés (**l'Andenelle** ou la **Solières**), et certains sont même totalement à sec pendant quasi toute l'année (le **Fond des Vaux à Sclayn**), bien qu'ils présentent un vallon marqué, profondément encaissé et où affleure le calcaire.

Orienté sud-nord, le Hoyoux coupe perpendiculairement les plis condrusiens et met en évidence une succession de synclinaux calcaires (dans lesquels s'écoulent ses principaux affluents) et de tiges schisto-gréseux. Ce cours d'eau offre ainsi une coupe géologique dans les formations carbonifères, qui permet de lire l'incidence de la géologie sur la végétation, l'activité humaine, les venues d'eau ou la présence de carrières. Dans sa partie aval, le Hoyoux recoupe des formations du Dévonien et du Houiller, dont l'affleurement en surface est lié à d'importantes failles.



Fig. 1 – Affleurements calcaires en bordure du Hoyoux à la Roche aux Corbeaux (Vivaqua).

Dans les bassins traités ici, la géologie, l'hydrologie et la dynamique karstique qui en résulte ont grandement façonné les paysages et continuent à jouer un rôle clé dans leur évolution. La nature même du substrat rocheux a déterminé l'implantation des hommes ainsi que le développement de l'industrie. Les roches locales furent la matière première des superbes villages condrusiens, mais aussi un réservoir exceptionnel pour une eau souterraine abondante et de qualité. Aujourd'hui encore, c'est ce cadre pittoresque qui donne à cette région sa vocation touristique, où la rivière, les paysages et les sites souterrains eux-mêmes constituent un attrait majeur pour les touristes qui la visitent chaque été.

L'intérêt d'une meilleure compréhension des régions karstiques, des processus qui conditionnent le développement des sites souterrains et de cette hydrologie particulière, ne se limite pas aux seuls géologues et spéléologues. Pour rendre ces réalités karstiques les plus accessibles et captivantes possibles, nous faisons précéder la **partie inventaire et cartographie** de cet atlas de quelques **synthèses thématiques**. Ces articles ont été confiés à des spécialistes et à des hommes de terrain actifs dans ces bassins calcaires. Nous leur avons demandé des textes originaux mais compréhensibles pour le plus grand nombre. A chaque fois, l'accent a été mis sur les particularités qui mettent en avant la richesse, la vulnérabilité, le patrimoine scientifique écologique ou même économique que représente le karst local. Au-delà des aspects historiques et descriptifs, nous avons demandé aux auteurs de mettre en avant les enjeux que ces zones calcaires représentent pour demain, dans leur domaine respectif.

« Mensurations » et évolution du Hoyoux

Pente et débit

Le Hoyoux présente un débit annuel moyen de $2 \text{ m}^3/\text{sec}$. Celui-ci a été mesuré à Marchin (station limnimétrique gérée par le Service Public de Wallonie) sur base d'une moyenne entre 1989 et 2003. Son bassin d'alimentation de 239 km^2 , essentiellement agricole et forestier, présente une faible densité de population. Le Hoyoux prend sa **source** sur le plateau condrusien à Buzin (commune de Havelange – site U-01 de l'inventaire), dans un environnement dominé par les pâtures et l'élevage. Cette source, abondante mais à l'origine relativement dispersée, a été jaugée à la fin du 19^e siècle. Le volume et la qualité des eaux révélés par ces analyses ont motivé son exploitation comme prise d'eau. C'est encore aujourd'hui un captage exploité par l'intercommunale AIEC, avec une importante chambre de visite qui a dégagé le calcaire émissif en place sur le point de source.



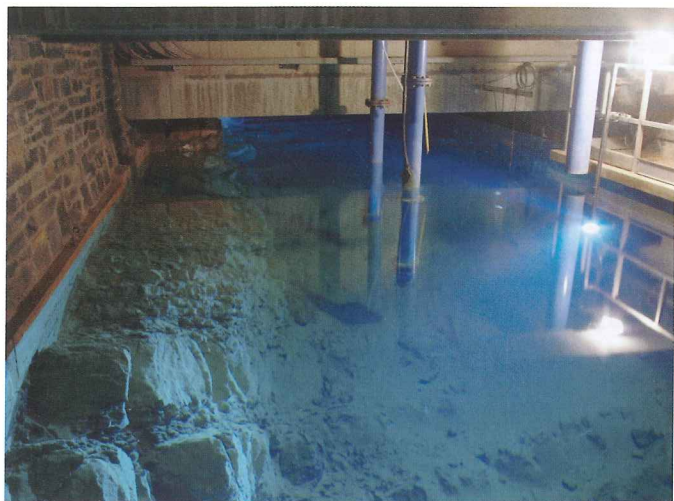


Fig. 2 – Source/captage de Buzin, exploité par l'intercommunale AIEC (photo L. Remacle).

La source de Buzin culmine à 285 m d'altitude, soit quelques mètres seulement sous le niveau de partage des eaux avec le réseau hydrographique se développant vers le sud (et appartenant au bassin de l'Ourthe). Le Hoyoux présente un dénivelé de 200 m jusqu'à la Meuse dans laquelle il se déverse à Huy. Cette forte différence d'altitude sur une distance de 20 km à vol d'oiseau a pour conséquence que le Hoyoux est une des rivières wallonnes présentant la plus forte pente (la dénivellation moyenne est de 9 m/km, mais elle atteint 25 m/km sur les 2,5 derniers kilomètres !).

Dans un premier temps, le dénivelé du Hoyoux va être en partie « absorbé » par les nombreux méandres que forme la rivière. Ceux-ci font que la longueur effective du cours d'eau entre source et confluence est quasi deux fois plus importante que la distance mesurée à vol d'oiseau. Par ailleurs, lorsqu'on suit le cours du Hoyoux de l'amont vers l'aval, on constate à partir des Avins (commune de Clavier) et en particulier à Modave et Marchin, que le lit forme une succession de cascates. Ces petits barrages successifs naturels sont constitués de travertins (voir Bouxin *et al.* dans cet ouvrage) ; ils peuvent atteindre 1,7 m de haut et comptent pour plus de 60 m de dénivelé cumulé sur le Hoyoux. On trouve ces mêmes précipités calcaires sur le ru du Triffroy en rive gauche (dans sa partie aval vers la gare de Barse – voir Briers dans ce volume) et en rive opposée, sur le ry de Saint-Pierre.



Fig. 3 – Carte postale ancienne montrant les cascades de travertin à Vieux Barse (1906).

Valorisation du Hoyoux et de sa force motrice

Cette forte pente a par ailleurs été mise à profit pour la construction de très nombreux moulins. L'eau abondante (à la fois comme matière première et source d'énergie hydraulique) a été un élément essentiel dans le développement industriel et économique de la vallée du Hoyoux qui, à la fin du 19^e siècle, ressemblait bien plus à un sillon métallurgique qu'à l'écrin vert et forestier que l'on connaît aujourd'hui ! Les premiers moulins s'installent sur les bords du Hoyoux dès le 13^e siècle. On comptera jusqu'à 140 grandes roues sur son cours en 1659 (voir Goemaere dans ce volume).

Ce développement industriel remarquable et fortement « enfoui » aujourd'hui, s'est focalisé sur l'exploitation de la force motrice du Hoyoux (voir Laval dans ce volume), mais aussi sur l'exploitation des ressources géologiques, comme la pierre, quelques minerais métalliques et les terres plastiques retenues dans des poches de dissolution karstiques. Les veines de charbon sont très limitées et étroites à proximité de Huy et d'Andenne ; leur exploitation est restée modeste. Actuellement, quelques carrières de grès et de calcaire demeurent actives, mais ce sont des exploitations de petite taille et sans commune mesure avec le passé extractif que connut cette vallée.



Fig. 4 – Les usines Arcelor en amont de Huy occupent tout le fond du vallon.

L'énorme usine Arcelor-Mital située le long du Hoyoux en amont de Huy témoigne de l'héritage historique, un rien anachronique, de ce glorieux passé métallurgique. Il en va de même pour les vestiges des poêleries Thiry à Huy même, ou de la remarquable tour de lavage Godin... seul vestige d'une vaste papeterie en rive gauche de la rivière.

Si cette pente a été une source de développement et un apport énergétique considérable comme force motrice, un cours d'eau présentant d'aussi forts dénivelés (et alimenté par un bassin d'alimentation qui peut lui aussi connaître un ruissellement très rapide et conséquent), constitue un risque d'inondation en période de crue. A l'exutoire de cette vallée encaissée, Huy a connu des coups d'eaux mémorables qui ont fait de lourds dégâts (arrachage de ponts) et des dizaines de victimes. Des aménagements importants, la canalisation d'une partie des berges et le maintien en amont de vastes zones inondables dans le lit majeur du Hoyoux ont régulé ces coups de crues ; la dernière grosse inondation ayant affecté la ville remonte à 2008.

Le développement industriel et économique dans le bassin du Hoyoux a connu un coup d'arrêt et même un démantèlement généralisé avec l'avènement de la machine à vapeur dans un premier temps, et des autres types de moteurs par la suite. La puissance motrice du Hoyoux n'est plus alors un avantage, alors que les caprices de la rivière continuent à poser problème. L'activité industrielle a progressivement migré vers d'autres bassins, ne maintenant dans le Hoyoux que les vestiges de ce passé d'usines et de labeur.

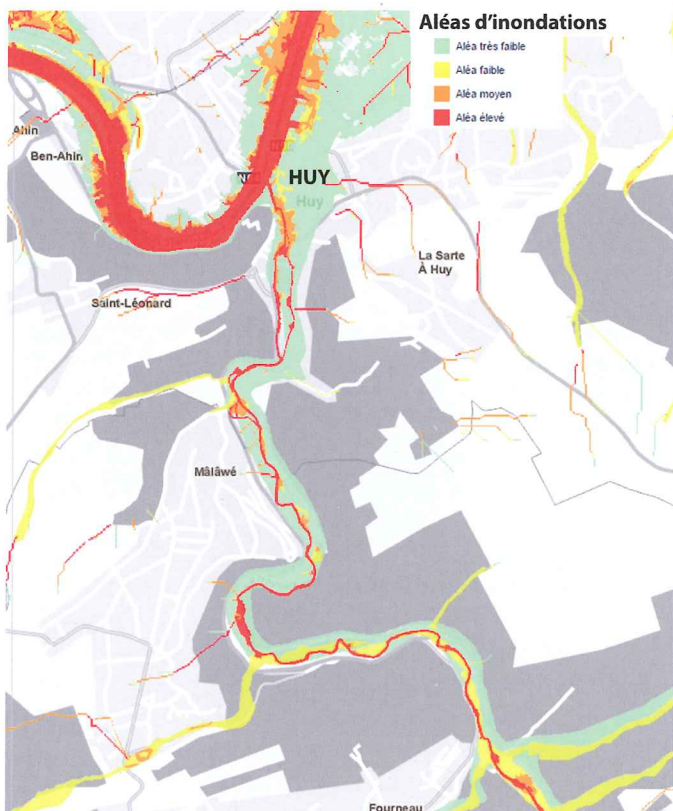


Fig. 5 – Carte des zones inondables dans la partie inférieure du Hoyoux.

Désenclaver la vallée

Pour faire fonctionner cette industrie, y amener la matière première et/ou en évacuer les produits finis, il a fallu désenclaver cette vallée très encaissée et y faciliter la venue d'une main-d'œuvre nombreuse pour faire tourner les usines. S'il y a bien un certain nombre de petites maisons ouvrières, le gros des travailleurs devait être « amené » de l'extérieur.

Une route nationale a été construite dans le fond même du vallon et a nécessité par endroits des travaux importants de dynamitage car le rocher atteignait parfois le cours d'eau. La route serpente au gré des méandres de la rivière, franchissant celle-ci par de multiples ponts.

Parallèlement à la route, l'ouverture d'une voie de chemin de fer dans le fond de la vallée du Hoyoux pour la partie aval, et sur le plateau à partir de Modave, a nécessité de lourds travaux. Elle offre aujourd'hui le plus beau point de vue sur la rivière et constitue une coupe géologique remarquable. Quelques anciennes carrières à proximité permettent d'observer des coupes sur des hauteurs encore plus importantes.

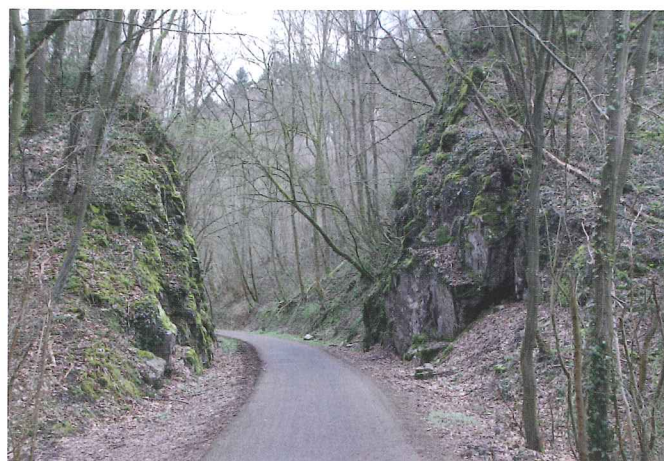


Fig. 6 – La voie de chemin de fer du Hoyoux a été reconvertie en RAVE. Certains secteurs montrent de beaux affleurements calcaires « recoupés » pour faire passer le train.

Distribution et densité des sites karstiques entre Andenne et Huy

Mise à jour

Suite au travail de mise à jour des données karstiques basé sur des relevés de terrain en 2014 et 2015, réalisés avec l'aide de spéléologues, d'associations locales, de naturalistes et l'investissement du Contrat de Rivière Meuse Aval, pas moins de **360 phénomènes karstiques** figurent dans cet inventaire. Chacun fait l'objet d'une fiche signalétique individuelle, complétée par le dépouillement de références bibliographiques complémentaires.

Par rapport aux données figurant initialement dans l'Atlas du Karst Wallon, c'est une augmentation considérable, avec un doublement des sites inventoriés. Ceci confirme combien les actualisations qui accompagnent nos publications sont nécessaires et utiles pour donner au karst toute son importance. C'est particulièrement vrai dans la partie amont du bassin du Hoyoux, qui était exempte de tout site karstique dans l'inventaire initial. Nous avons non seulement pu pointer des phénomènes dans le fond des vallons et à la base d'affleurements dégagés par l'érosion, mais aussi en plein plateau, où des dolines, pertes et émergences illustrent combien l'hydrogéologie locale est affectée par la nature du sous-sol calcaire.

Le bassin du Hoyoux est loin d'être la zone qui comporte les sites souterrains les plus remarquables de Wallonie. Ce manque de phénomènes spéléologiques d'ampleur (si on excepte le Trou Manto, la résurgence de Marchempré et dans une moindre mesure le trou du Blanc et le trou Al Wesse – voir Fanuel dans cet ouvrage) trouve son origine dans la géologie locale, avec des calcaires souvent dolomités, marqués par le développement d'une porosité importante mais de type « fissure karstique » plutôt que de vides réellement pénétrables. Cette absence de vastes réseaux a freiné la recherche spéléologique dans cette zone; en dehors du Trou Manto, les écrits spéléologiques sont donc limités sur ce bassin.

Les archéologues sont plus prolifiques : les fouilles de cavernes et d'abris ont donné des résultats intéressants pour la compréhension des occupations préhistoriques du bassin mosan. La découverte remarquable d'une mandibule néandertalienne



à Scladina en 1993 a mis un énorme coup de projecteur sur cette zone et sa valeur patrimoniale. Les fouilles s'y poursuivent aujourd'hui ; elles offrent non seulement aux visiteurs un voyage de 120.000 ans en arrière, mais aussi une découverte des techniques les plus pointues en matière d'archéologie préhistorique en milieu souterrain (voir Di Modica dans cet ouvrage).



Fig. 7 – Effondrement dans un caniveau à Tinlot infiltrant toutes les eaux vers la nappe (phot: L. Remacle).

Collaborations et relevés saisonniers

Dans le bassin du Hoyoux, ce sont de loin les phénomènes hydrogéologiques qui sont les plus présents, fournissant des indices quant au degré et aux axes de karstification. On y trouve également de nombreux effondrements qui mettent en connexion eaux de surface et eaux souterraines. Cette situation est à mettre en parallèle avec la forte domination des circulations d'eau souterraine sur l'hydrologie de surface qui peut être totalement ou saisonnièrement absente de la plupart des bassins affluents du Hoyoux dans les fonds calcaires.

Pour réaliser un inventaire karstique relativement complet sur le Hoyoux, il est donc essentiel de :

- Disposer de relais de terrain qui connaissent bien la zone et son évolution ;
- Suivre régulièrement l'évolution de certains sites ;
- Observer les vallons et systèmes hydrogéologiques tant en période de crue que d'étiage, pour comprendre comment ils fonctionnent et détecter les pertes ou les émergences temporaires (périodiques mais hydrologiquement importantes).

Un vaste réservoir d'eau potable

Du point de vue karstique et hydrologique, la caractéristique (et la richesse majeure) du bassin du Hoyoux réside dans les très nombreuses sources qui drainent les synclinaux calcaires. Ces écoulements souterrains sont recoupés par le tracé du Hoyoux lui-même qui incise profondément ces roches-réservoirs. Mieux connaître le fonctionnement de ces aquifères calcaires, leur régime, leur alimentation et les liens entre eaux de surface et eaux souterraines, est indispensable pour gérer durablement cette ressource. Ce bilan à la fois qualitatif et quantitatif des eaux souterraines est étudié depuis plusieurs

années dans le bassin du Hoyoux par des hydrogéologues attachés à plusieurs universités, notamment grâce au programme Synclin'eau (voir Brouyère dans ce volume).

Au-delà des puits à usage agricole et de prises d'eau domestiques, on ne compte pas moins de 17 prises d'eau pour la distribution publique dans le Hoyoux, exploitant quasi exclusivement les aquifères calcaires du Carbonifère (voir Masset dans ce volume). 5 intercommunales différentes se partagent cette exploitation, avec une production qui dépasse de beaucoup les besoins de la population locale (plus de 33 millions de m³ en 2013). On estime que près de 90 % des volumes produits sont exportés hors du bassin, dont une bonne partie vers Bruxelles et la Flandre. L'intercommunale Vivaqua est propriétaire des captages les plus importants du bassin, dont le très étendu réseau de galeries drainantes de Modave, qui constitue le plus important captage d'eau potable en Région Wallonne (voir Derick dans ce volume).

Les nappes aquifères du Hoyoux constituent donc un château d'eau pour la population locale, mais aussi à l'échelle de la Belgique entière. Cette « fonction productive » impose une gestion intégrée sévère dans les zones d'alimentation des prises d'eau. L'absence totale d'industrie et la faible densité de population réduisent grandement les risques... par contre, des recommandations strictes s'imposent concernant l'agriculture (en particulier pour les épandages et les pesticides) et la gestion des eaux usées (les zones d'épuration individuelle sont très étendues, vu la faible densité de population – voir Messiaen dans ce volume).

Au vu de la densité élevée de sites liés à la dissolution du calcaire, il ne fait pas de doute que le « fait karstique » constitue un élément patrimonial phare, en termes de richesse environnementale, historique, scientifique, sportive, paysagère et même économique du bassin du Hoyoux. Il s'agit également d'une contrainte physique pour l'aménagement du territoire. En mettant en contact les eaux souterraines et les eaux de surface, les phénomènes karstiques contribuent également à la vulnérabilité des aquifères. Cet ouvrage peut donc être un outil et une source d'information précieuse pour toutes les organisations, institutions et associations qui participent à la gestion et à l'étude de cette remarquable région.

Un patrimoine écologique remarquable

L'essor du Hoyoux s'est fondé sur l'industrie, la maîtrise de l'eau et la valorisation des ressources géologiques, essentiellement dans les fonds de vallées où celles-ci avaient été dégagées par l'érosion. Sur les plateaux a dominé une agriculture associant champs et élevage (suivant la nature du sol), comme en témoignent les énormes fermes en carré qui contribuent à la richesse du patrimoine local. Au 19^e siècle et au début du 20^e, les plateaux mais aussi les versants des cours d'eau étaient généralement dénudés de leur végétation, le bois ayant été exploité et l'activité pastorale intensive empêchant la repousse d'un couvert végétal d'importance.

Aujourd'hui, l'allure générale du Hoyoux a totalement changé ; la valeur du bassin est directement liée à la qualité et au respect de son environnement. Les réserves d'eaux contenues dans les aquifères sont un bien précieux qui impose des mesures strictes de protection, et on constate ici une belle corrélation

entre les zones de surveillance des captages et la désignation de réserves ou des secteurs protégés.

La bonne protection du patrimoine hydrique devient le premier argument et le meilleur allié pour la mise en place d'un réseau de zones de conservation, comme autour de Modave où les terrains sont tout à la fois le collecteur des eaux souterraines et une réserve naturelle de grande qualité, gérée en collaboration avec Natagora (voir Smits dans ce volume).



Fig. 8 – Le point de vue de l'oppidum de Pont de Bonne laisse voir un paysage boisé et de grande qualité environnementale.

Le château même de Modave, propriété de Vivaqua, abrite la plus importante colonie de reproduction de petits rhinolophes

(chauves-souris – voir Gathoye dans ce volume). La conservation de ces mammifères bénéficie largement des mesures strictes prises pour protéger la nappe, qui s'avèrent également très efficaces pour la conservation de la biodiversité.

La liste des habitats prioritaires situés dans le Hoyoux est longue ; par rapport au bassin, la superficie des zones Natura 2000 couvre 1800 ha dans le Hoyoux, le Triffoy et la Solières, soit 7,5 % du territoire.

Parmi les habitats protégés, les travertins (sources incrustantes) ont une place importante et une résonance karstique bien particulière dans le Hoyoux. Ces amas de calcaire précipité fonctionnent en symbiose avec une flore aquatique spécifique, qui fixe et favorise la précipitation du calcaire dissout dans les eaux. Cet écosystème particulier, lié à la chimie des eaux, à la pente et à l'interaction de ces plantes, constitue un équilibre fragile, vulnérable aux variations qualitatives et quantitatives des eaux (voir Bouxin dans ce volume).

Quels paris pour l'avenir ?

La vallée du Hoyoux connaît un attrait touristique certain depuis plusieurs années. Son potentiel touristique découle directement de la valorisation durable du patrimoine vert de cette très belle vallée. Des aménagements (comme le RAVeL, des promenades thématiques), ainsi qu'un programme d'animations centré sur le patrimoine et l'environnement, se développent grâce au dynamisme des acteurs locaux.

Tous font le pari d'un tourisme qualitatif, respectueux d'un environnement diversifié, qui profite du cadre et des paysages superbes du bassin. Au sein de cet environnement préservé et verdoyant, les zones et les sites karstiques sont particulièrement intéressants et méritent d'être mieux mis en évidence. Il s'agit d'accompagner l'offre touristique classique avec un ensemble de données et de supports pour que les différents publics, quelle que soit leur connaissance initiale, le temps dont ils disposent, leurs possibilités de déplacement ou même leur condition physique, puissent découvrir par eux-mêmes, de manière ludique et durable, la richesse et l'intérêt des régions karstiques.

Nous espérons que la monographie karstique du Hoyoux pourra modestement contribuer à la conception de ces supports touristiques et pédagogiques, en faveur d'une valorisation durable du karst local.

Représentation cartographique

Choix de l'échelle de la carte

A l'instar des précédentes monographies karstiques couvrant les bassins du Viroin (Michel & Thys, 2009), du Bocq et du Samson (Michel & Thys, 2011), de la Molignée et du Burnot (Michel & Thys, 2013), de la Basse Lesse (Michel & Thys, 2014) & de la Lesse Calestienne (Michel & Thys, 2015), l'échelle retenue pour les 22 extraits de carte qui constituent l'inventaire du Hoyoux et des vallons en amont est le 1/20.000. Cette échelle a été choisie pour de multiples raisons :

- Elle correspond aux nouvelles cartes d'état major de l'IGN et permet donc de superposer facilement des relevés personnels avec les données de l'atlas.
- Avec un ratio de 5 cm sur carte équivalant à 1 km, les calculs sont très simples pour estimer distances et surfaces et pour définir un parcours sur ces extraits de cartes.
- Cette échelle permet de représenter avec un bon degré de précision la densité karstique caractérisant le Hoyoux, tout en donnant une visibilité suffisamment globale pour certains systèmes hydrologiques.

L'inventaire s'articule autour de 22 extraits de carte numérotés de A à V, couvrant l'ensemble des formations carbonatées du Hoyoux, mais aussi des vallons du Fond des Vaux (Sclayn), d'Andenelle et de la Solières. Pour les zones où la karstification est particulièrement dense, des agrandissements à 1/10.000 et même à 1/5000 sont insérés directement dans l'inventaire :

- Zoom sur la carte A : Sclayn/Bonneville (1/10.000).
- Zoom sur la carte B : la Solières autour du Trou Manto (1/5.000).
- Zoom sur la carte E-F : Vieux Barse/les deux rives du Hoyoux (1/10.000).

Données figurant sur la cartographie

Pour les extraits de carte à 1/20.000, nous avons sélectionné le fond de carte IGN (top 10R) qui, bien que plus ancien, offre une meilleure lisibilité à cette échelle. Les agrandissements bénéficient quant à eux du nouveau fond de carte.

En surimpression, nous faisons figurer les données karstiques suivantes :

Les terrains calcaires

Ces cartes n'ont pas pour vocation de représenter la diversité des formations géologiques telles qu'elles figurent sur la nouvelle carte géologique de Wallonie. Nous avons regroupé les étages qui composent les calcaires carbonifères et dévoniens en deux ensembles de couleur bien distincte.

Les relevés hydrologiques et les travaux des géologues de la carte démontrent que les changements latéraux de faciès sont très importants dans la zone. Ces études ont illustré le rôle hydrologique majeur de certaines couches étroites qui compartimentent l'aquifère au sein des calcaires givétiens. La

différenciation en étages au sein même des calcaires dévoniens sur base des anciennes cartes géologiques n'a plus beaucoup de sens du point de vue karstique.



Fig. 1 – L'anticlinal de Pont de Bonne illustre combien les calcaires ont été affectés par la tectonique.

Les failles affectant les zones calcaires (tirées de la carte géologique). Elles ont une incidence sur l'alignement de certains sites karstiques. A une échelle plus locale, les cassures tectoniques orientent la forme et l'extension de certains réseaux souterrains.

Les sites karstiques recensés (abris sous roche, cavités, pertes, résurgences, dépressions, abanquets, paléokarst...). Le numéro de référence renvoie vers les fiches descriptives.

Les sites karstiques de grande surface. Les phénomènes karstiques dont la superficie dépasse 100 m² sont représentés par un polygone qui en épouse la forme. C'est le cas pour des paléokarsts, des abanquets ou certaines dolines.

Les circulations d'eau souterraine, en distinguant celles qui ont été vérifiées par traçage (coloration) des liaisons hypothétiques. Des données sommaires sur ces traçages figurent dans les fiches des phénomènes concernés. En dehors de

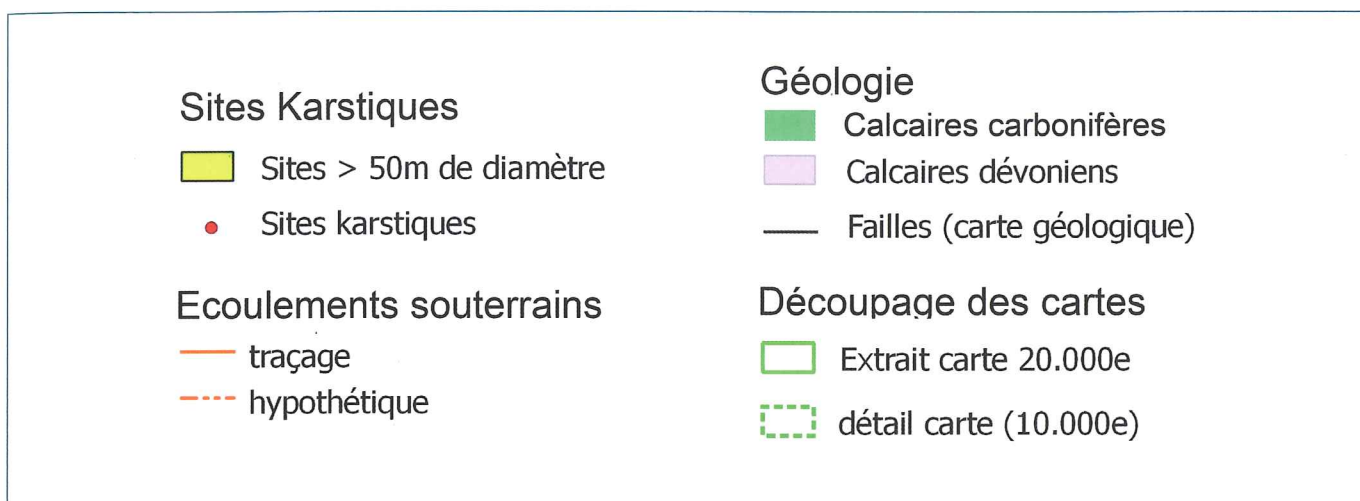


Fig. 2 – Légende des extraits de cartes composant cette monographie.

quelques traçages spéléos « traditionnels » sur le système de Marchempré et autour de Vierset-Barse, la grande majorité des colorations dans le Hoyoux a été réalisée dans le cadre d'études hydrogéologiques pour les zones de protection/prévention des captages. Dans ce cas, les injections se font souvent à partir de piézomètres, alors que les sorties d'eaux sont des captages, correspondant à des émergences aménagées.

Structure et contenu des fiches karstiques

Les sites karstiques sont répartis par extrait de carte, numérotés de A à V. Chaque phénomène est décrit de la manière suivante :

Nom et localisation

Nom du site : nom communément utilisé pour désigner le phénomène. Appellation de référence dans la littérature.

Synonyme : bien des phénomènes sont connus sous plusieurs noms. Ces synonymes sont aussi repris dans l'index pour faciliter les recherches.

N° du site : chiffre figurant sur l'extrait de carte à 1/20.000 ou 1/10.000 et permettant de localiser le site (p. ex. G-09).

N° AKWA : numéro correspondant au site dans la base de données de l'Atlas du Karst Wallon (p. ex. 48/7-021).

Commune : nom de la commune actuelle et celui de l'ancienne commune (avant la fusion).

Lieu-dit : hameau ou nom local d'un point de repère proche du site (repère géographique).

Coordonnées Lambert : coordonnées géographiques en Lambert 72, provenant de la littérature, de relevés GPS ou de reports sur carte. Initialement, leur précision variait entre 5 et 50 m ; les vérifications menées sur le terrain ont nettement amélioré ce positionnement.

Altitude : sauf cas particulier, elle est relevée à partir des courbes de niveau sur la carte. Pour les sites souterrains et/ou les sites présentant une profondeur importante, la valeur est celle de l'entrée ou du plateau dans lequel il s'ouvre.

Caractéristiques et description du site

Géologie : étage/formation (sur base de l'ancienne carte géologique de Belgique et de la nouvelle lorsque disponible).

Description : présentation sommaire des caractéristiques, des particularités du site et de son environnement immédiat.

Hydrogéologie : aspects liés à l'eau affectant le site (débit, hauteur, nature des eaux... et relations avec d'autres phénomènes faisant partie d'un même système hydrologique).

Etat des lieux : date et observation quant à l'état du phénomène. Plusieurs états des lieux successifs peuvent être encodés afin d'en suivre l'évolution. Ce champ fait état des cas de pollution et/ou des travaux de recherche et de réhabilitation en cours.

Dimension du site

En surface : longueur/largeur/profondeur, exprimées en m pour un phénomène donné.

Sous terre : développement/dénivellation, exprimés en m pour la partie souterraine du site.

Topographie : nom et date des auteurs de plans et coupes (s'applique aux cavités d'un développement supérieur à 50 m).

Statut du site

Intérêt(s) : aspects intéressants et à étudier pour le site, provenant généralement de la littérature, des recherches en cours et d'observations de terrain.

Statut(s) : mentionne le statut au plan de secteur, et d'autres statuts de protection octroyés au site (ou à un périmètre dans lequel il est englobé) : site classé, réserve, parc naturel, Natura 2000, Cavité Souterraine d'Intérêt Scientifique...

Intervention(s) : en regard de l'intérêt, de la vulnérabilité du site ou de son état des lieux, mesures préconisées par la CWEPSS pour protéger durablement le site, en promouvoir l'étude et/ou résoudre un problème de pollution.

Références bibliographiques

Liste alphabétique des auteurs (avec la date) ; les références complètes sont reprises dans la bibliographie en fin d'ouvrage. La majorité des fiches sont illustrées par des photographies réalisées par la CWEPSS et ses partenaires entre 2014 et 2016,

ou parfois par des images plus anciennes, pour compléter ces descriptions et l'état des lieux des phénomènes. Nous incluons également l'ensemble des topographies de grottes disponibles (dont certains plans inédits, notamment les dessins réalisés par Pierre Göbbels pour les cavités explorées dans la Solières depuis le début des années 1980). Certains plans concernent des cavités très modestes (quelques dizaines de mètres), mais elles offriront aux utilisateurs un support pour y reporter des observations, lors d'études ou de recherches à venir.

Corrections et compléments

La particularité d'un inventaire karstique réside dans l'évolution parfois rapide de certains phénomènes, non seulement dans leur forme (approfondissement de dépressions, prolongement trouvés dans certaines grottes) mais aussi parfois dans leur localisation (recul des chantoirs). Chaque nouvelle exploration a toutes les chances de déboucher sur la découverte et la description de phénomènes complémentaires, parfois modestes mais qui témoignent de la dynamique karstique locale.



Fig. 3 – Les nombreuses sorties de terrain ont permis de pointer des phénomènes absents des inventaires antérieurs (site D-40) (photo: L. Remacle).

L'importance des mises à jour confirme qu'un inventaire karstique ne peut jamais être exhaustif ; il sera inévitablement incomplet vu les nouvelles découvertes à venir... Les informations reprises dans cet ouvrage sont arrêtées au mois de décembre 2015. Toute information complémentaire sera reçue avec reconnaissance afin de mettre à jour ou de corriger la base de données du karst (dont la version électronique gérée par le SPW est accessible sur le portail CIGALE – rubrique sous-sol). A cet effet, une fiche type peut être téléchargée sur le site internet de la Cwepss (www.cwepss.org). Idéalement, celle-ci doit être accompagnée d'une carte de localisation et de photos complétant la description. Ces documents sont à transmettre par e-mail (contact@cwepss.org).

Usages pratiques de l'Atlas

L'édition d'un inventaire qui décrit et situe les phénomènes sur carte est parfois remis en cause par ceux qui craignent qu'une publication entraîne une sur-fréquentation et une pression supplémentaire sur des sites remarquables et fragiles. Il faut rappeler que la mention d'un phénomène dans un inventaire ne modifie en rien les règles de protection et d'accès, ni le respect élémentaire de la propriété privée pour les sites concernés. De plus, avec le recul, on constate que dans les bassins pour lesquels nos atlas ont été publiés depuis 2009, aucune augmentation de la fréquentation n'a été à déplorer.

Enfin, nous avons la conviction que les dégâts causés au milieu souterrain et aux zones calcaires sont bien davantage le fait de l'ignorance de leurs auteurs que d'un « vandalisme environnemental ». Un ouvrage qui met en valeur ces sites, qui insiste sur leur vulnérabilité, qui propose de bonnes pratiques pour l'exploration souterraine et qui présente les acteurs liés à la gestion et à la protection de cet environnement contribue au contraire à une prise de conscience généralisée, à une meilleure prise en compte des phénomènes karstiques et des eaux souterraines dans la gestion des régions calcaires et dans l'aménagement du territoire.

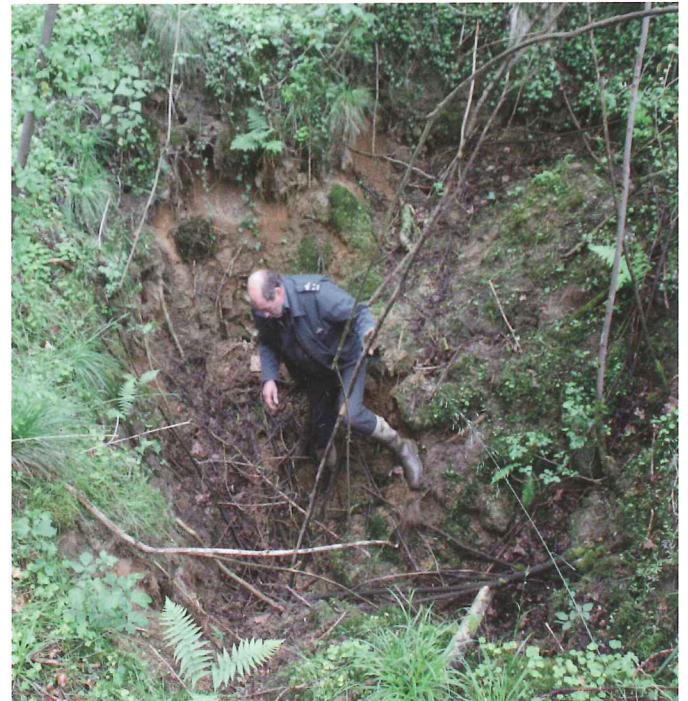


Fig. 4 – Dans le bassin d'alimentation des galeries drainantes de Modave, ouverture d'une vaste dépression karstique à surveiller pour protéger la prise d'eau.

Avec sa cartographie précise et ses fiches descriptives proposant une bibliographie complète pour chaque phénomène inventorié, un état des lieux à jour et des recommandations en termes de gestion, cet ouvrage est structuré comme un document de travail ayant divers usages possibles.

Pour l'**aménagement du territoire** : en région karstique, la qualité du sous-sol peut poser des problèmes d'instabilité. L'Atlas du Karst, en positionnant les sites karstiques, apporte des éléments utiles pour la planification du développement territorial de ces zones.

Pour les **travaux et l'infrastructure** : en signalant les phénomènes karstiques de surface et souterrains, l'Atlas attire l'attention des lotisseurs sur les risques d'instabilité du sol pouvant par endroit être *non aedificandi*.

Pour la **protection des eaux souterraines** : les phénomènes karstiques sont autant de points d'infiltration vers la nappe aquifère. Une vigilance est de rigueur autour de ces points d'enfouissement pour protéger le patrimoine hydrique. Cette fonction est essentielle dans un bassin comme le Hoyoux où les prises d'eau sont particulièrement nombreuses et où les traçages ont démontré la connexion rapide entre pertes et émergences exploitées.

Pour la **prévention des pollutions** : l'état des lieux des sites karstiques et de certaines anciennes carrières calcaires démontre que les rejets liquides et solides dans le karst n'ont pas été totalement éradiqués. Par rapport aux données plus anciennes (observations de la CWEPSS depuis 1991), la situation s'est très nettement améliorée. Il reste néanmoins quelques cas d'anciens sites pollués, non réhabilités. Dans le bassin du Hoyoux, ceci concerne prioritairement d'anciennes poches d'extraction de terres plastiques, dans lesquels sont évacués des déchets liquides et solides.

Pour la **conservation de la nature** : le Hoyoux avec ses versants boisés et rocheux est en partie repris en zone Natura 2000. On compte également un certain nombre de réserves naturelles (associées à la présence de pelouses calcaires), de sites classés et de sites archéologiques. Enfin, quelques grottes disposent du statut spécifique de Cavité Souterraine d'Intérêt Scientifique (CSIS). Avec cet inventaire, nous espérons contribuer à une meilleure prise en compte dans la gestion de ce territoire, de la présence du karst et de l'écosystème qui y est associé.

Pour les **scientifiques et les naturalistes** : toute personne s'intéressant aux sites souterrains et à leurs aspects scientifiques dispose avec cet Atlas d'un précieux inventaire pour orienter ses recherches et sélectionner les sites sur lesquels mener des études approfondies... mais aussi pour programmer de belles balades dans un cadre enchanteur.

Pour les **spéléologues** : les cartes reprenant les limites géologiques et l'implantation des différents sites karstiques aideront à déterminer les prospections et recherches en vue de nouvelles découvertes. L'inventaire permet également de replacer les chantiers de fouilles dans un contexte plus global et hydrogéologique à l'échelle d'un massif.



Fig. 5 – Pelouse calcaire à Petit Modave. Cette réserve domine les captages de Vivaqua.