



# Eco Karst

Trimestriel de la Commission Wallonne d'Etude & Protection des Sites Souterrains  
Ed. resp.: G. THYS, Clos des Pommiers 26 - 1310 La Hulpe

Belgique - Belgie  
P.P.  
1310 ---La Hulpe  
1/4467

N° agrégation P 30 24 48  
N° 103 - 1er trimestre 2016

## Editorial

L'Eco Karst 103 clôture une première année complète d'édition couleur de votre périodique souterrain. Vos avis concernant cette « révolution quadrichrome » sont très positifs. Le nombre de membres de la CWEPSS qui partagent dorénavant cette lecture est d'ailleurs en forte augmentation. Nous comptons donc poursuivre dans cette veine colorée, en tentant de maintenir le contenu au niveau de cette belle présentation.

Au-delà de sa couleur, le poids du périodique est également nettement à la hausse. Ceci entraîne des frais postaux, rendant l'envoi vers l'étranger hors de prix. A l'avenir, la diffusion hors des frontières se fera donc uniquement sur support électronique, selon des modalités qui restent à définir.

- Ce numéro fait la part belle aux problèmes de localisation et de positionnement cartographiques, essentiels lorsqu'on inventorie le sous-sol d'une région. Le recours aux techniques et au **matériel utilisé en topographie souterraine** (viseur laser) permet de définir la position des cavités à partir de points de repères. Testé dans le vallon de la Solières (Huy), les résultats sont très satisfaisants, sans bien sûr offrir la précision du théodolite du géomètre.

- C'est encore à l'aide de faisceaux laser... mais embarqués dans les airs cette fois, que l'on génère une cartographie précise du relief du sol (à 0,12m près !). Ces **images Lidar**, librement disponibles en Wallonie depuis 2015, révolutionneront les méthodes et la précision des inventaires de terrain, comme le démontrent les premiers essais dans le bassin de la Vesdre.

- Ces techniques modernes doivent s'accompagner de vérifications pour confirmer l'existence des sites et interpréter la géologie et le relief local. L'importance de ce travail de terrain est démontré à **Seneffe**, où un **impressionnant système karstique** fut découvert dans une zone dépourvue jusque là de toute information !

- Toujours en terme de positionnement, mais d'opinion cette fois, nous avons demandé aux représentants de l'Administration Tchèque des Grottes, venus visiter nos grottes touristiques cet été, un avis critique sur le tourisme souterrain wallon. Ce point de vue extérieur est riche d'enseignements pour mettre en place une **gestion plus durable de nos cavités touristiques**.

Vous trouverez enfin l'invitation à la prochaine **Assemblée Générale de la CWEPSS** (le 10 avril 2016) qui se prolongera par une petite excursion karstique sur les bords du Hoyoux. Dans l'espoir de vous y voir nombreux, nous vous souhaitons dès à présent une bonne lecture.

Georges MICHEL



Le ruisseau du Bois des Sapins est absorbé en sous-sol, dans une profonde perte à l'entrée des calcaires.

## Karst méconnu à Seneffe

### Découverte d'une perte/résurgence au Bois des Sapins (Feluy- Arquennes)

En mars 2015, un habitant de Seneffe contactait la CWEPSS à propos d'un cours d'eau disparaissant dans une pâture, à proximité du château de La Roque à Seneffe. Organisant une promenade contée dans ce coin, il voulait en savoir plus sur ce phénomène et sur le parcours souterrain de ces eaux.

Nous ne disposions d'aucune information karstique pour cette zone du Bassin de la Sambre, située à proximité de l'ancien canal Bruxelles-Charleroi et longée par la Samme. La nouvelle carte géologique (39/5-6 Braine-le-Comte – Feluy par Hennebert M. et Eggermont B. SPW – 2002), montre un calcaire qui se limite aux versants des vallées, là où l'érosion a raboté les terrains de couverture. Sur le plateau, les dépôts tertiaires et quaternaires (apports éoliens) peuvent excéder 40 m d'épaisseur, alors que dans les fonds de vallée, les alluvions recouvrent de larges zones.

La zone étant cultivée et urbanisée, nous doutions de l'existence d'une perte franche dans cet environnement. Notre interlocuteur aurait-il confondu un chantoir avec une canalisation ?



La visite de terrain allait s'avérer surprenante. C'est un très vaste et profond chantoir, entouré de plusieurs affaissements que nous avons trouvés à l'aval du Bois des Sapins.

Ce cas particulier illustre bien que le karst et les contraintes associées ne se limitent pas à quelques massifs rocheux bien délimités, mais concernent des superficies bien plus importantes. Le rôle des collaborateurs de terrain pour faire "remonter l'information souterraine" en relevant les indices liés au karst est essentiel.



La zone prospectée, se situe entre le Bois des Sapins et la Samme, à proximité du château de la Roque.

## Contexte hydrogéologique et géologique

Depuis l'amont (Bois des Sapins) on peut observer une succession de couches géologiques. Leur degré de perméabilité, va déterminer l'hydrologie locale et expliquer:

- la positionnement du réseau de sources,
- la perte à l'entrée des calcaires,
- l'importance hydrogéologique des zones de "contact" entre couches de nature différentes.



Sables bruxelliens compacts sur le plateau.

a/ Sur le plateau, les sables bruxelliens (BXL sur la carte géologique) laissent s'infiltrer l'eau de précipitation. Cette couche de sable fonctionne comme une éponge qui se remplit progressivement d'eau. Ces eaux, bloquées "vers le bas" par la glauconie peu perméable (formations FEL & MEP), s'écoulent suivant le contact de ces 2 couches.

b/ Les sources du Bois des Sapins : les 5 sources répertoriées marquent le contact entre la couche perméable BXL et les glauconies sous-jacentes. Les eaux s'écoulent vers l'ouest, sans pouvoir pénétrer dans le sol. La source située la plus au nord est ferrugineuse et sort légèrement sous pression.

c/ Le point de perte : les eaux disparaissent sous terre dans une vaste dépression dans les calcaires dévoniens (membre de La Rocque ; FLN & RCQ). Le soutirage provoqué par la circulation contribue aux effondrements en surface, en bordure et à l'aval du chantoir.



Sorties d'eau dans le Bois des Sapins.

d/ En aval du chantoir : que deviennent les eaux ? La question peut sembler simple mais la réponse ne l'est pas...

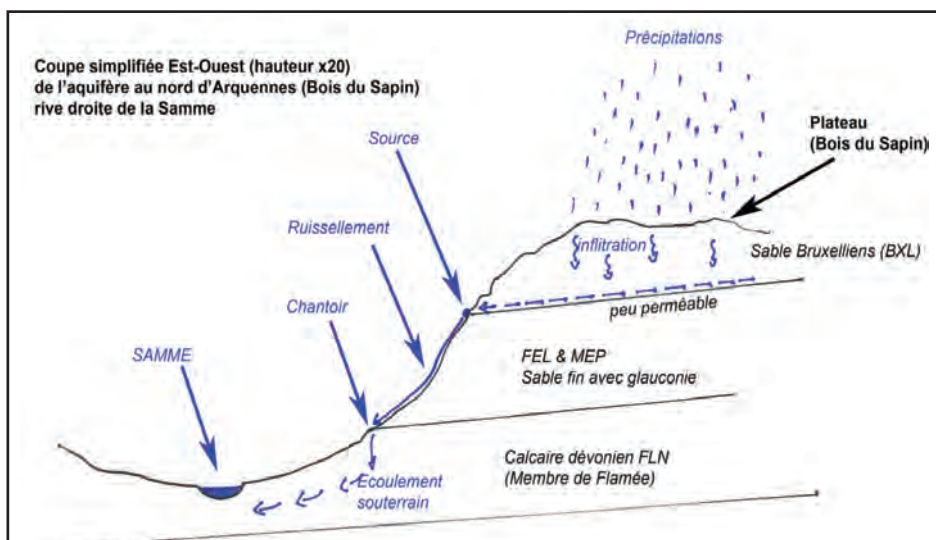
Nous sommes contraints de nous limiter à quelques hypothèses, en utilisant la carte géologique comme guide. On se laissera également guider par les alluvions récentes et la présence de phénomènes de soutirage, autant d'indices pour retrouver la piste des eaux souterraines.

## Un karst bien développé en rive droite de la Samme ?

En plus de l'impressionnant chantoir de La Roque, nous avons relevé plusieurs affaissements et effondrements dont certains, récents, témoignent de la dynamique karstique locale.

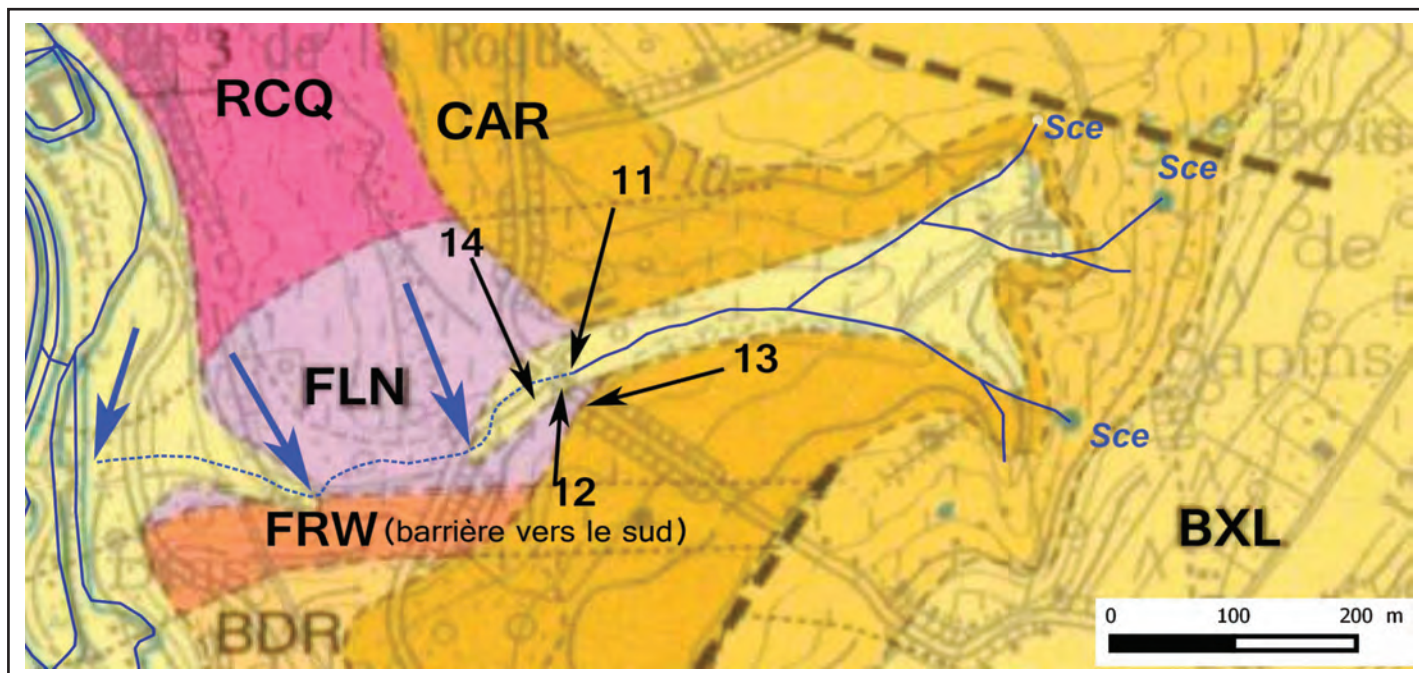
Les "réparations" faites à la rue et le comblement de plusieurs dépressions dans les pâtures ne nous avaient jamais été signalés auparavant. Ceci explique pourquoi l'Atlas du Karst était vierge de tout phénomène dans cette zone.

L'évolution récente de ces phénomènes et les observations réalisées au début du mois de mars 2016 confirment la dynamique karstique et la nécessité d'en tenir compte dans l'aménagement du territoire.



Coupe simplifiée en rive droite de la Samme, illustrant l'impact de la géologie sur les écoulements d'eau et la fonction de réservoir des sables bruxelliens.





Extrait de la carte géologique 39/6 entre Arquennes et le château de la Roque, avec report (N°11 à 14) des phénomènes karstiques inventoriés. Elle illustre la fonction de barrière hydrologique jouée par FRW. Les flèches bleues correspondent aux zones à investiguer pour tenter de trouver la sortie des eaux karstiques.

### 39/6-11 - Chantoir de la Roque

Point de perte situé au contact entre les sables fins de Mons-en-Pévèle (MEP) et l'affleurement calcaire dévonien. Dépression allongée de 15 m de long pour 3 m de large et d'au moins 2 m de profondeur. La perte absorbe toutes les eaux provenant du Bois des Sapins, à une trentaine de mètres du corps de ferme. Le chantoir se présente comme une vallée aveugle aux parois terreuses redressées, avec quelques blocs calcaires. Le propriétaire remblaie régulièrement le site et y déverse des branchages qui y sont engloutis.

**Hydrogéologie:** Située en rive droite de la Samme, cette perte totale absorbe un débit de plus de 5l/seconde, provenant de 5 sources distinctes. Les eaux ressortent probablement dans la Samme. La carte pédologique indique en aval du chantoir (et jusqu'à la Samme) des placages alluvionnaires assez épais, indiquant qu'un écoulement s'est poursuivi en surface au-delà de la perte. Dimensions en surface: long. 15 m; larg. 3 m; prof. 2 m.



Le chantoir tend à s'étendre (élargissement) et est continuellement remblayé par le fermier. La roche en place n'a pas pu être observée dans son fond.

**Etat des lieux:** 26/03/2015 – Selon le propriétaire, en 45 ans, le points de perte s'est déplacé vers l'aval sur 50 mètres. En face de la ferme un affaissement aurait avalé un arbre de 6 m de haut !

**Intervention:** Il faudrait sonder les berges de la Samme pour tenter de localiser le point d'émergence de ce système.

### 39/6-12 - Affaissement rue du Bois des Sapins

Dans le prolongement direct du chantoir de la Roque (396-011), effondrement ayant emporté la moitié de la route. Cet affaissement sur l'axe de drainage du chantoir principal (situé une quinzaine de mètres en amont) est causé par le soutirage des eaux enfouies à La Roque, ainsi que des pertes dans le caniveau. Dimensions en surface: long. 3 m; larg. 2 m; prof. 2 m.



Réparation récente de la route (mars 2015), avec report (témoignage du fermier) de l'étendue du trou.

**Etat des lieux:** 26/03/2015 - Cet affaissement a fait l'objet d'une réparation par la commune début 2015. Le soutirage se poursuit et il s'est reformé en mars 2015 dans le champ en bordure de la route.

### 39/6-13 - Puits naturel du caniveau du Bois des Sapins

Effondrement formé dans le caniveau de la route en mars 2015. Puits naturel en forme de d'ogive de plus de 3m de profondeur. Vu la profondeur du trou et ses parois en ogive, il risque de s'élargir et d'emporter une partie de la route.

**Hydrogéologie:** Ce puits naturel est décalé par rapport à l'axe du chantoir principal. C'est l'eau du caniveau qui s'y déverse qui est à l'origine de cet affouillement. Présence de galets roulés. Malgré la profondeur de cet effondrement, la roche en place n'est pas visible.



Dimensions en surface: long. 1,5 m; larg. 1 m; prof. 3 m.

**Etat des lieux:** 26/03/2015 - Le site continue à s'approfondir et à s'agrandir du fait du déversement d'eau.

15/02/2016: Suite à l'élargissement de ce trou, une partie de la route a été emportée. La voirie a été fermée pour éviter tout accident. Le



L'eau du caniveau qui cascade dans le trou de 3m de profondeur permet au soutirage de se poursuivre.

diamètre du fontis atteint 4m dans sa plus grande longueur.

### 39/6-14 - Effondrement aval de la Roque

**Type et description:** En bordure du chemin qui se prolonge depuis le carrefour du Bois des Sapins en direction du Château de la Roque, dans le caniveau, effondrement totalement remblayé, qui devait avoir un bon mètre de diamètre. La zone subit un tassement et n'est pas encore stabilisée. En face de l'effondrement, en rive gauche du vallon sec, une dépression semi-ouverte dans la pâture



Dépression aval en partie remblayée, elle aussi située sur une venue d'eau qui a provoqué son approfondissement.

est liée au soutirage suivant cet axe.

**Hydrogéologie:** L'affaissement s'est formé en aval de l'arrivée d'eau qui draine la route. Ces écoulements sont à l'origine de la formation de cet effondrement. En aval de cette dépression, le vallon sec se prolonge dans la propriété du château de la Roque. Pas de traces d'écoulements récents. C'est probablement dans cet axe en bordure de Samme que se trouve l'émergence du système. Dimensions en surface: long. 1 m; larg. 1 m; prof. 0,3 m.

26/03/2015 - D'après le fermier, cet affaissement se serait brutalement ouvert en 2010, atteignant plusieurs m de profondeur.

### Aspect karstique du système

L'emplacement du point d'engouffrement des eaux des 5 sources du Bois des Sapins ne laisse pas de doute quant à la nature karstique de cette perte. Il ne s'agit pas d'une infiltration diffuse (comme dans les sables bruxelliens sur le plateau), mais bien une perte concentrée, via laquelle les eaux de surface sont mises en contact direct avec les eaux souterraines.

En période de crue, ce chantoir sature. Les eaux retrouvent alors pour quelques jours un cours aérien jusqu'à la Samme. La carte géologique montre que des alluvions se poursuivent sur les calcaires en aval de la perte (voir AMO).

### Hypothèses quant au devenir des eaux souterraines

Seule une étude hydrogéologique complète avec un traçage permettrait d'en savoir plus sur le parcours souterrain et les temps de passage... Encore faut-il savoir où prélever les eaux en bord de Samme.

Un regard sur la carte géologique permet d'orienter les recherches : au sud, une bande d'une cinquantaine de mètres correspond à la formation de Franc-Waret (FRB). Ces terrains sont recouverts d'alluvions et de terrains plus récents et répondent à la description suivante : « shales verdâtres dont les horizons supérieurs présentent des nodules schisto-calcaires... dans la vallée de la Samme, épaisseur : de 15 à 25 m ».

Les shales constituent une barrière hydrogéologique; même une épaisseur de 20 m est suffisante pour empêcher les eaux souterraines de les traverser. Il est donc judicieux de "concentrer" les recherches au nord de cette barrière hydrogéologique, en bordure de la Samme.

Un bon coup d'eau (période de crue) dans le chantoir serait probablement également assez favorable pour faciliter la délimitation de la sortie d'eau. L'enquête karstique à Feluy continue...

### Evolutions récentes et recommandations

Depuis les observations réalisées par la CWEPSS en mars 2015, le système karstique de Seneffe a continué à évoluer. C'est en particulier le puits naturel le long de la route (39/6-13) qui est préoccupant.

Comme nous l'avions prévu, celui-ci s'est élargi au point d'emporter une bonne partie de la route, représentant un vrai danger pour la circulation et imposant une fermeture momentanée de la route.

Pour sécuriser ce site, les recommandations sont suggérées en accord avec le Service Géologique de Wallonie et la Direction de l'Aménagement du Territoire:

*Décaser les parois latérales de l'effondrement pour créer un cône dans la zone affaissée l'idéal étant d'atteindre la roche mère (calcaire). Ce cône devrait à tout le moins avoir un rayon dépassant de 3m l'ouverture actuelle.*

*Remblayer le cône à l'aide de gros blocs (d'origine naturelle) jusqu'à 50 cm sous le ni-*



veau du caniveau. Ces blocs doivent avoir un diamètre suffisant pour assurer le drainage du sous-sol, tout en formant une voûte solide en cas de soutirage. Ils doivent pouvoir être excavés lors d'une stabilisation postérieure.

Déposer, sur ce remblai, un lit de stabilisé pour reformer le caniveau, afin que l'eau y soit à nouveau bien canalisée.

Imperméabiliser le fond du caniveau à l'aide d'un géotextile et rétablir le caniveau bétonné en débordant de 2 m le cône précité.

Collecter les eaux en provenance de l'amont (prairie) pour éviter l'arrivée massive des eaux pluviales dans la zone d'effondrement.

Si un accord avec le propriétaire peut être trouvé, l'axe drainant (Thalweg) devrait collecter les eaux jusqu'au-delà de la limite des calcaires et si possible vers la Samme, sans passer dans la zone effondrée.

En ce qui concerne le chantoir principal (39/6-11), entretenir régulièrement ce site et éviter qu'il ne soit remblayé pour limiter les risques de débordement sur la chaussée et l'alimentation des effondrements en bordure de route.

Enfin pour mieux comprendre le fonctionnement de ce système karstique et pouvoir prendre des mesures durables quand aux risques d'affaissements, une étude hydrogéologique est nécessaire afin de pouvoir définir les axes de drainage et le point d'émergence de tout ce système.

Georges MICHEL  
avec l'aide de la CACeff



Le puits naturel (39/6-13) s'est élargi et a emporté une partie de la route en février 2016 suite aux pluies importantes (photos V. Gourdin)

## Regards tchèques sur les grottes touristiques de Wallonie

En octobre 2015, une délégation de l'administration des grottes de la République Tchèque (Ministère de l'Environnement) a parcouru la Wallonie pendant une semaine pour découvrir « nos grottes touristiques ». Cette institution organise une telle visite chaque année dans un pays européen, pour découvrir la valorisation du patrimoine souterrain local. L'objectif est rencontrer les acteurs du secteur touristique et de s'inspirer de pratiques locales pour faire évoluer la gestion des cavités tchèques. Ces voyages permettent des collaborations internationales, en particulier pour le monitoring souterrain.

En 6 jours, ils ont visité une dizaine de cavités touristiques, leur programme était coordonné par Camille Ek. Nous les avons rencontré à Scladina : l'occasion de discuter protection et gestion du karst. Avec un sous-sol aux mains de l'Etat (héritage du passé communiste), les conditions de gestion des grottes diffèrent des nôtres.

Pour l'Eco Karst, nous avons demandé à ces visiteurs de présenter la protection du karst en Tchéquie. Nous avons sollicité leur opinion quant à la qualité des cavités de Wallonie ; un regard extérieur qui nous semble éclairant, pour faire évoluer le tourisme souterrain wallon vers une démarche plus durable.

Cette synthèse est rédigée par le Dr. Jaroslav Hromas, Dir. de l'administration des grottes de Tchéquie. Il insiste sur l'excellent accueil dont ils ont bénéficié et sur son manque de recul pour pouvoir évaluer la gestion des grottes wallonnes. Son avis plein de bon sens intéressera tout à la fois les spéléologues, l'administration en charge du tourisme, mais aussi, les gestionnaires et propriétaires de cavités touristiques.

### Gestion et conservation des cavités tchèques

En Tchéquie, les lois de protection de l'environnement sont récentes. Le Ministère de l'Environnement fut fondé suite à l'indépendance en 1989. Ce ministère confia la gestion des 14 cavités touristiques du pays à la Direction Nationale pour la Protection de la Nature.

En 2006, la gestion des grottes fut transférée à l'**Administration des Grottes de la République Tchèque** : un organisme public indépendant, spécifiquement centré sur le milieu souterrain et qui doit pour partie s'auto-financer. Ses missions prioritaires sont la valorisation des grottes touristiques du pays et le soutien aux activités de recherche scientifique, d'exploration et de documentation du milieu souterrain.

Cette institution a pour priorités :

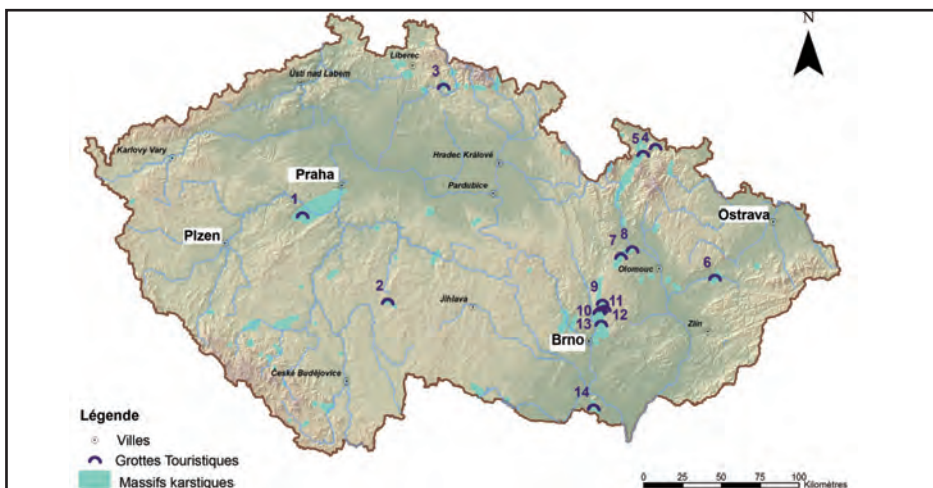
- la stricte protection des grottes ;
- une revitalisation des cavités abîmées par des aménagements anciens ;
- la mise en place d'une gestion touristique durable pour le patrimoine souterrain.



Dans la "forêt de bambous" de la grotte Katerina, les fines stalagmites peuvent atteindre 4m de hauteur (photo Petr Zajifek).

Pour ce faire, les cavités touristiques ont toutes été monitorées ; l'administration conçoit un plan de gestion pour chacune, en tenant compte des dernières recherches en écologie souterraine.

Dès 1991, les parcours dans les grottes touristiques ont été progressivement revus. Aux entrées, des bâtiments modernes ont été érigés pour accueillir des expositions et renforcer l'attrait et la fonction pédagogique de ces cavités.



Répartition des massifs karstiques et des 14 cavités touristiques en République Tchèque





De nombreux squelettes d'ours furent retrouvés dans la grotte Katerina, probablement piégés depuis un aven aujourd'hui colmaté (photo Petr Zajítek).

Lors de la modernisation des parcours souterrains, il a fallu extraire quantité de débris en tout genre, liés aux exploitations précédentes. Les anciens aménagements ont été remontés à la surface ; des parois (et concrétions) furent nettoyées de l'argile, de la suie ou du Lampflora qui les recouvraient, le recours à des techniques de nettoyage écologiques étant privilégié à chaque opération.

Ces travaux de renouvellement ont permis d'introduire des matériaux écologiquement "neutres et durables" (acier inoxydable, plastique et progressivement éclairage led), pour limiter au maximum l'impact sur le milieu souterrain.

### Un cadre législatif qui protège le milieu souterrain

La loi tchèque sur la nature et la protection des paysages (n° 114/1992) offre une protection stricte à l'ensemble des cavités. Il est ainsi formellement interdit de détruire, d'endommager ou de modifier leur état. Ce statut s'applique aussi aux sites karstiques de surface qui sont en liaison directe avec des cavités.

Quand une carrière découvre une grotte, l'exploitant a l'obligation de faire connaître cette découverte ; il garde toutefois ses droits sur le site, qui ne pourra être protégé sans son consentement.

Selon cette même loi, la propriété des grottes est dissociée de celle de la surface. Les cavités sont un bien collectif (tout comme l'air ou l'eau), géré par l'Etat. Enfin, les grottes majeures et toutes les cavités touristiques sont situées dans des périmètres de protection (parc nationaux, réserves naturelles, sites classés...), destinés à renforcer leur conservation.

### Contrôle et gestion : de lourdes tâches à assumer

La gestion des grottes touristiques impose à l'administration de nombreux contrôles (inspections répétées, octroi de permis, révisions des aménagements...). Chaque aménagement en grotte doit respecter les conditions définies par la Commission de Protection de la Nature et s'intégrer dans un plan de gestion global. Toutes les cavités touristiques font l'objet de mesures de radon, sous la supervision de l'Agence pour la Sécurité Nucléaire. Enfin, la navigation souterraine dans la grotte de Punkva est sous la supervision des autorités navales.

Dans les grottes touristiques, entre 4 et 16 stations font l'objet de mesures pluriannuelles de paramètres tels que température, humidité, concentrations en oxygène, CO<sub>2</sub>, CO et radon. Si ces mesures sont faites pour garantir la sécurité des visiteurs et des guides, elles fournissent des données pour le suivi du micro-climat des cavités. Lorsque des valeurs inquiétantes sont enregistrées (comme à Zbrašov aux riches concrétions d'aragonite, où se forment des poches de haute teneur en CO<sub>2</sub>), un monitoring en continu est mis en place, relié à un système de ventilation.

### Quelle place pour les spéléologues dans un arsenal juridique aussi strict ?

En Tchéquie, les spéléologues se regroupent dans des clubs, eux-mêmes membre de la Société Spéléologique Tchèque. Chaque club a sa « zone d'étude » et ses cavités de prédilection. Pour exercer leurs activités souterraines d'étude, de prospection et de désobstruction, les clubs doivent obtenir une autorisation du Ministère de la Protection de la Nature. Ces autorisations sont limitées dans le temps et concernent une zone déterminée (ensemble de massifs karstiques) ; elles sont reconduites après évaluation et présentation des travaux du club qui en fait la demande.

Selon le Dr. Hromas, cette collaboration se déroule sans encombre et au bénéfice du bon état des grottes. Les spéléologues sont associés aux travaux de conservation des cavités et y assument généralement la fonction de conservateur.

Bon nombre de dirigeants en charge des grottes au sein de l'Administration de la Protection de la Nature, sont d'anciens spéléologues ; ceci facilite très certainement la compréhension et les collaborations.

Le grief principal concerne la lourdeur administrative liée à ces demandes d'autorisation, imposant de remplir divers formulaires... qui « mangent » du temps sur l'exploration et la gestion effective du milieu souterrain.



La valorisation des cavités touristiques s'accompagne d'une modernisation des installations pour accueillir les visiteurs. Bâtiment d'entrée de la grotte de Punkva, cavité touristique majeure du karst morave. (Photo Petr Zajítek)



## Avis et commentaires sur la gestion des grottes touristiques en Wallonie

La géologie et la morphogenèse des grottes wallonnes sont similaires à celles de Tchéquie ; les sites souterrains des deux pays se sont formés dans le même plissement hercynien et dans des formations d'âge dévonien pour les grottes touristiques majeures. Les grottes que nous avons visitées offrent un panel varié : structure géologique, morphologie, karstogenèse, vestiges préhistoriques, aménagements intérieurs, mode de gestion (et propriétaire du site), valorisation pédagogique...

### Le niveau d'équipement des grottes touristiques wallonnes

Les 11 cavités touristiques visitées peuvent être regroupées en deux catégories, selon le niveau d'équipement du parcours proposé aux visiteurs :

*A/ Les cavités disposant d'installations modernes et bien équipées ;*

*B/ Des grottes dont le sol est peu aménagé, sans rambarde et dont la qualité de l'éclairage est moindre.*

Dans les cavités du groupe A, le visiteur bénéficie d'un itinéraire en béton bien aménagé, il se sent en sécurité. La qualité de l'éclairage met en valeur les beautés souterraines ; les parcours permettent généralement d'approcher de très près les joyaux souterrains.

Lors des visites dans les grottes du groupe B, le visiteur doit éviter de heurter sa tête ou de se tordre le pied. Le touriste se concentre alors sur "sa sécurité" et passe à côté de certains éléments intéressants de la grotte. Cependant, il vivra une expérience souterraine plus personnelle, plus authentique et parfois plus forte.

Nous sommes arrivés à la conclusion que pour bien appréhender le milieu souterrain, il est utile de pouvoir visiter les deux types de grottes : cette combinaison enrichit la perspective et la compréhension du milieu souterrain.

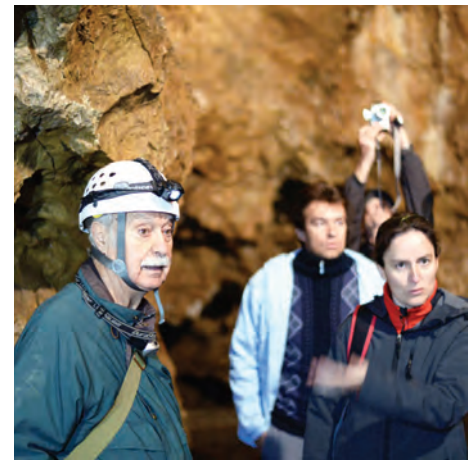


La démonstration de la domestication du feu à la grotte de Goyet, offre aux visiteurs une expérience concrète et très pédagogique.

Dans les deux cas, il revient au gestionnaire de garantir un micro-climat stable, un environnement propre, sans Lampflora (à l'exception d'un spot à vocation pédagogique), et d'avoir un éclairage à la fois esthétique et sécurisant. Les aménagements doivent être discrets pour conserver le plus possible l'aspect "naturel" du site.

La première priorité dans la gestion moderne d'une grotte concerne la conservation des concrétions et des remplissages, principaux attraits des sites souterrains. Ceci nécessite de réguler la quantité de visiteurs, le nombre de visites par jour et tout autre paramètre important pour l'équilibre de cet écosystème.

A titre de comparaison, en Tchéquie, les grottes touristiques ont un niveau d'équipement élevé avec des revêtements au sol en béton, des téléphones de sécurité, l'eau courante pour pouvoir nettoyer le sol etc. Chacune est visitée annuellement par plusieurs milliers de touristes (les plus courues atteignent une fréquentation de 200.000 visiteurs par an).



Excursion à la Merveilleuse guidée par C. EK.

### Grottes sauvages et grottes aménagées pour les touristes

Il serait intéressant à l'avenir de permettre aux touristes de découvrir certaines grottes (ou parties de réseaux) dans leur état "naturel" avec des aménagements minimaux (à savoir, assurer la sécurité des visiteurs et des spéléothèmes). La tendance actuelle, répandue dans plusieurs pays, est de proposer aux touristes une "aventure" et une expérience s'approchant de la spéléologie.

Grotte	Aspects positifs	Aspects négatifs
Han-sur-Lesse	Arrivée en tram. Scénographie (éclairage & animation musicale) & potentiel pour les événements culturels. Guide très dynamique. Attractivité du parc animalier.	Câblages trop visibles. Lampflora très présent. Les barques sont parfois encore mentionnées. Coup de canon insolite à la sortie. Boutique axée sur le safari animalier.
Lorette (Rochefort)	Plan et coupe intéressants à l'entrée. Mise en valeur des recherches scientifiques. Ballon à air chaud. Bâtiment et alentours bien aménagés.	Rambarde et couverture des câblages rouillées. Promotion à renforcer (infos "cachées" dans le site de Han).
Ramioul	Accueil des guides-archéologues. Connexion avec le Préhistomuseum. NB: grotte toujours en travaux lors de notre visite.	Aspect un peu négligé, parcours glissant. Accès via la carrière.
La Merveilleuse (Dinant)	Rambarde (béton imitant le bois) et dallage: on aime... ou pas! Souvenirs liés aux grottes.	Site un peu négligé. Zone d'entrée à nettoyer. Propriétaire centré sur d'autres activités.
Sciadina	Passerelles suspendues. Grotte très intéressante, sans équivalent (archéologues au travail). Musée présentant les trouvailles.	Peu de possibilités pour les individuels (focalisé sur les groupes scolaires).
Comblain-au-Pont	Accueil très chaleureux, excellentes explications. Belle zone d'entrée, bien équipée (aquariums didactiques).	Moins bonne qualité des sols. Passages trop bas (des casques sont distribués aux visiteurs).
Remouchamps	Beau bâtiment d'entrée au centre ville. Uniformes des guides et bateliers. Efforts pour accueillir un maximum de visiteurs. Navigation.	Grotte assez négligée: éclairages colorés à revoir, sols et équipements dangereux, dissimulation des câbles, rampes rouillées... Lampflora. Temps limité dans la partie fossile.
Grottes de Neptune	Motivation des guides. Belle entrée le long de la rivière. Espace pour enfants dans le bâtiment d'accueil. Musique et ruban lumineux dans le tunnel artificiel. Intéressante navigation et cascade.	Grotte un peu négligée: équipements vétustes, éclairages colorés. Fournir davantage d'informations sur les fossiles (brochures, cartes postales...).
Hotton	La plus belle grotte: beautés naturelles, éclairage, équipement (ascenseur; protection des concrétions, sols suspendus en inox), bâtiment d'accueil, présentation, panneaux didactiques...! Certains guides sont aussi spéléos.	Lampflora. Hauteur des filets de protection (cachent les mannequins spéléos).
Goyet	Qualité du guide et des supports didactiques (allumage du feu, os et images d'animaux, panneaux d'information).	Lampflora. Panneaux uniquement en français.

Avis et impressions positives/négatives de la délégation tchèque suite à la visite de la dizaine de cavités touristiques situées en Wallonie.



Cette offre touristique d'un genre nouveau doit s'accompagner de préoccupations environnementales : il faut choisir les cavités qui peuvent être exploitées de la sorte, ainsi que les réseaux où ces visites seront proposées. Vu la fragilité du milieu, un encadrement compétent et un nombre de visites maximales doivent être définis à l'avance, et leur impact faire l'objet d'une évaluation régulière.

### Comment améliorer l'expérience souterraine dans les grottes touristiques wallonnes ?

Dans certaines cavités, les améliorations suivantes pourraient être apportées en termes d'équipement :

- Une meilleure valorisation scénique grâce à un éclairage mieux adapté ;
- La sécurisation de passages trop sombres par de petites lumières au sol ;
- Le camouflage des câbles et des équipements trop visibles ;
- Le renforcement des mains-courantes dans des passages plus difficiles ;
- Le nettoyage du Lampflora (parfois très présent), en recourant aux techniques modernes et écologiques ;
- L'évacuation de l'ancien matériel d'exploitation qui peut traîner à proximité des chemins touristiques.

Suite à la rencontre avec les gestionnaires des grottes, nous constatons que le type d'aménagement dépend surtout de leurs moyens financiers. Leur volonté de réinvestir une partie des revenus générés par la grotte dans sa conservation est essentielle. L'intérêt du gestionnaire d'un site souterrain ne doit pas se limiter aux seuls bénéfices à court terme de son exploitation ; or, c'est un risque important pour les gestions commerciales de type privé.

### Gestion individuelle ou "mutualisation souterraine" ?

Selon le code civil, en Europe occidentale, la propriété privée du sol s'applique au sous-sol et donc aux cavités. Cependant les propriétaires ne devraient pas considérer « leurs » grottes comme exclusivement une source de revenus.

En Tchéquie, la propriété privée a été modifiée durant la période communiste. A l'indépendance, l'Etat tchèque a décidé de conserver la mainmise sur le sous-sol et a confié la gestion des grottes à son administration, au titre de bien public. La loi prévoit que les revenus générés par l'exploitation des grottes soient consacrés aux cavités et à leur gestion. Grâce à un système de mutualisation, les cavités les plus visitées permettent de financer les travaux dans de plus petites grottes.

Ce système de mise en commun des ressources s'applique à l'ensemble des revenus générés par les grottes et ce compris la vente de souvenirs ou de boissons.



Découverte des fouilles en cours et du travail des archéologues à la Grotte Scladina

L'Etat prend en charge 1/8 du budget de l'Administration des grottes. Cet argent est prioritairement investi dans la protection et la sécurité. Le reste des recettes provient de l'exploitation touristique.

### Enseignements tirés de nos visites souterraines en Wallonie

Durant une semaine, c'est avec intérêt que nous avons vu une grande diversité d'animations touristiques souterraines. Dans toutes ces grottes, la visite s'accompagne d'explications sur la géologie, l'archéologie, la préhistoire et l'importance historique des cavités et du karst.

Nous avons apprécié que ces visites utilisent des outils et des moyens simples pour mettre en valeur les sites plutôt que d'en faire des attractions high-tech où dominent l'électronique et les effets spéciaux (une tendance « lourde » actuellement en vogue dans les attractions touristiques).

Nous avons été très impressionnés par les recherches à la grotte Scladina (Andenne), permettant aux visiteurs de découvrir les archéologues au travail. Le centre d'expérimentation sur l'archéologie à Ramioul (Préhistomuseum) est remarquable et nous rêvons d'ériger quelque chose de similaire chez nous. Dans la grotte de Lorette, nous avons admiré le laboratoire souterrain et les présentations pédagogiques en surface.

Pour préparer notre séjour, nous avons cherché des informations sur le karst et les grottes en Wallonie. Les sites internet sur les cavités wallonnes se limitent à des données pratiques (et commerciales) avec de nombreuses publicités pour d'autres attractions dans la région. On y trouve quasi aucune information sur les grottes elles-mêmes, ce qui est regrettable.

Certains sites proposent aux professeurs de télécharger un programme pédagogique ; une excellente initiative.

Le site internet présentant les cavités tchèques subit actuellement un important lifting et n'est donc pas accessible. Vous pouvez cependant découvrir notre application mobile qui donne une foule d'informations en 3 langues sur les cavités touristiques de Tchéquie, avec des cartes, études et itinéraires. Toutes ces informations sont accessibles via des QR codes.

### Conclusion

Associer recherche scientifique, pédagogie et tourisme est un attrait pour les cavités aménagées. Le risque de voir les grottes se détériorer du fait d'aménagements inadéquats peut être limité par des statuts de protection adaptés. Encore faut-il que ces statuts soient respectés et qu'un contrôle (accompagné de sanctions) soit exercé par l'autorité en charge de la protection de la nature. Ceci ne semble pas toujours être le cas en Wallonie, d'après nos visites.

Nous avons été très bien accueillis et eu l'occasion de rencontrer de nombreuses personnes passionnées par le milieu souterrain, avec une mention spéciale pour le Professeur C. Ek qui nous a pilotés de main de maître pendant ce séjour.

Ce type de visite permet de confronter nos pratiques en matière de conservation afin de mettre en place une gestion durable dans nos grottes touristiques. Il serait profitable dans l'avenir qu'une délégation d'acteurs publics et privés du secteur des grottes touristiques et de la protection de Wallonie, puisse venir en Tchéquie découvrir nos grottes et leur gestion. Nous vous y invitons en tout cas avec plaisir !

RNDr. Jaroslav Hromas  
Directeur de l'Administration  
des Grottes de Tchéquie



# Topographie de surface

## Essai de positionnement des sites karstiques dans la vallée de la Solières

*La qualité d'un inventaire tel que l'Atlas du Karst tient à la pertinence des descriptions, aux informations originales, aux mises à jour, aux illustrations... Mais c'est avant tout à la précision du positionnement des phénomènes que l'on jugera cet « outil ».*

*Nous avons tous déjà pesté, lors d'un crapahut sur un versant ou à la base d'une barre rocheuse, lorsqu'on ne retrouve pas le porche d'une petite cavité pourtant mentionnée dans la littérature. Au point qu'on se demande parfois si certaines cavités ont bien existé, si les auteurs ont été sur le terrain... ou si les grottes peuvent bouger, se refermer ou disparaître!*

Une légère erreur de pointage dans la position d'un site n'est pas dramatique, lorsque celui-ci est isolé dans un massif et situé à proximité de points de repère (routes, maisons, pylônes, chapelles...) facilitant le positionnement. Cela tourne par contre au casse-tête quand il s'agit d'étudier et de différencier un ensemble de petites cavités (dont la description se limite souvent à « petite grotte sèche »), situées sur un même versant sans aucun élément pour s'orienter. Les risques de confusion deviennent alors énormes et les erreurs se répètent d'un inventaire à l'autre au risque de créer des **shadow cavités**... qui n'ont pourtant rien à voir avec les grottes fantômisées !

Lors des mises à jour pour l'Atlas du Karst du Hoyoux, nous avons été confrontés à ce problème dans la vallée de la Solières. Nous décrivons ci-après la « technique » de levé de surface utilisée pour pointer avec le plus de précision possible (en X, Y et en altitude) les phénomènes qui se concentrent dans ce vallon.

### Positionnement des sites dans la vallée de la Solières

Ce vallon éminemment karstique et pittoresque, fait le bonheur des naturalistes, des promeneurs et de bon nombre de spéléos. Ils sont nombreux à avoir débuté l'exploration du milieu souterrain au trou Manto. La traversée vers Saint-Etienne est une classique avec son lot d'étroitures, son beau puits, sa morphologie et ses concrétions, jadis remarquables mais très abîmées par la surfréquentation.

En dehors de ce réseau souterrain majeur, le versant droit de la Solières présente de nombreux petits conduits,

porches et abris qu'il est bien difficile de différencier et de pointer sur carte.

Pour réaliser ce travail, nous avons bénéficié de l'aide indispensable de Pierre Göbbels (à la fois spéléologue chevronné et agent du DNF) et de sa connaissance parfaite de ce massif qu'il arpente depuis ses 10 ans. Il nous a amenés sans trop de difficultés (le versant présente quand même une pente moyenne de 36° !) à l'entrée de chaque porche en donnant l'histoire, le nom et les intérêts particuliers. C'est au moment de positionner sur carte les phénomènes renseignés par Pierre, que les problèmes ont commencé :

- Les chemins forestiers repris sur la carte ne sont pas des tracés fiables ;
- L'absence de repères sur un versant boisé empêche les visées vers des éléments fixes (clocher, maison, borne...) nécessaires pour une triangulation ;
- Les pointages au GPS en zone boisée et avec des surplombs rocheux, n'offrent pas de réception valable (les coordonnées pour un même point pouvant fluctuer de 30m entre deux mesures !) ;
- La perception des distances est trompeuse dans un tel environnement avec des pentes aussi fortes. Positionner un site par rapport à l'autre entraîne des dérives qui peuvent être énormes.

Enfin, en comparant la position du Trou Manto dans la littérature, sur les cartes et dans des inventaires anciens, on arrive à des fluctuations de plus de 100m ! Positionner la vingtaine de phénomènes secondaires par rapport à ce porche majeur,



Visée sur la grille de Saint-Etienne



*Bien que le Disto dispose d'une mémoire interne, chaque visée est notée et dessinée pour ensuite être réinterprétée dans un logiciel de topo.*

nécessite au préalable d'avoir une coordonnée précise pour la cavité en question. C'est à l'aide d'un matériel compact et portable que nous avons accumulé une série de visées (distance, azimut, pente) pour voir si un tel cheminement pouvait nous permettre d'améliorer le positionnement des points dans la vallée de la Solières. Ci-après la méthode utilisée (et très certainement améliorable !), pour cette topographie de surface. Elle mériterait d'être utilisée plus systématiquement sur d'autres massifs calcaires où des problèmes similaires de positionnement et de confusion entre grottes sont rencontrés.

### L'utilisation du Disto X2

Nous avons utilisé un appareil dédié à la topographie souterraine : le Disto X2. C'est un laser-mètre électronique fabriqué par Leica, mais modifié grâce au génie d'un spéléologue et électronicien/informaticien Suisse qui a mis ses talents au service de la communauté spéléologique.

Cet appareil, mesure instantanément et avec précision, l'azimut, la pente et la distance entre deux stations. Le système est compact, léger, précis et rapide d'utilisation. La limite de sa précision est la position fixe des stations et le doigté de l'opérateur.

Nous avons considéré qu'il était inutile d'avoir une précision décimétrique, alors que le diamètre d'un point sur la carte équivaut à plusieurs mètres sur le terrain. La précision de la position au sol de l'opérateur dépendait en quelque sorte de la peinture de ses chaussures.

Tenant toujours l'appareil de la même manière, il visait le centre d'une petite pla-



quette de 12 x 18 cm que tenait un porteur de mire, puis rejoignait celui-ci et prenait sa place tandis que l'autre avançait de 10 à 15 mètres. De jour, cette distance entre le pointeur et la mire permet de retrouver vite et bien la trace du mince faisceau laser rouge.



Une des 115 visées réalisées le long de la Solières.

### Les mesures

Le 27 décembre 2015, nous avons effectué 115 mesures totalisant 1117 mètres. Cela nous a occupés toute une journée... sans savoir si ce serait utile, au bout du compte !

Nous sommes partis de l'ancienne poudrerie. Coordonnées: 208685 / 133758 et altitude : 101m (à +/-2m).

Notre point final est le pont de pierre enjambant le ruisseau à l'amont des calcaires que coupe la vallée : 208727 / 133141,5 et alti : 130m (à +/-2m).

Nous avons positionné pas moins de 13 phénomènes karstiques :

- le trou du Renard (n°6),
- l'abri du Renard (n°5),
- l'abri de la Solières (n°10),
- le trou Manto (n°7),
- l'abri supérieur de Pèle Coule (n°54),
- le trou des Araignées (3 entrées) (n°15),
- la grotte Saint-Etienne (n°17)
- la Caverne des Romains (n°17)
- l'arche rocheuse de Pèle Coule (n°53),
- le trou Peugeotot (n°34)
- le trou de la Table (n°12).

Le report « brut » de ce parcours donne une erreur suivant l'axe des abscisses de 0,6 %. Cette différence est raisonnable sur une distance topo de 1117 mètres en tenant compte du fait que nous n'avons pas pointé nos stations avec exactitude (précision à +/- 1 pied!). Nous avons donc assez bien travaillé!

Des simulations de positionnement entre les deux points de référence permettent de « lisser » l'erreur. Ces simulations ont montré qu'en décalant le parcours de +1,8° en azimut (erreur imputée au calibrage de l'appareil), il se recalait exactement entre les deux points de référence.

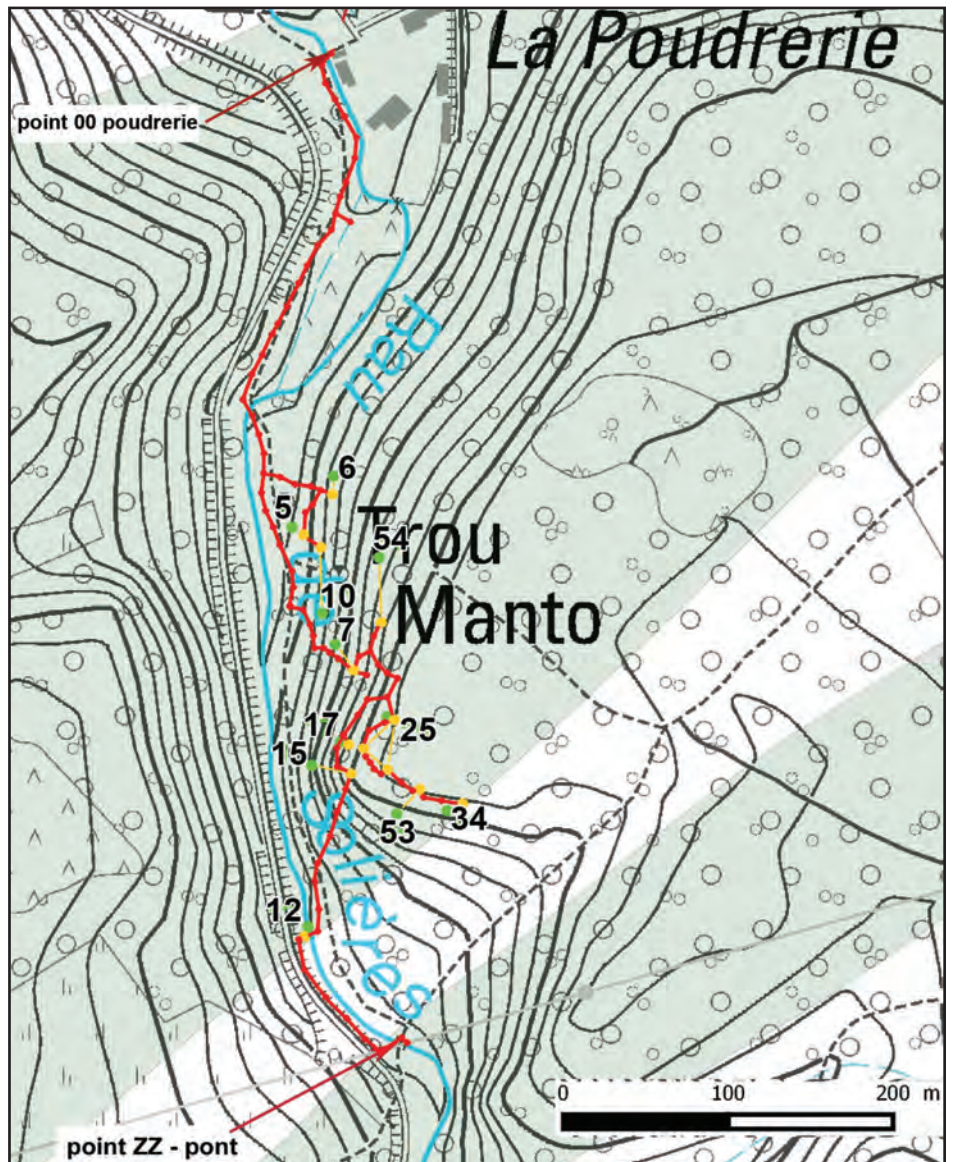
Après ce travail de terrain, l'utilisation d'un logiciel de topo spéléo facilite le travail. Ces outils permettent d'obtenir instantanément, avec 100% de précision, les coordonnées de chaque point et les résultats graphiques des levés, facilitant les simulations et des corrections éventuelles

### Les résultats

Un fichier Excel a pu être établi. Il donne (en rouge) les positions du levé de terrain corrigées et reportées en coordonnées Lambert au départ du point 00. En vert les références AKWA et nos points d'arrêt, et en noir les anciennes coordonnées de l'AKWA avec la différence relevée.

Nous tablions sur 50 mètres de décalage pour certaines et ce n'était que légèrement exagéré. Sur la carte, les différences de positionnement sont bien visibles. Du nord au sud :

- les distances entre trou du Renard (6), abri du Renard (5) et abri de Solières (10) sont réalistes (30 m entre 6 et 10) ; l'abri du Renard (5) est un peu plus bas et proche de l'abri de Solières (10);- ce dernier est loin au nord du trou Manto (7);
- les entrées du trou Manto (7), de la grotte Saint-Etienne (17) et de la caverne des Romains (15) sont alignées, un peu montantes les unes par rapport aux autres et assez hautes sur le versant;
- l'abri supérieur (54) est peu éloigné du trou Manto (7) et un peu plus haut;
- le pointage de la grotte aux Araignées (25) est celui de l'entrée nord;
- le travers banc (53) est au même niveau et à mi-chemin entre l'entrée sud de la grotte aux araignées (25) et le trou Peugeot (34).



Extrait de la carte 48/2, centré sur le trou Manto (point 7), avec la position « ancienne » des phénomènes (points verts) et leur relocalisation suite aux visées (en orange). Les sites proches des points de repère, comme le point 12 (trou de la Table) le long du vicinal étaient fort bien localisés alors que la « dérive » est beaucoup plus importante pour les phénomènes en plein versant.



Pt topo	X Lambert	Y Lambert	Z alti	Réf AKWA	Nom AKWA	Arrêt	X/Y AKWA	Z AKWA	Diff
0	208685	133758	110	coin bati					
235	208686	133486	132	482-006	trou Renard	1	208.688/133.495	120	+/- 10 m
23431	208672	133465	128		trou avant abri Renard				
2344	208668	133462	129	182-005	abri Renard	2	208.670/133.450	135	
2346	208679	133454	135	482-010	abri Solières	3	208.680/133.410	120	+/- 35 m
39	208698	133378	155	482-007	trou Manto	4	208.690/133.390	140	+/- 20 m
414	208716	133408	169	482-054	abri sup Pele Cou	5	208715/133445	155	+/- 35 m
451	208723	133348	170	482-025	grotte Araignées N	6	208720/133345	155	
454	208704	133330	168		grotte Araignées O				
459	208719	133317	170		grotte Araignées S				
462	208738	133305	168	482-053	Arche Pele Cou	7	208725/133285	165	+/- 20 m
466	208764	133296	168	482-034	trou Peugeot	8	208755/133287	140	+/- 10 m
481	208696	133332	158	482-017	grotte St Etienne	9	208.690/133.330	150	
51	208697	133315	156	482-015	caverne Romains	10	208.675/133.315	146	+/- 20 m
59	208669	133214	133	482-012	trou Table	11	208.672/133.214	120	
68	208731	133150	135	pont			208727/133141	130	

Points visés lors de notre cheminement et permettant une correction pouvant aller jusqu'à 35m par rapport aux coordonnées figurant préalablement dans l'Atlas du Karst Wallon.

## Conclusion

En l'absence de repères et perdu au milieu des bois, donner les coordonnées précises d'un phénomène karstique n'est pas chose aisée. C'est pourtant indispensable pour pouvoir partager cette information avec les personnes intéressées par l'étude du milieu souterrain.

Le recours au GPS constitue un progrès évident pour ce type de pointage. Cependant la précision des appareils légers et portatifs n'est pas toujours optimale, surtout lorsque les conditions de réception des satellites sont défavorables (couvert végétal dense, barre rocheuse et surplomb, fermant la fenêtre vers le ciel...). Les DGPS voire les stations totales offrent des lectures bien plus fiables, mais le coût, la fragilité et surtout l'encombrement de ces appareils rend leur usage plutôt périlleux dans certains massifs.



Le pont médiéval franchissant la Solières à la limite amont entre les calcaires et les grès fut un des points pour caler notre cheminement et calculer les coordonnées relatives

Nous avons utilisé le Disto X2 comme en topo spéléo pour tenter de positionner dans la vallée de la Solières un ensemble d'entrées de grottes à partir de quelques repères fixes, pour lesquels nous disposions des coordonnées Lambert au 1/2m près.

Le travail réalisé s'apparente à celui d'un géomètre utilisant un théodolite comme l'ont fait certains spéléos autour de Rochefort, pour la nouvelle topo du Nou Maulin ou le pointage des phénomènes autour de la Fosse aux Ours (voir monographie karstique de la Lesse Calestienne à ce sujet). Certes notre méthode (déjà utilisée par l'un d'entre nous en montagne et sur de longues distances pour des bouclages de surface entre cavités) est un peu moins précise, mais sa rapidité de mise en œuvre et sa vitesse d'exécution du levé est imbattable. En effet, nous n'avons dû consacrer qu'une petite demi-journée à nos mesures dans la vallée de la Solières.

Les Disto-X ont vu leur précision et leur facilité d'utilisation fortement améliorées ces derniers temps, tout en restant tout à fait abordables en termes de prix (500€ pour un appareil modifié de la 2e génération). Bon nombre de clubs de spéléo disposent désormais de ce type d'appareillage et nous avons donc voulu tester cette méthode pour voir si elle était pertinente et transposable ailleurs.

Les résultats obtenus dans la Solières sont satisfaisants, avec un bouclage de notre cheminement à 1/2m près (pour 115 visées et une distance totale de 1117m). Ces visées ont permis de calculer les coordonnées X & Y pour la quinzaine de porches et conduits karstiques sur le versant droit, mais aussi la coordonnée « Z » (l'altitude), sur laquelle les imprécisions étaient particulièrement importantes.

On constate ainsi un étagement des différents phénomènes dont la grande majorité se regroupent sur 3 seuils bien distincts, correspondant probablement à des niveaux d'enfoncement progressif de la Solières dans le massif calcaire.



Porche du Trou Manto, connu de tous et dont les coordonnées géographiques fluctuent de 100m selon les sources!

Nous espérons que d'autres spéléos dans leurs massifs pourront utiliser cette même technique et ainsi contribuer globalement à un positionnement plus précis et plus fidèle des sites karstiques en Wallonie.

Gérald Fanuel &  
Anne Gallez

Société Spéléologique de Namur







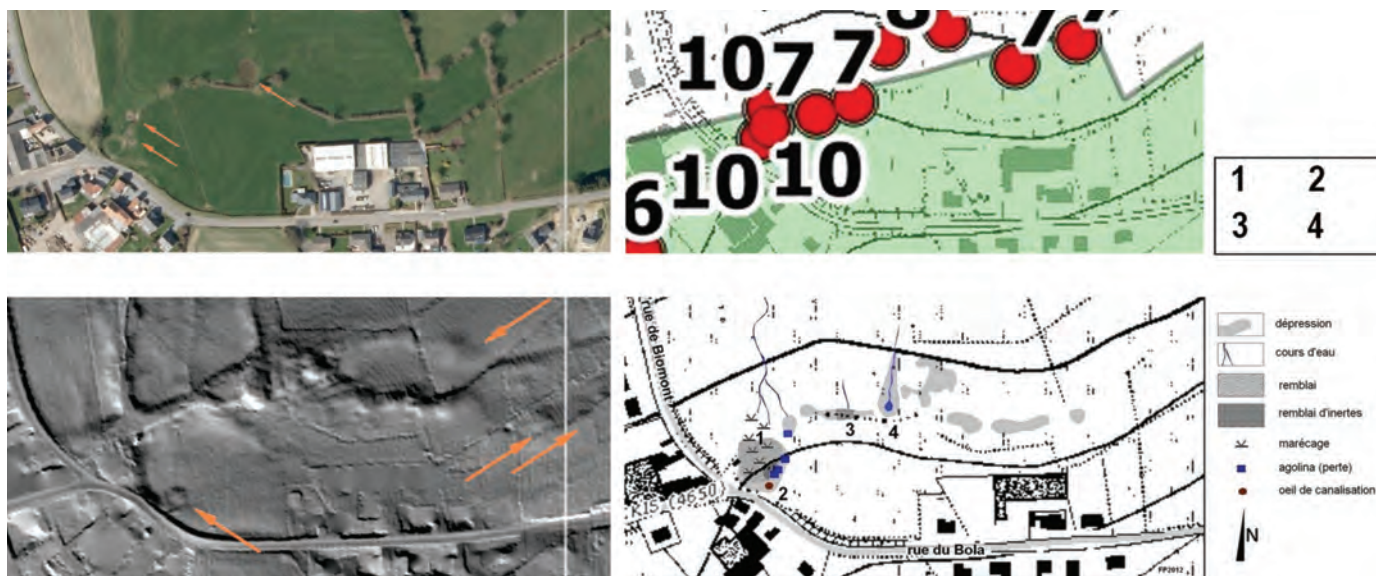


Fig. 3. Stocki / Herve: montage comparant l'image Lidar (3) avec les photos aériennes (1), en regard de l'Atlas du Karst et un croquis levé sur place (2 & 4)

Terminés les quadrillages systématiques et décourageants car trop souvent stériles, terminées les prises de croquis chronovores, finies, les longues traques par monts et par vaux, par tous les temps et sous la menace de l'engelure, de l'insolation, de la foudre, voire du coup de fusil !

L'enquêteur arrivera pile poil sur les phénomènes détectés sur l'image, dont il n'aura « plus qu'à » les décrire et tenter d'en trouver l'origine.

## Exemples dans l'est de la province de Liège

Après le poids des mots, le choc des photos Lidar. Nous avons pris des exemples dans l'est de la Wallonie. Sur les cartes qui suivent, les points rouges sont ceux de l'Atlas du Karst ; les cercles ou formes orange correspondent aux reports des morphologies suggérées par le Lidar.

Ces comparaisons sont cruelles, elles rappellent que rien n'est acquis : même si l'enquêteur a bien fait son boulot, il peut passer à côté du but à quelques mètres près dans une zone de bocage, comme il y en a tant dans nos campagnes.

De plus, si l'enquête se déroule avant la fauche dans un pré ou la récolte dans un champ, la sienne sera nulle ; de même, une investigation à la fin du printemps dans un bois de feuillus sera pauvre en résultats.

La meilleure saison, c'est la pire : à la fonte des neiges, quand le terrain est bien débarrassé de la végétation. L'accès aux images Lidar permet de résoudre en une fois tous ces problèmes récurrents, auquel s'ajoute le nombre toujours trop faible de volontaires.

### Stocki à Grand-Rechain (Herve) (carte 42/8)

Nous avons décrit cette zone mouvementée (Polrot, 2014) et levé un croquis (Fig. 3- 4). La comparaison avec l'image Lidar permet de détecter 4 phénomènes passés inaperçus (Fig. 3 : 3, flèches). La carte de l'AKWA montre un léger décalage vers le nord des phénomènes situés à l'est (Fig. 3 : 2). La photo aérienne ne montre pas grand-chose : les 2 points de perte principaux de l'agolina de Stocki et la doline inondée et absorbante, qui peuvent être confondus avec des aménagements au sol (Fig 3 : 1, flèches).



Vue panoramique de la zone de Stocki, telle que peut la découvrir l'enquêteur. Certaines cuvettes et pertes apparaissent assez clairement (surtout comme ici, lors d'une crue, où les creux et reliefs sont plus clairement mis en évidence par la présence de vasques d'eau). Il reste néanmoins très difficile de repérer tous les phénomènes, tels qu'ils figurent sur l'image Lidar.

### La Bossenne (Pepinster) - 42/8

Les phénomènes karstiques et anthropiques (pseudo-dolines) avaient été correctement relevés dans l'AKWA. On constate cependant que le site 175 a une extension plus importante et devrait être prolongé, comme suggéré par l'appendice orange (Fig. 4 : 2). Le croquis levé en 2002 aurait été plus précis si, à l'époque, les images Lidar avaient existé ! (Fig. 4:4). La photo aérienne, bien que prise l'hiver, ne nous apprend rien (Fig. 4:1).

Le versant sud de l'image Lidar (où les pentes sont les plus fortes, comme l'indiquent les courbes de niveau de la carte) est très noir et totalement sous-exposé (Fig.4 : 3). Il n'est pas possible d'y repérer des morphologies, alors que ces zones de versant sont souvent riches en matière de karst (affleurements rocheux).



Pseudo doline de Sohan. Ensemble de cuvettes bien visible sur Lidar, malgré la couverture forestière.



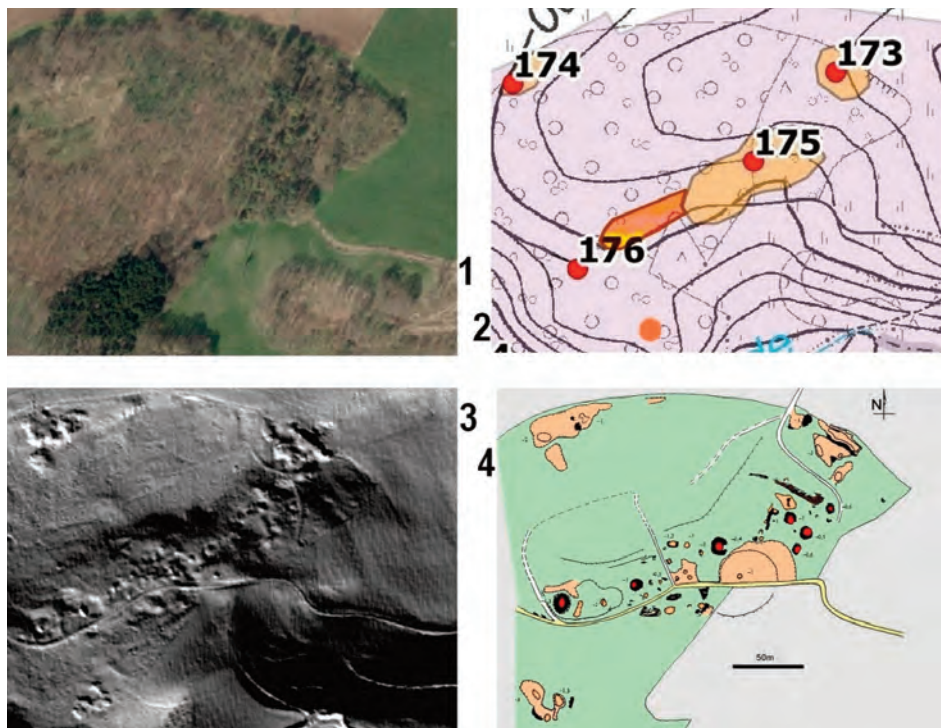


Fig. 4: La Bossenne (Sohan à Pépinster).

### Les Croisiers, en bordure de la Vesdre.

Cette situation est encore plus évidente pour le karst des Croisiers où les abrupts qui recèlent les entrées des phénomènes karstiques sont dans l'ombre (sous exposition) au bas de l'image Lidar, ou en pleine lumière (surexposition) en haut à droite (Fig. 5).

Remarquons aussi les 3 dolines absentes de l'Akwa (flèches oranges). La première à droite est une petite carrière remblayée. Les phénomènes 11 à 14 doivent être un peu décalés vers l'Est (dans le bois).

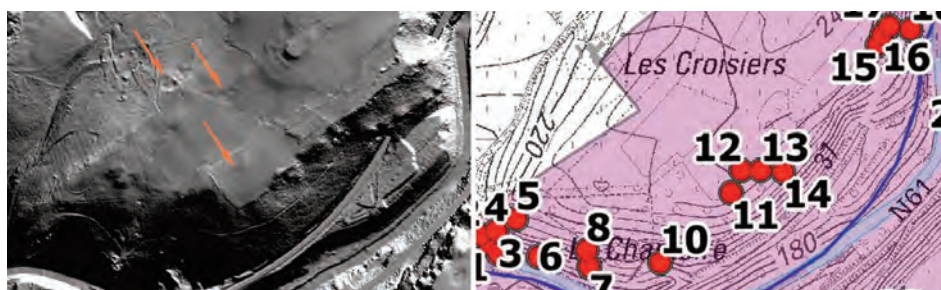


Fig. 5 Le karst des Croisiers (carte 43/5), en dehors des éléments bien visibles sur le plateau est dans "l'ombre" pour les zones fortement encaissées... où se concentrent la plupart des sites.

### Jevoumont (Theux) (carte 49/4).

Dans ces vastes prés, de nombreuses dolines en verre de montre n'avaient pas été repérées (herbages non fauchés autour de la Machine : cercles oranges). On constate (voir Fig 6) que les dolines pointées 55 les plus à l'est étaient décalées d'une trentaine de mètres. Enfin ces cuvettes alignées qui affectent la topographie locale sont les traces de pseudo-dolines, liées à l'extraction de minerai de fer.



Doline de Jevoumont, en verre de montre dans la pâture (une des cuvettes marquée 55).

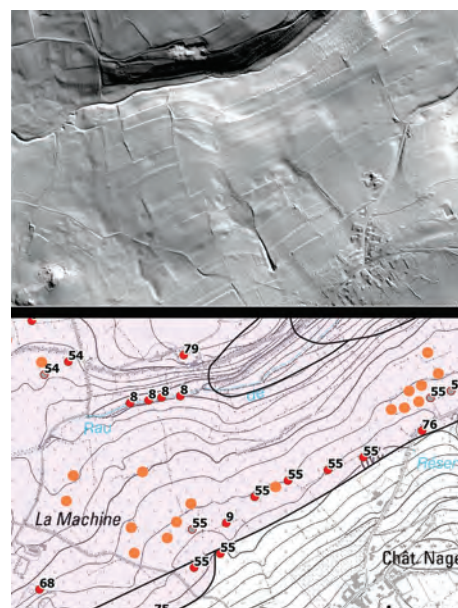


Fig. 6: La zone de La Machine à Jevoumont / Theux, où bon nombre de dépressions s'alignent sur la limite des calcaires (le long d'une faille). Cette zone est propice à l'accumulation du minerai de fer qui y fut d'ailleurs intensément exploité.

### Banneux (Louveigné) (carte 47/8)

Dans cet exemple, il y a davantage de dépressions (Fig. 7-haut) dans l'Atlas du karst que ce que révèle l'image LIDAR. En réalité, l'essentiel des dolines a été remblayé au cours du temps, entre le moment du relevé pour l'Atlas et les vols Lidar en 2013-2014.

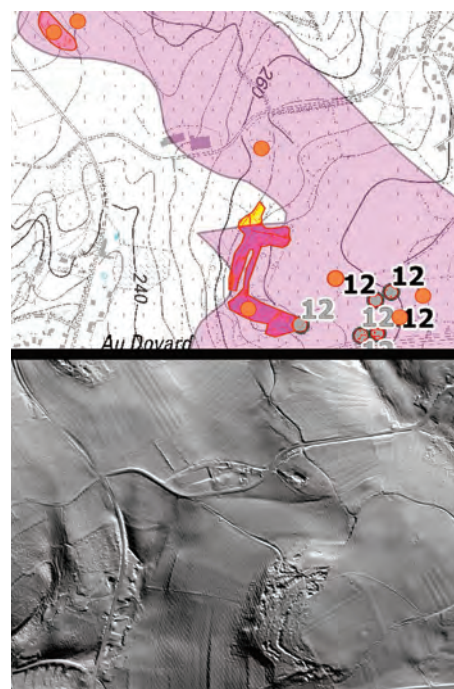


Fig 7 Banneux, quelques zones très karstifiées manquent (« banane rose ») et une dépression est à vérifier au centre (peut-être un étang.).



Même si ces dolines sont aujourd'hui "gommées" par des remblais, il est souvent utile et intéressant d'en conserver la trace, vu les possibilités de réactivation et l'indice de karstification que ces formes nous révèlent.

Bien entendu l'image Lidar, aussi précise soit-elle, est une "photographie" d'un moment précis : les reliefs effacés par un comblement n'y apparaîtront pas. D'où l'intérêt d'associer cette lecture « high tech » avec des cartes et des relevés plus anciens permettant de retrouver ces phénomènes, et en retracer ainsi la dynamique karstique.

### Rafhay (Olné) (carte 42/7)

Quelques dolines ont échappé aux enquêteurs, au milieu des prés (vus avant le fauchage ?).

La grande doline à l'ouest (Fig. 8 : 153) est une zone ayant servi de remblai dans le passé. Le relief est autant causé par une légère dépression que par l'accumulation de terres tout autour, qui fait ressortir cette morphologie sur l'image Lidar.

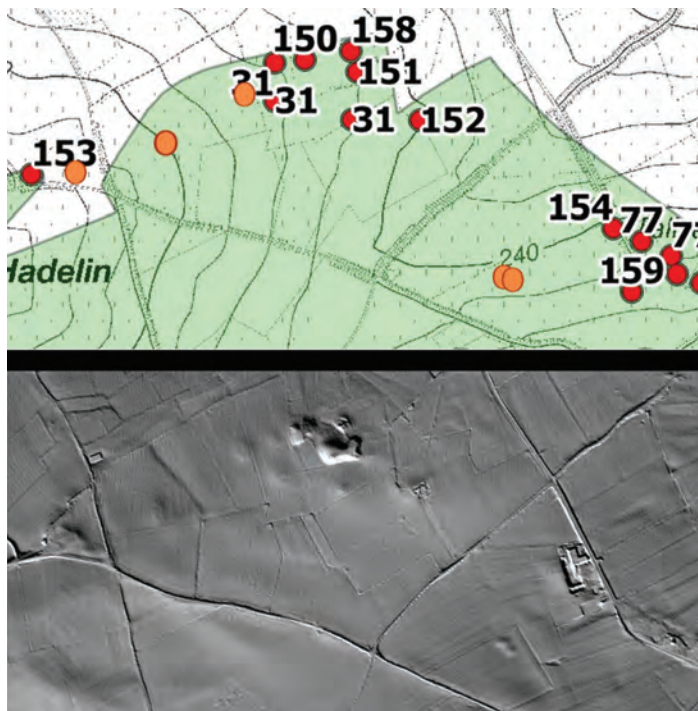


Fig. 8: Dolines et vastes cuvettes de la zone de Rafhay, dont certaines sont en cours de remblaiement.

### Accès et consultation des images Lidar

Les images Lidar sont facilement visibles sur le site de la Wallonie : <http://geoportail.wallonie.be/walonmap>

Dans la page de garde, zoomez sur zone qui vous intéresse via la carte de la Wallonie. Aller dans le catalogue, ouvrir l'onglet "relief", puis 2013-2014, enfin un clic sur MNT 2013-2014 (Hills-hade) pour visualiser la zone en image Lidar.

Ce catalogue, donne aussi accès aux vues aériennes récentes (orthos 2015) qui propose le terrain avec une végétation hivernale : pas de feuilles ! Il y a longtemps que l'on attendait cela, il finissait par se murmurer, que trop frileux, les pilotes ne voulaient décoller que l'été. Le catalogue est bien plus riche, on y trouve des cartes anciennes dont les cartes Ferraris, Van der Maelen etc. Le tout, mis en concordance ! Fameux travail puisque d'un clic, on peut passer d'une carte à l'autre.



vue panoramique vers le sud des points 31, 150, 151 (Fig. 08). Leur remblaiement risque dans l'avenir de faire disparaître ces sites... même aux yeux des satellites et des images Lidar.

### Conclusion

L'étude du karst est en perpétuelle évolution et les images Lidar permettent d'affiner les inventaires tels que ceux réalisés par la CWEPPS. On voit tout de suite ses avantages pour localiser des phénomènes et éviter le travail de croquis. Le retour sur terrain reste indispensable, afin de déterminer la géologie, de décrire l'état des lieux et de certifier l'origine naturelle ou artificielle (quand c'est possible) des formes révélées par le Lidar. La confusion reste possible entre une dépression karstique, des chablis, une petite carrière remblayée...

Parallèlement, le karst évolue, lui aussi : des dépressions disparaissent sous les remblais, d'autres se forment, parfois brutalement... Les images Lidar nous donnent un état des lieux limité dans le temps entre 2012 et 2014. La détermination de chaque nouveau phénomène doit donc être affinée par un travail de vérification sur le terrain, et complétée par la consultation des documents cartographiques anciens, qui fournissent de précieux renseignements sur l'origine et l'évolution de ces morphologies.

La faiblesse des images Lidar réside dans les lumières excessives (surexposition) ou insuffisantes (zone noire). Ces zones illisibles sont situées le long des flancs de vallons, là où la pente est forte, là aussi où le rocher est apparent et où se situent la plupart des entrées de grottes. Le karst souterrain échappe aussi au regard scrutateur du laser et de l'imagerie générée par le modèle numérique de terrain ... Ouf ! Que le monde souterrain puisse longtemps encore garder de son mystère, que le sous-sol puisse réserver des surprises aux spéléologues.

L'image Lidar est aussi surtout intéressante pour le repérage des dolines et des anciennes carrières, des vallons secs, des agolinas et chantoires. Voilà qui intéressera tous les intervenants dans le milieu naturel que ce soit pour la protection de la faune et de la flore qui trouvent des sites refuges dans ces zones particulières ; sans oublier les responsables de l'aménagement du territoire afin de prendre en compte ces phénomènes lors de l'octroi de permis. Un bien bel outil, assurément.

### Sources

Géoportail de la Wallonie: <http://geoportail.wallonie.be>

Walphot : <http://www.walphot.com>

Wikipedia: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Lidar>

POLROT F., 2002. Les travaux miniers à Sohan, Bulletin annuel de la Commission des Recherches de Pepinster, n° 22, Pepinster : 24 - 38.

POLROT F., 2014. L'eau qui coule et qui s'enterre, tribulations des cours d'eau au nord de Pepinster, Com. des Recherches de Pepinster, 1 - 56.

Remerciements : à la Wallonie, pour l'utilisation d'un peu de nos impôts à un si bel instrument de recherche.

Francis POLROT &  
Georges MICHEL



# Invitation à l'Assemblée Générale 2016 de la CWEPSS

Nous convions tous les membres effectifs en ordre de cotisation (et invitons les adhérents qui le souhaitent) à l'assemblée générale ordinaire 2016, qui se déroulera le **dimanche 10 avril 2016 dès 10h00** à l'école communale du beau village calcaire des Avins, en bordure du Hoyoux.

Adresse : **rue des Ecoles, 2, 4560 Clavier** (dans le réfectoire, au premier étage).

## Ordre du jour

1. Appel des présents et représentés.
2. Approbation du procès-verbal de l'A.G. 2015.
3. Rapport moral 2015.
4. Présentation et approbation des comptes de l'exercice 2015 et du budget 2016 (approuvés par les vérificateurs aux comptes, et par le CA du 08/03/2016).
5. Décharge aux administrateurs pour la gestion de l'année écoulée.
6. Actions en cours et projets.
7. Renouvellement du CA.
8. Proposition d'augmentation des cotisations

## Candidatures au poste d'administrateur

Le mandat d'administrateur est de 3 ans. Est sortant cette année et rééligible : Th Burnet (élu en juin 2013).

Les actes de candidature sont à adresser au secrétariat de la CWEPSS par courrier ou par e-mail ([contact@cwepss.org](mailto:contact@cwepss.org)), préalablement à l'Assemblée Générale.

Merci d'y mentionner vos coordonnées complètes, votre n° de registre national, et vos domaines de compétences particuliers en regard de cette fonction de gestion de l'association.

## Programme du reste de la journée

**Lunch à midi:** Après l'effort, le réconfort... Une petite collation est proposée en toute simplicité (mini buffet froid), à prix coûtant. Pour nous permettre de prévoir les quantités, merci de réserver votre repas ([contact@cwepss.org](mailto:contact@cwepss.org)).



Grotte N°1 des Avins, dégagée et fouillée par le cercle archéologique local.

## Après-midi : découverte karstique le long du Hoyoux.

Comme chaque année, nous invitons les participants à l'AG mais aussi toute personne intéressée par le karst, à une activité de découverte sur le thème de l'eau et du calcaire. Chaussures de marche et vêtements adaptés à la météo constituent des accessoires utiles !

Nous partirons de l'école des Avins à 13h30, pour une boucle piétonne d'environ 2h30, qui permettra de découvrir quelques éléments liés à la richesse du karst local :

- Les berges du Hoyoux et ses sources exploitées pour la distribution d'eau.
- Le captage de la CIESAC et sa formidable roue à aube qui permettait de distribuer l'eau aux villages situés sur le plateau.
- Les 3 petites grottes des Avins, leur morphologie et les conditions de leur découverte.
- Les vestiges archéologiques de ces cavités, actuellement en cours d'étude.
- Le passé industriel et carrier de la vallée du Hoyoux.
- Le développement du tourisme vert... en empruntant le RAVeL.

Cet itinéraire nous ramènera à notre point de départ vers 16h15, pour un verre de l'amitié.

Nous espérons vous retrouver nombreux et en bonne forme sur place.

Pour la CWEPSS,  
G. THYS et C. De BROYER  
Président & Vice-Président



## LA CWEPSS

Secrétariat : av. G. Gilbert 20, 1050 Bruxelles  
Tél: 02/647.54.90 - [contact@cwepss.org](mailto:contact@cwepss.org)

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

L'Eco Karst est publié avec l'aide de la Communauté Française de Belgique.

Vous avez entre les mains le premier numéros de l'Eco Karst pour l'année 2016... Nous espérons que vous continuez à apprécier la version couleur. N'hésitez pas à proposer vos articles et contributions pour les numéros à venir.

N'oubliez pas non plus de renouveler votre **cotisation pour 2016**. Pour rappel, la cotisation à la **CWEPSS** comprend l'abonnement à l'Ecokarst (4 numéros/ an):

- 10 Euros par **membre adhérent**.
- 15 Euros pour devenir **membre effectif** (si vous souhaitez participer à nos activités de manière plus directe et avoir le droit de vote à l'assemblée générale de l'association).

**Offrir un abonnement à l'Ecokarst à un ami** ou une connaissance... rien de plus simple! Payez la cotisation sur le compte de la CWEPSS en indiquant clairement le nom du destinataire et l'adresse de livraison.

**DONS A LA CWEPSS:** Notre association de protection de la Nature et de l'Environnement est agréée pour recevoir les **dons exonérés d'impôt**. Vos dons sont bienvenus au compte de la CWEPSS. Une attestation fiscale vous parviendra pour tout don annuel d'au moins 40€.

Les montants sont à verser au compte de la CWEPSS:

- IBAN : BE68 0011 5185 9034. / BIC : GEABEBB.

Sur le site web de la CWEPSS, vous découvrirez les publications et Atlas du karst en vente.

<http://www.cwepss.org/publication.htm>