

## Editorial

Que vous soyez coincés en Belgique ou qu'un voyage est prévu durant les deux mois d'été, peu importe, nous vous invitons à emporter ce magazine avec vous ou d'en profiter pour vous évader le temps d'une lecture. Nous vous proposons une édition éclectique avec un focus sur la nécessaire conservation de la biodiversité et sur l'étude des environnements karstiques et des grottes en particulier. Vous pourrez y découvrir...

- Les recherches de pointe en cours actuellement sur le **moonmilch** et ses **vertus antibiotiques**. Des prélèvements ont été récemment réalisés sur certaines de ces "concrétions molles" en Wallonie, par les chercheurs de l'ULg et les premiers résultats sont très prometteurs.
- Les nouveaux modules d'information et de sensibilisation centrés sur les géosites remarquables mis en place par le **Geopark Famenne Ardenne**. Une série de "géobalades" reliant certains de ces sites remarquables sont aujourd'hui accessibles.
- Le bilan du programme **Life in Quarries**, qui pendant 6 ans a fait le pari de la protection de la nature dans les carrières en activité. Les naturalistes et le secteur des carrières ont collaboré pour inclure la préoccupation environnementale dans la gestion de pas moins de 27 sites d'extraction.
- La **Galerie Van Roggen à Damré** que nous avons explorée pour vous sur le versant sud du synclinal de Sprimont, dans les grès. Cette ancienne galerie captante est un témoin de l'âge d'or de l'extraction du petit granit à Sprimont... Son couloir présente un beau concrétionnement et bien des informations quant à l'hydrologie locale.

Nous vous souhaitons un très bel été, une bonne lecture et beaucoup de bons moments sur le calcaire ou dans les grottes.

## CONCRÉTIONS "GUÉRISSEUSES"

### Vertus antibiotiques de certaines substances présentes dans le Moonmilk

La presse scientifique s'en est fait l'écho, même les journaux grand public et la télévision en ont parlé : une équipe de chercheurs du Centre d'Ingénierie des Protéines (CIP) de l'Université de Liège, travaillant sur les bactéries, a fait des découvertes intéressantes concernant la lunaemycin [1], un composé cryptique actif contre des bactéries multirésistantes aux antibiotiques. Originalité de l'approche, la lunaemycin a été extraite de bactéries isolées de grottes sur des "concrétions molles" de type moonmilk.

Les résultats sont encourageants, même si on est encore loin de la conception d'un nouveau médicament et de sa commercialisation. Ces recherches confirment en tous cas que le milieu souterrain constitue une niche et un écosystème particulier qui mérite toute notre attention contre les maladies infectieuses. Beaucoup reste à faire pour :

- comprendre comment et pourquoi des bactéries productrices d'antibiotique sont associées à cette concrétion particulière,
- arriver à reproduire en labo les conditions favorables à la croissance de ces organismes et à la production de molécules bioactives.



Fig. 1. Expédition jusqu'à la salle polaire du Trou qui Fume (Furfooz) pour y faire les prélèvements de Moonmilk (photo V. Gerber).

- extraire et concentrer les molécules antibiotiques, en tester les effets et la toxicité,
- déterminer la diversité des bactéries présentes dans le moonmilk, à l'échelle d'une même cavité voir de plusieurs grottes, alors que sur une même paroi à quelques cm de distance cette composition change déjà du tout au tout...

Ce sont là quelques-uns des prochains défis du laboratoire "Streptomyces Genetics and Development" de l'ULiège qui s'est lancé dans cette étude. Pour mieux comprendre la nature de l'étude en cours, nous avons posé une série de questions au professeur Sébastien Rigali, qui coordonne cette recherche. Ses réponses sont synthétisées ci-après... elles sont passionnantes et nous permettent de jeter un regard nouveau sur le monde vivant et infiniment petit qui vit sur les parois de certaines cavités et participe même à la genèse de ce spéléothème [2].

### A/ sur quoi portent vos recherches dans le domaine de la bactériologie moléculaire ?

Nous nous intéressons à une multitude de thématiques en microbiologie, le monde de l'infiniment petit étant tellement vaste à explorer ! En résumé, à peu près tout nous intéresse quand il s'agit de comprendre « comment fonctionnent les bactéries ? ». Comment survivent-elles ? De quoi se nourrissent-elles et comment ? Comment communiquent-elles, entre elles et avec les autres organismes ? Comment et pourquoi décident-elles de produire des molécules avec des activités biologiques très spécifiques et qui parfois nous sont très utiles en thérapie humaine ou dans l'agro-industrie ?

Plus nos connaissances seront pointues dans ces domaines, plus nous pourrons comprendre comment elles ont réussi à coloniser tous les habitats possibles sur Terre... Nous pourrons alors exploiter leur potentiel via des approches biotechnologiques ou plus traditionnelles.

Nous nous intéressons aussi à ce qu'on appelle la « matière noire » du vivant. Il s'agit des millions de microorganismes dont l'existence a été révélée par séquençage de l'ADN environnemental (par approches métagénomique ou métagénomique), mais dont les représentants n'ont jamais pu être cultivés en laboratoire.

"Cultiver l'incultivable" et mettre en lumière une partie de cette matière noire est l'un de nos défis majeurs.

### B/ Pourquoi s'intéresser aux grottes comme "niche écologique" pour une flore bactérienne aux vertus anti-infectieuses et microbiennes ?

J'ai envie de répondre spontanément "Et pourquoi pas !?". Les bactéries apparentées au genre *Streptomyces* et qui nous ont offert la plupart des antibiotiques utilisés aujourd'hui se trouvent partout, et donc aussi dans les grottes. Néanmoins, plusieurs témoignages et récits suggéreraient l'existence de ce genre de bactéries dans les dépôts de moonmilk. Tout d'abord, des traités de médecine traditionnelle évoquent l'utilisation du moonmilk pour soigner des infections ce qui suggère des propriétés antimicrobiennes de cette concrétion. Ces récits sont étayés par des preuves archéologiques de l'exploitation du moonmilk, principalement dans les Alpes suisses et autrichiennes [4].

Enfin, des travaux pionniers avaient également révélés la présence de *Streptomyces* et d'autres actinobactéries productrices d'antibiotiques dans ce type de gisements calcaires. Motivés par l'envie de vérifier la légitimité de l'utilisation du lait-de-lune contre les infections, nous avons cherché de manière plus méthodique ce type de bactéries dans ces concrétions et avons ainsi généré une collection unique de souches "rares", actuellement exploitée par la société HEDERA-22 pour la découverte de nouveaux agents bioactifs naturels. A quelques rares exceptions, toutes les bactéries isolées du

moonmilk possèdent une activité antimicrobienne, soit antibactérienne, soit antifongique, soit les deux [5, 6].

### C/ En quoi les concrétions de type lait-de-lune constituent un micro-habitat si particulier pour les bactéries et serait-il envisageable d'en retrouver ailleurs en grottes ?

Il s'agit là d'un environnement particulièrement hostile si l'on se focalise uniquement sur les nutriments disponibles, c'est-à-dire principalement la matière organique transportée depuis la surface par ruissellement sur les parois. Il est évident que l'apport nutritionnel sera très différent selon que la zone karstique étudiée sera située sous un pic rocheux ou au contraire sous une forêt dense ou encore sous un champ régulièrement amendé. En revanche, si on envisage les choses d'un autre angle, selon d'autres paramètres plus physico-chimiques, vivre dans une grotte peut aussi être considéré comme du "cocooning": Pas d'exposition aux ultra-violets qui sont dommageables pour l'ADN et pas de chocs thermiques tout au long de l'année, ni gel, ni canicule ! Il est très difficile de se mettre à la place d'une bactérie et de répondre à la question « A quel point est-ce pénible de vivre ici » ? C'est d'ailleurs un des aspects les plus amusants de notre profession: "réfléchir et réagir" comme le ferait une bactérie"

Ce qui semble "extrême" pour un être humain ne l'est pas forcément pour un organisme long de quelques micromètres, et vice versa. Une tendance semble néanmoins émerger de différentes études : plus l'environnement est pauvre en nutriments, plus la diversité microbienne est élevée. Un phénomène que l'on nomme "le paradoxe du plancton". C'est un peu comme si la flore microbienne avait besoin de la contribution d'un maximum d'espèces différentes pour donner une chance à la communauté de survivre. Sur ce point-là, nous avons aussi encore beaucoup à apprendre des bactéries.

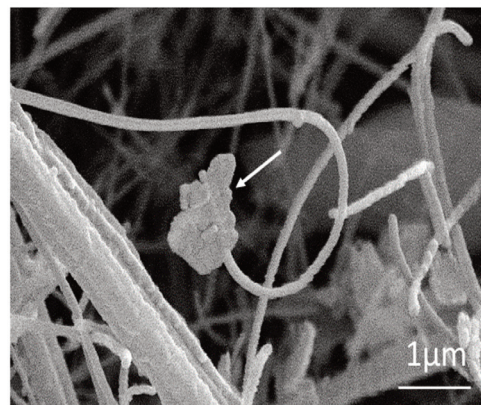
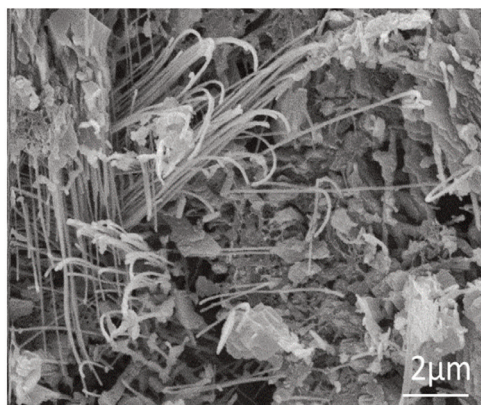
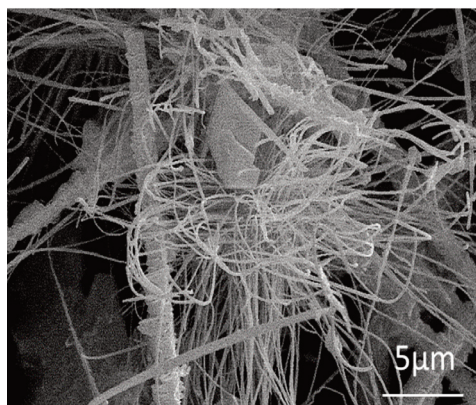


Fig. 2. Filaments bactériens observés par microscopie électronique à balayage au sein de fibres de calcite des dépôts de lait de lune (Grotte des Collemboles, Comblain-au-Pont, Belgique). Référence: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01181>

#### **D/ Les bactéries productrices d'antibiotiques prélevées dans le Moonmilk en Wallonie ont-elles la même signature génétique que celles provenant d'autres cavités en Europe?**

Très peu d'analyses comparatives ont été réalisées sur la flore microbienne de différentes grottes. Néanmoins, notre analyse de l'ADN extrait du moonmilk collecté en trois points différents de la grotte des collemboles a révélé un constat implacable : seulement 43% des bactéries identifiées sont communes entre les trois points de collecte étudiés, tandis que 34% sont exclusives à un gisement de moonmilk spécifique [7]. Cela veut dire que des spéléothèmes distincts hébergent leur propre population malgré la proximité de leur localisation.

Ce n'est pas étonnant si l'on se place à l'échelle bactérienne c'est-à-dire à l'échelle du micromètre. Evaluer et comparer la diversité bactérienne dans un centimètre cube de moonmilk c'est comme comparer la diversité animale dans environ 10 km cube distants de 10000 km ! Si on observe une telle diversité au sein d'une même grotte, on peut imaginer une diversité encore supérieure en comparant d'autres types de concrétions provenant de grottes différentes.

Quand on sait, d'après nos données de métagénétique [7], que nous n'avons réussi à cultiver en laboratoire qu'une proportion infime des bactéries qui vivent dans le moonmilk d'une seule grotte, cela donne une idée de l'ampleur de la "matière noire karstique" qu'il reste à découvrir.

#### **E/ Sous terre que prélevez-vous sur une paroi, comment opérez-vous ?**

L'opération de prélèvement n'a rien de bien complexe. Il faut surtout s'assurer de prélever les échantillons de manière stérile afin de garantir le travail en aval au la-



Fig. 4. L'échantillon doit être retiré délicatement afin d'éviter toute contamination avec d'autres bactéries, d'où le port des gants (Photo V. Gerber)



Fig. 3. Prélèvement au plafond de la salle polaire. (Photo V. Gerber).

boratoire sur une souche bactérienne effectivement isolée du milieu karstique... et non des vêtements du spéléologue ! Parfois, le plus compliqué est d'obtenir les autorisations communales mais aussi d'accéder à la zone de prélèvement.

Si pour un spéléologue amateur, atteindre la salle polaire de la grotte le « trou qui fume » à Furfooz ressemble à une promenade de santé, c'est une aventure extraordinaire pour des biologistes habitués à travailler en laboratoire. Sans l'aide des spéléologues, nous ne serions pas là aujourd'hui pour en parler !

#### **F/ Quel délai avant une exploitation en thérapeutique, quelles applications pratiques et comment reproduire ces bactéries et leurs substances curatives hors grotte?**

Entre l'isolement d'une nouvelle bactérie, l'identification d'une nouvelle molécule bioactive produite par celle-ci, et son exploitation effective, de nombreuses années peuvent s'écouler. Et ce cas de figure est le plus optimiste. Il faut savoir que la majorité des molécules trouvées ne passent pas les nombreuses et longues étapes vers leur exploitation. Parmi les problèmes les plus couramment rencontrés on notera les tests à réaliser pour déterminer la cytotoxicité de la molécule nouvellement trouvée. Si la marge

de concentrations pour une activité létale contre nos pathogènes et nos propres cellules n'est pas suffisamment grande, celle-ci devra être modifiée structurellement pour en améliorer les performances ou en réduire les effets secondaires. Dans le cas contraire, cette molécule sera tout simplement « recalée ».

Encore plus en amont, les rendements de production de la molécule peuvent être insuffisants pour envisager une exploitation industrielle. En effet, si les coûts de production de la molécule ne permettent pas une rentabilité ou imposent un coût impayable pour le patient, là aussi ce sera carton rouge ! Le chemin est donc long et semé d'embûches... mais il faut bien commencer quelque part.

#### **G/ En guise de conclusions: Comment voyez-vous évoluer cette recherche dans un délais de 10 ans?**

D'un point de vue recherche fondamentale, comme vous l'aurez compris, il n'y aura pas assez d'une vie consacrée à l'étude des bactéries trouvées dans un centimètre cube de moonmilk pour révéler l'entièreté de leur potentiel. Heureusement, des centaines de laboratoires et de sociétés sont occupés à sonder et exploiter les ressources prêtes à être offertes par les microorganismes. Néanmoins, à notre échelle, il y a moyen de faire beaucoup de belles choses en dix ans. Notre ambition première est de mettre en lumière toujours un peu plus de cette "matière noire microbienne".

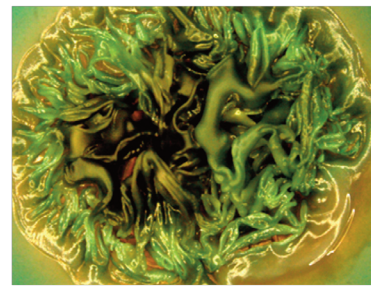
Nous espérons encore trouver régulièrement de nombreuses nouvelles bactéries suffisamment éloignées phylogénétiquement de celles déjà identifiées.

Notre connaissance approfondie du développement des *Streptomyces* permettra de réussir à « cultiver l'incultivable ». C'est sans aucun doute le premier défi à relever afin de fournir des « perles rares » aux laboratoires actifs dans le domaine « Natural Product Discovery ».

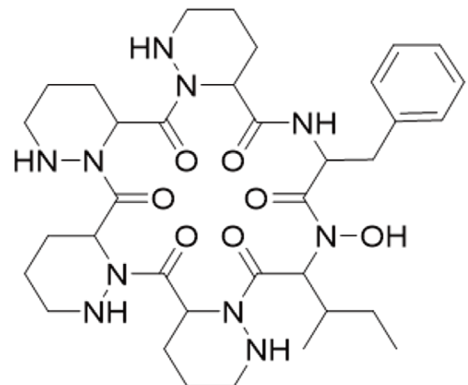
*Propos recueillis par G. Michel sur base d'une interview du Prof. S. Rigali Uliège*

**Références :**

1. Lunaemycins, New Cyclic Hexapeptide Antibiotics from the Cave Moonmilk-Dweller *Streptomyces lunaelactis* MM109T. Martinet L, Naômé A, Rezende LCD, Tellatin D, Pignon B, Docquier JD, Sannio F, Baiwir D, Mazzucchelli G, Frédéric M, Rigali S. *Int J Mol Sci.* 2023 Jan 6;24(2):1114. doi: 10.3390/ijms24021114.
2. Assessment of the Potential Role of *Streptomyces* in Cave Moonmilk Formation. Maciejewska M, Adam D, Naômé A, Martinet L, Tenconi E, Całusińska M, Delfosse P, Hanikenne M, Baurain D, Compère P, Carnol M, Barton HA, Rigali S. *Front Microbiol.* 2017 Jun 29;8:1181. doi: 10.3389/fmicb.2017.01181. eCollection 2017.
3. Is It Gnome, Is It Berg, Is It Mont, It It Mond? An Updated View of the Origin and Etymology of Moonmilk. Reinbacher, W.R. *Bull. Natl. Speleol. Soc.* 1994, 56, 1–13.
4. Moonmilk as a Human and Veterinary Medicine: Evidence of Past Artisan Mining in Caves of the Austrian Alps. Spötl, C. *Int. J. Speleol.* 2018, 47, 127–135.
5. A Phenotypic and Genotypic Analysis of the Antimicrobial Potential of Cultivable *Streptomyces* Isolated from Cave Moonmilk Deposits. Maciejewska M, Adam D, Martinet L, Naômé A, Całusińska M, Delfosse P, Carnol M, Barton HA, Hayette MP, Smargiasso N, De Pauw E, Hanikenne M, Baurain D, Rigali S. *Front Microbiol.* 2016 Sep 21;7:1455. doi: 10.3389/fmicb.2016.01455. eCollection 2016.
6. Isolation, Characterization, and Antibacterial Activity of Hard-to-Culture Actinobacteria from Cave Moonmilk Deposits. Adam D, Maciejewska M, Naômé A, Martinet L, Coppieters W, Karim L, Baurain D, Rigali S. *Antibiotics (Basel).* 2018 Mar 22;7(2):28. doi: 10.3390/antibiotics7020028.
7. High-Throughput Sequencing Analysis of the Actinobacterial Spatial Diversity in Moonmilk Deposits. Maciejewska M, Całusińska M, Cornet L, Adam D, Pessi IS, Malchair S, Delfosse P, Baurain D, Barton HA, Carnol M, Rigali S. *Antibiotics (Basel).* 2018 Mar 21;7(2):27. doi: 10.3390/antibiotics7020027.



Lunaemycin



*Fig. 5. Colonie de Streptomyces lunaelactis MM109<sup>T</sup>, bactérie isolée des dépôts de moonmilk de la grotte des collemboles (Comblain-au-pont), productrice de l'antibiotique lunaemycin A. La pigmentation verte est due à la production de feroverdines, agents anti-cholestérol.*

**CARRIÈRE ET CONSERVATION DE LA NATURE.  
BILAN DU PROGRAMME « LIFE IN QUARRIES » 2015-2021**



**Carrière et biodiversité**

Dans l'esprit de bon nombre de personnes, les carrières sont à ranger dans les activités industrielles qui ont une incidence directe et forte sur les paysages et l'environnement. L'ouverture de nouveaux sites d'extraction ou l'extension de carrières s'accompagnent généralement d'une opposition des riverains.

Il est un fait qu'une carrière provoque, inévitablement, une perturbation de la topographie et des écosystèmes en place. Le développement de carrières à ciel ouvert entraîne la modification de l'occupation du sol (forêts, prairies, etc ...) au bénéfice d'environnements minéraux.

Ces effets impactant les écosystèmes peuvent sembler, à priori, peu conciliable avec la faune et la flore et leur conservation.

*En 2015 un projet Life centré sur les carrières en activité en Wallonie était lancé pour tout à la fois démontrer, développer et pérenniser le rôle que ces sites d'extraction pouvaient jouer dans l'accueil et la conservation de la biodiversité. Initié par Fediex (Fédération de l'Industrie Extractive en Belgique) et financé à 60% par l'Europe, ce programme a reçu le soutien du Service Public de Wallonie et bénéficié de l'expertise du centre de recherche universitaire Gembloux Agro-Bio Tech et des ONG d'environnement Natagora et PNPE. Ce programme s'est terminé fin 2021. Une grosse année après son terme, on souhaitait faire le bilan des actions qui ont abouti, ainsi que des changements induits dans les pratiques et dans les mentalités. Nous étions particulièrement curieux de voir si les préoccupations écologiques avaient pu trouver leur place dans l'activité extractive à plus long terme.*

*Pour établir ce bilan, nous nous sommes basés sur le rapport final de ce programme Life que nous avons complété avec une série de questions à Fediex et Natagora pour avoir leur ressenti sur l'originalité de la démarche et sa durabilité*

*Préalablement à ce Life, le secteur carriér menait déjà quelques actions en faveur de la conservation. Dès 2012, trois chartes «Carrières et Biodiversité» avaient été signées avec la Région Wallonne. Elles ont permis la publication d'une brochure sur les principaux habitats présents en carrières, la sensibilisation à la biodiversité auprès des carriés, avec la désignation d'un Monsieur/Madame Biodiversité dans certaines exploitations et d'autres actions.*

Il semble donc paradoxal de mener un programme de protection de la biodiversité dans des exploitations en activité. C'est pourtant le pari du *Life in Quarries* partant du constat suivant : par son activité, l'extraction crée des conditions environnementales rares. Les changements y sont très dynamiques avec l'avancée du front de taille créant une succession d'habitats, provoquant le dégagement d'environnements rocheux, offrant une hétérogénéité des substrats (zones minérales, falaises, remblais ...) où il est possible de créer des plans d'eau temporaires ou permanents...

C'est donc une grande diversité de milieux qui est ainsi générée, allant d'habitats pionniers dans les zones les plus actives jusqu'à des habitats permanents, dans les zones désaffectées de l'exploitation.

Moyennant une gestion adaptée, les sites d'extraction peuvent favoriser tout au long de leur cycle de vie une diversité d'habitats d'intérêt biologique et accueillir des espèces (plantes, oiseaux, insectes, amphibiens, ...) menacées et/ou protégées.

Parmi la grande diversité des habitats d'une carrière active, les habitats pionniers présentent un intérêt particulier, accueillant un cortège d'espèces menacées et protégées. Ces habitats typiques des sites d'extraction comprennent :

- des mares pionnières (bénéficiant à certains amphibiens et à certaines espèces de libellules),
- des pelouses pionnières (attirant certains insectes et des oiseaux qui nichent au sol),
- des falaises et talus meubles (bénéficiant aux hirondelles de rivage et aux abeilles solitaires)
- une diversité de caches et abris (utilisés par des reptiles, amphibiens et insectes)...

### Application du programme Life dans les carrières en activité

L'intérêt des anciennes carrières pour la biodiversité a déjà été démontré à de multiples reprises comme l'illustrent les nombreux anciens sites d'extraction (roche ou terres plastiques) qui disposent d'un statut de réserve naturelles ou ont été inventoriés comme site de Grand intérêt Biologique (sur base des espèces protégées qu'ils abritent). Le *Life in Quarries*, s'adressait à des exploitations en activité et y a proposé une "gestion dynamique de la biodiversité".



Fig. 1. Le crapaud calamite (espèce protégée – Annexe IV de la Directive Habitat), peut trouver dans les mares temporaires des carrières un environnement où il peut se reproduire (photo B. Gauquie).

- 1 Mares pionnières
- 2 Pelouses pionnières, recolonisant un terrain qui a été décapé
- 3 Abris divers constitués de tas monticules de pierres et de souches
- 4 Les falaises meubles lieux de nidification pour les insectes et l'hirondelle de rivage
- 5 Les mares permanentes abritant plantes aquatiques, oiseaux et amphibiens
- 6 Les berges en pentes douces autour des plans d'eau (roselières et oiseaux)
- 7 Plate-forme flottantes (petites îles artificielles sur les plans d'eau). Lieu de nidification
- 8 Prairie de fauche et milieu ouvert herbacé (nécessitant un entretien régulier)
- 9 Prairies pâturées, dont les pelouses calcaires entretenues par les moutons
- 10 Galeries à chauves-souris; anfractuosités de la roche, grottes et conduits artificiels
- 11 Les pierriers linéaires, zones favorables aux reptiles

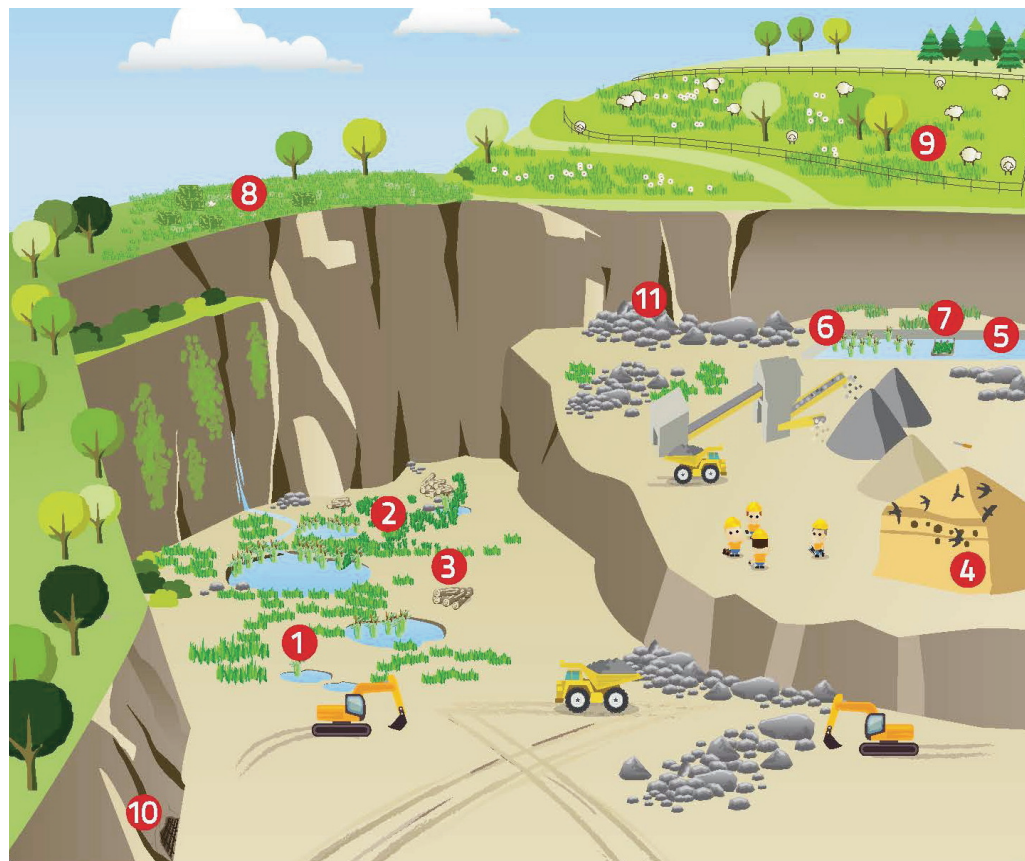


Fig. 2. Liste de différentes actions gérées et aménagées par le Life dans les carrières

Ce modèle de gestion repose sur un système évolutif de création et de conservation d'un réseau d'habitats temporaires, gérés en parallèle de l'activité extractive, et visant au maintien de milieux propices au développement d'une biodiversité pionnière ciblée, alors que par définition l'environnement continue à évoluer du fait de l'extraction en cours. Deux catégories d'actions (voir diagramme en fig 01) ont été mises en place dans les carrières sélectionnées par le Life :

- celles de **nature temporaire** (1 à 4 sur la fig 2). principalement destinées aux espèces pionnières, qui nécessitent un entretien à intervalles réguliers (tous les 2 à 5 ans) de façon à limiter le développement de la végétation et l'arrivée de prédateurs.
- Des **aménagements permanents**(5 à 11 sur la fig 2) destinés à perdurer dans l'espace et le temps. Ces actions contribuent au développement d'habitats diversifiés, hôtes de populations d'espèces rares ou menacées, complétant le réseau écologique régional et permettant une recolonisation naturelle de zones délaissées par l'exploitation.



Fig. 3. Réintroduction de pontes de crapaud calamite dans une mare en fond de carrière (photo P. Hauteclair).

## Questions à Natagora concernant leur implication dans le programme (madame M Vanschepdael – coordinatrice projet carrières et Biodiversité)

### 1/ Préalablement au Life, Natagora réalisait déjà des inventaires biologiques dans des sites d'extraction?

Oui. Nous réalisons déjà des relevés biologiques et des expertises dans certaines carrières en amont du projet **LIFE Carrières**. Celui-ci nous a permis de travailler encore plus étroitement avec le secteur extractif, et améliorer les collaborations avec eux.

### 2/ Quelles ont été les missions spécifiques de Natagora dans ce programme Life, avec quels moyens et quelle autonomie dans le travail?

Nous nous sommes investis dans trois types de missions :

#### 1. Les inventaires biologiques.

Cinq groupes d'espèces (oiseaux, amphibiens, reptiles, odonates et plantes) ont été étudiés dans toutes les carrières et on fait l'objet, à deux reprises, d'inventaires les plus complets possibles:

- Etat initial du site. Ces inventaires ont permis de savoir quelles espèces sont présentes où, et pouvoir ainsi en tenir compte dans la suite du projet.
- Monitoring des actions. Ces études ont permis d'observer si les actions mises en place dans les carrières ont permis d'observer une amélioration de la biodiversité.

#### 2. La mise en place des actions.

Une fois les inventaires de l'état initial des sites terminés, des propositions d'actions à mettre en place dans les carrières pour en améliorer l'attractivité pour la biodiversité ont été formulées : mares, abris, pierriers, falaises à hirondelles ou abeilles sauvages, prairies pâturées, etc.

Une partie des missions était d'accompagner les carrières dans la mise en place de ces actions et les conseiller pour leur réalisation.

#### 3. Les réintroductions d'espèces.

Trois espèces d'amphibiens ont été réintroduites dans différents sites : le Crapaud calamite, le Triton crêté et le Sonneur à ventre jaune. Suite aux démarches administratives auprès des instances compétentes pour délivrer les autorisations, nous avons réalisé, avec d'autres partenaires, les translocations d'amphibiens.

Les populations sources ont préalablement été étudiées afin de ne pas les déformer en venant prendre des œufs. Un prélèvement d'ADN pour faire une étude sur les pathogènes des amphibiens ont

permis de s'assurer qu'on ne dispersait pas des maladies. La dernière étape consistait à transférer des œufs dans les sites récepteurs.

Nous avons par ailleurs participé à d'autres missions bien évidemment, comme par exemple la formation des carrières. Hormis les protocoles scientifiques établis avec les partenaires, nous étions totalement autonomes pour la réalisation de ces missions.

### 3/ Ce programme a-t-il modifié votre perception de la filière extraction, souvent considérée comme impactante en matière d'environnement?

Pour ma part, travailler avec le monde carrier a fortement amélioré l'image que j'ai de ce secteur ! C'est une évidence



Fig. 4. accompagnement scientifique lors de la création d'une mare (photo Hauteclair).

qu'ils détruisent des milieux, des habitats, et parfois, qu'ils mettent à mal des espèces.

Les engins sont énormes, polluants, les sites sont super poussiéreux en été, il y a des nuisances liées aux camions de transport etc. Mais l'exploitation des carrières crée des milieux pionniers sans lesquels différentes espèces auraient bien du mal à se maintenir, comme par exemple le Crapaud calamite, qui pond ses œufs dans des flaques, certaines libellules qui profitent des zones de suintements, des plantes pionnières qui poussent sur la roche-même !

Les ouvriers ont beau conduire d'énormes engins, on travaille avec des humains, et aller à leur rencontre, leur montrer l'utilité de laisser des flaques mises en défens dans les fonds de fosse, c'est un réel plaisir.

#### 4/ Que peut-on répondre aux critiques qui voient ce programme comme une forme de greenwashing ?

Pour moi, à partir du moment où les actions sont mises en place, que les partenaires carriers investissent du temps, de l'argent et de l'énergie pour maintenir des zones favorables à la biodiversité, alors, on sort du greenwashing.

#### 5/ Quels aspects aurait mérité un approfondissement dans ce Life ?

il aurait fallu aller plus loin dans l'accompagnement des carriers sur le long terme, notamment pour tout ce qui concerne ce qu'on appelle la gestion dynamique des actions en fonds de fosses. Ils ont d'autres choses à faire et à penser tous les jours ! A chaque visite en carrière, ils sont pris par une urgence d'une machine qui ne fonctionne pas, un problème de pompe à eau, ou autre. La biodiversité, ça ne les dérange pas, mais elle est tout en bas de leur liste de priorités !

On risque, lors des monitorings dans quelques années, de se rendre compte que les carriers n'ont pas réussi à maintenir les actions de manière tout à fait autonome. Mais peut-être que je me trompe !

#### 6/ Près de 2 ans après la fin du financement de ce life, des actions en matière de conservation se poursuivent-elles en carrière et y êtes-vous associés ?

Oui, des actions continuent ! Et certains sites d'exploitation ont décidé de continuer de collaborer avec nous. « Gestionnaire de biodiversité » ce n'est pas leur job !. Voici quelques exemples :

- Suivi des populations de Crapaud calamite dans deux des sites où il a été réintroduit,

- Conseils sur le maintien des actions du LIFE dans plusieurs carrières,
- Expertise dans une carrière suite à une demande de permis avec déplacement d'espèces protégées,
- Suivi de la population de Sonneur à ventre jaune,
- Inventaire complet de la biodiversité dans une carrière pour refaire la démarche du LIFE, sur base volontaire.

#### 7/ Comment voyez-vous dans 10 ou 15 ans l'évolution de la gestion écologique des carrières et quel sera l'enjeu majeur à tenir à l'œil ?

Je pense qu'on va vers une prise en compte de la biodiversité dans les carrières bien plus importante que maintenant ! Les carriers qui se sont investis dans le LIFE Carrières ont signé une charte pour le maintien des actions pour 15 ans. On doit faire un monitoring des espèces dans toutes les carrières tous les 5 ans. On verra l'évolution ! Pour moi, l'enjeu majeur des carrières en activité, c'est le maintien et le développement des espèces pionnières. J'espère que ça va devenir une imposition dans toutes les demandes de permis de devoir mettre en défens des zones en fond de fosse. On pourra y voir du Crapaud calamite, du Petit gravelot, de l'Alyte accoucheur, et bien d'autres espèces s'y reproduire !

### Typologie des carrières qui ont pris part au projet Life

Au total, ce sont 27 carrières en activité réparties sur l'ensemble du territoire Wallon qui ont participé au programme. Ce réseau offre tout à la fois une répartition géographique (voir fig 05) et une diversité géologique quant aux matériaux exploités.

Les exploitations de calcaire y dominent, avec des sites de production de granulat, de pierre de taille, de dolomie et/ou de produits pour la chaux et les cimenteries. A côté des exploitations de calcaire, on retrouve des carrières de grès, de porphyre, ainsi que des sablières. Cette variété de matériaux exploités influence la diversité de la faune et de la flore pion-

nière qui va coloniser ces espaces

Certaines de ces sociétés appartiennent à de grands groupes internationaux, d'autres sont des exploitations familiales de moins de 10 employés. Quelle que soit leur taille, elles ont accepté d'interroger leurs pratiques d'exploitation pour inclure une préoccupation en faveur de la biodiversité parmi les autres priorités et obligations qui leur sont déjà imposées.

### Suivi et devenir du Life in Quarries

Le projet et son financement européen ont pris fin en décembre 2021. Cela étant, les carrières participantes, soutenues par Fedieux se sont engagées à maintenir et à poursuivre leur engagement en faveur de la biodiversité au moins sur les 15 prochaines années. L'engagement à long terme des carrières participantes s'articule en 3 axes :

- Un **plan de gestion biodiversité "after life"** qui précise les engagements à long terme des exploitants avec contrôle et suivi annuel. Un inventaire biodiversité étant effectué tous les 5 ans par un naturaliste pour éventuellement adapter le plan de gestion.

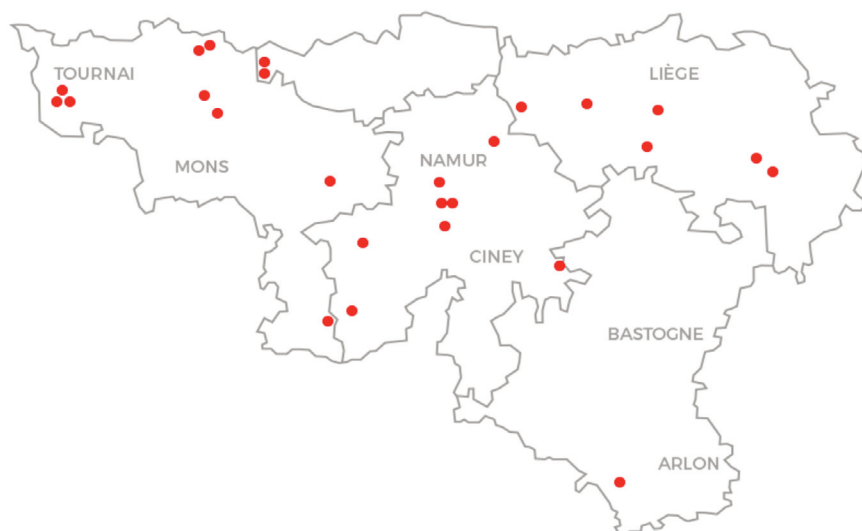


Fig. 5. Carte localisant les 27 sites d'extraction qui ont pris part au Life

- Des **dérogations à la Loi sur la Conservation de la Nature**, accordées dans le cadre du projet pour permettre la mise en oeuvre légale du plan de gestion. Certaines actions, telles que l'élimination de la végétation d'une mare ou le déplacement de cette dernière peuvent impacter des individus de certaines espèces. Or, elles sont nécessaires pour maintenir le milieu de ces mêmes espèces. La dérogation consiste à accorder au carrier l'autorisation d'impacter certaines

espèces moyennant le respect d'un plan de gestion global visant l'expansion des populations de ces espèces.

- La signature d'une **charte individuelle** qui formalise l'engagement du carrier à œuvrer au maintien et à la poursuite des actions (nature temporaire - nature permanente) en faveur de la biodiversité pendant 15 ans.

Les actions et les engagements « post Life » que prennent les carriers en faveur de la nature viennent en complément de

toutes les obligations et contrainte imposée par des permis existants. Cette démarche doit permettre de pérenniser l'accueil des espèces présentes grâce à une gestion proactive et de participer aux enjeux de conservation au niveau régional tout en garantissant la sécurité juridique nécessaire à la continuité des actions mises en place et de l'activité industrielle.

## Questions posées à Fédix à propos du life in Quarries et de ses retombées

### Quels ont été les moyens alloués à la réalisation d'un tel programme ?

Le projet LIFE in Quarries s'est déroulé de 2015 à 2021 et a nécessité un total de 5 000 000 d'euros dont près de 60% financés par l'UE.

Il s'est déroulé en plusieurs phases, avec un inventaire initial et des phases de test sur les mesures proposées aux carriers avant la rédaction et l'adoption d'un plan de gestion définitif pour chacune des carrières participantes. Il a été accompagné d'une analyse juridique et de la mise en place d'un système de dérogations à la Loi sur la conservation de la Nature, afin que les carriers puissent effectuer les mesures de gestion de la biodiversité dans le respect de la loi.

### Quelles actions pratiques de gestion ont été appliquées ?

Les actions de gestion sont divisées en deux grandes catégories : temporaires et permanentes.

Les actions temporaires sont celles qui maintiennent les caractéristiques des milieux pionniers, soit grâce à un rafraîchissement du milieu, soit par un déplacement de l'action (lorsque les contraintes liées à l'exploitation imposent une des-

truction de l'action). La gestion dynamique de ces actions consiste à assurer qu'en tout temps, il existe une quantité suffisante de ces milieux pionniers et que ces derniers soient suffisamment connectés pour permettre le déplacement des espèces. En milieu calcaire/rocheux, sont principalement les pelouses pionnières, les mares pionnières et les pierriers.

Celles-ci bénéficient notamment au crapaud calamite, au petit gravelot, à l'orvet fragile ou au lézard des murailles. Sur le plan végétal, on retrouve différentes espèces d'orpins, de la centaurée élégante, de la vipérine, de l'anthyllide vulnérable, de la gentiane d'Allemagne ou encore des algues characées, selon le type d'action, la région biogéographique et la flore environnante.

Les actions permanentes sont celles qui n'ont pas vocation à être déplacées au cours du temps. Il s'agit des mares permanentes avec berges en pentes douces, des plate-forme flottantes de nidification, des prairies de fauche, des pelouses pâturées et des galeries à chauves-souris.

Pour certaines actions, la gestion consiste simplement en un suivi de l'aménagement (vérification de la pré-

sence d'eau dans la mare, du calme dans la galerie à chauve-souris).

Pour les actions relatives aux milieux herbacés, la gestion peut consister en une fauche tardive ou en une gestion d'un troupeau à faible charge en bétail. Le plus souvent, ces mesures de gestion font l'objet d'un partenariat entre un agriculteur et le carrier.

Sur roche calcaire, elles permettent la restauration de pelouses calcaires et présentent généralement un cortège riche en espèces avec des primevères, du silène enflé, de la centaurée jacée, des rhinanthès ou encore diverses espèces d'orchidées sauvages.

### Quels sont les résultats concrets engrangés

Avec un total de 27 carrières participantes (dont une a cessé son activité), les résultats sont les suivants :

- Plus de 400 bassins temporaires gérés dynamiquement ;
- Plus de 30 ha de pelouses pionnières ;
- Près de 400 abris/pierriers pour la faune ;
- 32 falaises meubles pour hirondelles de rivages et abeilles solitaires ;
- 152 mares permanentes ;
- 685 mètres de berge en pente douce pour roselières ;
- 30 plate-forme flottantes pour sternes et goélands sur des plans d'eau permanents ;
- 29 hectares de prairies fauchées ;
- 78 hectares de prairies pâturées ;
- 12 galeries sécurisées pour chiroptères ;
- 5.480 mètres d'éboulis linéaires pour reptiles.

En dehors de ces résultats bruts, le projet a permis d'une part, de démontrer l'intérêt biologique des carrières en activité et d'autre part, de générer une prise de conscience au sein du secteur.



Fig. 6. Formation à la biodiversité et à la conservation pour les membres du secteur, Marche-Les-Dames (photo A. De Wagter)



### **Comment s'organise la pérennisation des mesures de conservation, post programme Life ?**

A la fin de la période de financement, les carrières participantes ont toutes adopté un plan de gestion qui les engage pour une période de 15 ans.

Leur dérogation à la LCN est conditionnée au respect de ce plan de gestion. Ce dernier est intégré à un outil de gestion en ligne, développé par l'ULiège.

Grâce à cet outil en ligne, il est possible pour les carrières de visualiser facilement leurs actions et d'envoyer annuellement un rapport au DNF, en charge du contrôle du respect des plans de gestion.

Ce partenariat représente un double avantage : pour le carrier, cela permet d'éviter des complications liées à la présence d'espèces protégées sur leur site d'exploitation et pour la biodiversité, cela permet une optimisation spatiale et temporelle de milieux d'intérêt, sur des espaces privés et industriels, non soumis

à un statut de protection.

A côté de cela, Fediex continue à promouvoir au quotidien l'adoption de ces plans de gestion par un maximum de carrières et à mener des actions parallèles de sensibilisation à la biodiversité, en partenariat avec l'équipe Biolandscape, de Gembloux Agro-Bio Tech.

Natagora et le Parc naturel des Plaines de l'Escaut, également partenaires, continuent d'assurer le suivi des programmes de réintroduction d'amphibiens et appuient les carriers dans les démarches de suivi de leurs actions.

## **Conclusion**

Conservation de la nature et sites d'extraction en activité peuvent sembler difficilement compatibles au premier abord. C'est pourtant le pari qu'a fait et tenu le Life in Quarries en associant et mobilisant des industries extractives sur 27 sites de production avec des spécialistes de l'environnement et de l'écologie.

L'implémentation du Life in Quarries repose sur le concept de gestion dynamique des habitats avec l'analyse juridique et les outils pratiques d'implémentation que ce type de gestion implique.

Certains résultats en termes de biodiversité sont impressionnants, ils se sont accompagnés d'une prise de conscience et du changement de mentalité qui sont porteurs d'espoirs pour l'avenir :

- les carriers ont réalisé l'impact positif que certains aménagements pouvaient avoir et le rôle qu'ils avaient à jouer dans la conservation de la biodiversité mise à mal en Wallonie ;
- les biologistes et les ONG d'environnement associés au projet ont eu accès à des sites offrant une opportunité extraordinaire pour les espèces pionnières ;

La « méfiance réciproque » qui pouvait exister s'est muée en partenariat en faveur de la protection de la nature et on peut souhaiter que d'autres carrières s'y joindront même si le financement du programme Life in Quarries est aujourd'hui terminé.

Georges MICHEL

Avec les contributions de Fediex et de Natagora



Fig. 7. Création d'abris et de refuges pour la biodiversité à l'aide de blocs et de débris de carrières déplacés par un bull, en bordure d'une mare (photo Vanschepdael M.)

## GEOPARC FAMENNE ARDENNE : DE L'INVENTAIRE DES GÉOSITES AUX GÉOBALADES

Un Géoparc Mondial UNESCO est un espace territorial qui valorise son patrimoine géologique en l'associant étroitement avec les composantes biotiques, culturelles, matérielles et immatérielles au service du développement durable régional. A l'échelle de ce territoire, il y a lieu de mener à bien une démarche d'inventaire, de conservation et de valorisation de ce patrimoine en y associant les populations locales.

En cela, le Geopark stimule une activité économique locale en incitant les circuits courts par un réseau de partenaires et le développement d'une offre géotouristique qualitative au travers d'actions pédagogiques, scientifiques et récréatives. Plus d'informations peuvent être trouvées sur le site internet de l'UNESCO (<https://en.unesco.org/global-geoparks>).

L'UNESCO reconnaît deux autres désignations internationales:

- les biens du patrimoine mondial (*World Heritage Site* ou *WHS*)
- les réserves de biosphère associées au Programme sur l'Homme et la Biosphère (*Man and Biosphere* ou *MAB*).

En Belgique, il n'y a pas de MAB, ni de WHS en lien avec le karst.



### Notre Geopark

Fin 2022, il existait 177 Géoparc reconnus par l'UNESCO dans le monde répartis entre 46 pays. Le géoparc mondial UNESCO Famenne Ardenne est le premier en Belgique. Il a obtenu son statut en 2017 et il englobe le territoire des communes de Beauraing, Durbuy, Hotton, Marche-en-Famenne, Nassogne Rochefort, Tellin et Wellin. Le patrimoine karstique représente la première richesse géologique de ce Geopark.

La mise en place et la description du géoparc wallon a fait l'objet de plusieurs articles (Verheyden, 2016 ; Thys 2018 ; Delaby, 2022).



Fig. 1. Le Gouffre de Belvaux à Han est un géosite emblématique, au point qu'il a inspiré le logo du Geoparc Famenne-Ardenne.

### Géosite et inventaire

Le géopatrimoine se définit au travers de sites emblématiques : les géosites. Un site peut être qualifié, selon l'usage dans les Géoparc mondiaux UNESCO, de géosite au regard de son intérêt scientifique, sa rareté, sa valeur esthétique ou pédagogique. Les sites d'importance écologique, archéologique, historique, culturelle doivent nécessairement être inclus en tant que géosites additionnels, préalablement à l'obtention du label.

L'inventaire et l'évaluation quantitative de la géodiversité la plus précieuse sont des étapes essentielles dans la stratégie de conservation et dans l'établissement de priorités dans la gestion des sites (Brilha, 2016). Il s'agit là également d'un prérequis dans la démarche menant à une labellisation UNESCO du géoparc. Lors du dossier de candidature du Geoparc Famenne-Ardenne en 2017, un inventaire de ces géosites n'existait pas en Wallonie. Il a donc fallu le constituer à partir de la bibliographie régionale et en croisant les bases de données des affleurements géologiques des Services Géologiques (14300 entrées) et karsts de la CWEPSS (850 entrées). Ainsi, c'est plus de 15000 fiches qui ont été prises en compte, mais dont l'analyse a été facilitée et complétée par nos connaissances territoriales. De cet inventaire une série préliminaire de géosites a été établie (tableau 1).

Des 138 sites initiaux, 76 ont finalement été retenus comme géosites dans le territoire du Geopark sur base de leur accessibilité, de leur état de conservation, et de leur visibilité. Les sous-catégories sont également renseignées, certains géosites pouvant être repris dans plusieurs catégories.

Cet inventaire est fréquemment mis à jour et réévalué en fonction de l'évolution des situations de terrain, de nouvelles publications ou la découverte de nouveaux sites.

Géosites préliminaires	138
Géosites retenus	76
Dont en relation avec géologie	17
Dont en relation avec karst	16
Dont additionnel : patrimoine et immatériel	38
Dont additionnel nature	14
Géosites interprétés s.l.	70

Tab 1 : décompte des géosites (situation 2017).

### Médiation

Renforcer la visibilité des géosites constitue un des objectifs majeurs des Géoparc UNESCO. Il s'agit de stimuler le géotourisme et ainsi que favoriser le développement économique local et durable. Les visiteurs et la population locale doivent pouvoir trouver des informations pertinentes sur le Géoparc, notamment par le biais d'activités éducatives ou récréatives.

L'objectif est clairement de renforcer l'intérêt et la connaissance du patrimoine géologique et ses liens avec d'autres aspects de notre patrimoine naturel, culturel et immatériel (Verheyden, 2016).

La "médiation scientifique" s'inscrit en opposition au concept d'« enseignement scientifique ». Dans ce dernier, on transmet des compétences sur le temps long à un public particulier (des étudiants par exemple), alors que la médiation concerne la diffusion de la connaissance et de la culture scientifique à un public non spécialiste (Forester, 2021).

Une stratégie de valorisation des géosites et du territoire a été définie. Une part importante des ressources humaines et financières du Geopark est consacrée à des

actions en lien avec la médiation parmi lesquelles on peut citer :

### Le site web du Geopark

C'est la première source d'information concernant le geopark et il recense l'ensemble des 70 géosites. Le site est traduit dans les 3 langues nationales et en anglais (exigence de l'UNESCO) pour ce qui est de l'information de base. Certaines pages plus scientifiques ainsi que les articles en référence étant généralement soit en anglais, soit en français.

### Les panneaux explicatifs

De grandes plaques imprimées, disposées à l'entrée ou à l'intérieur d'un géosite donnent des explications aux visiteurs sur le géopatrimoine particulier du site. 4 panneaux avaient été placés dès 2017 sur des sites emblématiques du géoparc (les 3 grottes touristiques et la carrière de Res-teigne), car c'était une étape préliminaire nécessaire à l'obtention du label UNESCO.

A terme on espère équiper de panneaux 1/3 des géosites, la sélection se fait selon les critères ci-dessous :

1. La renommée du site (certains sites comme la grotte de Han sont tellement populaires... avec un potentiel de "lecture" du panneau placé de plus de 300 000 personnes par an).
2. L'intérêt pour le grand public (un projet de panneau sur la variété de trilobite a par exemple été écarté car trop spécifique).
3. La potentielle vulnérabilité du site (risque de destruction par les visiteurs).
4. La nécessité d'installer des panneaux dans chaque commune.
5. La volonté d'avoir un équilibre entre des panneaux orientés sur la géologie, sur le karst, sur le patrimoine ou sur la nature.
6. La demande de l'UNESCO d'aborder le changement climatique et les risques naturels.
7. L'obligation d'avoir l'accord du propriétaire du site ou un permis de la commune.

en relation avec la géologie	3
en relation avec le karst	7
additionnel patrimoine et immatériel	5
additionnel biodiversité	1

Tab 2. Nombre de géosites équipés de panneaux interprétatifs par catégorie (2023)

Seize panneaux viennent d'être placés dans chaque commune du Geopark. La place réservée aux sites karstiques est importante et recouvre naturellement les 3 grottes touristiques du territoire, le Gouffre de Belvaux (une des plus grosses pertes au niveau européen) et le site didactique du Fond des Vaulx (dont le Trotti aux Fosses). Ce déploiement se poursuivra en 2024/25.

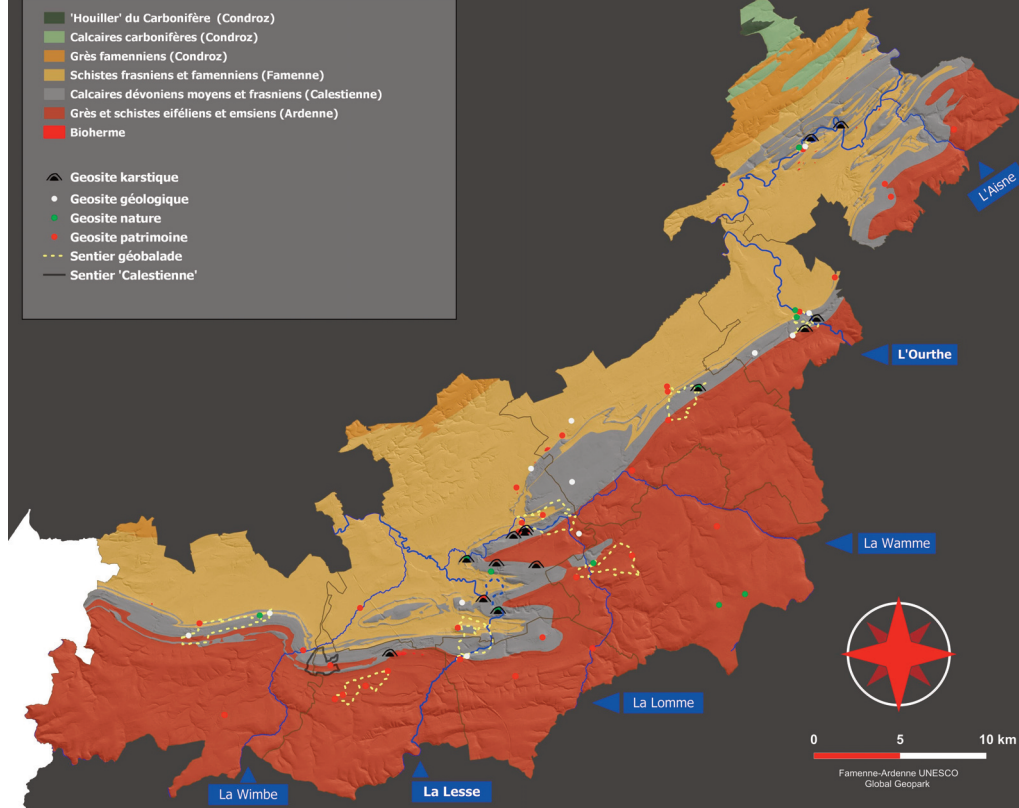


Fig. 2. Carte géologique simplifiée (Sources des données : « Service public de Wallonie » <http://geoportail.wallonie.be> adapté) sur laquelle sont pointés les 76 géosites retenus pour la candidature UNESCO et cela par catégorie. La Calestienne sensu lato en gris constitue la partie centrale du territoire et concentre de nombreux géosites toutes catégories confondues.

### Les géobalades

Les géobalades à destination du public sont des itinéraires entre différents géosites à réaliser à pied ou, si le parcours l'autorise, à vélo. Chacune des 8 communes du géoparc dispose de sa géobalade. L'élaboration de ces circuits est longue et nécessite de travailler en concertation avec l'ensemble des acteurs du territoire. Un livret guide accompagne chaque géobalade. Il mêle les explications des phénomènes géologiques, géomorphologiques et de biodiversités à de nombreux points d'accroches pour le lecteur : recettes de cuisine, utilisation des plantes d'antan, légendes et folklore local...

La carte du Geopark (fig.2) montre la répartition de quelques éléments clés pour la valorisation de ce territoire : inventaire des géosites interprétés, sites karstiques d'un développement supérieur au kilomètre, localisation des panneaux interprétatifs et tracés des géobalades. Comme le montre cette figure, la majorité des géobalades passe sur la Calestienne à l'exclusion de celles de Nassogne et de Wellin qui abordent les contreforts de l'Ardenne. Mais seules les géobalades de Hotton, Marche et Rochefort croisent des phénomènes karstiques.

Les livrets-guides des géobalades sont vendus dans les Maisons du Tourisme concernées. On peut aussi les télécharger gratuitement sur le site web du Géoparc en 4 langues. Ces produits ont eu un grand succès surtout pendant et après le confinement Covid. De nombreux habi-

tants s'étant reconnectés avec leur environnement et ayant redécouvert le plaisir d'une activité en plein air, gratuite et éducative à proximité de chez eux.

Des parcours plus spécifiques liés à des géosites particuliers ont également été édités, ils sont dans ce cas réalisés en partenariat avec une association locale ou une commune :

- livret guide du Fonds des Vaulx réalisé avec l'asbl éponyme (voir ci-dessous) ;
- circuit didactique "A la découverte de la Calestienne" au départ du village de Froidlieu par un sentier balisé et poses de panneaux explicatifs (en collaboration avec la commune de Wellin, l'Office du Tourisme, Grande Forêt de Saint Hubert et Natagora) ;
- parcours didactique à Durbuy intitulé "Au fil de l'eau" (en partenariat avec l'Office Communal de Durbuy et le Contrat de Rivière Ourthe)

### Le Fond des Vaulx

Le vallon du Fonds des Vaulx (fig. 3) fait partie de ces lieux à interpréter pour le grand public. Idéalement situé et poumon vert de la Capitale du Geopark, ce site connaît une grande fréquentation (sportifs, écoles, familles, naturalistes, ...). Il offre un tout cohérent sur les patrimoines abiotiques, biotiques, leurs interdépendances et le folklore marchois.

L'offre interprétative sur le site est riche : cycles de conférences, balades guidées, réseau de partenaires, panneaux interpré-

### Coupe longitudinale du karst du Fond des Vaulx. Cross-section of the Fond des Vaulx karst.

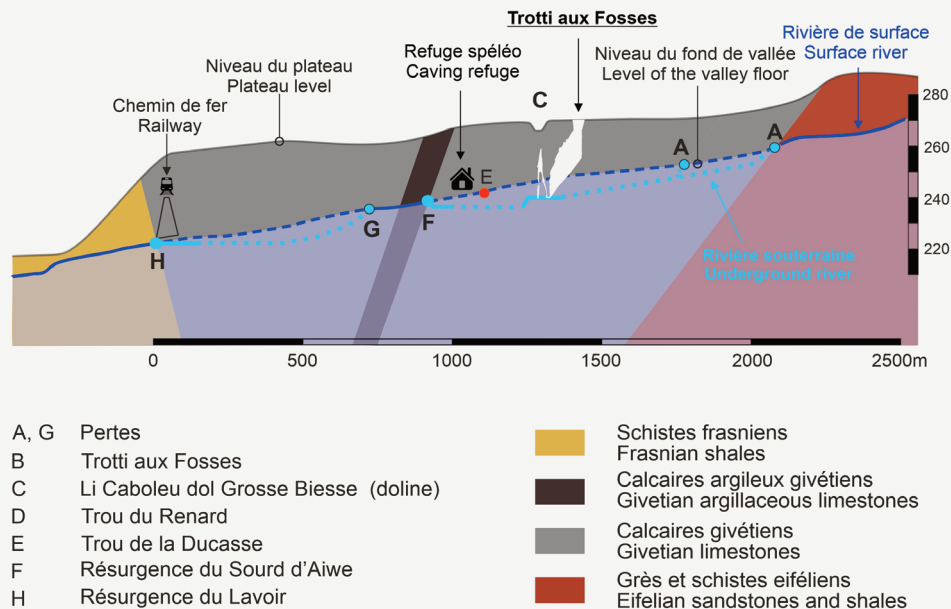


Fig. 3. exemple de schéma illustrant la circulation souterraine du Fond des Vaulx et de l'impact d'un niveau moins carbonaté sur cette circulation souterraine

tatifs, géobalade et Livret-guide.

L'ensemble de ces initiatives et supports didactiques ont pour but de faire découvrir et de partager avec le plus grand nombre le patrimoine du fond des Vaulx avec un focus particulier sur l'héritage karstique. Ce projet permet de poursuivre des objectifs variés :

- sensibiliser, éduquer et former au milieu karstique, sa vulnérabilité, sa diversité, et la nécessité de le protéger;
- promouvoir la spéléologie et faire connaître les travaux et découvertes;
- intégrer la composante biotique et l'histoire locale;
- participer à la valorisation et à la préservation de nos territoires.

Un guide spécifique au Fond des Vaulx (Marche-en-Famenne) a été édité en par-

tenariat avec l'asbl éponyme. Ce parcours permet de découvrir le système karstique du vallon, exemple particulièrement didactique d'un système pertes-résurgences complet, en liaison avec la géologie et l'hydrogéologie. Le passage des calcaires argileux givétiens (Membre de Flohimont) se marque par la réapparition temporaire du cours d'eau au niveau de la résurgence du Sourd d'Aiwe. Le folklore local n'est pas en reste. La légende dit qu'un énorme dragon, la Grosse Biesse, dort toute l'année dans l'ancre du Trotti aux Fosses et n'en sort qu'au moment du Carnaval.

Cette 'balade karstique' a également été proposée aux participants de l'édition 2021 des Journées de la Spéléologie Scientifique.

### Conclusion

L'asbl du Geoparc a dans un premier temps réalisé un inventaire des géosites. Celui-ci a servi de base à notre candidature pour obtenir le label UNESCO de géoparc, mais aussi et surtout pour définir une stratégie de protection, de valorisation et de médiation dont les géobalades sont un des résultats les plus tangibles.

Les géobalades sont majoritairement centrées sur la partie calcaire du Geoparc. Certains de leurs tracés interceptent ou suivent des réseaux karstiques. Il s'agit d'est en ouest : Isbelle, Hotton, Fonds des Vaulx et Lomme-Wamme souterraine.

Le livret guide qui accompagne le promeneur, comme toute la stratégie de médiation, est, à priori, à destination de l'ensemble de la population, et non à un public d'expert. Il aborde le territoire de façon holistique et non uniquement karstique. Il n'empêche que dans le futur, une réalisation plus pointue sur le karst n'est pas exclue à l'image des sentiers karstiques réalisés en France (Biot 2022).

Serge DELABY  
Géologue au Geoparc

### Sources

BRILHA J. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage* (2016) 8:119-134. DOI 10.1007/s12371-014-0139-3.

BIOT V, JACONELLI D, WEBER B, PELISSIE TH. 2022. Le développement des sentiers karstiques : l'exemple de l'Occitanie et des Causses du Quercy. Vol. 1 - *Karstologia Mémoires n°25* : pp 195-198.

DELABY S., LANSIGU CH., HOBLEA F. 2022. Caves and karst in UNESCO protected areas 18th International Congress of Speleology - Savoie Mont Blanc 2022 - Vol. 1 - *Karstologia Mémoires n°25* : pp 171-172.

FORESTER, J. 2022. Description géologique du « Géoparc Famenne Ardenne » à destination de publics non spécialistes. Rapport de stage de mobilité crédité. Master en Sciences Géologiques. Université Libre de bruxelles.

THYS G. 2018. Geoparc Famenne-Ardenne. Le premier Geoparc mondial UNESCO en Belgique. *Ecokarst* 117.

VERHEYDEN S., QUINIF Y., DELABY S., HALLET V., PETIT A., VANKEERBERGHEN M., 2016. The Calestienne Lesse&Lomme Geopark. A first step to a structured valorisation of the karstic heritage in Belgium. In Cornée A., Egoroff G., De Wever P., Lalanne A., and Durenthon F., (Eds) Actes du colloque International "Les inventaires du Géo-patrimoine" 22-26 Septembre 2015, Toulouse. Mémoire hors-série de la Société géologique de France 16, 368p. : 331-343. (Proceedings).



Fig. 4. Les actions du Géoparc dans le karst ne se limite pas à la médiation mais aussi à la préservation et l'étude scientifique ; la plupart du temps en collaboration avec d'autres associations. Le cliché montre l'état de la galerie, après la crue du 15 juillet 2022, situé au pieds du puits Atlas Copco ou l'eau a atteint de niveau jamais observé depuis sa découverte. Des études plus approfondies sur les spéléothèmes sont en cours pour estimer la période de retour de telle évènement. Cliché : Sophie Verheyden

## EXPLORATION DE LA GALERIE VAN ROGGEN À DAMRÉ/SPRIMONT

Dans le synclinal de Sprimont, au début du 19<sup>e</sup> siècle, la croissance des carrières de pierre calcaire s'accompagne du développement des ateliers de polissage et de sciage à fils et à lames, pour produire les pierres de taille toujours plus demandées pour la construction pour lesquels il fallait de l'eau abondante, indissociable de l'activité extractive.

La carrière du Correux est pionnière à bien des égards, avec un recours généralisé à l'électricité produite à l'aide de deux grosses chaudières à vapeur pour lesquelles l'eau était indispensable, elles se déclinaient en "eau sale" (qui pouvait être fortement calcaire) pour les condenseurs des turbines vapeur, et en eau propre et peu minéralisée pour remplacer les pertes du circuit propre. Pour le développement de la carrière, il était donc nécessaire de disposer une arrivée d'eau complémentaire et suffisante pour assurer le bon fonctionnement de ces machines et soutenir la production.

Une partie de ces eaux essentielles au développement de la carrière étaient prélevées à l'Est de Damré. Dans les campagnes proches du contact entre les calcaires et le tige gréseux, il existe plusieurs venues d'eau, dont une petite source (voir point A sur la fig 02) dénommée « source Pétrally » (ou Pétralis) où les habitants pouvaient se ravitailler en empruntant le sentier vicinal (communal) n° 217 tout naturellement dénommé « sentier de la Fontaine ». Cette source se prolonge par un petit écoulement appelé anciennement l'Avinry (souvent écrit au pluriel, englobant les autres écoulements un peu plus à l'est dans le vallon de Damré) c'est-à-dire ruisseau de l'Avin ou d'Avin, (Simon et Renard, 1951). Le bassin d'alimentation de la source est restreint, le point le plus haut du bassin d'alimentation est situé à 530m au sud-est, la dénivellation est d'un peu plus de 30 m à travers les formations CMEC de grès avec ciment carbonaté du Famennien.

Cette venue d'eau et la galerie drainante ouverte à proximité, et probablement aussi la Fontaine du Loup (située plus à l'ouest – point B sur la fig 02) étaient exploitées par les carriers qui y prélevaient les eaux pour les envoyer à l'aide de canalisations (voir C et C' sur la fig 02) jusque dans la carrière où se trouvait un réservoir tampon (point D sur la fig 02).

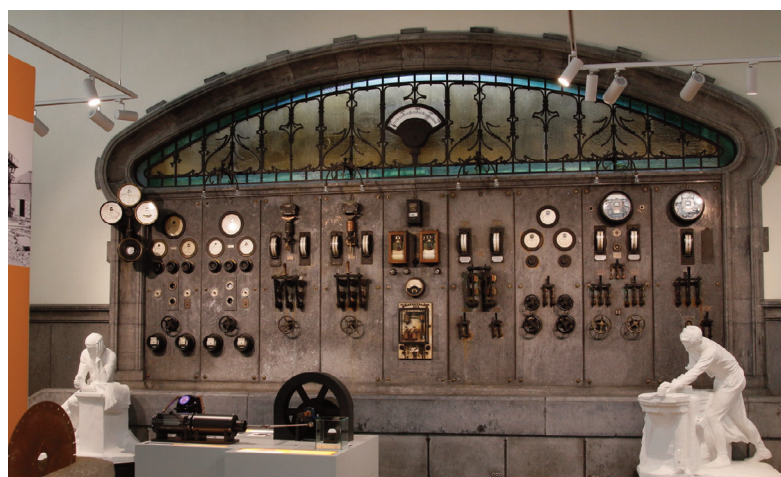


Fig01. tableau électrique qui produisait à la fois l'énergie pour la carrière du Correux et pour le village de Sprimont.

### M. van Roggen, Maître de carrières

Ces aménagements hydrauliques et le creusement de la galerie de captage furent initiés par Matthijs van Roggen au début du XX<sup>e</sup> siècle. Ce jeune entrepreneur originaire de Nimègue (Pays-Bas), fils d'une famille aisée, était venu s'installer dans la région Liégeoise car il était actionnaire des « carrières d'Ogné et de La Rochette » (Ogné est un hameau de Sprimont, La Rochette est située au Luxembourg).

Pourvu de moyens financiers, habile en affaires, il racheta à Sprimont de nombreuses carrières. Il les dota d'innovations modernes, notamment l'électrification complète des machines et des locaux. Les bâtiments de l'exploitation furent mis en valeur de façon à être remarquables. L'édifice le plus intéressant est la centrale électrique (voir fig 01), toujours debout, elle est occupée actuellement par le musée "Centre d'Interprétation de la Pierre". La carrière principale exploitée par les van Roggen est celle du Correux, ouverte par Matthijs en 1883 sur l'emplacement d'une petite exploitation (Mathelot).

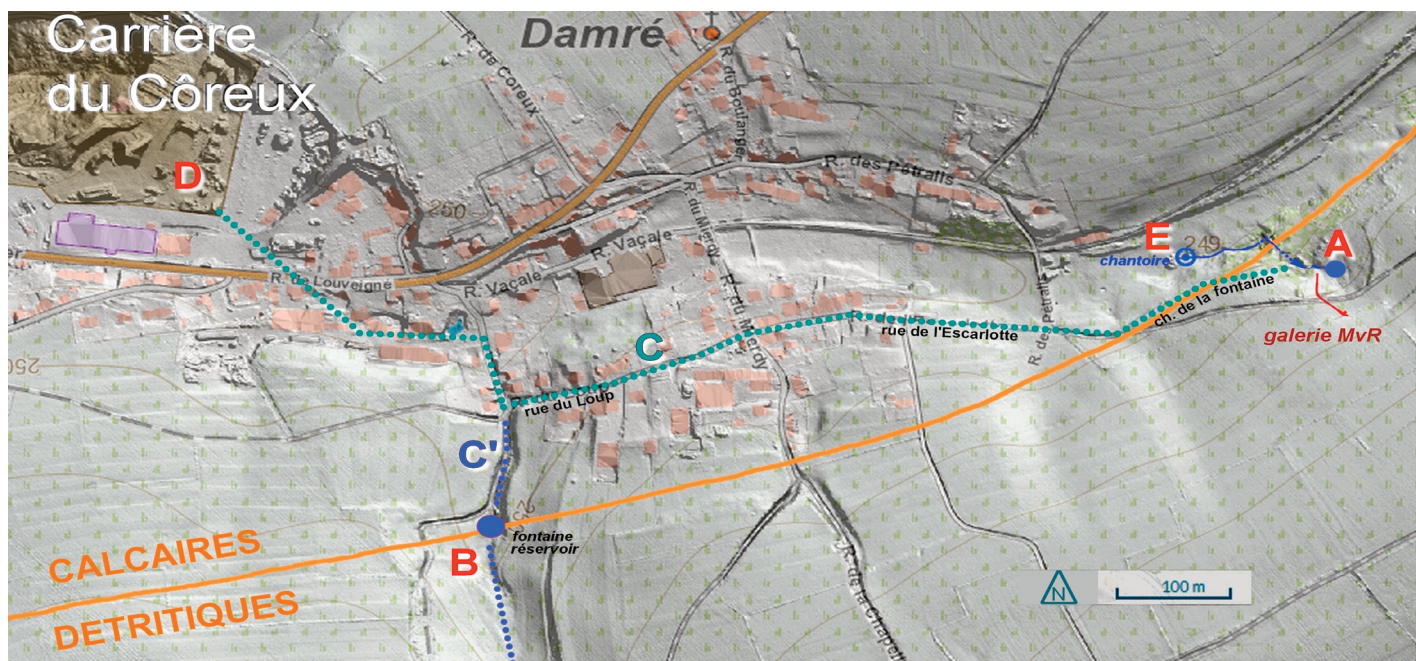


Fig02. Carte de localisation générale indiquant les sources Pétrally et la Fontaine du Loup, ainsi que la carrière du Correux, les canalisations d'eau rejoignant l'ensemble et l'entrée de la galerie



Fig03. Buste de M. Van Roggen trônant fièrement dans l'usine électrique de la carr. du Correux

Elle est décrite par Libert : "elle est de beaucoup la plus considérable, non seulement de la région de Sprimont, mais encore de toute la province, tant par son outillage mécanique que par l'importance de sa production et du personnel ouvrier qu'elle emploie ». Le matériel électrique, utilisé pour perforer, hisser, déplacer et débiter les blocs est important. Le grand pont roulant mesure 105 m avec son porte à faux, les moteurs fonctionnent en 450 volts... L'entreprise utilise la force de 40 moteurs électriques totalisant 769 chevaux, chiffres considérables pour l'époque".

Matthijs van Roggen mourut prématurément fin octobre 1909, en pleine activité. Son fils Mathieu prit alors la relève en continuant l'expansion de l'entreprise jusqu'à la première guerre mondiale (Libert, 1911 et com. de Francis Tourneur et Albert Etienne).

### Une galerie de captage et des canalisations vers la carrière

Revenons à la galerie de captage ouverte en bordure de la source Pétrally. Le fronton porte la date de 1909 (fig 04) et par



Fig04. Le fronton de la galerie marquée M.v.R 1909

conséquent ce serait le dernier édifice commandé par Matthijs, à moins que ce soit son fils, Mathieu Van ROGGEN qui, succédant à son père, obtint l'autorisation de creuser une galerie de captage à cet endroit afin d'augmenter le débit de ce point d'eau. Une conduite souterraine d'une longueur de 1,5 Km fut alors installée (voir B sur fig02).

Elle suivait successivement le « chemin de la roualette » n° 197, le « chemin du fond de l'escarlotte » n° 77 (actuellement rue de l'Escarlotte), et le « chemin du bac » n°73 (actuellement rue du Loup). La conduite aboutissait dans un vaste réservoir de stockage de plusieurs dizaines de m<sup>3</sup> situé dans l'enceinte de la carrière du Correux. L'eau y était pompée au fur et à mesure des besoins de l'exploitation de la carrière. Au point de départ, un système de vannes permettait de réguler le débit dans la conduite.

La galerie de captage a été foncée vers le sud dans le but de drainer le flanc ouest du vallon très court et peu incisé du ruisseau. Elle est accessible sur peu moins de 60 m de long, les travaux pourraient

weg du vallon de Damré pour disparaître dans la chantoire du Cortil (AKWA 493-054 – point E sur la fig 02) .

A l'entrée de la galerie, un petit barrage de terre maintient une laisse d'eau qui limite les entrées dans la galerie. Après quelques mètres le sol se relève suffisamment pour que la suite du parcours se fasse à pieds secs. Les parois des 10 premiers mètres sont appareillées en blocs de pierres non équarris sur à peu près 1m de haut puis en briques, voûte en berceau comprise. Les dimensions de la section appareillée sont 2 x 1.3m, le reste est de l'ordre de 2.3x2m.

La galerie tourne sensiblement vers le sud-est (voir fig 06), sur le trajet, un effondrement limité a laissé quelques blocs tombés de la voûte.

Au bout, une chambre de 4x4m de section semble résulter d'un effondrement. Le rocher s'effrite facilement sous les doigts, une gangue sableuse entourant certains blocs de grès plus compacts. Après l'abandon des travaux, un effondrement a couvert une partie des rails conservés, le reste ayant été enlevé.



Fig05. Passé les 10 premiers m depuis l'entrée, qui sont appareillés en moellons et briques, la galerie est directement creusée dans les grès de teinte jaune à ocre. Un très faible écoulement (quelques l par minute) s'épanche au sol, provenant essentiellement de la percolation au travers de la voûte (photo FP)

avoir été arrêtés assez brusquement car la fin de l'appareillage, côté amont, n'est pas terminé et une partie des rails des wagonnets utilisés pour sortir les déblais sont toujours en place.

Le débit actuel de la galerie est insignifiant : quelques cl par seconde. Les eaux réunies de la galerie et du ruisseau alimentent une mare d'où part la canalisation en direction de la carrière, une vanne de régulation, fermée, est toujours visible. Actuellement, le ruisseau passe sous le chemin de la Fontaine, suit un court surélévé, disparaît dans un conduit (naturel ?) jusqu'au niveau du tal-

A la suite, la galerie continue sur un peu plus de 3m et s'arrête brusquement. A gauche, juste avant, une petite chambre a été creusée. Le sol est occupé par une flaque d'eau, quelques gouttes à gouttes ont édifié des coulées et quelques stalactites. Une solive subsiste au plafond, un soutènement en bois est encore dressé et quelques boiseries jonchent le sol. Ces étaçons en bois (ainsi que les rails pour wagonnets) rappellent les aménagements dans les mines, bien que, dans ce site, le seul gisement qui ait été recherché est bien l'eau pour la carrière.

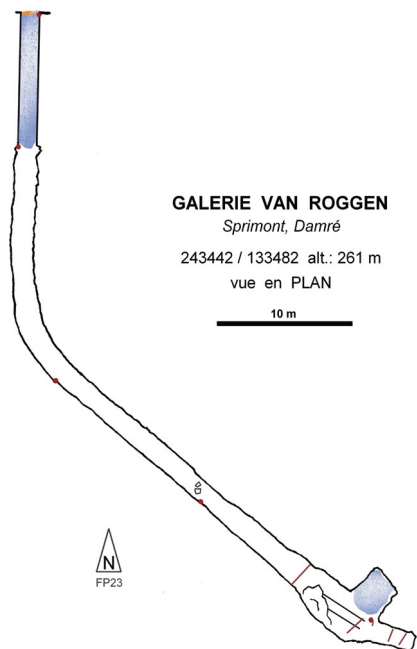


Fig06. La galerie se prolonge sur 60m avec un coude bien marqué qui lui fait traverser les couches en travers banc (Plan FP – 2023)

### Origine et nature de l'eau

Quelques analyses physico-chimiques des eaux dans la galerie mais également sur les venues d'eaux voisines dont la fontaine du Loup ont été réalisées le 23/05/2023 pour en savoir plus sur la nature et l'origine des eaux aboutissant dans les calcaires Carbonifères à Damré.

Bien que ces eaux proviennent toutes des roches gréseuses formant les tiges qui entourent le synclinal calcaire de Sprimont, on constate qu'elles ont des conductivités supérieures à 350  $\mu\text{S-1}$ , témoignant d'un degré de minéralisation important. Ce grès présente une proportion de calcaire non négligeable qui cimente les grains détritiques.



Fig07. Passé les 10 premiers m depuis l'entrée, qui sont appareillés en moellons et briques, la galerie est directement creusée dans les grès de teinte jaune à ocre

	Conduct	Temp	O2 dissout	pH	NO3-	Lieu de prélèvement
	$\mu\text{S-1}$	en °C	mg/l		mg/l	
A	394	11,4	10,79	8,05	25,76	Ruisseau entre la fontaine du loup et le chantoir de Damré
B	477	10,4	7,54	7,52	19,56	Galerie Van Roggen à l'entrée
C	368	10,5	8,78	7,7	10,57	Galerie - vasque dans le fond (alimenté par percolation)
D	449	10,5	10,54	7,98	13,19	Source de l'Alvinri à quelques m de la galerie

Tab 01. Analyse physico-chimique de quelques venues d'eaux au S-E de Damré



Fig08. Dans le fond de la galerie, glacs de calcite recouvrant les parois aux endroits où la percolation est active

L'eau acide en percolant à travers la roche va dissoudre ce calcaire pour se minéraliser progressivement. La charge en  $\text{CaCO}_3$  dissoute est loin d'y être négligeable comme on le voit dans le fond de la galerie Van Roggen avec les dépôts de calcite (de couleur blanche à jaune) qui, au droit du goutte à goutte provenant du plafond forment un glaci de calcite enrobant les parois, les bois de soutènement et les blocs effondrés depuis la voute (voir fig 08 et chap. spéléothèmes).

Si on compare les analyses B et C (tab 1), on constate avec surprise un écart net sur tous les paramètres concernant les eaux prélevées à l'entrée et au fond de la Galerie Van Roggen. Nous faisons l'hypothèse que sur le parcours de la galerie, des très faibles apports latéraux d'eau viennent renforcer le débit et modifier la signature physico-chimique de celle-ci.

Enfin, bien qu'on soit dans un secteur relativement agricole (pâtures), les concentrations en nitrates restent très raisonnables (inf. à 25 mg/l). Bien entendu il faudrait refaire de telles analyses dans d'autres circonstances hydrogéologiques et après des périodes d'épandages pour évaluer l'impact des activités en surface sur la qualité des eaux. Du seul point de vue des nitrates en tous les cas, les eaux de la source de l'Alvinri et de la galerie respectent les normes pour les eaux potables.



Fig09. Un des très nombreux culicidés, dévoré par un champignon, qui ornent les parois (photo FP)

bilisables. Les anciens avaient vu juste en choisissant ce site comme fontaine d'eau potable !

### Faune et Spéléothèmes

Sans chercher, nous avons remarqué la présence de plusieurs niphargus dans la mare terminale, de gammars, proches de l'entrée ainsi que quelques grenouilles dans la laisse d'eau sous le porche et quelques arachnides, tous bien vivants. Ce qui n'est pas le cas des momies d'insectes couverts de champignons collés aux parois (nombreux culicidés, deux lépidoptères). Nous n'avons pas vu de trace de passage de chiroptères.

La galerie a été creusée dans les grès famenniens, ceux-ci sont souvent à matrice carbonatée ce qui a permis le développement de concrétions classiques, surtout des coulées et des microgours. Quelques éléments de boiserie sont partiellement couverts d'encroûtements de calcite (fig 10). De rares débuts de stalactites pointent au plafond de la niche du fond. Notons la présence de mundmilch sur certaines parois.

### Conclusion

Grace aux données historiques glanées auprès de différents spécialistes du karst et des carrières à Sprimont, nous avons pu en savoir un

peu plus sur cette étrange galerie, creusée dans le but de ramener une eau claire et peu calcaire vers les carrières en activité à Sprimont (et en particulier le site du Correux), afin d'alimenter les machines à vapeur et la découpe de la pierre... Illustrant à merveille les synergies entre eau et « petit granit ».

Les 60m creusés dans la roche constituent un travail assez considérable au regard du débit des plus modestes qui sort de cet ouvrage (estimé à quelques l par minutes en mai 2023). Nous ne pensons pas que ce débit ait été beaucoup plus important par le passé et nous faisons plutôt l'hypothèse que les travaux dans la galerie ont été abandonnés sans avoir atteint la venue d'eau recherchée.

Le site est à l'abandon et le faible débit qui s'en écoule rejoint le ru de l'Avinri pour se perdre dans une chantoire qui n'a pas été tracée à notre connaissance, mais vu sa position en bordure Sud du synclinal calcaire de Sprimont, on peut avancer sans trop de risques que les eaux qui s'y engouffrent doivent rejoindre le drainage souterrain en direction de l'Ourthe et probablement passer par le Nou Bleu avant de refaire surface à la Source Bleue. Au-delà de l'intérêt historique de ce conduit, la galerie Van Roggen



Fig10. L'ancienne boiserie de soutènement est comme pétrifiée et recouverte par plusieurs mm de calcite provenant de l'eau de percolation tombant depuis la voute (photo FP)

présente un concrétionnement calcaire assez abondant dans sa partie terminale.

D'autres observations morphologiques, géologiques et biospéologiques mériteraient d'être approfondies dans ce petit conduit artificiel, dont les eaux semblent globalement de très bonne qualité.

Francis POLROT & Georges MICHEL

avec l'aide des informations de Francis TOURNEUR et Albert BRIFFOZ

### Sources

LIBERT J., 1911 – Les carrières de Petit Granit de la province de Liège", Mémoires, Annales des Mines de Belgique, 16, 803-930

SIMON H., RENARD E., 1951 - Toponymie de la Commune de Sprimont, mémoire de la Commission royale de Toponymie et de Dialectologie (section wallonne), n°6, Liège, Vaillant - Carmagne. SA Imprimeur de l'Académie, 183 pages et 3 cartes.



## CWEPSS asbl

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

C'est le 2<sup>e</sup> Eco Karst de 2023 et... il n'est pas trop tard pour **renouveler votre cotisation annuelle !**

L'abonnement annuel (envoi de 4 n° en Belgique) s'élève à **15 €**. Si vous appréciez notre magazine, vous pouvez également offrir un abonnement à Eco Karst en indiquant l'adresse de l'heureux destinataire, en communication de votre virement bancaire.

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

**IBAN : BE68 0011 5185 9034 / BIC : GEABEBB**

Pour devenir **membre effectif** (abonnement + droit de vote à l'assemblée générale), adressez votre candidature à l'attention du Conseil d'administration, par e-mail à [contact@cwepss.org](mailto:contact@cwepss.org). La cotisation pour les membres effectifs s'élève à **20 €**.

## Dons exonérés d'impôts

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

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

### Traitement des données

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

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