



CWEPSS

Périodique trimestriel

La Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains

Editeur responsable : G. THYS - 26 Clos des Pommiers à 1310 La Hulpe / Tél-fax : 02/647.54.90. / E-mail: contact@cwepss.org

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

Eco Karst

N° d'Agréation P. 30 24 48

N° 93- 3eme trimestre 2013

EDITORIAL

C'est en septembre 1973... il y a donc tout juste 40 ans que la CNPSS d'alors publiait pour la première fois son périodique. Intitulé à l'époque "**L'écho de l'Egout**", ce petit magazine à parution très irrégulière connut des formats, des présentations et mêmes des couleurs très différentes.

L'objectif majeur de ce journal était de mettre en lumière et de dénoncer des cas de pollution affectant le karst en général et les eaux souterraines en particulier. L'épuration était des plus sommaires à l'époque et bon nombre de chantoirs servait d'exutoire pour les eaux usées, transformant littéralement les réseaux karstiques en égout... d'où le nom de la publication. 40 ans et... 92 Numéros plus tard, les préoccupations et le propos de la CWEPSS ont changé et se sont généralisés, à l'étude, la conservation et la gestion des régions calcaires. Cependant pour ce numéro anniversaire nous avons voulu faire un clin d'œil au passé avec des articles traitant de près ou de loin des égouts.

- Ainsi nous vous invitons dans les entrailles de Londres, pour découvrir le **Fat-Berg**, ce véritable bouchon de graisses coagulées et de lingettes hygiéniques qui peut colmater la section complète d'un collecteur d'égouts provoquant inondations, remontées d'eaux. L'aspect d'un tel bouchon peut par endroit étonnamment faire penser à certains planchers stalagmitiques.

- A **Heusy** (banlieue verte au Sud-Est de Verviers), des effondrements à répétition trouent la voirie et mettent à mal certaines constructions. Ces affaissements sont bien souvent liés à des ruptures de canalisations, elles-mêmes induites par des affaissements karstiques sous-jacents... Ici encore égout et karst interagissent l'un sur l'autre compliquant la gestion du territoire.

- Les quelques analyses réalisées à la **résurgence du Sourd d'Ave** (en aval de Wellin), montrent que les eaux sortant sous ce porche sont très chargées en phosphates et même en cyanobactéries, témoignant d'une contamination par les eaux usées et/ou les rejets agricoles. Les deux sorties d'eau distantes de moins de 4m ont pourtant une signature (et donc une origine) bien différente, témoignant de la complexité des drains karstiques dépassant de loin celle des réseaux d'égout.

Pour quitter les effluves d'égouts, nous vous invitons à découvrir le **karst du Gabon**, situé en forêt équatoriale dans des parcs naturels et loin de toute ville. Ce milieu généralement vierge recèle bien des surprises.

Bonne lecture à vous et merci de votre fidélité à l'EcoKarst

Pour la CWEPSS

G. MICHEL

LES RÉSURGENCES DU SOURD D'AVE (WELLIN)

Au Nord de Wellin, les calcaires dévonien qui composent la Calestienne, constituent les premières roches carbonatées qui reçoivent les cours d'eau provenant du plateau ardennais s'étendant Le contact entre cette eau abondante, généralement acide et s'écoulant suivant une forte pente, avec un calcaire pur et assez soluble provoque l'apparition de nombreux points de perte. Ceux ci peuvent aboutir à la formation de "rivières souterraines" au détriment du réseau hydrographique de surface, dont les Grottes de Han (situées à 5 km à l'est) sont l'exemple le plus parlant. De taille bien plus modeste que son voisin de Han, le système hydrogéologique du Ry d'Ave à Wellin n'en est pas moins très intéressant et relativement complexe.

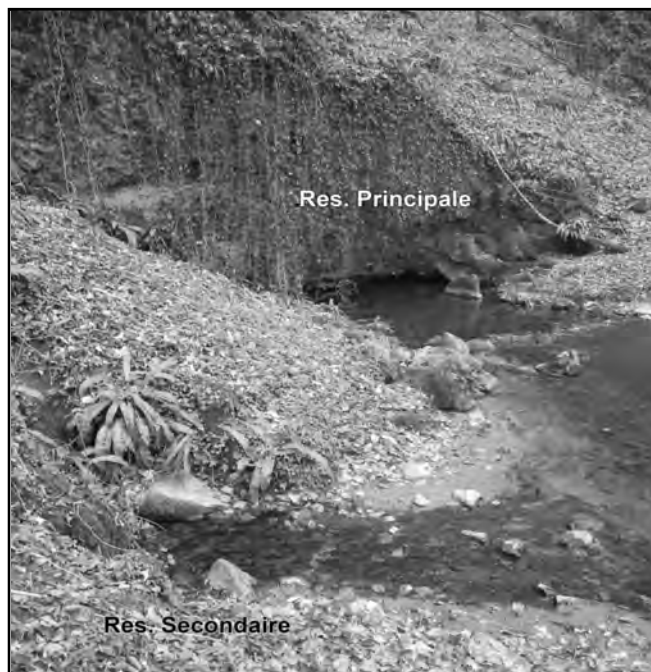


Fig. 1. Vue sur les 2 résurgences qui font l'objet de l'analyse.



En étudiant l'exutoire de ce réseau souterrain (résurgence du Sourd d'Ave) on constate qu'on n'est pas face à un simple système perte-résurgence: la sortie d'eau fonctionne même quand les chantoirs sont désamorçés (alimentation par la nappe) et on retrouve à la résurgence des eaux de nature physico-chimique (et donc d'origine) bien différente. L'article qui suit fournit les premiers résultats d'une campagne de mesure physico-chimiques des eaux à ces résurgences. L'analyse des associations végétales aquatiques qui ont colonisé ces émergences donne quelques indications complémentaires quant à la qualité de celles-ci.

Cadre géographique & hydrogéologique

Historiquement les eaux du cours d'eau se perdaient au **Chantoir Mathot** (point A) vaste dépression de 20 m de diamètre dont le versant rocheux absorbait l'eau via plusieurs fissures, avant que des travaux d'endiguement empêchent le Ry d'Ave de s'y jeter. Des traçages (dont la coloration de R. Delbrouck en 1963, ont permis de démontrer que ces eaux ressortaient à la **Résurgence de Sourd d'Ave** (point D). Lors de cette coloration, le traceur avait également été intercepté au fond du **Trou Robert** (point C) semblant démontrer que cette petite grotte verticale était sur le tracé de la "rivière souterraine" reliant A à D.

Récemment (avril 1998) un effondrement spectaculaire s'est ouvert au pied du **viaduc de l'E411** (point B), en rive gauche du Ry d'Ave. Cette cuvette qui avait emporté une partie de la berge, avalait allègrement une partie des eaux du Ry d'Ave. L'eau de surface rejoignait via cet affaissement, la circulation souterraine et aboutissait très probablement à la **résurgence D** située à moins de 450 m en aval.

Pour appréhender l'hydrologie locale il faut tenir compte de la très importante carrière du Fond des Vaux qui sur plus de 1300 m de long a creusé et exploite les calcaires sur plusieurs dizaines de m d'épaisseur. Le site d'extraction se situe en plein dans le cœur de cette roche réservoir.

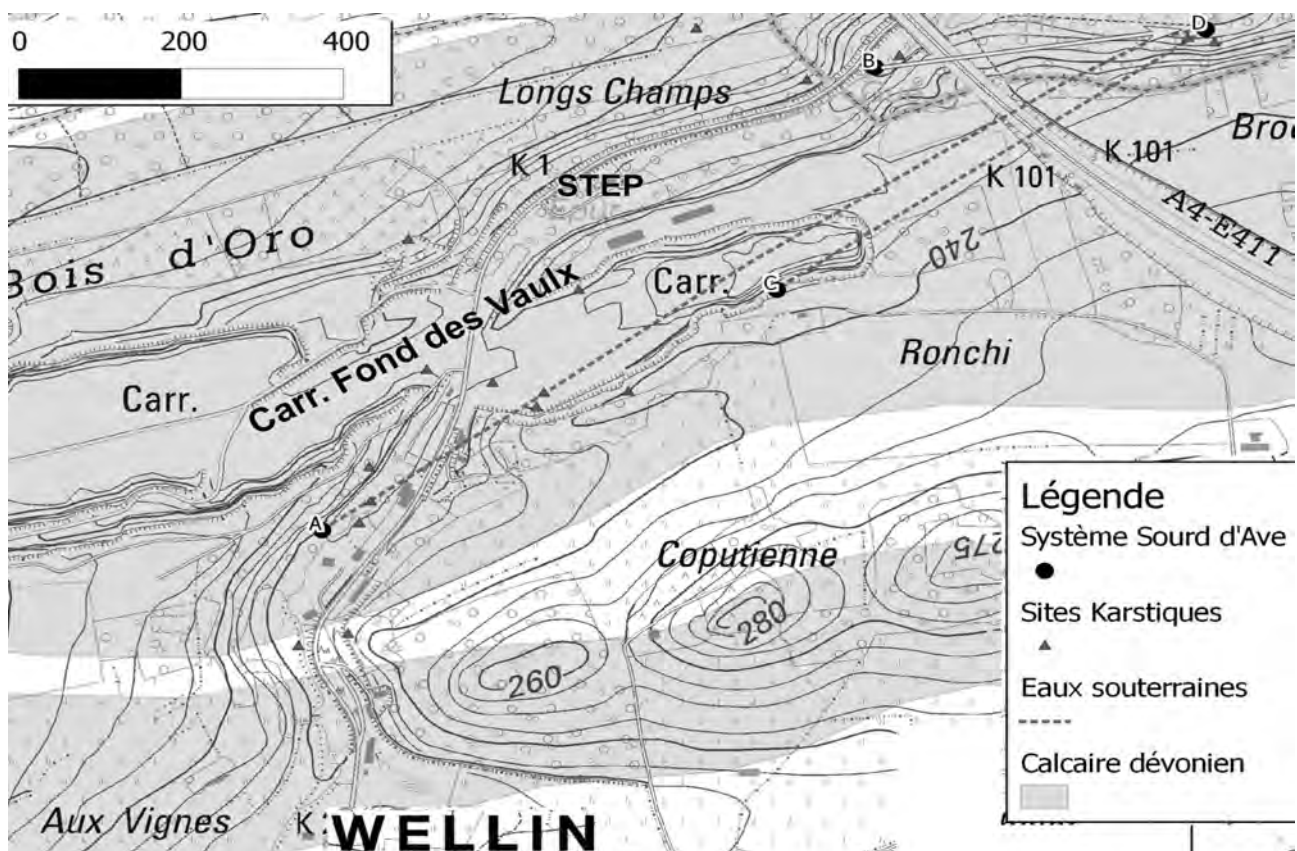
L'incidence de la station d'épuration (Voir STEP), ainsi que le bassin d'orage situé sous le viaduc et récoltant les eaux de la voie rapide, ne peuvent être négligés. Si en terme de volume d'eau leur apport est modéré, leur impact peut s'avérer déterminant quant à la qualité des eaux et aux types de végétaux que l'on pourra retrouver à la résurgence mais aussi dans le lit aérien (et bétonné) du Ry d'Ave.

Végétation et description des résurgences

Les deux résurgences voisines du Sourd d'Ave (fig 1) ont été observées à quatre reprises pendant cette année 2013 : les 17 avril, 2 juillet, 21 août et 19 septembre. Les deux eaux, d'importance très différente, se réunissent rapidement et forment un petit ruisseau peu profond qui coupe le chemin forestier. Le fond est occupé par des cailloux et blocs couverts d'un tapis d'algues filamenteuses et de cyanobactéries. A proximité du Sourd, la flore est caractéristique des éboulis calcaires couverts de taillis avec beaucoup de scolopendre (*Asplenium scolopendrium*), de lamier jaune (*Lamium galeobdolon*), de géranium herbe à Robert (*Geranium robertianum*) et d'ail des ours (*Allium ursinum*).

Une mousse aquatique est abondante sur les blocs : *Platyhypnidium riparioides*, espèce rhéophile commune dans les eaux claires. Les masses filamenteuses vertes correspondent à une algue jaune-vert *Vaucheria sp.* et les filaments brunâtres à *Melosira varians* (Diatomée).

Une algue rouge (Rhodophyte) est abondante sur les cailloux où elle forme des touffes brunâtres bien individualisées de quelques centimètres de long : *Batrachospermum boryanum* (Figure 2); cette espèce n'est plus visible en été. Parmi les algues, se mêlent des filaments de cyanobactéries : *Oscillatoria tenuis*, verte sous le microscope et *Oscillatoria limosa* brune. Une troisième espèce forme des peaux noirâtres sur quelques cailloux, il s'agit de *Phormidium retzii*. Plusieurs autres espèces ont aussi été observées en été, dont un *Pseudanabaena*.



Dans le Ry d'Ave à hauteur du viaduc de l'autoroute, le fond du lit mineur est tapissé d'une fine lame d'un vert bleuté, composée d'une cyanobactérie commune de ruisseaux eutrophisés : *Phormidium autumnale*, ce qui est le reflet d'une forte dégradation de ce ruisseau. On y observe aussi une algue rouge, au stade *Chantransia*, qui est une étape dans le cycle de développement d'un *Batrachospermum*. Les abords du ruisseau sont en plus transformés en dépotoir.



Fig. 2. Fragment, d'environ un cm de long, prélevé dans une touffe de *Batrachospermum boryanum* (x 10).

Analyse des eaux

Des analyses d'eau ont été réalisées aux résurgences, le 2 juillet et le 19 septembre 2013, au moyen d'une valisette Merck. Elles montrent que les eaux sont très différentes (voir tableau). En septembre, une analyse a aussi été faite dans le Ry d'Ave, l'échantillon a été prélevé quelques centaines de mètres en amont, à hauteur du viaduc de l'autoroute.

La résurgence principale libère une eau modérément calcaire mais marquée par des concentrations en phosphate et en nitrite assez importantes, qui sont même très élevées en septembre. Cette eau est donc contaminée, probablement par des eaux d'origines domestique et agricole.

La résurgence secondaire montre une eau fortement calcaire, avec une teneur en nitrate supérieure, ce qui est attendu dans les eaux fortement minéralisées. Les concentrations en phosphate et ammonium sont très faibles, non mesurables. La concentration en nitrite reste faible. Cette eau ne semble donc pas contaminée par des polluants habituels. Dans le Ry d'Ave, les caractéristiques de l'eau sont encore différentes.

L'eau est calcaire, les concentrations en ammonium, nitrite et phosphate sont très élevées. Il s'agit presque d'un égout à ciel ouvert! Comme le débit de la résurgence secondaire est faible, la qualité du ruisseau est largement influencée par la résurgence principale et cela explique l'importance de la couverture algale et la présence de cyanobactéries. Quelques mètres après la résurgence, le ruisseau coule au milieu du taillis et les blocs se couvrent de touffes d'une vingtaine de centimètres de long d'une mousse aquatique : la fontinale (*Fontinalis antipyretica*). En avril, les eaux des 2 résurgences étaient très claires et l'algue rouge *Batrachospermum boryanum* était abondante.

Evolution saisonnière et recommandations

En juillet, l'algue rouge n'est plus visible et en août, les cailloux étaient couverts d'un tapis vert de *Vaucheria*. En septembre, la situation est fortement changée ; les cailloux et le fond du lit recevant l'eau de la principale résurgence sont couverts d'un dépôt grisâtre, de plus de 1 mm d'épaisseur pour les cailloux, meuble, composé de très fines particules (fig 3). Les filaments d'algue en sont aussi recouverts. La végétation aquatique est étouffée.

Quelques taches vertes de *Phormidium retzii* subsistent toutefois. Ce dépôt est à mettre en relation avec la carrière toute proche. Par contre, l'eau venant de la petite résurgence reste claire. Dans le Ry d'Ave, les blocs et le fond du lit mineur sont aussi couverts de ce dépôt gris. Tant pour améliorer l'état du Ry d'Ave lui-même (et des milieux hydrophiles qui y sont associés) que pour durablement protéger l'environnement vers l'aval en connexion avec ce ruisseau fortement affecté



Fig. 3. Dépôt meuble de fines particules grises sur les blocs de la principale résurgence

(bassin de la Lesse), il faudrait:

- suivre l'état de ce cours d'eau sur un cycle saisonnier complet,
- mieux comprendre l'alimentation souterraine différente des deux points d'émergence,
- investiguer dans le bassin en amont les rejets et activités humaines qui pourraient être à l'origine des pollutions constatées,
- vérifier si le fonctionnement de la station d'épuration est optimal.

Quelques références

- Eloranta, P & Kwadrans, J. 2011. *Rhodophyta and Phaeophyceae. Freshwater Flora of Central Europe. Volume 7. Spektrum. 155 pp.*
- John, D.M., Whitton, B.A. & Brook, A.J. 2011. *The Freshwater Algal Flora of the British Isles. Cambridge University Press. 878 pp.*
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 2005. *Cyanoprokaryota. Volume 19/2 : Oscillatoriales. Freshwater Flora of Central Europe. Spektrum. 759 pp.*

Guy BOUXIN & Georges MICHEL

Paramètres	Résurgence-principale		Résurgence-secondaire		Ry-d'Ave
	2/07/2013	19/09/2013	2/07/2013	19/09/2013	19/09/2013
pH	7,5	7	7	7	7,5
Dureté totale -deg-all	15,2	17,6	44,4	44,2	26,8
Ammonium, -en-mg/l	0,3	Entre-0-et-0,2	-	-	0.3
Nitrite, -en-mg/l	0,3	0,5	0,025	0,025	>0,5
Nitrate, -en-mg/l	10	10	25	Entre-10-et-25	25
Phosphate, -en-mg/l	0,75	1,5	-	-	1,5

Tableau 1.-Analyses d'eau, 1 degré-allemand correspond à 17,8-mg/l- CaCO₃.



LE VALLON DE MANGOMBROUX

Mise à jour et relevés concernant un système karstique très actif au Sud-Est de Verviers

La zone au Sud-Est de Verviers s'est fortement lotie depuis les années 1960. Ces terrains anciennement agricoles sont progressivement repris par l'urbanisation de la ville qui forme un continuum urbain avec ses faubourgs de Heusy, Mangombroux et Stembert. Malgré l'absence d'affleurements calcaires dans le paysage, l'urbanisation de ces terrains karstifiés par endroit ne se fait pas sans poser des problèmes en terme de stabilité du sol et de risques pour les maisons. Des affaissements soudains ayant affectés les fondations et plus récemment certaines voiries, rappellent ces risques et imposent la plus grande prudence. Plutôt que de décrire de manière individuelle ces sites "symptôme" d'une karstification active, nous présentons le vallon de Mangombroux comme une unité hydrogéologique de 13km². s'étendant depuis la Bouquette (extension sud de la zone calcaire) jusqu'à la Vesdre au hameau des Surdents (voir fig 1)

En combinant les observations de terrain, la consultation des documents géologiques et hydrologiques, des observations plus anciennes ainsi qu'un ensemble de documents inédits mis à notre disposition par le service des travaux de la Ville de Verviers, nous essayons de mieux comprendre la distribution et l'évolution passée et à venir de ce bassin.

Vu le nombre d'observations et de documents rassemblés, nous présenterons cette zone karstique en 2 parties. Nous débutons par l'amont (zone Sud-Ouest) avec le plateau karstiques de Heusy. La suite du système (jusqu'à la Vesdre) figurera dans l'édition suivante de l'Ecokarst en décembre 2013.

Le cadre géographique

Le système karstique de Mangombroux est situé sur la rive gauche de la Vesdre et il couvre une superficie de 13 km². Il englobe d'une part le bassin versant du ruisseau de Mangombroux et de ses affluents et, d'autre part, l'essentiel de Stembert ainsi que les bords de la Vesdre jusqu'au hameau des Surdents à l'Est et le synclinal calcaire de la Bouquette/Thiervau au S-W. La Vesdre ferme ce système dont elle constitue le niveau de base à l'altitude de 165 m, tandis que l'amont culmine à 358 m. L'urbanisation intense des terrains carbonatés a modifié la topographie et l'hydrologie des lieux.

Géologie et hydrologie

Les eaux superficielles se rassemblent sur les contreforts de l'Ardenne et traversent les formations dévoniennes de Marteau, Bois d' Ausse, Acoz, et Pépinster. Le drainage de ces roches peu carbonatées forme le ru de Mangombroux. Ces eaux sont donc douces (acides) quand elles abordent le contact de la formation carbonatée de Nèvreumont.

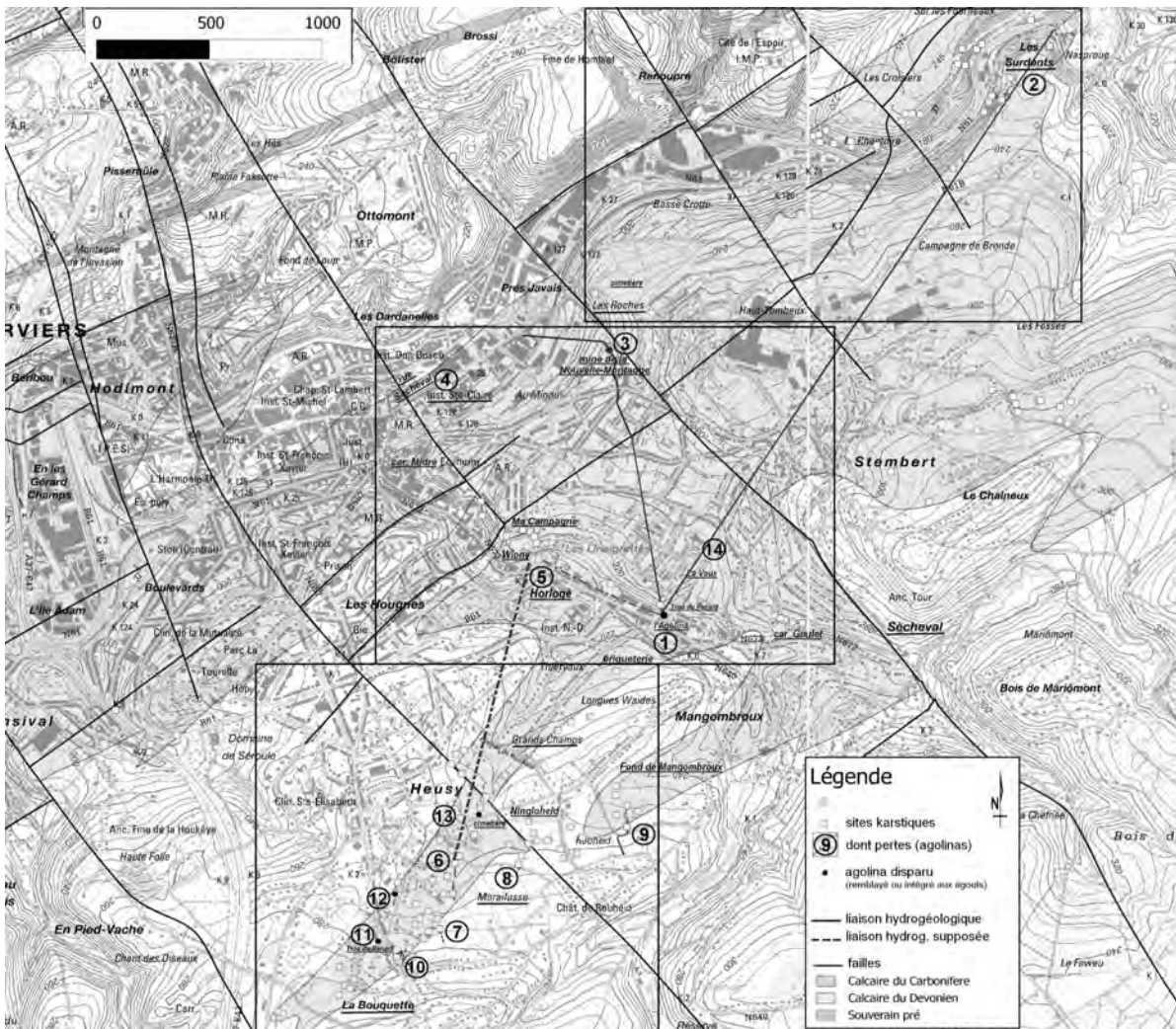


Fig1. Carte générale du système karstique de Mangombroux (S-E de Verviers). Nous détaillons l'extrait Sud avec le massif de Heusy



Le ruisseau traverse alors, du Sud au Nord, quatre synclinaux à cœurs carbonatés dont les axes ont le sens des couches (WSW/ENE); ils s'ennoient vers l'est. L'axe du premier passe à Rouheid et à Sècheval amont. L'axe du second traverse La Bouquette, Moraifosse et Thiervaux, ce synclinal est séparé en deux parties décalées par une faille transversale liée au graben de Dison. L'axe du troisième synclinal traverse le stade de Bielmont. Le flanc Sud du quatrième synclinal est lacunaire, un accident tectonique -une faille longitudinale- lui fait chevaucher le troisième synclinal. On retrouve cette faille aux environs du trou des Sottais dans le système karstique des Croisiers. Ces petits synclinaux sont séparés par des anticlinaux à cœur détritique (formation de Pépinster).

L'acidité des eaux du ru de Mangombroux leur permet de dissoudre les calcaires et de former diverses pertes (ou agolinas - désigne le point de disparition d'un ruisseau sous terre. Il est utilisé surtout dans le bassin de la Vesdre où il peut aussi désigner tout endroit où des eaux rentrent sous terre, même de façon diffuse. Synonyme de chantoire qui est le plus courant dans toute la Wallonie. La racine du terme est le latin « gula », la gueule).

Le ruisseau circule dans une canalisation souterraine un peu en amont de l'Ancien agolina de Mangombroux (Fig1-1). Il réapparaît à l'air libre, mais canalisé, au lieu-dit "L'Horloge" et disparaît très rapidement dans une seconde canalisation pour ne plus voir la lumière du jour avant la Vesdre. Il est probable que d'autres eaux (ruissellement, rus souterrains) coulent dans le sous-sol des quartiers en aval. Un cours d'eau de ce type a été observé plusieurs fois dans Verviers lors de constructions. Ceci fut notamment le cas lors de la construction des nouveaux bâtiments de l'école Sainte-Claire, rue Sècheval (Fig. 1 : souligné) (Dethier, 1982).

Régime de l'Agolina de Mangombroux

On voyait, jusqu'en 1967, un agolina (Fig. 1-1) à l'angle de l'avenue Reine Astrid et de l'avenue Jean Lambert, c'était la perte du ruisseau de Mangombroux. L'endroit s'appela aussi Formonfosse (Yvens : 34). En 1929, Jean Lejaer, architecte, effectua un traçage à partir de cet agolina. L'eau ressortit colorée en bleu aux Surdents (Fig. 1-2) ainsi que du côté d'Ensival (Yvens : 13). Pour ce qui est d'Ensival, nous pourrions être en présence d'un transit au travers des alluvions de la Vesdre via la nappe sous-fluviale plutôt que d'un trajet karstique. Le trajet vers les Surdents est plus logique, les eaux souterraines pouvant suivre les gouttières synclinales dans leur ennoisement vers l'est.

Voilà qui explique les problèmes que rencontra la mine de la Nouvelle Montagne à Stembert (Fig. 1-3) dont les galeries étaient noyées lors d'orages ou de fortes pluies (Britte, 1885 : 59). Les exploitants de la mine affirmaient que les eaux perdues dans l'agolina passaient dans leur galeries (Yvens. 16). Nous avons visité la galerie principale de cette mine qui suit une faille transversale dont les parois sont très karstifiées, véritable galerie de grotte étroite et haute. On peut supposer que les mineurs n'eurent qu'à vider de leur minerai les poches (lentilles) successives longeant cette faille. On remarque sur le sol des galeries les trainées de limon, empreintes laissées par le passage des eaux courantes.

Mais les eaux ne faisaient pas que perturber les travaux miniers, car régulièrement, neuf jours après débordement des eaux dans l'agolina, les caves des habitations de Sommeville, situées à 2 km, étaient inondées (Fig. 1-4). Britte, (1885 : 38). suppose là l'existence de grands cavernements.

Plus tard, l'agolina fut occulté par l'entreprise minière et les eaux parcouraient alors les prés et se perdaient pro parte par 6 ou 7 "cheminées" (Britte : ibidem), c'est à dire des agolinas, jusqu'à Wiony où le ruisseau reprenait son cours souterrain artificiel.

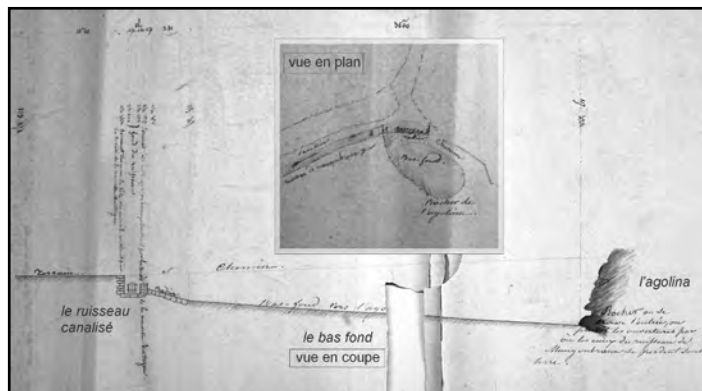


Fig. 3. Plan Hanquet (1843), coupe et plan de l'agolina de Mangombroux

Le plan Hanquet (1843, AEL) nous montre que l'agolina était situé en contrebas et à côté du lit du ruisseau, ce lit étant artificiellement maintenu à un niveau supérieur à celui de la perte (Fig. 3). Par temps de grande sécheresse, les eaux n'arrivaient même pas jusqu'à l'agolina, se perdait en amont dans les calcaires.

Les affluents sur terrains calcaires

Le lieu-dit Wiony, en aval de l'Agolina de Mangombroux, à côté de l'Horloge (Fig. 1-5), doit son nom à un affluent souterrain du ruisseau de Mangombroux qui viendrait de Rouheid (Yvens :146.) et peut-être de l'agolina de Moraifosse où disparaît un ruisselet (6 - photo1). D'autres agolinas ponctuent le contact des calcaires : agolinas de la Fosse (7), de Ningloheid (8), de l'Absent (9) (voir infra). Lors de grandes pluies, d'autres agolinas avalent plus ou moins d'eau suivant la pluviométrie (Fig1- triangles).



Photo 1. L'agolina de Moraifosse est une vaste dépression absorbant totalement un ruisseau temporaire.

D'autres agolinas ont disparu lors de l'urbanisation : Avant l'égouttage, les eaux usées de l'avenue du Chêne disparaissaient dans un agolina vers l'est (10). Au pied du thier de La Bouquette, l'agolina du Trou du Renard (11) absorbait les eaux d'un ruisselet descendu du sud. Le trou était assez imposant pour faire peur aux enfants que l'on menaçait d'y précipiter (Renier, 1924 : 360). Le petit coupable était sensé réapparaître dans le vallon du Mangombroux, ce qui est fort logique et certainement une pollution accidentelle avait-elle mis en évidence cette possibilité.



Un agolina s'ouvrait rue Defraicheux (12) et un autre en tête du vallon de Grands-Champs : « *dépression très allongée celle-là avec perte d'eau vers son extrémité est* » (13) (Renier : 361). L'av. J. Lambert occupe l'étriot vallon remblayé de La Vault (14) où un ruisseau coulait sur les calcaires (Yvens : 152). Un affaissement de l'avenue dans les années 1980 est peut-être la seule trace d'activité karstique connue.

Anthropisme

L'urbanisation a transformé l'aval du système et le régime du ruisseau de Mangombroux. Les terrassements ont dû mettre en évidence des phénomènes vite remblayés et restés inconnus. Aujourd'hui, à Heusy, il est demandé, par le service Urbanisme, aux propriétaires de prévenir la commune au moindre affaissement de terrain qui se produirait.

Aucun dispositif d'infiltration des eaux dans le sous-sol n'est plus autorisé, et le réseau d'égouttage fait l'objet d'une attention particulière, d'autant que d'anciennes canalisations posent des problèmes récurrents. Des agolinas ont été aménagés, notamment dans le jardin à côté du cimetière de Heusy pour infiltrer les eaux (photo 2). Les anciens travaux d'extraction comme le sable, les argiles, le minerai de fer, et les carrières de pierres ont remis en contact avec les eaux de surface le calcaire et facilité leur infiltration sous terre :

Les mines et minières: L'exploitation de la mine de Stembert a contribué à modifier l'hydrogéologie locale avec peu d'incidence sur les phénomènes de surface. Les minières de fer, comparables à des grattages de surface et quelques fosses peu profondes, n'ont pas laissé de traces connues.

Les fosses à argile: Une bande d'argile sablonneuse, partant de Moraifosse (Heusy) descend en s'élargissant vers Mangombroux. La composition de cette argile était idéale pour la fabrication des briques. On vit ainsi s'installer une grande briqueterie aux Grands-



Photo 2. Puits aménagé dans le fond d'un agolina pour permettre l'infiltration des eaux de ruissellement lors des crues.

Champs (Yvens : 46). Les anciennes cartes y indiquent clairement une succession de larges fossés et il subsistent encore une vaste dépression ouverte et quelques mouvements de terrain (Fig.1: briqueterie).

Les carrières: Les carrières (pierres, pavés, ou pour les fours à chaux) ont mis en évidence des grottes et des fissures karstifiées jusqu'alors invisibles ou aveugles. Des exploitations de la pierre calcaire s'ouvrent en flanc est du vallon du ruisseau de Mangombroux

Les phénomènes karstiques

En dehors des dolines et des agolinas, les phénomènes karstiques ont été mis en évidence par les activités anthropiques, les carrières principalement, ils concernent surtout l'aval du système.

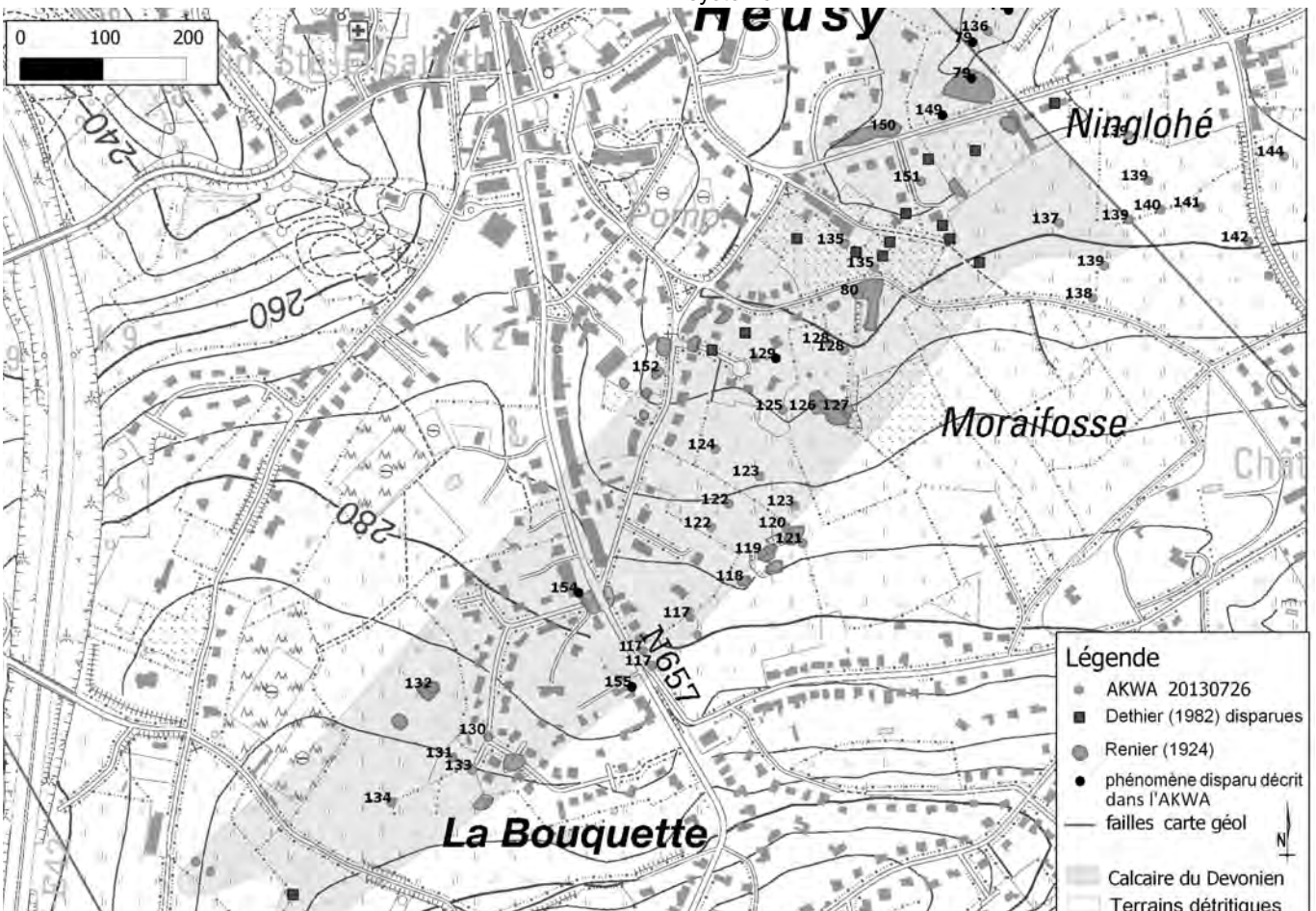


Fig5. Les phénomènes karstiques de Heusy (La Bouquette à Noglinheid). Extrait de l'Atlas du Karst Wallon (Carte 42/8 Sud) avec report des relevés de Renier (1924) et Dethier (1980), dont de nombreux sites ont disparus (nivellement et urbanisation).



Le karst du plateau de Heusy (Fig. 5)

Grande densité de dolines et d'agolinas. Certaines cuvettes sont d'anciens sites d'extraction, pro parte en tout cas. Elles sont souvent en phase de remblaiement malgré l'interdiction de modifier la surface du sol. Un petit synclinal de la formation de Nèvreumont est décroché vers le sud par une faille transversale. Un ensemble de dolines y était repéré en 1924, certaines d'entre elles atteignaient 5 m de profondeur (Renier, 1924). En 1994 et en 2013, certaines affichaient encore 3 m de profondeur mais en phase de comblement. L'urbanisation a progressé et certaines dolines repérées par Dethier en 1981 ont été remblayées depuis (Fig. 5):

Nous n'avons pas reconnu les 4 dolines au Sud du lieu-dit La Bouquette dans la formation de Pepinster,

la zone sud-ouest du cimetière de Heusy et le vallon des Grands-Champs ont depuis été lotis et plusieurs habitations ont recouvert 7 ou 8 dolines.

La Bouquette

Les dolines les plus à l'ouest sont situées dans le bassin versant du ru des Roites mais les eaux infiltrées dans l'anticlinal se dirigent certainement vers le système de Mangombroux car la stratification, axe privilégié de l'écoulement des eaux, suit une direction ouest-est, et la structure s'ennoeie vers l'est. De plus, la formation de Pepinster en aval de l'anticlinal, dans le sens de la pente géographique, est non carbonatée et fait donc barrage aux eaux souterraines. Les eaux suivent alors vers l'est la formation de Nèvreumont et alimentent le Mangombroux souterrain.

2 habitants nous ont fourni ces renseignements : Une "grande et profonde doline" s'est ouverte brusquement en 1989-90 (Fig. 5: 132), elle fut promptement remblayée par les services communaux. Pendant la construction d'un bâtiment, l'entrepreneur se serait "ruiné en béton" pour combler les excavations rencontrées lors des travaux de terrassement. C'est par là que se trouvait l'agolina du Trou du Renard (Fig 1: 11). La partie ouest de La Bouquette, vers la rue du Champs d'Oiseaux, a fait l'objet d'une prospection électrique dans le cadre d'un projet de lotissement. Parmi les tracés électriques, trois confirment la présence de karst aux environs de la doline 132 (Fig 5):

- P3 traverse une « zone karstifiée ou une poche d'altération ».
- P6 met en évidence 2 poches d'altération, l'une de 28 m de long, située entre 10 à 27 m de profondeur et l'autre de 30 m, à la profondeur de 12 à plus de 30 m. Une 3e poche de 48 m s'étend à plus de 15 m de prof.
- P7 révèle une poche d'altération de 7 m de long à 22 m de prof et soupçonne la présence d'une autre poche. Ces phénomènes sont certainement en relation avec la surface (Dujardin & André, inédit).

Le Trou du Prince Baudouin

A l'un des coudes de l'avenue Prince Baudouin, un « tassement » a obligé la commune à refaire un petit tronçon de voirie en 1988 ; un autre affaissement, en 1998, amène la réfection d'une portion de l'égouttage. Comme le montre la Carte de Sols, nous sommes là sur une doline remblayée. Sur le même site, en 2012, un trou de trois mètres de profondeur est apparu au beau milieu de la l'avenue (photo 3).

En 2013, le trou, laissait entendre un écoulement provenant des égouts rompus. Au fond de l'excavation à jour, un pertuis que nous avons élargi nous permis de nous glisser dans **une véritable petite grotte naturelle** constituée d'une zone de descente axée N/S qui débouche via un couloir court qui s'élargit à ses deux extrémités en de petites salles, dont les plafonds remontent vers la surface, surtout la partie ouest .



Photo 3 - fontis perçant la rue Prince Baudouin à Heusy, suite à la rupture de l'égout ayant provoqué un important soutirage.

Cette cavité s'ouvre dans le bedrock calcaire qui sert d'assise à une canalisation d'égouttage. Le phénomène ressemble plus à la partie haute d'un karst comblé qu'à une grotte proprement dite, les autres plafonds étant constitués de terrains argileux plus ou moins indurés.

Suite aux mouvements de parties moins stables du sol au nord du trou, ou de légères fuites dans le joint qui ont lessivé les terrains sous-jacents (ou la combinaison des deux), cette canalisation s'est disloquée. Trois tronçons de tuyaux ne sont plus en vis à vis et c'est à partir de là que les eaux ont fait leur travail de sape au droit du fontis. Ce travail de sape a formé des vides, certains anciens comme en attestent les petites fistuleuses, petits tubes, début de stalagmite, coulée blanchâtre sur paroi.

Le point bas de la grotte, à l'est, recèle un pertuis par lequel les eaux disparaissent dans le karst. Cet orifice décimétrique est trop étroit pour absorber les eaux en cas de grosses pluies et la cavité se met alors en charge comme en attestent les débris végétaux collés aux parois.



Photo 4. Trou du prince Baudouin, l'affaissement du tablier de la route donne accès à une vertibale petite cavité aux parois indurées.

La canalisation principale N/S est rejointe par une canalisation secondaire provenant du côté ouest de la rue et qui prend naissance à la base d'un puits vertical de section carrée en briques qui débouche dans la partie ouest de la grotte. Là aussi, le bedrock a servi de support à la structure. Mais le raccord avec le tuyau suivant se fait dans le vide et il y a fuite. On passe sous la semelle de béton de la canalisation principale pour accéder à cette partie ouest de la cavité.

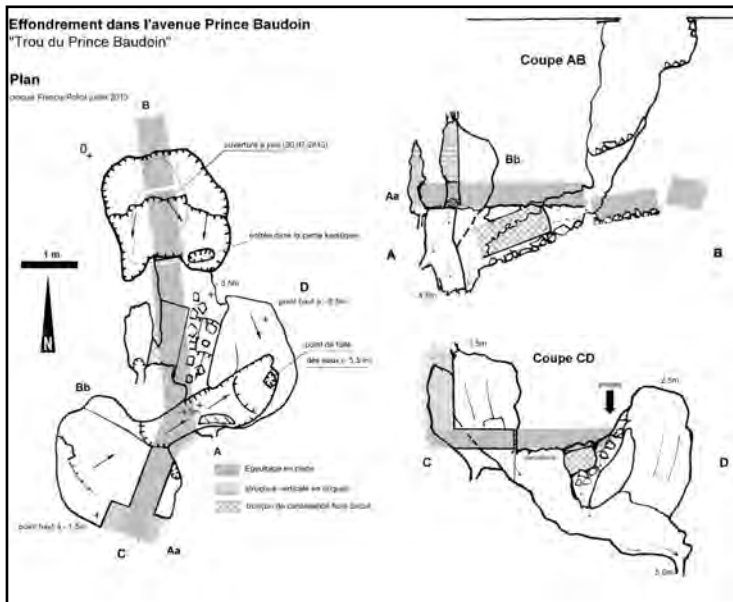


Fig. 8. Topographie et coupe du Trou Prince Baudoin - F. Polrot juillet 2013

Entre la rue des Prés et la rue Defraicheux

Des dépressions s'alignent au nord de la rue des Prés. Les premières, à l'ouest, dans une haie, sont enfoncées de points d'absorption. Le long d'un mur, un terrier absorbe les eaux qui se précipitent ici lors des orages. C'est peut-être par ici que se perdaient les eaux usées de l'avenue du Chêne avant l'installation de l'égouttage. Côté nord de la rue Defraicheux, les eaux pluviales d'un bâtiment sont menées sous terre dans ce qui est un agolina (Fig. 1-12). C'est là en tout cas que Renier (1924) en plaçait un (voir Fig 5: 152).

Côté sud de la même rue, les prés sont enfoncés par deux profondes dépressions (les Fosses) (Fig. 5-118 à 121, photo 6) qui suivent le contact entre les calcaires et les schistes et sont considérées comme étant une doline sur la Carte des Sols. Elles étaient plus profondes au début du XXe siècle (Renier : 361, photo 7). La plus importante est d'ailleurs actuellement en voie de remblaiement. Remarquons qu'en 1994, le fond de la doline ouest était enfoncé d'un trou vertical circulaire de 1,5 m de profondeur pour 2 m de large, actuellement remblayé. Plusieurs points d'absorption récents marquent le pourtour de cette dépression.

Des agolinas sont actifs ici : l'un absorbe les eaux d'un ruisseau qui longe une haie, lors de périodes pluvieuses, le fond de la grande fosse absorbe deux ruisselets, dans un jardin voisin, un agolina se cache sous un massif de rhododendrons.

Moraifosse

Nous abordons ensuite le vallon aveugle de Moraifosse (Fig. 1: 8 & Fig 5: 80) se terminant à l'agolina. A l'est du vallon, une longue dépression transversale enfonce un pré, elle est partiellement remblayée dans sa partie active (photo 10) et bordée de dolines moins importantes.



Photos 6 & 7. Dépressions de la Fosse.

- en haut, photo de 1924 montrant 3 profondes cuvettes quasi coalescentes et pouvant atteindre 5m de profondeur.
- en bas, situation actuelle avec remblaiement progressif des dépressions et recolonisation par la végétation.

La Carte des Sols montre que cette dépression était parcourue par un ruisseau qui se perdait dans une doline-agolina. La propriété du n°10 rue Moraifosse a fait l'objet de sondages à la tarière, le bed roc était toujours absent à 5 m de profondeur mais les forages ont recoupé l'eau « courante » à partir de 3 m (SGS, Etude karstique). De nombreux points d'absorption sont régulièrement remblayés ici. Le ruisseau de Moraifosse, disparaît sous terre dans un agolina « récent » car son cours aérien a été relevé sans trace de dolines (voir carte des sols du SPW), et continue vers l'ouest, dans le pré où Dethier relevait 5 dolines il y a 30 ans, disparues, comme celles de Grands-Champs plus au nord, avalées par l'urbanisation.



Photo 10: dépression affectant les prés de Moraifosse et pouvant se remplir d'eau après les orages. La zone lotie empiète ici sur les phénomènes karstiques.



Grand-Champs, cimetière

Face au cimetière, en tête du vallon des Grands Prés, se trouvait une vaste doline (Renier, 1924) qui a été nivelée. Une haie traverse le vallon en terrain dépressionnaire ; c'est en fait le sol originel, les prés de part et d'autre de la haie ayant été remblayés sur 1 à 1,5 m (Fig 5-136). Un habitant du côté sud de l'avenue nous signale la formation, il y a plus de 20 ans, d'un "important effondrement aux parois bien nettes", et quelques trous mineurs dans leur jardin situé sur l'ancienne doline. Dans le fond de ce jardin s'ouvrait naguère une profonde doline qui fut longtemps remblayée (jardi- niers, entrepreneurs).

La commune y a aménagé un puits sans fond qui absorbe les eaux dans un sol de cailloux. Auparavant, au fond de cette doline-agolina, on voyait affleurer deux rochers entre lesquels les eaux s'engouffraient. De l'autre côté de la route, la commune a fait le même aménagement dans une doline comparable qui a été complètement nivelée. C'était une longue dépression dans laquelle disparaissait un ru (Renier: 361 ; Fig 1-13).

Lors de fortes pluies, les eaux de la route disparaissaient dans une haie de la même rue, un peu à l'ouest. Des affaissements de terrain ont marqué les bungalows au début de la rue Moraifosse où il fallut réajuster les cadres des portes. Dethier rappelle que l'avenue de Ningloheid et les murs du cimetière ont été endommagés par l'activité karstique.

Tout le vallon des Grands-Champs est maintenant urbanisé et les dolines nivelées. L'une avait été bien remblayée par un important remblai d'immondices repéré en 1994. Deux premières maisons ont été construites au XXe siècle.

La maison Gruslin qui est dite « très lézardée » (Ek) ce qui pourrait être dû à un mouvement de sol dû à un phénomène karstique. La maison Renardy, date de 1978, a été construite au droit d'une doline (a sur la Fig. 9).

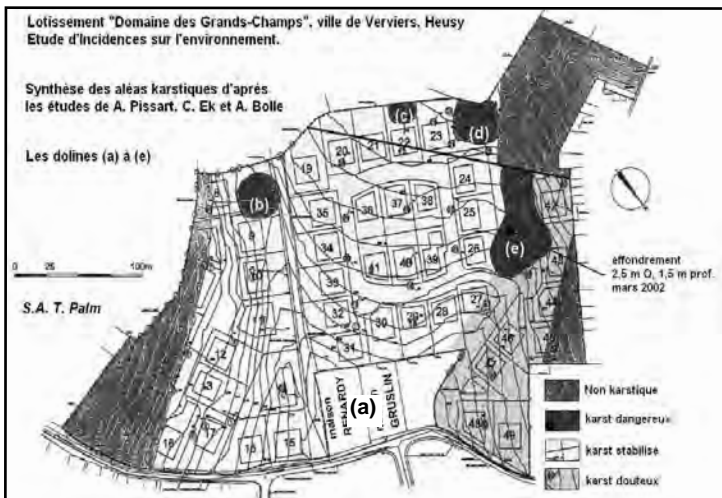


Fig 9 Domaine des Grands-Champs. Carte des aléas karstiques d'après Pissart, Ek et Bolle. Etudes géophysiques lors du plan pour le lotissement

Elle a été fondée sur des pieux en béton ancrés dans la roche à +/- 5 m de profondeur. Des problèmes « survenus dernièrement » sur la voirie de l'avenue des Grands Champs sont signalés par des opposants au projet de lotissement en 2010.

Des habitants des maisons situées dans l'axe du talweg entendent de l'eau s'écouler sous leur maison lors des pluies importantes ce qui pourrait présenter un risque de vidange du paléokarst. Ce phénomène est certainement déjà en cours comme le prouverait l'effondrement de 2002 (pointé sur la Fig 9), ainsi que celui du chemin de Rouheid qui réapparaît et nécessite de multiples réparations.



Photo 11: En bordure du Cimetière de Heusy, alignement de dépressions dont certaines peuvent atteindre le m de profondeur.

Ningloheid

Les prés de Ningloheid sont enfoncés de dolines plus ou moins marquées (Fig. 5-137, 139 à 141; photo 11). Certains alignements de dolines et de points d'absorption sont perceptibles. Un ruisseau se perd le long d'une haie (agolina de Ningloheid) (Fig. 1:8; Fig 5: 138). Lors de fortes pluies, l'excédent des eaux court en surface jusqu'au milieu du pré suivant et se perd de façon diffuse dans le substratum.

A l'Est, à Rouheid, un ruisseau a été détourné. Il coule actuellement dans un ancien chemin où s'écoule aussi un égouttage d'eau très sale, il rejoint plus ou moins son talweg en aval du chemin de l'Absent, forme une mare pour être ensuite canalisé sous un léger vallon aveugle vers un agolina recouvert (agolina de l'Absent Fig. 1-9). Lors de fortes pluies, les eaux en excès jaillissent en surface et remplissent le léger vallon; encore plus d'eau, et l'excès passe le pas du vallonnement aveugle et suit la pente imperméable jusque dans le Fond de Mangombroux.

Dans le vallon du Fond de Mangombroux, pas de phénomènes karstiques visibles. Par contre, le talweg, au moment de fortes pluies, est sujet à des émergences d'eaux troubles par des orifices décimétriques; fuites dans une ancienne canalisation faite de carreaux de grès non joints.

Conclusions

Le karst allant de la Bouquette vers Mangombroux présente de sérieuses propensions à l'instabilité. En sus des conditions générales, l'octroi des permis de bâtir devrait être soumis à de sévères obligations : récupération des eaux météoriques à des fins de stockage et de réutilisation, récupération des eaux des aires de parcage, signalement de tout effondrement « même insignifiant », comme cela a été demandé récemment aux Grands-Champs.

La construction sur ces terrains repris en zone urbanisée au plan de secteur nécessite une grande prudence; la réalisation d'essais de pénétration du sous-sol qui est généralement réalisée ne donne qu'une vision très ponctuelle et imparfaite de l'étendue et de la nature karstique du sous-sol. Le recours à des techniques géophysiques (tomographie électrique) est préférable et doit être complétée dans certains cas par des excavations autour des fondations, afin de permettre une inspection de visu de la roche en place. L'avis de la Direction de la Géotechnique peut s'avérer précieux pour définir si le terrain est effectivement constructible et sous quelles conditions (semelle filante rigide élargie armée à la flexion ou radier général renforcé, voire ancrage en profondeur, ou même refus du permis).

Francis POLROT

(photos: P. Dumoulin, G. Michel et F. Polrot)



FATBERG À LONDRES

Quand le réseau souterrain semble atteint d'un « accident cardiovasculaire ».

Dans toutes grandes villes modernes et occidentales, il existe sous les rues, les places, les vastes lotissements mais aussi les zones commerciales et de bureau ou les zonings industriels, l'équivalent d'une ville souterraine constituée d'un dense réseau de galeries, de salles de visite et de collecteurs. Ce maillage a pour première vocation d'évacuer les eaux usées hors de la ville et vers les stations d'épuration avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel.

Aujourd'hui, la vie en ville serait impensable sans la présence de ces réseaux d'égouttage. D'ailleurs, historiquement, les villes qui n'en étaient pas équipées connaissaient périodiquement de épidémies liées à ces eaux infectées sans parler de l'inconfort et des nuisances dues aux rivières égouts qui traversaient les quartiers d'habitation.

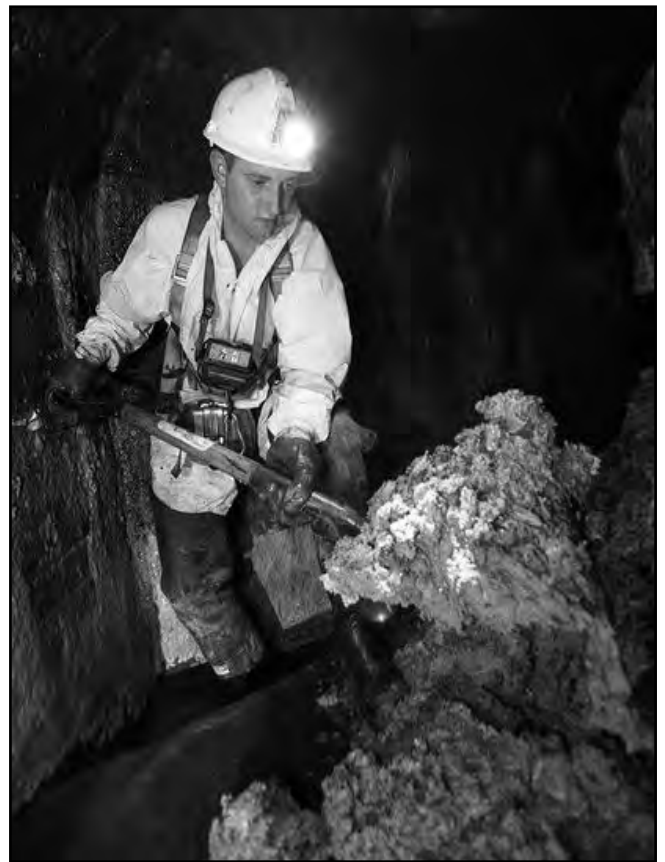
L'apparition d'un gigantesque « bouchon » dans des collecteurs des égouts à Londres en juillet 2013 a créé l'émoi dans les quartiers affectés où les eaux usées n'étaient plus évacuées... Mais c'est la constitution et l'origine de ce conglomérat colmatant la plus grande partie d'un collecteur de 4m de diamètre qui est surprenante et qui pose question quant à la gestion de nos eaux usées.



Conduit d'égout londonien prenant presque l'allure d'une grotte avec ce concrétionnement adipeux fixé à la voûte... Mais l'odeur ne trompe pas quant à la nature de ce matériel précipité.

A l'origine : un excès de cholestérol

Le kyste de graisse découvert dans les égouts londoniens en juillet 2013 se compose de 15 tonnes de graisses et de lingettes hygiéniques coagulées formant un bouchon étanche et quasi aussi dur que de la pierre ! La compagnie des eaux alertée par de nombreux habitants du quartier de Kingston (S-O de Londres) qui avaient constaté que leur wc était bouché. Les contrôles réalisés dans le réseau des égouts par la Thames Water Society (gestionnaire des égouts pour tout Londres) ont abouti à la découverte de ce fatberg (contraction du mot "fat" et "iceberg") qui est à ce jour, le plus gros spécimen de ce genre découvert au Royaume-Uni.



Les graisses sont récupérées dans de grands fûts pour être pressées et en faire du savon ou du carburant.

Apparemment ce sont les graisses alimentaires versées directement dans les éviers par les habitants et les nombreux restaurants, combinées aux lingettes hygiéniques qui sont à l'origine de ce « concrétionnement » peu engageant... Cet amas dégoûtant qui obstruait les canalisations (certaines étaient bloquées à 95%) menaçait de provoquer des inondations dans les maisons et les commerces des environs, sans parler d'une remontée des égouts dans bien des habitations.

La graisse (flottant à la surface de l'eau) se dépose progressivement au toit de l'égout comme une stalactite, dans les zones présentant de légères contrepentes, et progressivement occupe l'ensemble de la section du collecteur.

Tout se recycle!

Les hommes de la compagnie des eaux aidés d'experts extérieurs ont du travailler jour et nuit pendant 3 semaines pour venir à bout de ce kyste graisseux. Mais avec ce « Fatberg », rien ne se perd: le bloc de graisse sera recyclé. «On extrait l'eau et les graisses et huiles sont transformées en savon ou en biodiesel», a expliqué un porte-parole de Countyclean, l'entreprise qui a eu la tâche ingrate d'évacuer le déchet.

On estime d'ailleurs qu'avec une collecte efficace des graisses et huiles usées produites à Londres, l'agglomération pourrait produire plus de 20% de l'ensemble du carburant pour les bus de la ville (soit de quoi couvrir la consommation énergétique de 39.000 foyers)!

Conclusion

En mai déjà, Thames Water avait mis en garde les Londoniens contre l'effet combiné des graisses et de ces lingettes beaucoup plus solides que du papier toilette, avec ce slogan: «**Bin it — don't block it**», autrement dit, *Mettez vos déchets à la poubelle, pour ne pas boucher vos canalisations.*



Les habitants du quartier de Kingston retiendront probablement la leçon. La cuisine anglaise très riche en huile et en plats frits, ainsi que la concentration de restaurants dans le quartier de Kingston, combinées à la mauvaise pratique de tout balancer dans le système d'égouts, n'explique pas à elle seule cette montagne de graisse.



Le réseau d'égouts de Londres date du 19^e siècle. Certains collecteurs ont été bouchés à 95% par l'accumulation de graisses d'origine alimentaire!

La très faible pente des égouts de Londres ainsi que la vétusté de certains collecteurs (appareillés en briques sur lesquelles adhère particulièrement bien le mélange adipeux), jouent également un rôle. On peut ainsi penser que dans des villes comme Paris ou Bruxelles les conditions d'écoulement sont plus favorables et qu'on est à l'abri de ce type de colmatage.

Pour empêcher de nouveaux « Fatbergs », changer les habitudes alimentaires et la pratique du tout à l'égout sont nécessaires... Des visites plus régulières dans les collecteurs pour anticiper la formation de ces amas de graisse et dissoudre ceux-ci avant qu'ils ne deviennent ingérables seraient une mesure de prévention également bien nécessaire.

Georges MICHEL

Photo Géographic Magazine

KARST ET SPELEOLOGIE AU GABON

Introduction

Et oui, au Gabon aussi il y a du calcaire et les grottes qu'on y explore ne manquent pas d'intérêt! Ce pays situé à l'équateur sur la côte ouest de l'Afrique, a une superficie comme la moitié de la France. Ce territoire est à 75% couvert par une forêt équatoriale dense et difficile à pénétrer. La forêt gabonaise est un désert humain ; la majeure partie de la population étant concentrée dans les villes de Libreville et Port Gentil.

La géologie

Schématiquement, la géologie au Gabon (Figure 1) se compose de 5 unités : le socle Précambrien inférieur, le sédimentaire du Précambrien moyen ou Francevillien, le sédimentaire du Précambrien supérieur ou synclinal de la Nyanga et le sédimentaire continental Batékés.

Ce vaste synclinal traverse le pays (NO-SE) sur plus de 500km et se prolonge jusqu'au Congo. Il s'étend parfois sur 100km de large. Il comporte de larges dolines peu profondes (maximum 10m), des résurgences de type « Lac bleu » (exutoire d'un réseau de failles), des grottes peu profondes. Autant de phénomènes qui dénotent d'une karstification proche de la surface et du niveau aquifère.

Les explorations

Des explorations spéléologiques ont déjà été menées au Gabon en 1957, 1976-78, 2003, 2007-08 et 2010. Michael Laumanns (DE), Ryo Matsuzawa (JP) et Jean-Pierre Bartholeyns (BE) se sont associés pour y monter, en août 2013 pendant la saison sèche, une expédition spéléologique légère de trois semaines.

Initialement c'est dans les régions de Libreville et Franceville qu'ils souhaitaient travailler, ils ont sollicité l'autorisation du Centre National de la Recherche Scientifique et Technique du Gabon (CENAREST). L'autorisation et le soutien de l'ANPN (*Agence Nationale des Parcs Nationaux*) leur a été accordée mais à condition de centrer leur recherches sur la zone du Parc naturel de Mukalaba-Doudou à l'ouest de Tchibanga (*Un parc national est une portion du territoire où la flore, la faune, les sites géomorphologiques, historiques et d'autres formes de paysages jouissent d'une protection spéciale et à l'intérieur de laquelle le tourisme est organisé et réglementé*).

Les grottes de cette région ne sont pas grandes : **la Grotte Dimbi**, notre plus grande découverte n'a qu'un développement de 211 mètres. Sur 3 semaines, l'équipe a exploré et décrit 21 grottes avec un total topographié de 1,13km. Résultats certes satisfaisants vu les difficultés d'accès mais qui auraient pu être bien plus importants sans les incontournables palabres, le non respect des horaires, les 3 jours de congés de la fête nationale, les exigences rémunératrices exorbitantes (jusqu'à 16 fois plus qu'une journée normale de travail) des guides...

Des ressources touristiques à valoriser

Plusieurs grottes se situent en bordure du fleuve Nyanga, comme la **Grotte Munumbumba**, présentant un lac bleu (résurgence) à son entrée principale.

D'accès facile, avec sa galerie à sol plat, seulement quelques chauves-souris, de belles et grandes concrétions, des galeries à section rectangulaire s'ouvrant sur une vaste salle.



Grotte de Munumbumba – Photo J-P Bartholeyns





Fig. 2 Les marbres de Tchibanga – Digoudou – Photo J-P Bartholeyns

Elle serait un agréable et intéressant but pour une excursion touristique avec accès en pirogue depuis Tchibanga.

Le **plateau karstique** (surface de 800 x 1000 m) totalement dénudé, délimité au nord, par un bras temporaire du fleuve Nyanga, constitue un autre site remarquable. Son originalité (paysage unique, calcite sur les bords des rivières à sec et écosystème rare - plantes endémiques encore à déterminer), justifie de l'inclure dans le parc naturel. Dans le porche d'une de ses grottes des Picathartes (oiseaux protégés voir http://fr.wikipedia.org/wiki/Picatharte_de_Guinée) y ont accroché leurs nids à la manière des hirondelles.

Après 45 min de route poussiéreuse vers Digoudou et l'Antenne de surveillance du Parc, nous traversons la rivière Mukalaba en pirogue pour entrer dans le parc. Une marche dans la savane nous mène vers de très esthétiques pitons karstiques que les locaux appellent « cailloux » ou « marbres » qui se dressent au milieu de la plaine calcaire érodée.

Un écosystème rare, interpellant voire dangereux...

L'expédition française de 2010 a découvert 20 crocodiles cavernicoles orange (voir <http://www.abanda-expedition.org/crocodile-cavernicole-orange-010.html>) piégés depuis quelques millénaires dans les **Grottes d'Abanda**. Cette espèce endémique, plus trapue, aveugle et à la peau orange se nourrit de criquet, de chauves-souris et d'algues... du jamais vu!

Le Centre International de Recherches Médicales de Franceville (CIRMF) s'est rendu dans les **Grottes de Zadié et du Faucon** au NE du Gabon, à la frontière du Congo.

Sa campagne de capture et d'étude des chauves-souris (*Rousettus aegyptiacus*) a démontré que les mammifères de cette zone, ayant connu de graves épidémies étaient porteurs d'agents pathogènes et un des vecteurs naturels dans la transmission du virus Ebola.



Reste d'écoulement sur le plateau calcaire dénudé – Photo Tchiko TSUKAZAKI

Références bibliographiques

Oslisy R. 2005. *Les Grottes du Gabon. Rapport pour Total Gabon.*

Renault Ph. 1959. *Le karst du Kouilou Moyen Congo et Gabon. Revue de géographie de Lyon, XXXIV, n°4, p.305-314.*

Jean Pierre BARTHLOLEYNS



LA CWEPSS

Secret. Permanent: av. Guillaume Gilbert 20, 1050 Bruxelles
Tél / Fax : 02/647.54.90 / Email : contact@cwepss.org

Siège social: Clos des Pommiers, 26. 1310 La Hulpe
L'EcoKarst est publié avec l'aide de la Communauté Française de Belgique.

Pour ceux qui ne l'ont pas encore fait, il est plus que temps de renouveler votre **cotisation pour 2013** à la CWEPSS Pour rappel, la cotisation comprenant l'abonnement à l'Ecokarst (4 numéros par an) est la suivante:

- 10 Euros par **membre adhérent** (16 Euros à l'étranger).
- 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).

Ces montants sont à verser au compte de la CWEPSS:

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

Sur la page de la CWEPSS vous découvrirez les publications et Atlas du karst qui sont en vente.. N'hésitez pas à commander ce qui vous intéresse. <http://www.cwepss.org/publication.htm>

