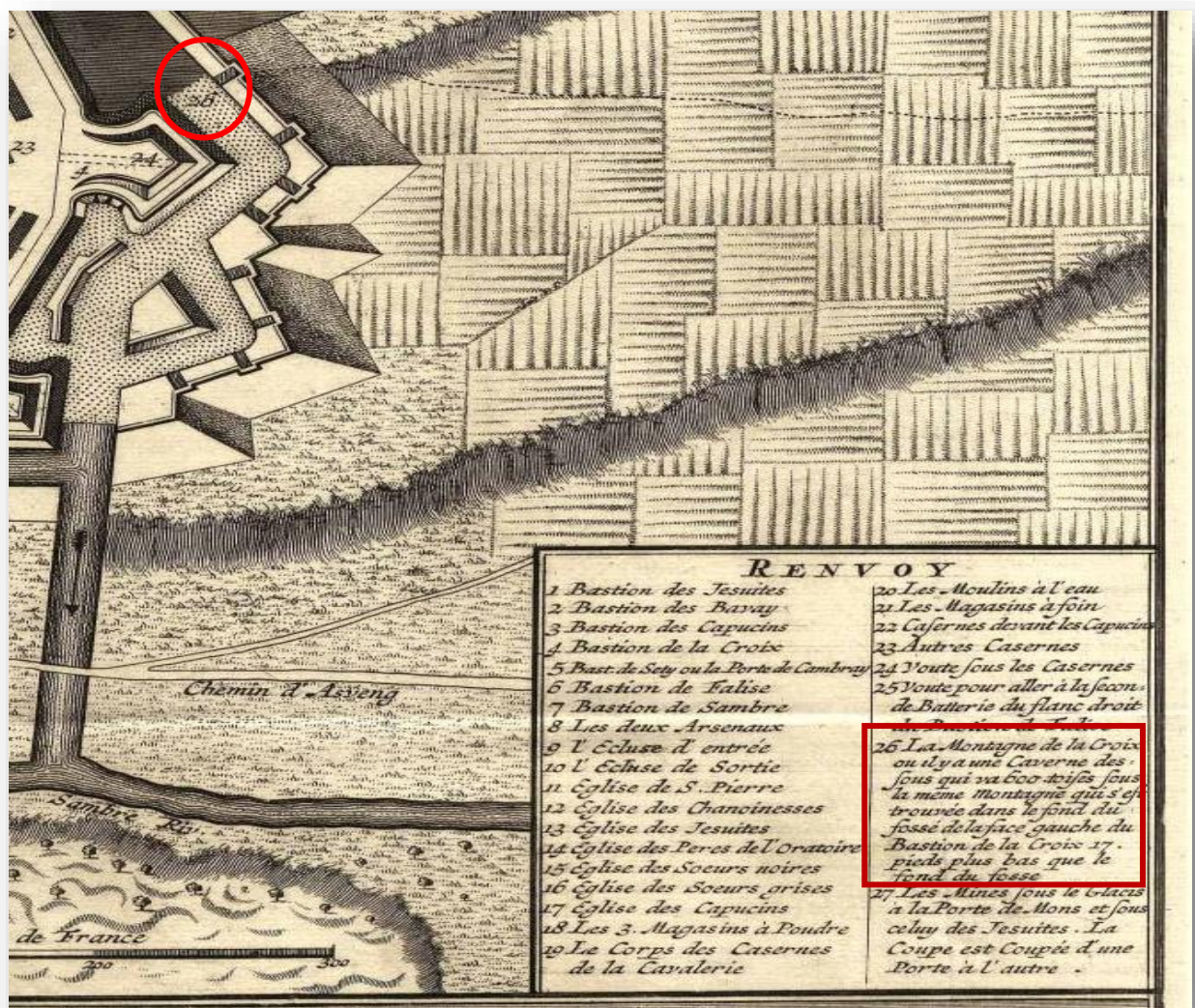


Bilan des observations sur la Karstogenèse de la grotte de Maubeuge

par Luc FRANCOIS

Photographe : Franck MACIEJAK

L'accès au réseau de La grotte de Maubeuge est situé sous le premier pont (en venant de Maubeuge) de la voie express (D649) menant à Jeumont. La grotte a été redécouverte en 1975 pendant le creusement des fondations de ce pont. Un autre accès à la grotte avait été découvert à l'extrémité Ouest durant la construction des fortifications de la ville qui se sont terminés en 1685. On retrouve des traces de moellons en grès qui obstruent l'ancienne entrée et qui sont les fondations du mur de contre-escarpe soutenant le glacis au-devant du fossé du bastion de la croix. Un plan des Fortifications (cf. ci-dessous) datant de 1709 indique la présence de la grotte.



Extrait de la carte des remparts Sud-Est de MAUBEUGE datée de 1709.
En **RENVOLY** au numéro **26** :

La montagne de la Croix ou il y a une caverne dessous qui va 600 toises sous la même montagne qui s'est trouvée dans le fond du fossé de la face gauche du bastion de la croix 17 pieds plus bas que fond

Forme des structures géologiques

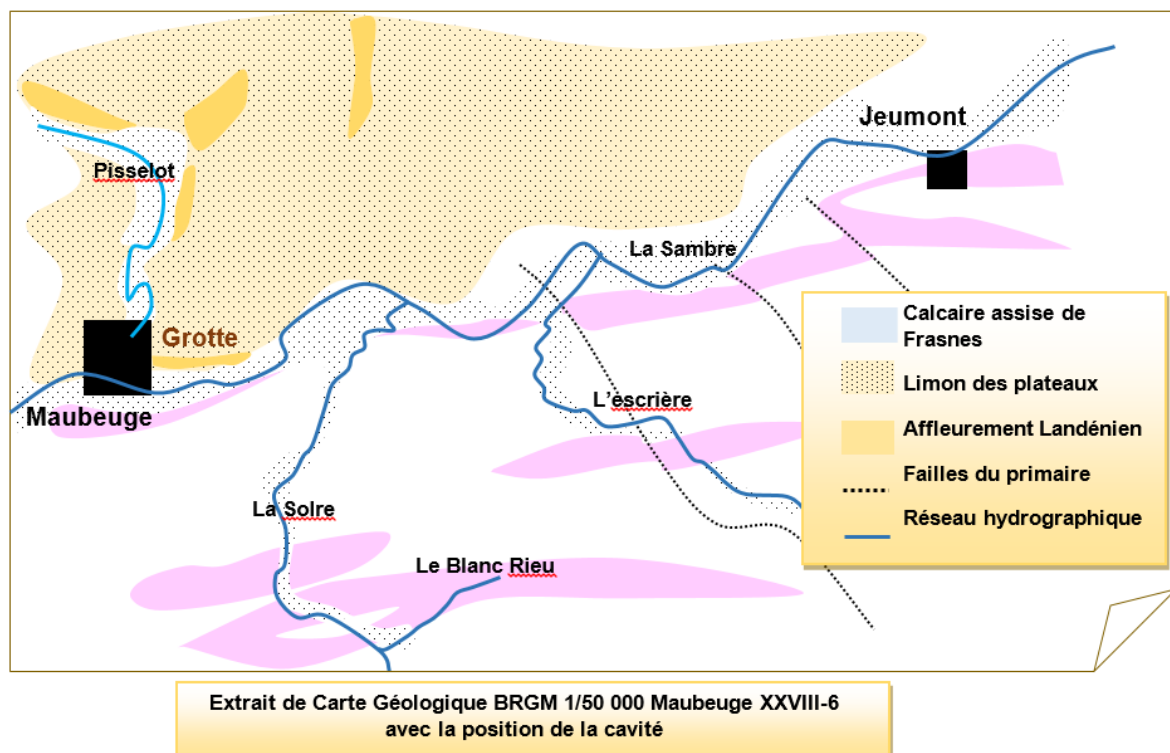
L'allochtone Dévono-Carbonifère Ardennais forme quelques ondoiements (synclinorium de Dinant, anticlinorium de Philippeville) avant de se coucher vers le nord sur la faille du midi.

La cavité s'est formée dans un calcaire récifale du dévonian du stratotypes de l'assise de Frasnes. Ce dernier est enserré entre des formations de schistes l'une inférieure : l'assise de Bossières, l'autre supérieure : l'assise de Matagne et Franc-Waret. Tout trois appartiennent au Frasnien qui est le premier étage géologique du Dévonien supérieur dans l'ère Paléozoïque. Le Dévonien supérieur couvre une période de $\pm 382,7$ à $\pm 372,2$ Ma.

La discordance Dévono-Carbonifère est recouverte par des séries du Landénien constituées d'alternances argilo sableuses formant un aquifère au contact de l'argile. Le Landénien est un sous-étage sédimentaire géologique défini par le stratotype à Landen en Belgique par A. Dumont (1839) comme premier étage de l'ère Cénozoïque ± 66 à $\pm 2,58$ Ma. Il est lui-même subdivisé en deux périodes, le Landénien marin qui correspond au Thanétien et le Landénien continental qui correspond au Sparnacien. La notice BRGM de notre zone indique un Landénien inférieur à faciès marin et le Landénien supérieur à faciès continental.

Landénien inférieur (faciès marin).est essentiellement constitué par des sables quartzeux à grains fins et blancs, glauconifères et plus ou moins argileux.

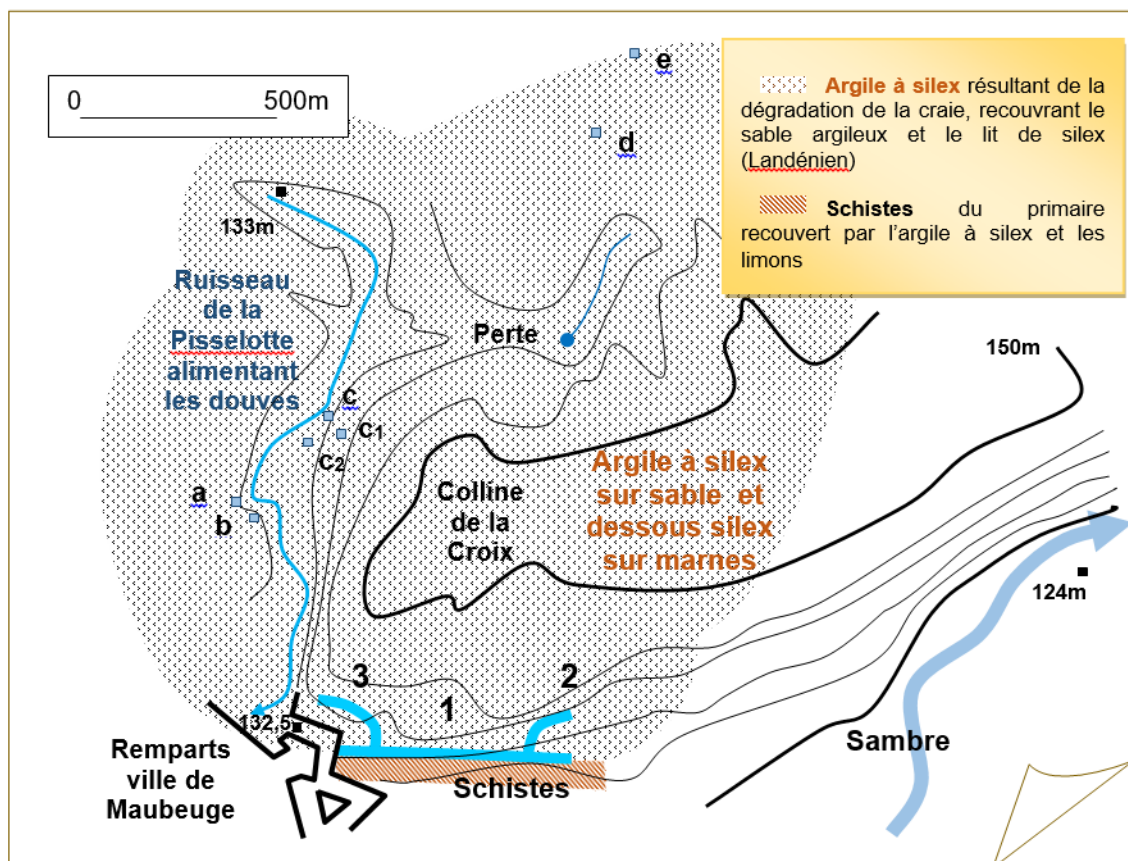
Landénien supérieur (faciès continental) correspond à l'assise des Sables du Quesnoy. En réalité, il s'agit d'une formation complexe. Les sables sont quartzeux, souvent blancs, parfois jaunâtres, et contiennent généralement quelques petits grains verts de glauconie (Villers-Sire-Nicole, Héron-Fontaine). Ils peuvent être roux et même rouges (Ferrière-la-Petite) et contenir des rognons de grès limonitique friable. Les sables peuvent également contenir de petites veines ligniteuses et devenir noirs eux-mêmes par pigmentation de matières ligniteuses. L'ensemble présente une stratification entrecroisée; à la base, on trouve un cailloutis de gros silex provenant de la craie dégradée.



Captages et puits environnant (repères a, b, c, d, e, plan ci-dessous)

- a. **Captage de la fontaine Violaine** - z 135m.
Chambre de captage dans le sable Landénien.
- b. **Captage de la fontaine de la route d'Elesmes** - z 135m.
Chambre de captage dans le sable Landénien.
- c. **Forages de la brasserie union de brasserie** - z 135m
 - c₁ forage du magasin,
 - c₂ forage proximité chaufferie, pompage sable Landénien 30m³/h,
 - c₃ forage extérieur cour,
- d. **puits Cartamont** - z 145m.
Puits de 13 m. de profondeur environ.
- e. **puits coron de la sucrerie** - z 141m
Puits de 10 m. de profondeur environ.

En se rapportant aux captages environnants, on remarque bien qu'un aquifère est présent dans le sable Landénien (Tharnétien) au contact d'un niveau marneux à une altitude qui fluctue aux environs de 130m. °



3) Branche Nord/Est ; 2) Branche nord/Ouest ; 1) Galerie principale.

Typologie des galeries

Galeries de l'inter-strate avec voûte effondrée

Des galeries étroites, orientées Est/Ouest, se forment dans l'inter-strate au contact du schiste. Elles résultent d'un effondrement de voûte et relient perpendiculairement les galeries de type diaclase. Elles sont souvent situées dans des zones instables marquées de fissures et de galeries étroites dans lesquelles, il faut se fofiler entre de gros blocs effondrés.

Galerie de l'inter-strate avec voute en place

Ces galeries sont plus larges que haute et la progression s'y fait soit par reptation si fait rarement debout. Ce sont également des galeries creusées dans l'inter strate dont la voute est restée en place et qui relie une série de galeries diaclases.

Galerie de diaclase à vasque

Ces galeries orientées globalement Nord/Sud, hautes et étroites se forment à partir de diaclases. Des Coupoles coalescentes et en chapelet sont présentent parfois dans la voute des diaclases ainsi que des vasques en partie basse.



Galerie inter-strate voute effondrée



Coupole de diaclase

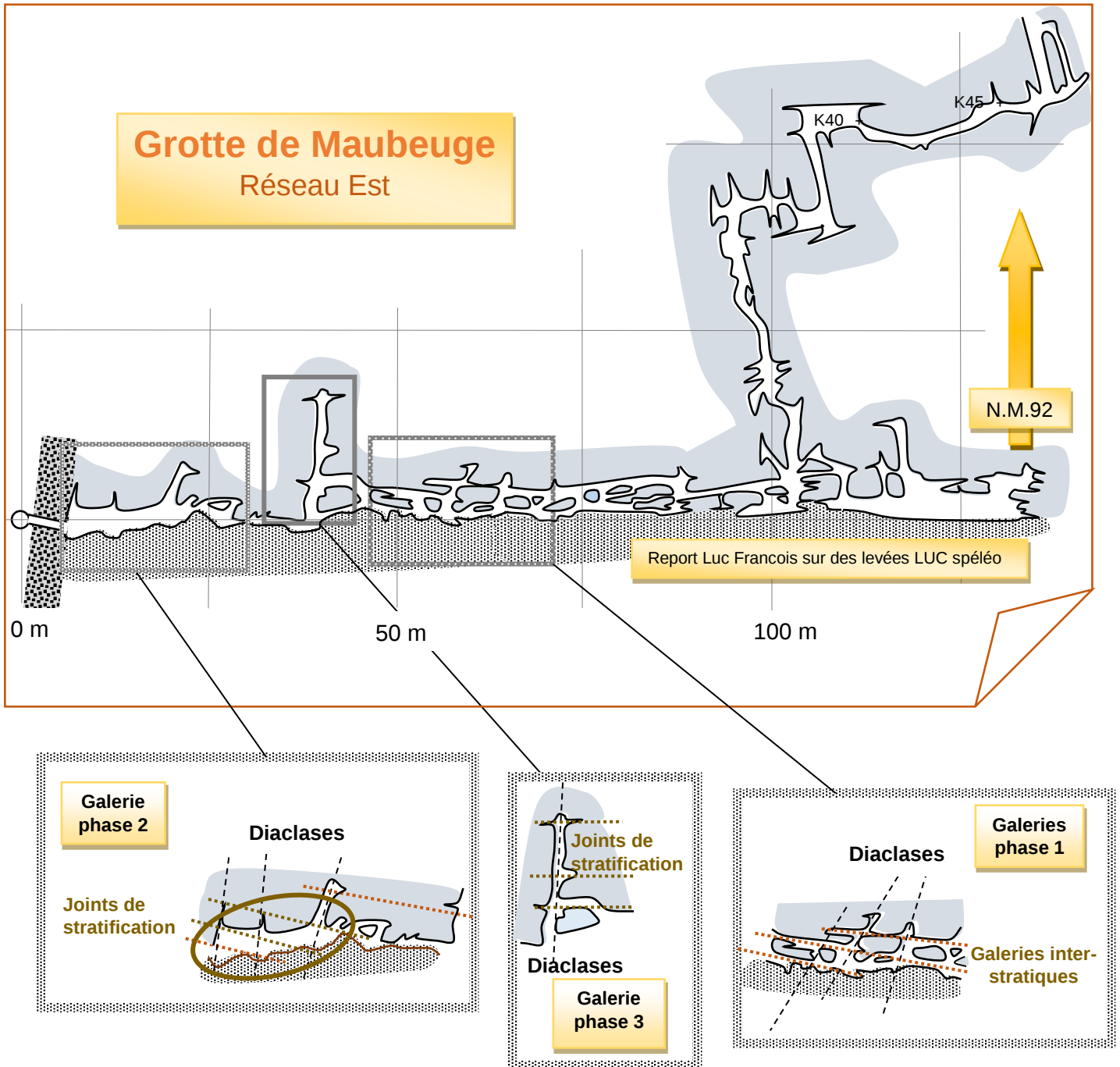


**Galerie inter-strate
voute en place**

Organisation spatiales des galeries sur le plan

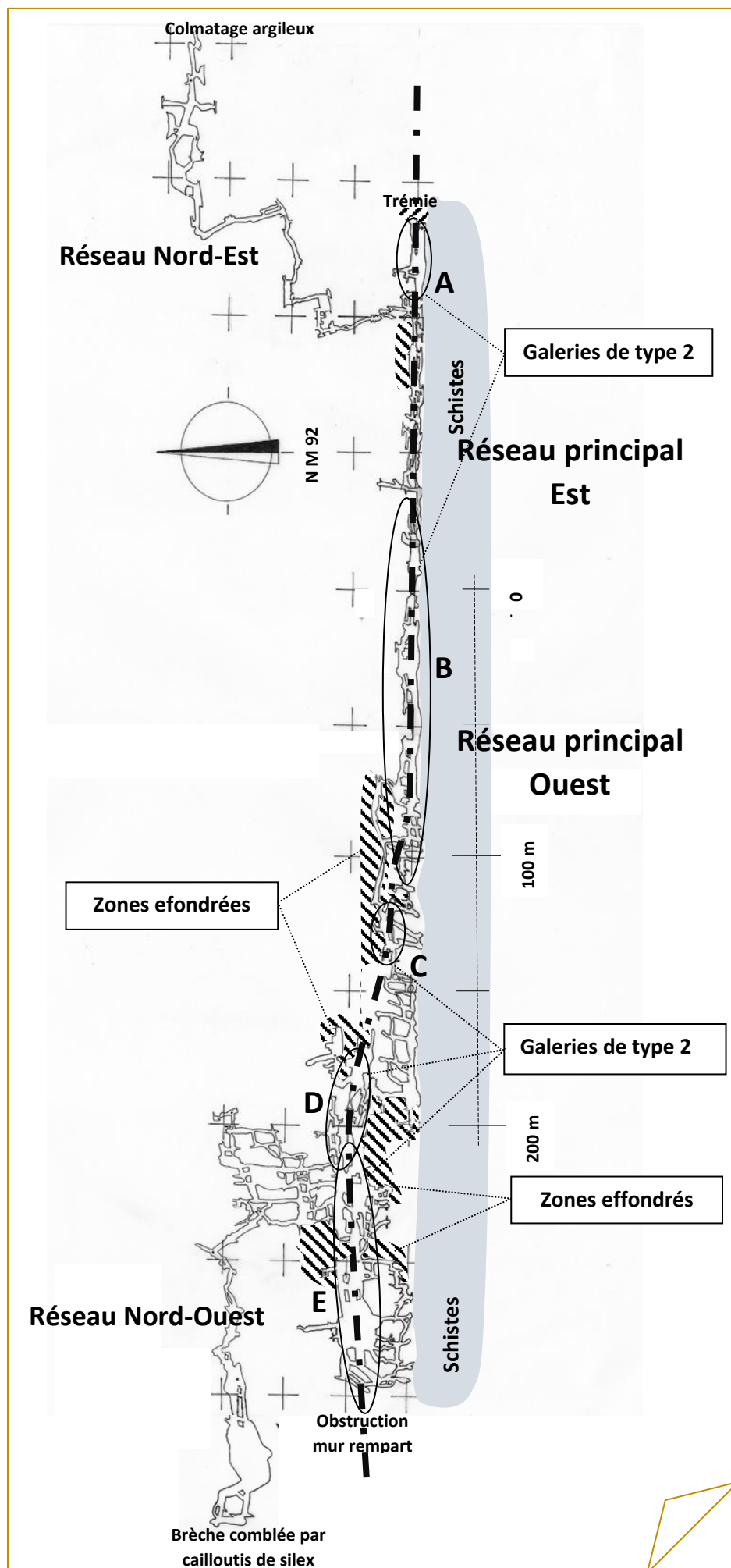
Sur le plan ci-dessous, on distingue des galeries, évoluant au contact des schistes (au Sud), ayant des typologies de phase 1 (inter-strate voute effondrée) ou de type 2 (inter-strate voute en place) parfois s'intercalent des galeries de type 3 (galerie de diaclase vasque). Le plancher des

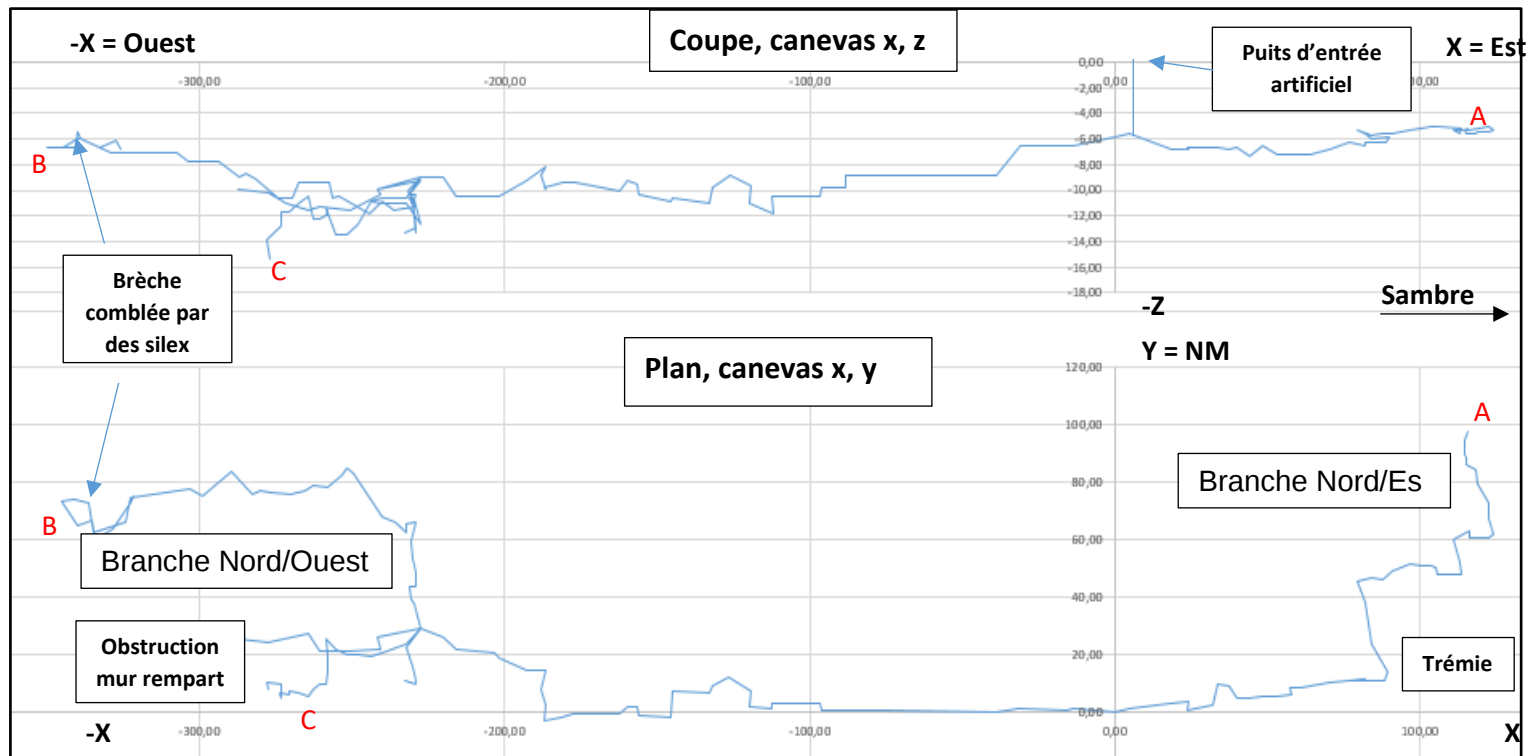
galeries de type 3 est souvent surcreusé et propice à des vasques d'eau plus ou moins boueuses alimentées d'eaux météoriques s'infiltrant au niveau de la trépanation consécutive au creusement des fondations du Pont. Aucune trace de lit d'écoulement, pas de graviers ou de galets roulés indiquant des écoulements importants d'eau dans le drain au contact du schiste. Par contre, une fine pellicule d'argile grasse recouvre le sol et les parois ce qui indique de légères montées d'eau stagnantes provenant de la trépanation du pont.



Le réseau Nord/Ouest jonctionne au réseau principal par une zone de galeries de type 3 qui forme un labyrinthe relativement important. Après cette zone labyrinthe, le réseau serpente vers l'Est. Il est marqué par les vestiges d'un lit d'écoulement et des cupules de parois. Il se termine brusquement par une trémie de silex. Ce réseau pourrait être un ancien collecteur d'une perte du ruisseau de la Pisselot.

Le réseau Nord/Est a également les caractéristiques d'un ancien drain karstique ayant collecté des eaux en provenance d'un aquifère des formations argilo-sablonneuses et marneux à silex du Landénien recouvrant les séries karstifiables.





Canevas des projections orthonormées des galeries

Remplissage au sol dans les zones hautes des galeries type 2,

Ces parties de galeries subissent moins d'immersions en période de hautes eaux. On y retrouve la couche d'argile grasse superficielle mais non craquelée. Puis dessous, la couche pulvérulente noirâtre. L'ensemble repose sur une couche jaunâtre sans varves et sans rubéfactions.



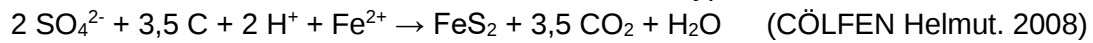
La limonite est un minéral de fer composé d'un mélange d'oxyde-hydroxyde de fer hydraté (III) d'ions ferriques dans une composition variable. La formule générique est souvent écrite sous le nom de $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$, dans lequel le rapport entre l'oxyde de l'ion oxyde O^{2-} et l'hydroxyde d'anion HO peuvent varier considérablement.

La limonite se forme habituellement à partir de l'hydratation de l'hématite et de la magnétite, de l'oxydation et de l'hydratation de minéraux sulfurés riches en fer, et de l'altération chimique d'autres minéraux riches en fer

Strate pulvérulente noirâtre

La biominéralisation est un processus qui produit des produits minéraux (biomédéraux) à la suite de l'activité de vie des micro-organismes. Cette strate pulvérulente noirâtre est probablement de la pyrite framboïdale, provenant d'eaux météoriques du bassin hydrographique de la Pisselot ayant contenu des matières organiques des tourbières que les micro-organismes peuvent réduire le sulfate. Des disulfures de fer (marcassite, pyrite) peuvent être formés en présence d'ions de fer (II). Cette réaction se déroule à très faible vitesse.

L'équation de réaction suivante est destinée à formuler ce type de biominéralisation:



La Réduction de la proportion de cellulose dans la matière organique fossile est reproduite ici de manière simplifiée sous forme de carbone (C). Cette réaction produit des produits mal cristallisés comme par exemple la pyrite framboïdale. Les micro-organismes impliqués gagnent l'énergie pour leurs processus de vie grâce à la réduction du sulfate. Le captage de la marcassite ou de la pyrite est une réaction partielle importante et connu dans les processus d'autoépuration dans les aquifères contenant des matières organiques.

Remplissage au sol dans les zones basses à proximité des vasques d'eau

Des vasques d'eau se produisent au contact des schistes ; au Sud de galeries diaclases. Actuellement, les eaux sont d'origine météorique et proviennent de la trépanation de la cavité consécutive à la construction du pont.



Argile superficielle
craquelée (fissure de
dessiccation)

Strate pulvérulente noirâtre

Couche d'argile fine
compacte avec ou sans
enrichissement secondaire
de sulfures

Couches de varves argileuse
dégradé.

Couche d'argile fine
compacte avec ou sans
enrichissement secondaire
de sulfures.

Couches de varves argileuse
à rubéfaction jaunâtre et
rougeâtre

Nodule jaunâtre

L'argile de remplissage

Les fissures de dessiccation se forment lorsqu'en surface l'argile s'assèche. L'argile se rétracte et la diminution de surface provoque l'ouverture de fentes. L'argile va donc se rompre en formant des fentes qui vont craqueler l'argile de surface en délimitant des formes polygonales. Les varves sont des couches ou strates sédimentaires qui se sont déposées périodiquement, au fond d'une laisse d'eau. Cette stratification est due à des alternances de périodes humides et sèches.

Dépôts de parois

Zébrures de parois

Les zébrures sur des parois sont peut-être produites sous l'effet du ruissèlement des condensats de vapeurs sulfureuses ; peut-être par métasomatisme par lequel il y a remplacement d'un minéral par un autre dans un élément au sein d'une roche.



Concrétions laminaires ferrugineuses



- 1) Cristallisations similaire à un bouquet d'aragonite
- 2) Bouquet de cristaux fortement altéré et recouvert d'une substance brun-noirâtres pulvérulentes.
- 3) Fistuleuses excentriques (hélicites), déviation gravitaires de la cristallisation minérale aléatoire en chaos.

Les hélicites sont une énigme de la structure minérale cristalline du milieu cavernicole. Leur développement, avec des orientations qui défont la gravité, alimente une spéculation de théories équivoques. Les processus abiotiques, morphologique et pétro-physique longtemps proposés sont incompatibles avec les précipitations minérales sous considération purement physico-chimique.

La microanalyse et l'étude moléculaire-biologique révèle la présence de Biofilms de Micro-organismes endolithes intimement associé au développement des structures minérales. La minéralisation se déroule dans un biofilm endolithe qui sert de site de nucléation pour le CaCO_3 et dont la chimiotaxie influence la trajectoire de la croissance minérale en dehors des propriétés macroscopiques



Concretion de cristaux ayant une disposition laminaire. Il pourrait s'agir de cristallisations laminaires d'hématite (oxyde ferrique Fe_2O_3) par une altération de sulfure de fer sur un fossile qui est pyrité. Dans certains cas, l'apparition minérale se fait dans le minéral ancien qui disparaît et laisse son empreinte en creux par pseudomorphose.

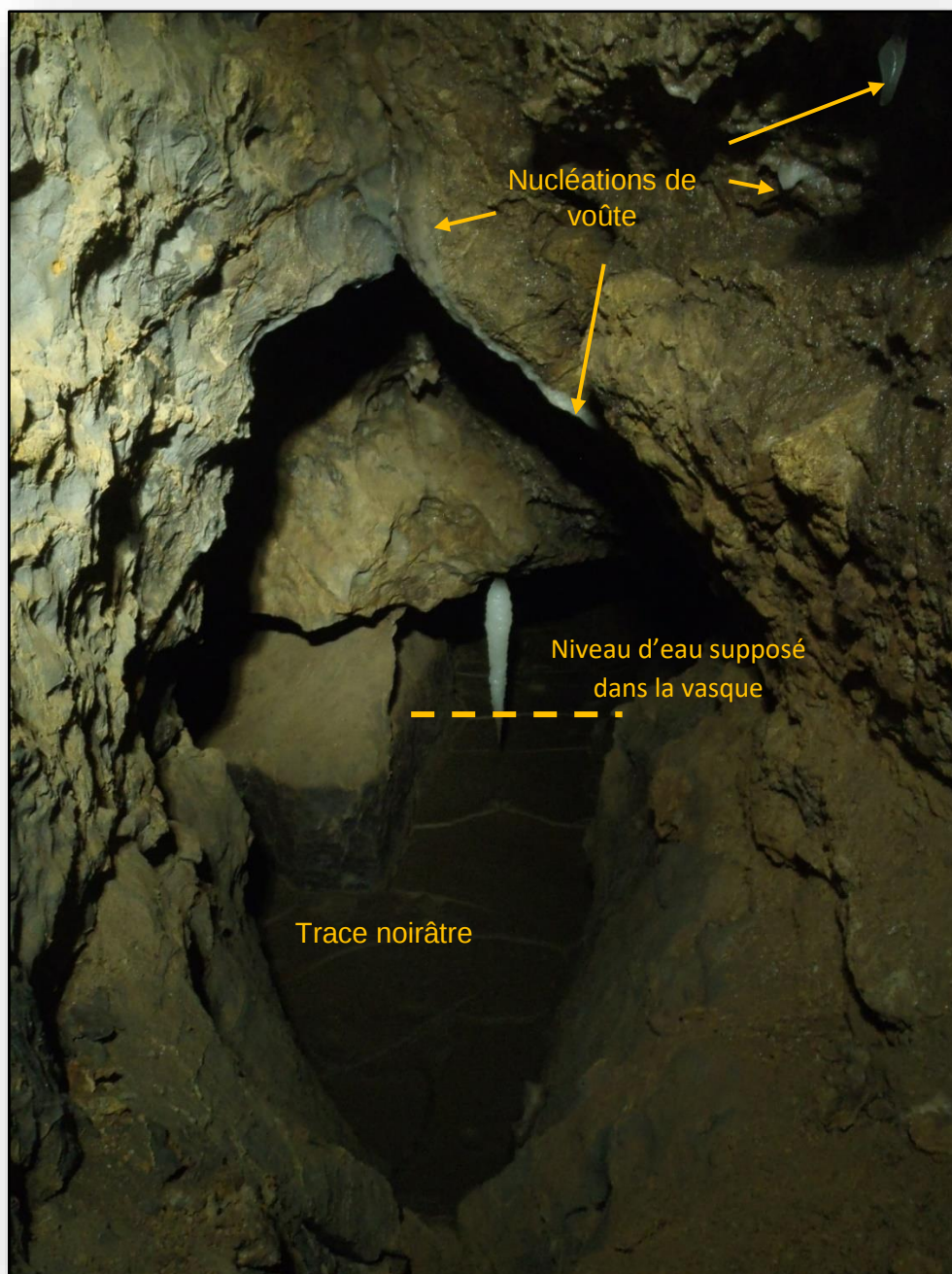
Les dépôts jaunâtres sur les parois



ALTERATION DE LA PYRITE Formation de petits agrégats de cristaux jaunes de copiapite ($\text{Fe}^{2+}(\text{Fe}^{3+})_4(\text{SO}_4)_6(\text{OH})_2 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$) par oxydation humide de la pyrite



Suspicion d'un encroustement de cristaux autour d'un micro-organisme

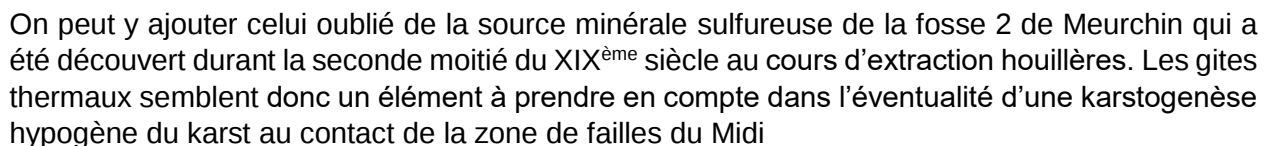


Concrétion ; suspicion d'un encroustement de cristaux autour d'un micro-organisme anaérobie thermophile, acidophile et sulfodépendant

La présence d'une ancienne vasque d'eau sulfureuse qui aurait favorisé cette chimiotrophie avant l'encroutement du filament bactérien. Cependant, il ne s'agit pas pour autant d'une vasque de percolation ascendante des eaux chaudes hypogènes hydrothermales.

Au Nord de l'allocthones Dévono-carbonifère Ardennais, s'est formée une zone faillée d'Est Ouest dite faille du midi. Cette zone faillée de la discordance paléozoïque se prolonge à l'Ouest sous les couches crayeuses Séno-turonniennes des collines d'Artois.

- Ceux de St Amand dont le premier forage a été réalisés en 1876 et duquel jaillissait une eau à 26°C, d'une profondeur de 22m. D'autres forages ont été percés à des fins d'embouteillage de l'eau,
- Ceux de St Ghislain découverts au début du siècle dernier, lors du creusement de deux tunnels inclinés à Baudour visant à pénétrer le gisement houiller. De ces galeries s'échappa un débit important d'eaux chaudes à environ 50°C. Trois autres forages entre 1300 et 2500m de profondeur débitent une eau entre 66 et 73°C et sont actuellement exploité en géothermie.



Source minérale sulfureuse (1). — L'eau rencontrée par la fosse n° 2 a une température de 40 à 42° à 200 mètres de profondeur; à 9 mètres au-dessous du sol, niveau où elle se maintient, elle est encore à 26°.

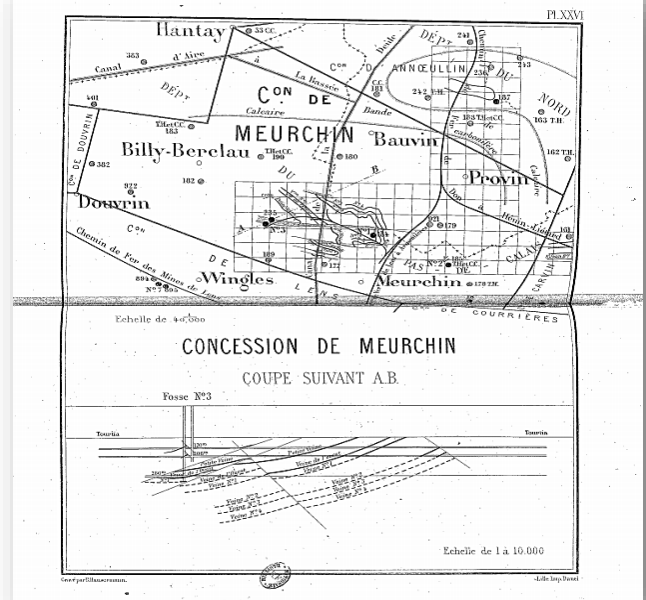
D'après une analyse faite à l'École des Mines en 1870, elle renferme par litre :

	gramm.
Acide sulfhydrique.....	0,081
Acide carbonique libre ou combiné.....	0,369
Chlorure de potassium et de sodium.....	1,480
Sulfate de soude, de chaux et de magnésie.....	1,848
Carbonate de chaux et de magnésie.....	0,172
Silice et peroxyde de fer.....	0,027
Total.....	8,907

Elle contient 0,028 à 0,031 d'hydrogène sulfuré. C'est une des eaux les plus sulfureuses que l'on connaisse; elle vient immédiatement après celle d'Enghien, qui en renferme 0,038. Les autres eaux minérales sulfureuses en tiennent une proportion bien plus faible. Ainsi on n'en trouve que :

gramm.	
0,024	dans les eaux de Bagnères-de-Luchon.
0,018	" d'Aix-les-Bains.
0,018	" de Barèges.
0,009	" d'Aix-la-Chapelle et Eaux-Bonnes.

(1) Recherches géologiques et chimiques sur les eaux sulfureuses du Nord, par M. Roger Laloy, 1873.



Extrait de : BASSIN HOUILLER DU PAS DE CALAIS
E VUILLEMIN Tome II 1882 Imprimerie Léonard DANIEL

Effets de subsidence du bassin de Mons par les formations karstiques du Paléozoïque

Avant la subsidence du Bassin de Mons, la pression statique des eaux d'acquisition thermique pouvait pousser ces eaux à sourdre en direction du bassin hydrographique de la Sambre.

La subsidence produite par les lents affaissements des séries stratigraphiques de surface ont été entraînées par le démantèlement des formations sous-jacentes. Elle offre ainsi un espace pour le dépôt progressif et la préservation de sédiments sur de grandes épaisseurs comme par exemple le Bassin de Mons. Pour le bassin de Mons, la subsidence s'est produite sous les roches marno-crayeuses du turonien dans des roches carbonatées du carbonifère où la dissolution par les infiltrations d'eau souterraines de type karstiques a généré des vides produisant des effondrements sous-jacents se répercutant en surface.

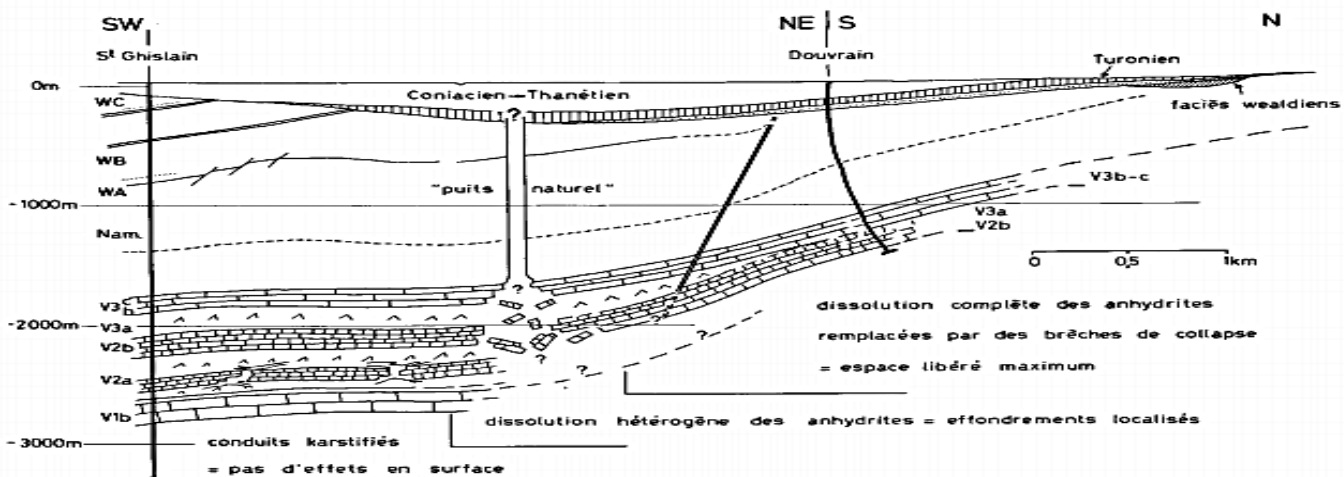
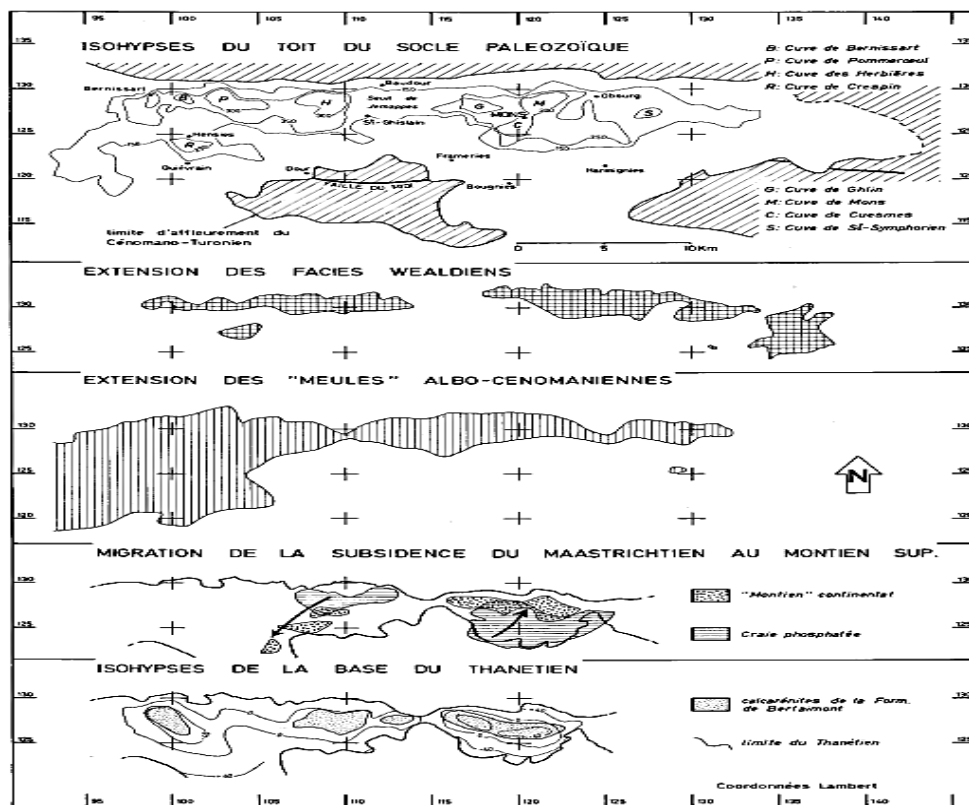
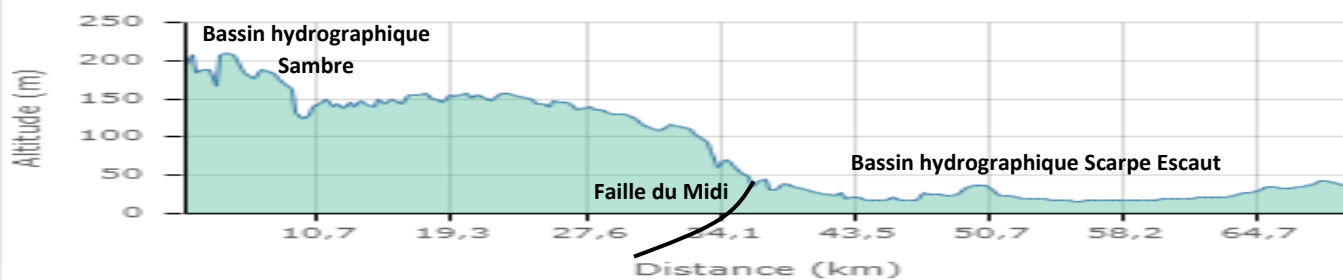


Fig. 4.- coupe simplifiée du Bassin de Mons et de son substrat paléozoïque, passant par les sondages de St. Ghislain et de Douvrain (d'après Leclercq, 1980) et schématisant la disposition des états de karstification des séries à évaporites: dissolution de l'anhydrite = brèches de collapse = libération maximum d'espace en surface; dissolution hétérogène = front = libération discontinue d'espace en surface, puits naturels; conduits karstiques se raréfiant = pas d'effets en surface.

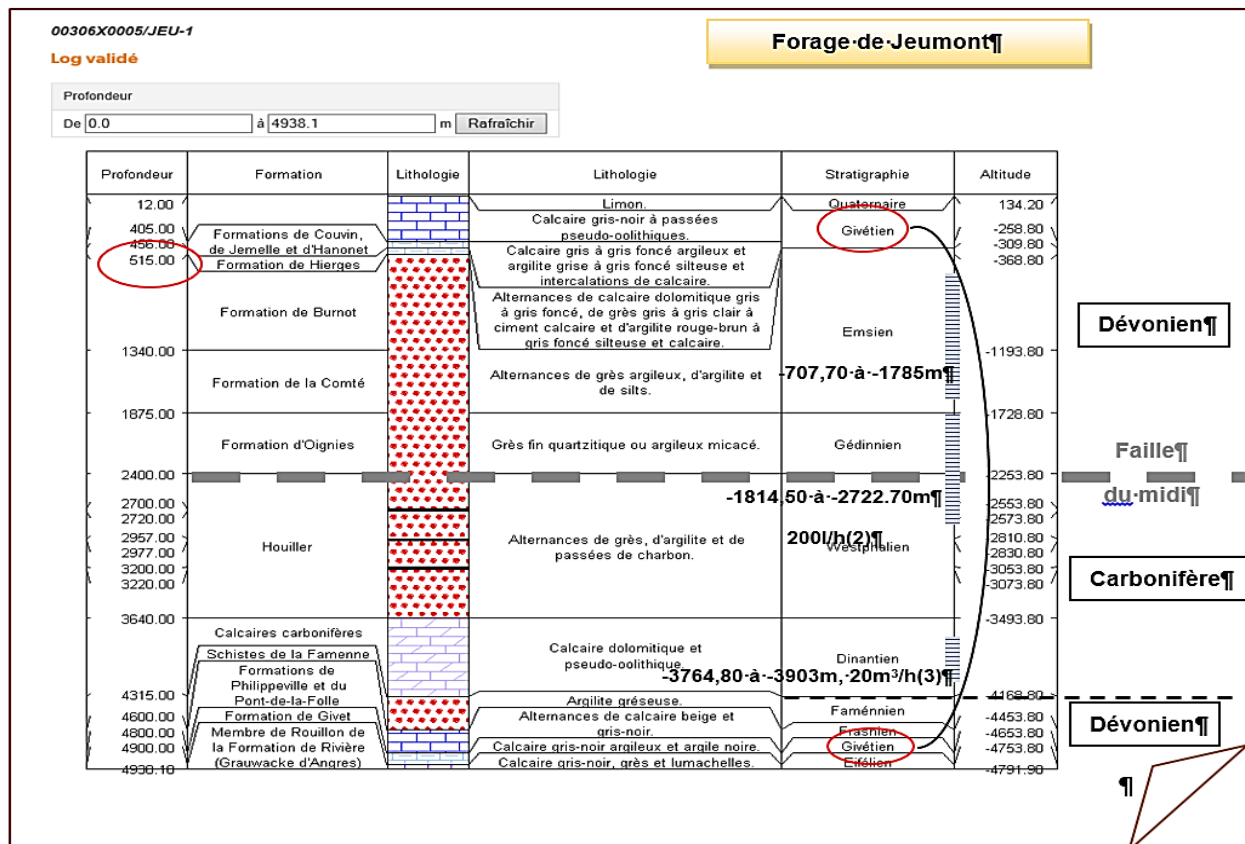
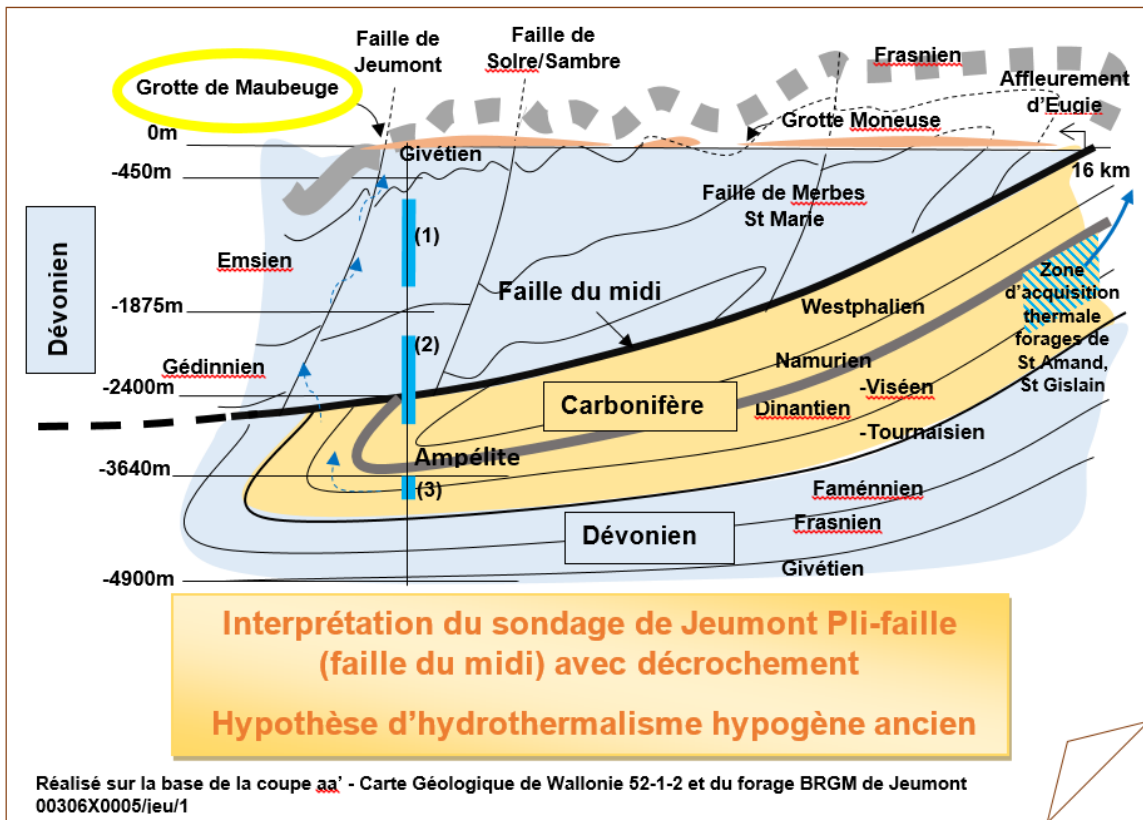
Extrait de : Tectonique et karstification profonde un modèle de subsidence original pour le bassin de Mons



Profil altimétrique AA des bassins Escaut et Sambre



Sur le profil altimétrique ci-dessus, on remarque que le bassin hydrographique de la Scarpe et de l'Escaut est une altitude moins élevée que celui de la Sambre ce qui provoque la libération vers le Nord de la charge hydrothermal. Mais la karstification profonde et la subsidence qui en résulte pourraient avoir inversé la charge du niveau hydrothermal qui antérieurement serait remonté par une faille secondaire et parallèle à la faille du Midi. Les différentes transgressions qui ont recouvertes la partie au Nord de la faille sauraient par colmatage avoir favorisé la mise en charge vers la grotte de Maubeuge. Rappelons que les trois forages hydrothermaux au Nord de la Faille sont artésiens.



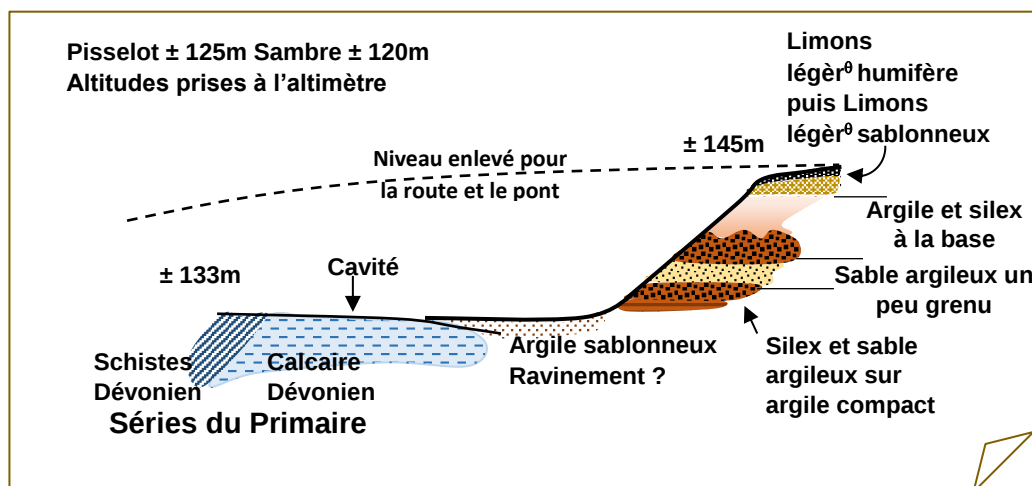
Conclusion

La grotte de Maubeuge est un Paléokarst au sens qu'il n'a pas de connexion directe avec le Système hydrographique de surface. Seules quelques faibles infiltrations d'eau météorique sont visibles au contact de la trépanation du pont.

Les remplissages : dépôts pulvérulents noirâtre et les varves dans les points bas, correspondent plus à des eaux stagnantes et il n'y a pas de trace de rigoles d'écoulement témoignant d'une circulation d'eau dans ces zones de dépôts des galeries au contact du schiste.

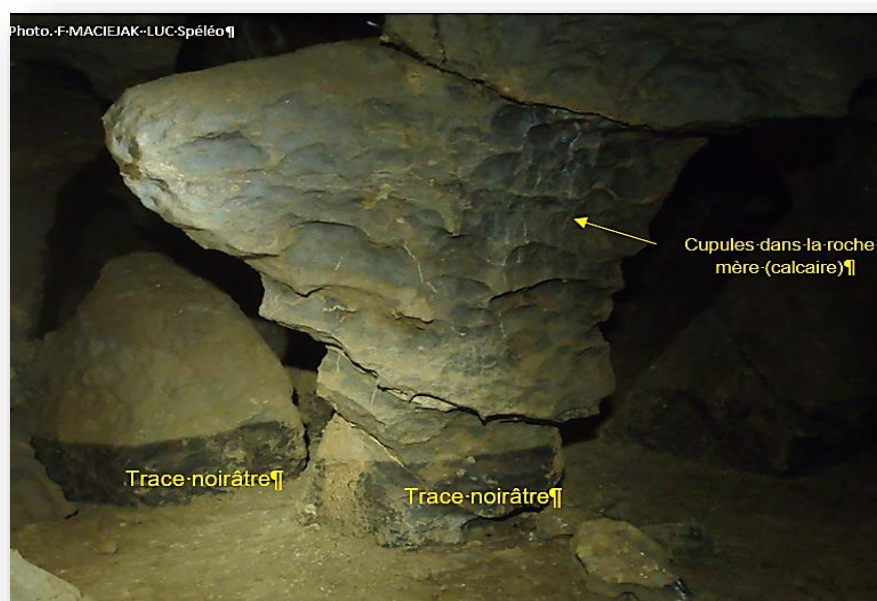
Pour sa part, la branche Nord/Ouest qui a probablement fonctionné comme une perte de la Pisselot provenant d'une zone tourbeuse et marécageuse pourrait être à l'origine des dépôts pulvérulents noirâtres

Par ailleurs, le niveau calcaire karstifié n'affleure pas et il est recouvert de formations argilo-sablonneuses à silex du Landénien qui a favorisée une évolution cryptokarstique par déversement d'un aquifère intermédiaire situé dans le niveau sableux au contact des marnes ou de l'argile. Cet aquifère aurait été drainé karstiquement par la branche de réseau Nord/ Est.



Reproduction d'un croquis établi à la découverte de la cavité durant les travaux de terrassement

Nonobstant, souvent les cavités ayant une karstogenèse hypogène par des remontés hydrothermales sont reprises par des infiltrations météorique. Malheureusement dans notre cas, nous n'avons plus de traces directe de la mise en charge hydrothermal qui est en effet contrariée par les subsidences au Nord de la faille du midi ce qui ne permet pas d'affirmer l'hypothèse d'une karstogenèse hypogène initiale par percolation hydrothermale.



Reste alors à définir l'origine et la nature des dépôts massifs de particules jaunâtre dans les dépôts sous-jacents à la strate de dépôts pulvérulents noirâtre. Les particules jaunes qui composent ce niveau sous-jacent pourraient être composées de limonites mélangées à des grains siliceux venus par la branche Nord/Ouest qui draine des eaux de l'aquifère des sables du Landénien contenant des rognons de grès limonitiques friable et renfermant également de petites veines ligniteuses.

A partir des différentes constatations faites sur les remplissages et altération de parois, on peut donc estimer trois phases de karstogenèse, à savoir :

1. phase de karstogenèse des eaux acides et chargés en limonite provenant des sables Landénien et drainé par la branche Nord/Est juq'au contact schisteux puis progressant vers l'Ouest dans l'inter-strate et produisant à chaque diaclase transverse des vasques au contact du schiste de l'assise de Matagne et Franc-Waret subjacent de fort pendage oblique,
2. phase de karstogenèse des eaux en provenance de la branche Nord/Ouest par une perte de la Pisselot dont les eaux proviennent de tourbière marécageuse chargées en matière organique ; ce drain ayant peut-être initialement transporté les eaux de l'aquifère Landénien,
3. la saturation hydrique des tourbières de la Pisselot générant l'ennoiment des galeries dont les traces noires sur les parois sont le témoignage d'un niveau de stagnation d'eau à l'origine du processus de biominéralisation de la pyrite framboïdale.

Concernant les dépôts de parois (zébrures, concrétion laminaire et dépôts jaunâtres), les altérations et les concrétions d'encroûtements de biofilm, ils indiquent la présence d'eaux sulfurées mais il semble délicat de déterminer le rôle spécifique des eaux limoniteuses acides de l'aquifère Landénien ou de celles des tourbières de la Pisselot pour le développement des différentes biominéralisations.

Les processus peuvent être différents et l'intervention de micro-organisme peut être très importante à côté des processus de dissolution et de recristallisation. Les eaux météoriques de l'aquifère des sables Landénien ou celle des tourbières de la Pisselot dissolvent les composés solubles (calcite, pyrite ou silice) et les entraînent pour les reprécipiter. Il peut également se produire l'apparition d'un nouveau minéral ou la recristallisation d'un minéral existant, par épigénisation qui est aussi un processus physico-chimique et biochimique par lesquels les sédiments sont transformés. Si la forme du premier minéral est conservée comme pour la pseudomorphose des composés solubles (calcite, pyrite ou silice) peuvent également reprécipiter. Dans certains cas, l'apparition minérale se fait dans le minéral ancien qui disparaît et laisse son empreinte en creux par pseudomorphose.

La précipitation peut se faire sous des conditions de températures et de pressions plus ou moins élevées, toujours sans modification de sa forme cristalline mais au profit de minéraux plus stables, par exemple: pyritisation, silicification par métasomatisme, c'est-à-dire par remplacement d'un minéral par un autre.

Bibliographie :

BABY Catherine, CHARLES Tristan, KETTELA Pierre, MADELAINE Eric, BIGOT Jean-Yves, ISNARD Michel, NOBECOURT Jean Claude mars 2006 – Pour une poignée de sulfates... Compte-rendu du stage régional équipier scientifique. Région Q, CDS 06.

BIGOT Jean-Yves, AUDRA Philippe, NOBECOURT Jean-Claude, HOBLEA Fabien, LACAVE Corinne et son copain 13 avril 2006 - Compte rendu de la sortie dans les grottes d'Aix-les-Bains (Savoie).

BOULVAIN Frédéric, PINGOT Jean Louis 2017 – Une introduction à la géologie de la WALLONIE

BRICE Denise 2016 – Stratotype Givétien

BINI Alfredo Orgnac 2007 - Morphologie et genèse de quelques types de coupoles Actes de la 17e Rencontre d'Octobre.

CÖLFEN Helmut. 2008 - Biominéralisation aus dem Reagenzglas, Nachrichten aus der Chemie 56 (Biominéralisation du tube à essai, nouvelles de la chimie 56).

CURT A L, LAMOTTE C 2004 – Ressource en eau thermale de la station d'Aix-les-Bains Rapport final BRGM/RP – 52 859 – FR.

DASSONVILLE G., PLAT R., WATERLOT G 10 mai 1968 - Données géologiques et hydrogéologiques sur le synclinorium Carbonifère de Bachant et Ferrière la petite.

TISATO Nicola, TORRIANI Stefano, MONTEUX Sylvain, SAURO Francesco, - Microbial mediation of complex subterranean mineral structures (Médiation microbienne de structures minérales souterraines complexes)

DENAYER Julien 2010 – Le minerai de fer, plus grande richesse de Wallonie.

DUMOULIN Virginie 2001 - Notice explicative carte géologique de Wallonie 1/25000 Grandrieu - Beaumont n° 52/5-6.

DUPPUIS Christian, VANDYCKE 1990 – Tectonique et karstification profonde : un modèle de subsidence original du bassin de Mons

E. ASSELBERGHS, CH. BARROIS, J. BELLIERE, A. BEUGNIES, A. CARPENTIER, L. CAYEUX, R. CONIL, M. LYS et A. MAUVIER, G. DELEPINE, F. DEMANET, H. DE DORLODOT, P. DUMON, Y. GODFRIAUX, J. GOSSELET, M. GULINCK et A. HACQUAERT, F.-J. KAISIN, J. LADRIERE, R. MARLIERE, G. MORTELMANS et P. BOURGUIGNON, P. PRUVOST, P. SARTENAER, G. WATERLOT 1968 - Notice explicative carte géologique du BRGM 1/50 000 Maubeuge n° XXVIII-6.

HENNEBER Michel 2008 - Notice explicative carte géologique de Wallonie 1/25 000 Merbes-le-château - Thuin n° 52/1-2

HOBLEA Fabien, AUDRA Philippe, BIGOT Jean-Yves, les enfants d'AUDRA Camille, HOBLEA Alexis 27 février 2003 - Compte rendu de la sortie dans la grotte des Serpents (Aix-les-Bains, Savoie).

MARION Jean-Marc, BARCHY Laurent 2001 - Notice explicative carte géologique de Wallonie 1/25000 Momignies - Séloignes n°57/5-6

NICOD Jean 1992 - Les karsts sous couverture (sableuse, argileuse, et/ou détritique) en France, d'après des travaux récents.

PONTS ET CHAUSSEE, LABORATOIRE DE LILLE 1973 - Liaison Maubeuge Rousies Recquignies. Etude géologique et géotechnique ; Coupes et plans

QUINIF Yves 1973 - Contribution à l'étude du réseau du Fourneau (Sinsin, Belgique). Corrosion épihréatique. *Ann. Spéléo.*, 28, 1 : 49-58.

QUINIF Yves 1973 - Contribution à l'étude morphologique des coupoles. *Ann. Spéléo.*, 28, 4: 565-573.

Rapport BRGM R 40146 juillet 1998 – Ressources thermo-minérales de St Amand les eaux – Etat des connaissances et possibilités d'exploitation.

VUILLEMIN Emile-Alexandre 1882 Le Bassin houiller du Pas de Calais Tome II.