

Regards

14

ISSN 0774-4617



1993

La Belgique est constituée de trois communautés culturelles : l'une de langue française, l'autre de langue néerlandaise et la troisième de langue allemande.

A la suite de plusieurs révisions constitutionnelles, l'état belge a été partiellement réorganisé sur base

de l'existence de ces trois communautés. La politique culturelle - et donc sportive - a été "communautarisée". La spéléologie belge, qui souffrait depuis longtemps du morcellement, a réussi à réaliser son unité. Mais elle n'a pu le faire qu'en s'adaptant aux structures politiques du pays. En 1985, tous les spéléologues néerlandophones

se sont groupés au sein de la "VERBOND VAN VLAAMSE SPELEOLOGEN". En 1986, les spéléologues francophones ont fait de même au sein de l'UNION BELGE DE SPELEOLOGIE. Une structure nationale minimum est mise en place afin de coordonner les efforts des deux ligues. Il n'y a pas de club spéléologique germanophone.

L'UNION BELGE DE SPELEOLOGIE (U.B.S.)

Créée le 21 novembre 1984, elle rassemble les quelque deux mille spéléologues belges de langue française, répartis dans une centaine de clubs.

Les activités de nos spéléologues se développent suivant quatre axes, outre l'activité de loisir inhérente à toute pratique sportive :

- Spéléologie sportive : visite des cavités de Belgique et d'une grande partie de l'Europe : Autriche, Espagne, France, Italie, Luxembourg, Suisse et Yougoslavie.

- Spéléologie de recherche : découvertes de nouveaux réseaux par prospection, déblaiement et plongée.

- Grandes expéditions : recherche intensive dans certains massifs aux quatre coins du monde : Algérie, Autriche, Java, Maroc, Mexique, Nouvelle Guinée, Suisse, etc...

- Protection du patrimoine : lutte contre la pollution et la destruction des zones karstiques, contre l'envahissement anarchique des cavités et, d'une manière générale, pour maintenir l'accessibilité du plus grand nombre de grottes.

Les clubs et les services fédéraux sont regroupés en trois centres régionaux : Brabant, Hainaut-Namur et Liège. Dans ces centres fonctionnent des permanences durant lesquelles les divers services sont accessibles : bibliothèque et médiathèque, service d'information et de documentation, prêt et vente de matériel spéléo neuf et d'occasion, informatique, etc...

SIEGE SOCIAL DE L'UBS
Rue du Pont de Briques, 1
B-5100 JAMBES
TÉL. : 32/81/30 77 93

Régionale de BRUXELLES-BRABANT
Place J.B. Willems, 14
B-1020 Bruxelles
Tél. : 32/02/427 71 24

Régionale du HAINAUT-NAMUR
Chemin Vert, 93
B-6001 Marcinelle
Tél. : 32/71/43 99 19

Régionale de LIEGE
Rue Belvaux, 93
B-4030 Liège-Grivegnée
Tél. : 32/41/42 61 42 - Fax : 32/41/42 11 56

A Grivegnée sont situées la bibliothèque centrale et le centre de documentation où est rassemblée la documentation spéléologique de toute provenance. Ce service collabore avec la Commission de Documentation de l'Union Internationale de Spéléologie.

Situés au coeur de régions propices à la spéléologie et l'escalade, 2 gîtes équipés à grande capacité permettent d'y passer des séjours agréables :

Le Centre d'Hébergement "LE REFUGE" est ouvert rue du Village, 37 à 6941 Villers-Sainte-Geertrude (tél. : 32/86/49 90 55).

Le Centre d'Hébergement "CHATEAU DE GERONSART" est sis au coeur d'un parc, rue du Pont de Briques, 1 à 5100 Jambes (tél. : 32/81/30 77 93).

Le Bureau Fédéral est composé comme suit : (novembre 1993)

Président :
R. GREBEUDE

Secrétaire Général :
B. URBAIN

Secrétaire Adjoint :
B. DROMELET

Trésorier Général :
A. DOEMEN

Trésorier :
M. LIBIOL

SERVICE PUBLICATIONS
R. GREBEUDE - D. UYTTERHAEGEN
Rue Belvaux, 93
B-4030 Grivegnée

Il assure l'édition de trois niveaux de publications:

1°. Un bulletin d'information mensuel, répandu le plus largement possible : il véhicule l'information courante et peut s'obtenir en échange sur demande.

2°. Une revue trimestrielle envoyée aux membres, aux abonnés et aux échangistes : elle véhicule l'information de fond à conserver. Elle remplace trois revues qui ont cessé de paraître en 1984 : CLAIR-OBSCUR, SPELEO-FLASH et SPELEOLOGIE.

3°. Des publications exceptionnelles.

Des commissions ont été créées afin de développer des aspects particuliers de la vie de la spéléologie :

COMMISSION DE PLONGEE SOUTERRAINE

Directeur : R. COSSEMYNS

COMMISSION DE LA PROTECTION DU KARST ET D'ACCES AUX CAVITES

Directeur : M. ANDRIEN

COMMISSION ENSEIGNEMENT

Directeur : M. VANDERLINDEN

COMMISSION SPELEO-SECOURS

Directeur : G. FANUEL

COMMISSION ESCALADE

Directeur : P. DUMOULIN

COMMISSION SCIENTIFIQUE

Directeur : Y. DUBOIS

COMMISSION ARBITRAGE

Directeur : R. LISEN

COMMISSION PARITAIRE DU GUIDAGE REMUNERE

Directeur : R. WARGINAIRE

REGARDS

93, rue Belvaux
B-4030 LIEGE-GRIVEGNEE
041/42 61 42

EDITEUR RESPONSABLE :
D. Uytterhaegen

SERVICE PUBLICATIONS : Comité de
Rédaction

E. De Schuyter, A. Doemen, J-P. Fontaine,
Ch. Slagmolen, D. Uytterhaegen, C.
Bernard, R. Grebeude, J-C. London.

COUVERTURE : Ideepub

GRAPHISME ET MISE EN PAGE :
B. Hendricé

RELECTURE : D. Uytterhaegen

Nos colonnes sont ouvertes à tous
correspondants belges ou étrangers. Les
articles n'engagent que la responsabilité
de leur auteur.

Reproduction autorisée (sauf mention
contraire) avec accord de l'auteur et mention
de la source : extrait de "Regards", Bulletin
de l'UBS n°...

Cette revue est publiée avec l'aide du
Ministère de la Communauté Française
(Direction générale de l'Education Physique,
des Sports et de la Vie en plein Air).

ECHANGES ET ABONNEMENTS
Bibliothèque Centrale- UBS
Rue Belvaux, 93
B-4030 GRIVEGNEE

Compte 000-1578848-76 de l'UBS
Virement en francs belges uniquement

Abonnement (4 numéros)
Belgique : 640FB
Etranger : 750FB

Prix au numéro
Belgique : 150FB + 10F de port
Etranger : 200FB port compris

Echanges souhaités avec toute revue belge
ou étrangère d'intérêt commun qui en ferait
la demande.

Regards/14 1993

Regards

ISSN 0774-4017

1993 - n° 14

PHOTO DE COUVERTURE : Les puits glacés dans la zone d'entrée de
Snieznaja (Caucase). Cliché J-C. London.

Sommaire

- | | | |
|-----|--------------------------|---|
| 2. | J-M. HUBART | Etude sur l'hibernation des chiroptères
dans la grotte de Ramioul.
Démarche prospective pour un retour des
chauves-souris dans les grottes non touristiques
de Belgique |
| 13. | P. DE BIE | Trou Wéron : le Réseau Noir |
| 21. | R. GREBEUDE
Y. QUINIF | La grotte de Hotton et les datations U/Th |



BULLETIN TRIMESTRIEL DE L'
UNION BELGE DE SPELEOLOGIE

Jean-Marie HUBART

Laboratoire de Biologie Souterraine de Ramioul

Rue de Petit Fraineux, 40 - B-4550 ST-SEVERIN



ETUDE SUR L'HIBERNATION DES CHIROPTERES DANS LA GROTTTE DE RAMIOUL

Démarche prospective pour un retour des chauves-souris dans les
grottes non touristiques de Belgique

MOTS-CLES

Belgique - Province de Liège - Flémalle - Grotte de Ramioul - Chauves-souris - Ecologie - Protection
- Statistiques - Spéléologie.

RESUME

La disparition des Chiroptères hibernant dans les grottes belges a coïncidé avec l'expansion de la spéléologie sportive. Curieusement, c'est dans les grottes touristiques, très fréquentées, que subsistent les dernières populations. Au départ de l'observation des populations hibernantes de la grotte touristique de Ramioul, les causes sont recherchées. Des explications sont avancées et des mesures simples sont proposées dans l'espoir de restaurer, à moyen terme, des conditions favorables à l'hibernation des Chiroptères dans les grottes de Belgique.

KEYWORDS

Belgium - Province of Liège - Flémalle - Cave of Ramioul - Bats - Ecology - Preservation - Statistics - Speleology.

ABSTRACT

The disappearance of Bats in Belgian caves has coincided with spread of sporting caving. Curiously, recreational caves retains normal hibernating populations of Bats. The observations of the populations in the tourist Cave of Ramioul has permitted to suggest explanations. Suggestions are submitted to cavers in order to restore propitious conditions for hibernation of Bats in the Belgian caves.

I. INTRODUCTION

L'expansion de la spéléologie sportive a coïncidé avec une régression spectaculaire des effectifs de Chiroptères dans toutes les grottes belges, alors que les cavités artificielles, rarement fréquentées, conservaient des populations hibernantes relativement stables.

Pour expliquer cette disparition des chauves-souris, diverses hypothèses ont été avancées par les auteurs : bruit, tabagisme, feux de camp, émanations des lampes à carbure, respiration humaine, élévation de la température ambiante consécutive au passage des spéléologues... Le plus surprenant est de constater que ces hypothèses ne reposent en général sur

aucune observation ou expérimentation. LIBOIS (1983) remarque qu'à part quelques exceptions, les auteurs ayant publié sur la disparition des chauves-souris n'appuyent que rarement leurs déclarations sur des exemples démonstratifs (DOUCET, 1973; FAIRON, 1972; GILSON, 1974a; HUBART, 1973; JOORIS, 1979). Quelques exceptions cependant, parmi lesquelles le travail de MOODY (1989) relatif au peu de perturbations induites par la lumière rouge sur les chauves-souris. Des études ont également porté sur les modifications du microclimat consécutives aux passages des visiteurs, mais leur objet ne portait pas spécifiquement sur les chauves-souris (MERENNE-SCHOUMAKER, 1975).

En automne 1990, suite à l'accroissement des visites touristiques hivernales dans la grotte de Ramioul, le Conseil d'Administration des CHERCHEURS de la WALLONIE nous a demandé d'étudier les mesures à prendre pour garantir la quiétude de l'hibernation des Chiroptères.

En effet, l'article 2,c des statuts de notre Société précise clairement que l'un de ses objectifs fondamentaux est "la protection et la sauvegarde des sites [...] et grottes présentant un intérêt scientifique [...]". La première mesure qui nous vint à l'esprit fut, naturellement, l'interdiction de toute visite durant la période d'hibernation. C'était, bien sûr, la solution idéale, mais il faut être réaliste : c'est parce qu'elle est accessible au tourisme que la grotte de Ramioul a été intégralement protégée. En comparaison, la grotte de Rosée-Lyell, non accessible mais classée depuis 1977, voit sa protection régulièrement remise en question depuis... sa découverte en 1906.

La grotte de Ramioul, dont quelque 20% du réseau sont l'objet d'une exploitation touristique tout en étant régulièrement fréquentés par les chauves-souris, nous offrait un terrain d'investigations privilégié. Mieux valait donc observer avant de conclure.

Signalons enfin que LIBOIS (1983) examine plusieurs facteurs de risque de disparition des Chiroptères : destruction volontaire, destruction des gîtes estivaux et quartiers d'hibernation, dérangements, pesticides, banalisation des paysages ruraux, pollution des eaux souterraines entre autres. Pour ce qui concerne la présente étude, précisons que nous n'avons examiné qu'un seul de ces facteurs : les dérangements.

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. La grotte de Ramioul

Elle est creusée dans le calcaire Viséen qu'elle traverse dans toute sa largeur du V1 au V3. Quelque 150 mètres de galeries, les niveaux moyen et supérieur, sont accessibles au tourisme. Le reste de la grotte (environ 80%) est constitué par un étage inférieur actif, intégralement protégé et parcouru en moyenne par six à huit équipes de spéléologues chaque année.

Le parcours touristique est depuis longtemps l'objet de recensements et a été divisé en 8 zones distinctes par GILSON (non publié) en tenant compte des caractéristiques morphologiques et microclimatiques (fig.1). Dans la suite de ce travail, nous avons adopté ces subdivisions, à savoir :

- Zone 1 : entrée de la grotte; zone très fissurée, avec variations sensibles de température et d'humidité.
- Zone 2 : Salle Van den Broeck : morphologiquement et climatiquement très différente de la précédente; élargissement d'une diaclase; très grande hauteur relative.
- Zone 3 : bifurcation verticale donnant accès, par une diaclase de 30 mètres, au réseau inférieur actif. Rencontre entre l'air du réseau inférieur et l'air circulant dans les réseaux moyen et supérieur.
- Zone 4 : longue galerie assez uniforme parcourue par un léger courant d'air.
- Zone 5 : ancienne galerie de sortie située en dehors du parcours touristique; les perturbations des visites y sont fortement atténuées.
- Zone 6 : région de faible surface au sol, mais de grande hauteur, donnant accès au réseau supérieur au moyen de passerelles bétonnées.
- Zone 7 : galerie de sortie des touristes; parois très corrodées.
- Zone 8 : galerie supérieure très concrétionnée; son niveau nettement supérieur à la galerie de sortie en fait une "poche d'air chaud" pendant l'hiver.

II.2. Méthode de travail

- Nos observations ont été effectuées durant les mois de janvier, février et mars 1991, 1992 et 1993; c'est durant ces mois que les Chiroptères en hibernation sont statistiquement les plus abondants (GILSON, communication personnelle).

- Notre principe de base était que les visites touristiques devaient se dérouler tout à fait normalement. Entendons par là que le silence n'était nullement imposé, que l'éclairage électrique général de la grotte fonctionnait normalement et que le nombre de visiteurs et de visites n'était pas limité.

- Des visites de contrôle (au nombre de 9 en 1991, 10 en 1992 et 3 en 1993) ont été effectuées. Leur répartition au cours de la période d'observation ne suivit pas une séquence chronologique rigoureuse, mais elles furent plutôt programmées en fonction des visites touristiques.

- L'itinéraire suivi lors des visites de contrôle devait être identique à l'itinéraire touristique sauf pour la zone 5 (voir ci-après).

- La durée de chaque contrôle fut limitée à 1 heure d'observation. En effet, consacrer une fois une heure, une fois une journée à la recherche nous aurait certainement permis de voir plus de chauves-souris mais aurait induit des perturbations trop importantes et aurait sans doute faussé les résultats.

- Notre étude ne portait pas sur les différentes espèces hibernant à Ramioul, mais sur l'ensemble des Chiroptères en hibernation. Aucune tentative de détermination précise n'a été effectuée afin d'éviter toute perturbation consécutive aux manipulations. Notre Collègue R. GILSON a accepté de tenter une détermination "à vue", donc sans manipulations ni mesures. Sous réserves d'usage, les espèces qu'il a pu déterminer pour 1991 figurent ci-après : 4 *Myotis daubentoni*, 4 *Myotis mystacinus*, 1 *Myotis nattereri*, 2 *Myotis dasycneme*, 2 *Myotis sp.*

- Nous avons prévu de mener, en parallèle, des observations à Ramioul et dans une grotte témoin non accessible aux touristes: la grotte aux Végétations, distante de 100 mètres. Malheureusement, les effectifs observés y étaient trop faibles pour permettre une comparaison valable. Faute de mieux, nous avons choisi la Zone 5 comme témoin, dans la mesure où, distante d'une quinzaine de mètres du circuit touristique, elle n'est ni éclairée, ni parcourue et les bruits de passages y sont très atténués.

- Enfin, toutes les visites de contrôle se sont effectuées dans le plus grand silence, avec seulement un éclairage électrique manuel et très ponctuel.

III. ESSAI DE QUANTIFICATION DES DONNEES

La difficulté de comparer les perturbations provoquées par les visites nous a handicapé dès le départ : comment comparer les effets induits par une visite touristique de 20 à 30 enfants, commentée abondamment par un guide, appuyée sur l'éclairage électrique général de la grotte et les effets de nos très furtives visites de contrôle de populations ?

Il faut bien admettre qu'en matière de perturbations du milieu souterrain, nous n'avons trouvé dans la bibliographie que des appréciations fort subjectives et ces appréciations souvent acceptées erronément comme des faits établis ont durant près de 40 ans stérilisé la recherche des causes véritables de la disparition des chauves-souris et, partant, l'application de remèdes appropriés.

Nous précisons donc ci-après deux relations qui permettent de définir en unités le niveau des perturbations consécutives à une visite dans une grotte (U.P.) et la tolérance (T), c'est-à-dire le niveau de perturbation qu'une chauve-souris peut supporter sans interrompre son hibernation.

Précisons d'emblée que, comme cela arrive parfois, c'est au cours de l'expérimentation que notre méthode de calcul s'est peu à peu élaborée. Cela suppose qu'elle doit encore être éprouvée, que certains paramètres devront être précisés, améliorés. Cette méthode présente néanmoins un intérêt certain : dans un domaine où rien encore n'a été tenté, elle devrait ouvrir des perspectives à tous les chercheurs soucieux de la protection des Chiroptères de Belgique.

De plus, dans son ensemble, notre recherche permet d'avancer certaines explications à la disparition des chauves-souris des grottes belges et, surtout, de

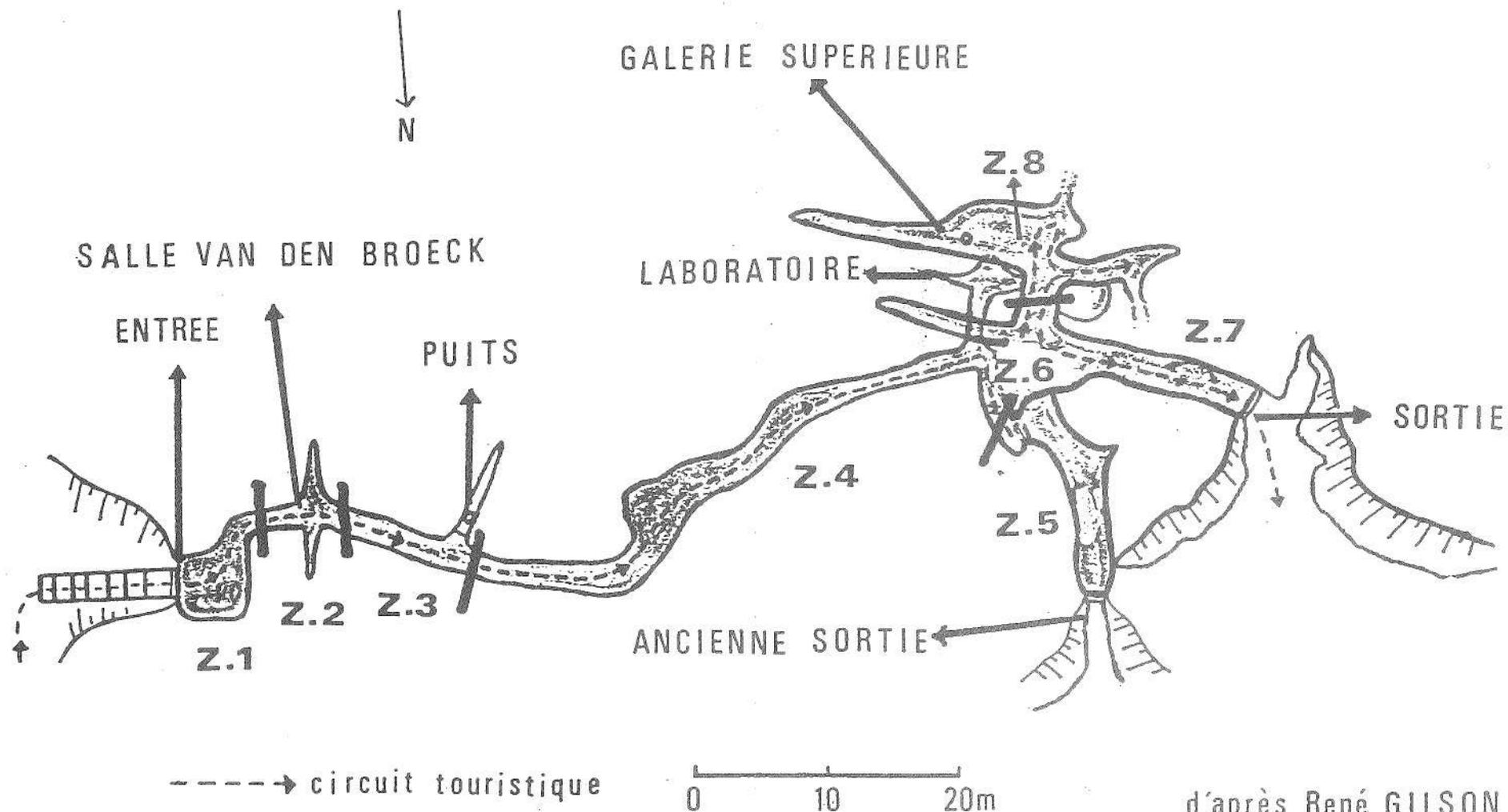
Zone d'entrée fissurée propice à l'hibernation. Tous les clichés sont de Jean-Marie Hubart.



GROTTE DE RAMIOUL

RESEAUX MOYEN ET SUPERIEUR TOURISTIQUES

Fig. 1



préconiser quelques mesures simples qui devraient, à moyen terme, restaurer des conditions favorables à leur retour dans les grottes.

III.1. Quantification des perturbations

Ainsi que nous l'avons dit, une visite de grotte n'est pas l'autre et si certaines semblent n'avoir aucune influence sur l'hibernation des Chiroptères, d'autres semblent avoir un impact particulièrement néfaste.

Nous proposons ci-après une relation permettant d'évaluer en Unités de perturbation (U.P.) l'impact d'une visite dans une grotte aménagée.

Nous avons retenu, dans un premier temps, trois facteurs qui nous paraissent primordiaux : la nature et la durée de l'éclairage, le bruit, qui dépend lui-même du nombre de visiteurs, et le nombre de visites quotidiennes.

$$UP = (EM + BM) \times E \times P \times J$$

dans laquelle

- EM (éclairage minimum manuel) = 1
- BM (bruit minimum) = 1

(EM + BM) est donc une constante (2) correspondant au strict minimum de perturbations nécessaires pour observer en grotte : il faut bien y voir et avancer...

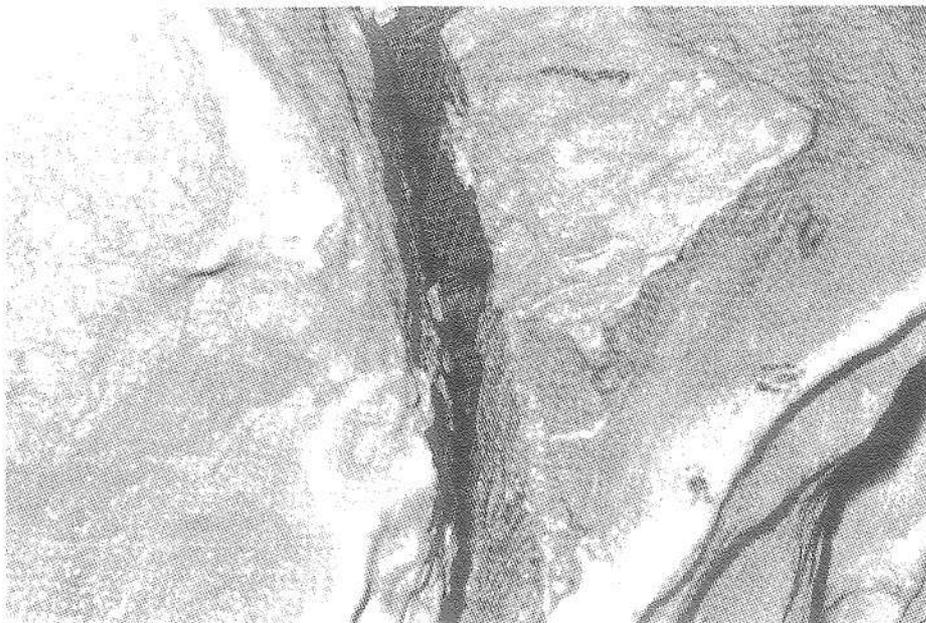
- E = 1 dans le cas d'un éclairage électrique manuel
- E = 5 dans le cas d'un éclairage électrique général de la grotte
- P = 1 dans le cas d'un seul visiteur
- P = 2 dans le cas de 2 visiteurs
- P = 3 pour 10 visiteurs maximum
- P = 5 pour un groupe de 11 à 30 visiteurs. Un groupe de touristes comporte habituellement quelque 25 personnes environ, rarement plus.
- J = 1 dans le cas d'une seule visite par jour
- J = 3 lorsque la grotte est perturbée par plus d'une visite par jour. A notre connaissance, il n'y en a qu'exceptionnellement plus de deux.

Les nuances permises par l'application de cette relation nous satisfont amplement dans le cas de la grotte de Ramioul puisqu'elles permettent de chiffrer pratiquement tous les cas habituels.

Exemples :

- Nos visites de contrôle (éclairage manuel, une personne) impliquent : $(1+1) \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 2$ U.P.
- La visite d'un groupe de touristes (bruit, commentaires du guide, éclairage général de la grotte) implique : $(1+1) \times 5 \times 5 \times 1 = 50$ U.P.
- Les visites de plusieurs groupes de touristes par jour fait monter le niveau des perturbations à : $(1+1) \times 5 \times 5 \times 3 = 150$ U.P.

Cette relation est volontairement simple, sinon simpliste, dans la mesure où nous avons cherché une méthode applicable pour tous et sur place, sans nécessité de recours à un ordinateur ni même à une calculatrice de poche. Nous souhaitons en



On compte parfois jusqu'à cinq Myotis hibernant dans cette étroite fissure de la Zone 1.

effet étendre son application non seulement aux autres grottes touristiques, mais surtout à toutes les grottes accessibles aux seuls spéléologues (ce sont les plus inhospitalières pour les chauves-souris comme nous l'expliquerons par la suite).

III.2. Mesure de la Tolérance

Les notions de Fidélité et de Constance ont été mises en évidence par JEUNIAUX (1981).

La Fidélité exprime le degré d'inféodation d'une espèce à une biocénose déterminée. La Constance est la régularité avec laquelle une espèce fait partie de la biocénose.

Ces notions portent donc sur la présence des espèces dans des biotopes et biocénoses déterminés. Dans le cas qui nous occupe, c'est, bien plus que la présence d'une espèce (on connaît parfaitement celles qui hibernent à Ramioul), la présence continue d'un spécimen déterminé dans le microclimat et le microbiotope qu'il s'est choisi pour hiberner (parois, fissure, interstice entre les stalactites...), et ce malgré les perturbations subies.

En d'autres termes, il nous a paru important, dans le cadre de notre étude, de quantifier la Tolérance, c'est-à-dire l'aptitude plus ou moins grande des individus (ultérieurement des espèces) à poursuivre leur hibernation malgré les perturbations subies.

Attirons l'attention sur le fait qu'il s'agit d'une estimation très délicate : en effet, même en l'absence de toute perturbation, nombre de chauves-souris se déplacent au cours de leur hibernation (GILSON, 1970, 1974b).

Nous proposons la relation :

$$T = \frac{V \times (1 + \frac{U.P.}{1000})}{M}$$

dans laquelle :

- V = le nombre de jours durant lesquels

une chauve-souris déterminée a été observée.

- M = le nombre de jours maximum possibles durant lesquels la même chauve-souris aurait pu être observée, à savoir le nombre de jours depuis la première observation jusqu'à la fin de la période d'expérimentation. En effet, il convient de ne pas pénaliser les chauves-souris entrant tardivement dans la grotte (en 1991, leur nombre a cru jusqu'au 7 mars).

Ainsi, si nous prenons le cas (de figure!) d'une chauve-souris entrée en hibernation le 1er janvier et sortie le 31 mars, sans avoir subi de perturbations (c'est impossible puisqu'il faut bien l'observer), sa Tolérance sera de 1. Notre relation vise donc à accorder, en quelque sorte, une "prime" à la chauve-souris qui sera restée longtemps sans sortir d'hibernation malgré les perturbations subies.

Exemple :

Prenons le cas de deux chauves-souris ayant hiberné dans le parcours touristique (C.S.1 et C.S.2) en 1991. Le tableau 1 montre que, dans l'ensemble, elles ne semblent pas avoir été trop perturbées puisqu'elles sont restées en hibernation respectivement du 31 janvier au 28 mars et du 22 janvier au 7 mars malgré le passage des touristes. Leur Tolérance respective est donc de :

$$\frac{57 \times (1 + 0,648)}{57} = 1,648$$

et de

$$\frac{45 \times (1 + 0,740)}{66} = 1,186$$

Si nous comparons avec deux chauves-souris observées dans la Zone 5 (zone témoin), C.S.3 et C.S.4., nous obtenons :

$$\frac{66 \times (1 + 0,828)}{66} = 1,828$$

$$\text{et } \frac{52 \times (1 + 0,774)}{66} = 1,397$$

Nous constatons donc que si, dans l'ensemble, le tableau 1 montre que l'hibernation peut parfaitement se dérouler malgré les visites touristiques, il n'en demeure pas moins que les chauves-souris hibernant dans une zone où les perturbations ne parviennent que très atténuées restent plus longtemps en hibernation. En effet, la moyenne de C.S.1 et de C.S.2 est de 1,417 alors que celle de C.S.3 et de C.S.4 est de 1,612, soit une différence de 13,76%. Les chauves-souris ayant hiberné dans le calme en Zone 5 réalisent donc un bien meilleur score. On notera cependant, avec quelque étonnement, que les chauves-souris n'hibernent pas pour autant en plus grand nombre dans cette zone calme.

III.3. Remarques

Précisons une nouvelle fois que ces deux relations permettant d'estimer le niveau des perturbations et la tolérance ont été élaborées en cours d'expérimentation. Elles devront être améliorées et affinées par la suite. Ainsi, une mesure mathématique de l'intensité lumineuse induite par l'éclairage manuel et l'éclairage général de la grotte lors des visites touristiques devra remplacer notre estimation empirique leur attribuant respectivement les valeurs 1 et 5. Autre exemple, la mesure de la Tolérance est jusqu'à présent individuelle (4 spécimens

choisis). Elle devrait ultérieurement être étendue au niveau des espèces. En effet, certaines espèces sont, à l'évidence, plus accommodantes que d'autres. Autrement, certaines n'auraient pas virtuellement disparu des grottes et même de la Faune belge. Autrement encore, la grotte de Bohon ne conserverait pas une maternité de *Myotis daubentoni*, alors que des visiteurs vandales leur envoient régulièrement des boulettes d'argile pour les faire s'envoler.

Le temps nous a manqué. En effet, dans le cadre de notre étude, on ne peut guère travailler efficacement que trois mois par an. Notre démarche se veut donc avant tout une prospection, qui nous permet au moins d'établir des comparaisons. Elle pourrait engendrer une nouvelle approche de l'étude de la raréfaction des chauves-souris dans les grottes belges. Elle nous permet déjà de formuler ci-après quelques propositions concrètes qui, quoiqu'encore imparfaites, ne peuvent qu'être bénéfiques au retour des Chiroptères dans les grottes belges.

IV. RESULTATS

IV. 1. Année 1991 - Observations et discussions

- Le résultat brut de nos observations figure au tableau 1. On y remarque spécialement que :

- 129 observations de Chiroptères en hibernation ont été effectuées, le maximum lors d'un contrôle étant de 19 chauves-souris le 7 mars.

- 350 visiteurs ont parcouru la grotte durant la période d'observation.
- 26 visites de la grotte ont eu lieu au total.
- 80,62% des observations ont été effectuées dans les trois zones d'entrée (Zones 1, 5, 7).

- Nos observations effectuées à Ramioul durant les trois premiers mois de 1991 montrent que les chauves-souris en hibernation supportent assez bien le passage des touristes et l'éclairage général de la grotte. En tout cas, beaucoup mieux qu'on pouvait le supposer et, à tout le moins, on peut considérer que ces visites, telles qu'elles ont été organisées durant l'hiver 1991, n'ont eu aucune influence vraiment négative et décisive sur l'hibernation.

- Le nombre de chauves-souris en hibernation est le plus élevé jamais observé. Plusieurs raisons peuvent être invoquées pour expliquer cet accroissement. Tout d'abord, le nombre de visites de contrôle n'a jamais été aussi élevé (9 en 3 mois). Il était prévisible que plus de spécimens seraient observés. Toutefois, nous pensons que, plus vraisemblablement, la protection de plus en plus complète accordée aux Chiroptères depuis quelques années commence à porter ses fruits : protection légale des espèces depuis 1983, suppression des baguements qui n'ont plus rien à nous apprendre, protection et mise en réserve des sites d'hibernation, fin des expériences scientifiques exigeant souvent

Tableau 1 : 1991 - OBSERVATIONS DE CHIROPTERES

Date	Visites	Visiteurs	U.P.	Total	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7	Zone 8	1ère observations	Dernière observations
10/01	1	20	50											
15/01	2	29	150											
22/01	2	28	150											
	1	1		11	2	-	1	-	3	-	3	2	C.S.2	
29/01	1	7	30										C.S.3	
31/01	1	1	2	14	5	-	-	1	3	1	2	2	C.S.4	
05/02	2	41	150										C.S.1	
07/02	1	1	2	15	4	-	-	1	4	1	3	2		
15/02	1	30	50											
16/02	1	1	2	13	4	-	-	-	4	1	3	1		
19/02	1	23	50											
21/02	1	23	50											
22/02	1	26	50											
23/02	1	1	2	16	8	-	-	-	4	1	3	-		
24/02	2	62	150											
01/03	1	25	50											
07/03	1	1	2	19	10	-	-	-	4	1	3	1		C.S.2
08/03	1	3	30											
14/03	1	2	4	15	7	-	-	2	3	1	2	-		C.S.4
15/03	1	23	50											
16/03	1	1	2	13	7	-	-	1	2	1	2	-		C.S.1
28/03	1	1	2	13	5	-	1	1	1	1	3	1		C.S.3
Totaux	26	350	1028	129	52	0	2	6	28	8	24	9	Séjour minimum	
													C.S.1	57 j.
													C.S.2	45 j.
													C.S.3	66 j.
													C.S.4	52 j.
Pourcentages				100	40,31	0	1,55	4,65	21,71	6,20	18,60	6,98		

de sacrifier des dizaines d'individus de certaines espèces...

- On peut cependant s'étonner de la remarquable Tolérance de certains spécimens (nous n'avons rapporté que 4 cas dans la note présente).

Ainsi, un *Myotis mystacinus* hibernant à quelques décimètres du passage des visiteurs a supporté le passage de 265 touristes depuis le 31 janvier et n'est sorti

d'hibernation qu'au début d'avril, très naturellement. Un autre *Myotis sp.* est resté 21 jours en hibernation, enfoncé dans une fissure à moins de 30 centimètres de la tête des touristes et à 60 centimètres de la porte, dont l'ouverture est pourtant très bruyante.

IV.2. Année 1992 - Observations et discussions

L'intérêt de ces observations réside dans le

fait que, comme prévu, visites et perturbations ont été beaucoup plus nombreuses qu'en 1991.

Pour détail, voir le tableau 2 ci-dessous.

On y remarque spécialement que :

- Le nombre de visiteurs par rapport à 1991 est passé de 350 à 1264, soit une augmentation de 261%.
- Les perturbations, mesurées comme en 1991, ont augmenté de 184%
- Nous avons observé 91 chauves-souris,

Tableau 2 : 1992 - OBSERVATIONS DE CHIROPTERES

Date	Visites	Visiteurs	U.P.	Total	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7	Zone 8
02/01	1	1	2	9	4	-	-	1	1	-	3	-
10/01	2	66	150									
12/01	1	1	2	7	3	-	-	1	1	-	2	-
14/01	2	42	150									
15/01	1	32	50									
16/01	1	28	50									
17/01	2	56	150									
23/01	4	107	150									
24/01	1	28	50									
25/01	1	1	2	9	5	-	-	-	1	1	2	-
28/01	1	35	50									
29/01	3	40	150									
30/01	2	58	150									
31/01	2	50	150									
01/02	1	11	50	11	7	-	-	-	2	1	1	-
04/02	1	17	50									
06/02	1	26	50									
07/02	1	27	50									
08/02	1	1	2	13	8	-	-	-	3	1	1	-
10/02	2	48	150									
11/02	1	18	50									
13/02	1	23	50									
15/02	1	1	2	12	6	-	-	-	1	2	3	-
18/02	1	23	50									
20/02	1	23	50									
20/02	1	23	50									
21/02	1	23	50									
22/02	2	29	150	7 (?)	3	-	-	-	1	-	3	-
25/02	1	23	50									
26/02	1	25	50									
27/02	1	25	50									
29/02	1	1	2	10	5	-	-	-	1	1	3	-
03/03	1	17	50									
05/03	1	20	50									
10/03	1	29	50									
11/03	2	57	150									
12/03	4	120	150									
19/03	1	24	50									
20/03	1	26	50									
21/03	1	1	2	6	4	-	-	-	-	-	2	-
24/03	1	11	50									
26/03	1	22	50									
27/03	1	24	50									
28/03	1	1	2	7	4	-	-	-	-	-	3	-
Totaux	60	1264	2916	91	49	0	0	2	11	6	23	0
Pourcentages				100	54	0	0	2	12	7	25	0
Variations par rapport à 1991 :												
Total	+34	+914	+1888	-38	-3	0	-2	-4	-17	-2	-1	-9
Pourcentages												
	+131	+261	+184	-29%	-6	0	-100	-77	-61	-25	-4	-100
91,21% aux entrées												

au lieu de 129 en 1991, soit une diminution de 29%.

Que peut-on en conclure ?

- Tout d'abord qu'il est généralement admis que l'année 1991 fut une année exceptionnelle dans tous les sites d'hibernation et que, par contre, en 1992 les effectifs de chauves-souris ont été moins importants (environ -5%). Cette tendance a été observée à Ramioul (-29%).
- Nous avons calculé ces pourcentages parce que cela fait assez sérieux. "Assez" seulement. Cela peut être trompeur. Ainsi, 50 chauves-souris en moins dans une carrière souterraine très fréquentée ne représentent qu'une diminution de 3 à 5%. Par contre, dans un modeste site d'hibernation comme Ramioul, 5 ou 6 chauves-souris de moins représentent une diminution de près de 30%. Il ne faut comparer que ce qui est comparable et les effectifs observés en 1992 à Ramioul nous paraissent, malgré la rigueur des chiffres, très satisfaisants.
- La diminution des effectifs observés à Ramioul est donc une tendance assez générale pour 1992, mais il nous paraît évident que l'accroissement du nombre de visites, de visiteurs et de perturbations doit également jouer un rôle dans cette diminution. Toutefois, le fait d'observer un maximum de 13 chauves-souris en hibernation le 08.02.92, au lieu de 19 le 07.03.91 nous paraît une fréquentation très honorable pour la grotte de Ramioul. Voir à ce sujet les observations de R. GILSON de 1961 à 1990.

IV.3. Année 1993 - Observations et discussions

Voilà une période d'observation qui nous a beaucoup surpris. Il faut savoir que suite à la réalisation du projet FEDER, la grotte de Ramioul fut fermée aux visites touristiques dès le 22.12.1992.

Ce fut donc un hiver calme pour les chauves-souris jusque fin mars 1993, époque à laquelle commencèrent d'importants travaux dans la grotte.

Il était donc important pour nous de comparer les observations d'un hiver (1992) meublé par 60 visites en 3 mois et un hiver (1993) où nos observations ont constitué la seule perturbation du site.

Vu l'absence des visites touristiques, nos visites de contrôle ont été réduites à 3, soit une visite mensuelle (le 14.01.93, le 13.02.93 et le 13.03.93).

Nos résultats sont les suivants :

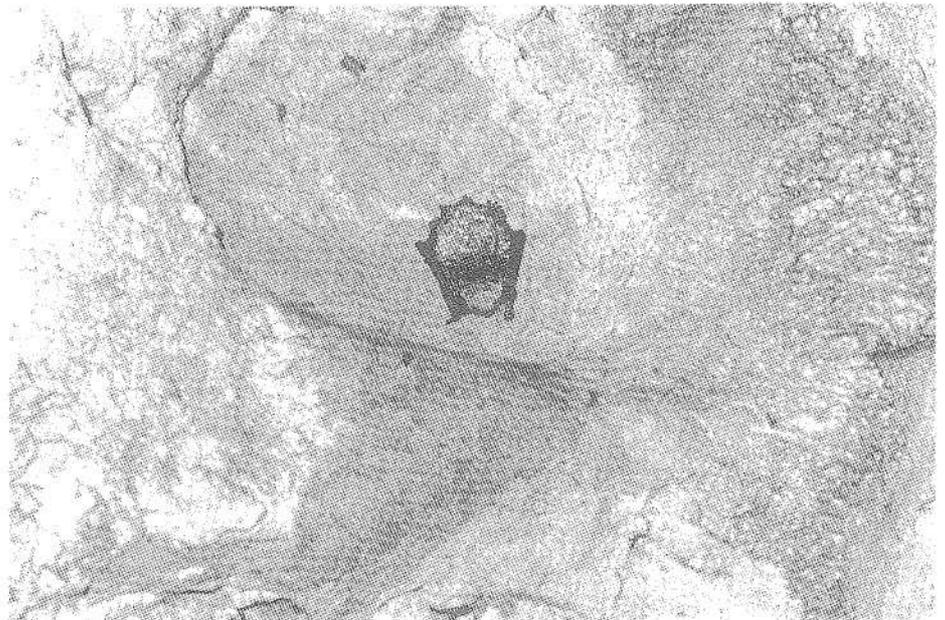
- 14.01.1993 : 8 observations se répartissant comme suit :

Zone 1: 4, Zone 5: 1, Zone 6: 1, Zone 7: 2

- 13.02.1993 : 14 observations se répartissant comme suit :

Zone 1: 10, Zone 2: 1 (éveillée), Zone 5: 1, Zone 7: 2

- 13.03.1993 : 14 observations se répartissant comme suit :



Après un minimum de 66 jours d'hibernation dans la Zone 5, ce *Myotis mystacinus* est couvert de gouttelettes de condensation. Il s'agit du spécimen C.S.3.

Zone 1: 7, Zone 2: 1, Zone 4: 2, Zone 7: 3, Zone 8: 1

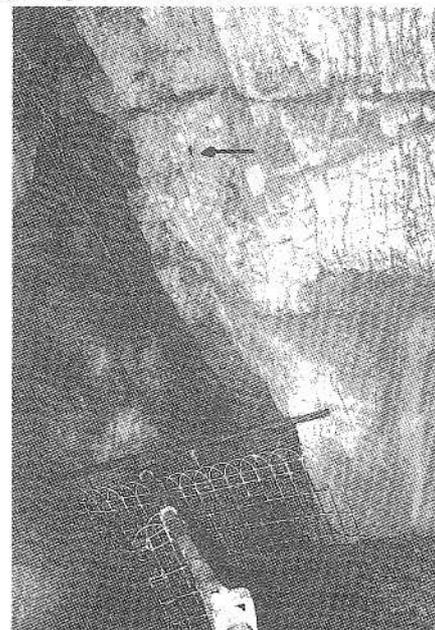
Ajoutons encore, comme observation significative, que nous avons observé 2 chauves-souris en Zone 1 et 1 chauve-souris en Zone 7 le 01.04.93, alors que les travaux de la grotte avaient débuté le 22.03.93 (démolition des anciennes passerelles en béton à l'aide de marteaux piqueurs, bruit infernal, portes ouvertes et éclairage général dès 8 heures du matin). Huit jours plus tard, le 07.04.93, il restait encore au moins un *M. mystacinus* profondément endormi dans la Zone 1

malgré le vacarme et l'éclairage. C'était sans doute le petit demeuré un peu sourd de Ramioul.

Comment interpréter ces résultats ?

- Tout d'abord, on ne constate aucune différence significative entre nos observations de 1992, année à perturbations très importantes, et celles de 1993, année au cours de laquelle n'eurent lieu aucune visite touristique, ni perturbation jusqu'au 22 mars...
- En ce qui concerne la répartition des effectifs dans la grotte, on constate que les Chiroptères ont hiberné massivement, comme d'habitude, dans les zones d'entrée, surtout la Zone 1. On peut toutefois s'étonner de la désaffection pour l'une d'entre elles, la Zone 5, habituellement fréquentée, surtout par les chauves-souris hibernant de longues semaines sans aucun déplacement (1991).

Dans la Zone 6, ce *Myotis mystacinus* (C.S.1.) est resté en hibernation du 31 janvier au 28 mars 1991 dans cette fissure toute proche du passage des touristes. Il ne semble pas avoir été dérangé par 19 visites de la grotte ayant entraîné le passage de 265 visiteurs.



V. OBSERVATIONS DE R. GILSON DE 1961 A 1990

V.1. Tableau des observations

Notre ami R. GILSON nous a confié la synthèse de ses observations dans la grotte de Ramioul de 1961 à 1990. Nous lui en sommes d'autant plus reconnaissant qu'il sait que nos interprétations des résultats et nos conclusions vont parfois à l'encontre des siennes.

On trouvera le détail de ses observations dans le tableau 3 ci-après.

V.2. Discussions

- Les observations de R. GILSON sont d'un intérêt exceptionnel. En effet, nous ne sommes pas trop sûr qu'il existe en Belgique de nombreuses grottes pour lesquelles on dispose de données sérieuses et presque ininterrompues depuis 25 ans, sur l'hibernation des Chiroptères.

- Nous ne souhaitons nullement nous appesantir lourdement sur notre soucis de quantifier l'importance des perturbations, mais il faut admettre qu'il n'est pas facile d'interpréter, a posteriori, ce qu'il appelle "perturbations nulles (c'est impossible), faibles, très faibles, fortes ou maximales". Ce sont, une fois de plus, des appréciations purement subjectives.

Pour nous, une seule évaluation est certaine: la perturbation maximale. En effet, lorsqu'on éveille une chauve-souris en hibernation pour la baguer, la peser, la mesurer et lui attribuer généreusement un sexe (qu'au demeurant elle avait déjà), on annule ipso facto l'objet de l'étude, à savoir la chauve-souris en hibernation: elle ne l'est plus.

Par contre, nos observations à Ramioul en 1991, 1992 et 1993 peuvent être comparées plus aisément puisque, toute imparfaite que soit notre méthode, elle permet de chiffrer les perturbations encourues et de réduire à néant les appréciations purement subjectives ou personnelles.

- R. GILSON calcule pour chaque année la fréquence moyenne. Ce genre de calcul a pour effet que plus le nombre de visites d'observation augmente, plus la fréquence moyenne diminue et inversement, moins il y a de visites et plus la fréquence augmente. Pour illustrer ce qui précède, prenons l'exemple des hivers 84/85 et 85/86. En 1985, 2 visites, 15 observations de chauves-souris: fréquence moyenne 7,5. En 1986, toujours 15 observations, mais 4 visites d'où la fréquence tombe à 3,8.

Cette fréquence moyenne est-elle significative? Nous en doutons. En ce qui nous concerne, il nous paraît très simple de faire croître artificiellement cette moyenne: il suffit de visiter la grotte de Ramioul une seule fois vers le 15 mars, époque à laquelle la fréquentation de la grotte est maximale. La fréquence moyenne atteindrait artificiellement des records puisqu'elle serait de 14 ou 15.

- Il se dégage des observations de R. GILSON une évidence qui n'aura échappé

à personne. La grotte de Ramioul n'étant virtuellement jamais visitée par les touristes en hiver avant 1989, la logique officielle voudrait donc que l'on ait observé de plantureuses grappes de chauves-souris suspendues aux voûtes et parois des galeries. Il n'en fut rien. Au contraire, la densité des populations observées fut extrêmement faible, sinon dérisoire. Notre logique veut donc qu'il n'y ait aucune relation directe entre la fréquentation d'une grotte par de nombreux visiteurs et le nombre de chauves-souris en hibernation. Il faut donc chercher ailleurs les raisons de la disparition des chauves-souris.

- Après la parution de notre première étude sur le sujet (HUBART, 1991), on nous a suggéré de laisser le site en repos durant 5 ans en nous annonçant des merveilles (diversification et accroissement du nombre d'espèces fréquentant la grotte, abandon par les Chiroptères des fissures et recoins pour hiberner librement aux voûtes et sur les parois des galeries...).

Tout d'abord, cette mise en repos était matériellement irréalisable: il ne faut pas oublier que si nous avons entrepris la présente étude, c'est justement parce que le nombre de visites hivernales est appelé à s'accroître dans l'avenir.

Ensuite, à quoi bon? Cela a été fait: durant les hivers 1976/1977 et 1977/1978, le site de Ramioul fut laissé en repos. Résultat? En 1978/1979, 2 chauves-souris observées. Nouveau repos en 1979/1980. Résultat? En 1980/1981, 1 chauve-souris observée. Une aussi en 1981/1982. Ce n'est pas dans cette voie qu'il faut chercher et je vieillis bien trop vite pour avoir le temps de perdre mon temps. Pourquoi s'en tenir à des théories plutôt qu'à des faits? C'est d'ailleurs bien plus facile.

VI. LE CAS DES GROTTES ACCESSIBLES AUX SEULS SPELEOLOGUES - ESSAI D'EXPLICATION, HYPOTHESES DE TRAVAIL ET PROPOSITIONS

Mais finalement, qui donc visite ces fameuses grottes "accessibles aux Seuls Spéléologues"? Élémentaire, dira-t-on. Pas tant que cela. Certes, nous ne sommes pas le premier à nous poser la question, mais nous pensons être le deuxième, après Charles BERNARD (1993), à tenter d'apporter quelque élément de réponse. Comment? En observant et en décrivant les faits. Élémentaire, une fois encore? Bien sûr! Mais visiblement hors de portée de la plupart des "Scientifiques" qui, confortablement, en sont restés à nos descriptions, exactes mais dépassées, du monde spéléologique des années soixante (HUBART, 1973). C'est ainsi qu'on se trompe maintenant d'adversaire et qu'on tire dans les pattes de ses amis! Expliquons-nous. On regroupe maintenant sous le terme "spéléologue" de curieux

TABLEAU 3 : OBSERVATIONS DE R. GILSON

Perturbations d'origine humaine et taux de fréquence des chauves-souris					
- Avant 1962 : perturbations inconnues, probablement très faibles					
- Hiver 61/62 : 1 visite : 2 chauves-souris					
- 7 années sans observations : perturbations nulles ou faibles					
Observations en période hivernale : du 15.10 au 15.04					
Hivers	Nbre visites	Total c-s	Fréquence moy.	Perturbations	
68/69	2	3	1.5		
69/70	12	33	2.8	Capture et baguement intensifs	
70/71	20	25	0.8	Perturbations maximales	
71/72	5	3	0.6		
72/73	6	6	1.0		
73/74	12	15	1.3		
74/75	3	2	0.7		
75/76	3	8	2.7	Capture sans baguement Perturbation forte	
76/77	0	-	-	Site en repos	
77/78	0	-	-	Perturbation nulle ou faible	
78/79	1	2	2.0		
79/80	0	-	-		
80/81	1	1	1.0	Baguement	
81/82	1	1	1.0	Baguement	
82/83	1	5	5.0	Pas de capture. Perturbation très faible	
83/84	2	7	3.5		
84/85	2	15	7.5	Capture sans baguement	
85/86	4	15	3.8	Perturbation forte	
86/87	3	10	3.3		
87/88	3	7	2.3		
88/89	5	11	2.2	Visites fréquentes. Pas de capture. Perturbation faible	
89/90	3	10	3.3		
Remarques					
- Population d'abord très faible, avant même le début du baguement.					
- Visites très fréquentes et baguement intensif : diminution du taux de fréquence.					
- De 76 à 80 : les périodes de repos ne voient pas une augmentation significative de la population.					
- De 80 à 83 : étant donné le renouvellement constant de la population, celle-ci reste très faible sans qu'on puisse attribuer une influence au baguement.					
- Après 83 : augmentation irrégulière du nombre de chauves-souris correspondant à la situation observée ailleurs; influence des perturbations dues aux captures peu significative.					

individus présentant au moins cinq visages différents. Encore que, pour certains d'entre-eux, on peut difficilement appeler "visage" ce curieux objet qui, à l'évidence, serait mieux à sa place dans une culotte que sur des épaules.

- Malgré de grandes et inutiles envolées prémonitoires, nous n'avons jamais prévu que les grottes belges puissent être un jour l'objet de la concupiscence des "Tours-Opérateurs". Bien sûr, on le sait, chacun concupisce comme il peut, mais cette mainmise sur certaines grottes de Wallonie, livrées maintenant comme "des perles aux pourceaux", nous a affecté. D'abord, parce que nous ne l'avions pas prévu -c'est vexant- mais surtout parce que nous voyons que tous les spéléologues belges se sont retrouvés, par inadvertance, englués dans cet infâme panier de Crabes.

Tout cela est bien triste, mais l'UBS a entrepris de bouter dehors les sauterelles bataves ou autres. Nous espérons très sincèrement en elle pour que les prédateurs de nos grottes soient bientôt éjaculés loin d'ici.

- Il existe aussi pas mal de spéléologues d'un jour, une masse incontrôlable et fluide, sans rapport évident avec les Tours-Opérateurs. Nous avons, hélas, connu le cas à Ramioul, où la grotte fut traversée, durant un jour entier, par une cohorte de "Marcheurs" qui, sans doute, connurent là l'émotion de leur vie à bien peu de risque. L'UBS nous a appris que, tout récemment, la grotte de Warre avait été ainsi traversée par un grottesque cortège aux flambeaux. Des écoles organisent aussi des journées sportives au cours desquelles la Spéléologie vient en bonne place.

- Il existe bien sûr les "Scientifiques". Sans doute intelligents, méthodiques, modèles, mais semble-t-il assez déconnectés des réalités spéléologiques, tout au moins pour ce qui concerne la Biospéologie. Ce ne

semble nullement être aussi systématiquement le cas pour les autres disciplines de la Spéléologie.

Leur attitude, au moins méprisante, parfois agressive vis-à-vis des autres spéléologues, ne plaide guère en faveur des causes légitimes qu'ils défendent et cette vague perte de crédibilité nuit évidemment à la protection des cavernes et de leur faune.

-Il existe d'autres spéléologues sérieux. De ceux que l'on rencontre de plus en plus souvent au détour d'une grotte. S'ils vont sous terre, c'est par amour. Amour de quoi? Allez savoir. Bien sûr que je sais, mais pour dire, il faudrait toute la sensibilité et la délicatesse d'un nouveau Casteret.

Profondément respectueux du milieu qui leur est cher, cet autre "chez eux", ils ressentent la sourde indignation de ceux qui n'ont pas été jugés, mais préjugés et maljugés. Pourtant, ce sont eux qui portent nos espoirs en une Spéléologie meilleure. Il faut se garder de négliger stupidement un énorme potentiel de créativité.

- Enfin, il existe une autre frange de spéléologues, ceux qui ont moins compris. Pas mauvais, certes, mais nettement moins bons quand même. Pour eux, un conseil est une insupportable atteinte à leur liberté. Aventuriers nostalgiques en retard de 500 ans, la moindre fente de notre infortuné sous-sol les pousse au viol. Bien sûr, on fait ce qu'on peut, mais des Cortès, on n'en a plus tellement besoin. Peut-être, à temps perdu, pourraient-ils se poser quelques questions ?

VI.1. Les zones d'hibernations

Ainsi que nous l'avons dit, un fort pourcentage des chauves-souris hibernent à proximité immédiate des entrées. Or, s'il s'agit à Ramioul de zones simplement parcourues en deux ou trois minutes, il en va tout autrement dans les grottes non touristiques. En effet, par la force des choses, c'est souvent dans le porche

d'entrée ou à proximité immédiate que les spéléologues séjournent le plus longtemps et le plus bruyamment : c'est là qu'ils s'équipent, préparent le matériel nécessaire à la visite, prennent parfois un dernier casse-croûte, discutent... Très souvent aussi, des nostalgiques attardés de la Préhistoire (qui ne sont que rarement des spéléologues) y allument des feux de camp ou y organisent des barbecues. Si c'était le cas à Ramioul, et ce le fut, hélas, quelque 80% des chauves-souris seraient ainsi gravement perturbées. Selon certains Collègues, les attitudes décrites ci-dessus deviendraient de plus en plus rares : on s'équipe près des voitures... Tant mieux s'il y a progrès; souhaitons que les attitudes présentes puissent réparer les erreurs du passé.

VI.2. Le mode de progression

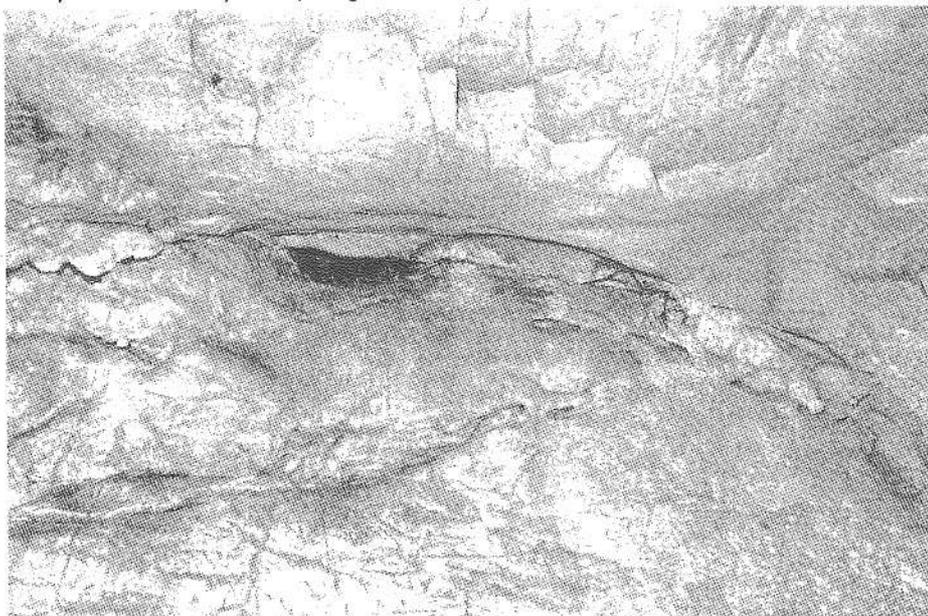
Il est évident que si dans les grottes touristiques la progression s'effectue en général sans bruits excessifs (ce sont finalement l'ouverture des portes et les commentaires du guide qui font le plus de bruit), ce n'est certes pas le cas dans les grottes non aménagées. En effet, les difficultés du parcours entraînent force ahans, cris et jurons chez les moins policés, raclements de vêtements et bottes sur les parois... Il faut parfois traîner du matériel, équiper la grotte, des appels et ordres divers sont lancés... Nous le savons par expérience puisque dans ces conditions, nous ne sommes certes pas moins bruyant que les autres.

Le niveau sonore est donc très différent et, dans la plupart des cas, ces bruits nous paraissent incompressibles, spécialement l'installation du matériel.

VI.3. L'effet "aller-retour"

Dans notre évaluation des perturbations, nous attribuons la valeur 1 à J lorsqu'une seule visite journalière a lieu et la valeur 3 s'il y a plus d'une visite. En effet, si les perturbations d'une visite peuvent amorcer le processus de réveil, on peut supposer, en toute hypothèse, qu'une fois le calme et l'obscurité revenus, ce processus se désamorce et l'hibernation reprend normalement. Par contre, une seconde ou une troisième visite consécutives ne peuvent que réactiver le processus de réveil et la sortie d'hibernation. Cela devrait être vérifié, mais nous paraît évident. A Ramioul, les visites répétées sont rares. Nous avons enregistré seulement trois cas en trois mois (en 1991) où deux visites se sont suivies et un seul cas où trois visites ont eu lieu le même jour, l'une d'entre elles étant notre furtive visite de contrôle, et 11 en 1992. De plus, et ceci nous paraît fondamental, dans la grotte de Ramioul chaque visite ne perturbe qu'une fois, puisque les touristes traversent la grotte en entrant par l'étage moyen pour ressortir par l'étage supérieur. Qu'en est-il des spéléologues visitant une grotte non aménagée ? Si l'on excepte de très exceptionnels cas de "traversées", dans la presque totalité des grottes belges, les

Exemple de microbiotope très protégé et très fréquenté, en Zone 7.



spéléologues doivent, pour sortir, revenir sur leurs pas : ils s'équipent, équiper la grotte, explorent comme nous l'avons évoqué au point précédent et pour sortir ils reprennent un processus exactement inverse. Chaque visite d'une grotte équivaut donc à deux visites perturbatrices. Et pour peu, ce n'est pas rare, que deux clubs visitent la même grotte le même jour ou que, c'est fréquent, plusieurs équipes se succèdent durant tout le week-end, le niveau des perturbations doit être intolérable. Nous avons la conviction que dans ces conditions, aucune chauve-souris ne peut entrer ou rester en état d'hibernation.

Finalement, nous négligerons même la plupart des hypothèses fort aléatoires et invérifiées à Ramioul (élévation des températures, respiration des visiteurs,...) pour estimer qu'avec les feux de camp et, évidemment, les manipulations, c'est cette répétitivité des visites qui est la cause majeure, sinon unique, de la disparition des chauves-souris des grottes de Belgique. Bien sûr, nous ne souhaitons pas nous lancer à notre tour dans des hypothèses invérifiables, mais justement ce qui précède va nous permettre de formuler un certain nombre de propositions qui, si elles sont mises en application, pourront confirmer ou infirmer notre point de vue. De toute façon, cela ne pourra qu'être bénéfique aux chauves-souris, ce qui est pour nous le principal.

VI.4. Propositions

Dans le cadre des grottes accessibles aux seuls spéléologues comme dans le cas de Ramioul, l'idéal serait évidemment d'interdire tout accès aux grottes durant la période d'hibernation. C'est actuellement tout à fait impossible, donc fort peu rationnel. Malgré cette contrainte, quelques mesures pourraient aisément être appliquées et seraient un début de réconciliation entre les spéléologues sportifs (entendez non scientifiques) et les chauves-souris.

Nous proposons ci-après une démarche et quelques mesures qui pourraient s'avérer efficaces.

VI.4.a. Tout d'abord, scinder les grottes en deux catégories :

- Celles qui sont réhabilitables à moyen terme (Catégorie I).
- Celles qui ne sont récupérables qu'à long terme, si elles le sont (Catégorie II)

Illustrons ce qui précède par l'exemple de deux grottes géographiquement proches :

- Malgré pas mal d'avaries, la grotte Monceau pourrait rapidement redevenir une zone privilégiée pour l'hibernation des Chiroptères.

- La grotte Sainte-Anne était aussi favorable à l'hibernation il y a cinquante ans mais, trop fréquentée, elle ne peut être prise en considération.

Se dégageront ainsi une série de grottes (limitée sans doute) méritant une attention particulière et dont les caractéristiques principales seront d'être assez peu fréquentées, de présenter aux entrées des

zones fissurées propices à l'hibernation, d'être si possible parcourues par un léger courant d'air (GILSON, communication personnelle) et, c'est une indication, d'avoir été fréquentées par les chauves-souris dans le passé.

VI.4.b. Les grottes de catégorie I pourraient être aisément répertoriées si, en début de saison d'hibernation, tout spéléologue de bonne volonté voulait se montrer un protecteur actif en essayant de déterminer, au hasard de ses pérégrinations, les zones occupées ou occupables par les chauves-souris dans les grottes qu'il fréquente : zones fissurées, courant d'air, hauteur des parois... Cela peut être long, fastidieux, mais nous sommes convaincu qu'en 3 ou 4 ans, il serait possible de superposer aux topos classiques une topo des zones à chauves-souris. Le cadastre des Chiroptères des grottes belges, en quelque sorte. Après tout, cela s'est bien fait pour les glaciers et autres cavités artificielles (FAIRON et al. 1978, 1982).

VI.4.c. Nantis de ces informations, les spéléologues responsables, et il y en a de plus en plus, pourraient à l'évidence adopter un comportement approprié lors de leurs visites dans les grottes de catégorie I : s'équiper (ou continuer à s'équiper) loin des entrées, franchir en silence les dix premiers mètres, évidemment y éviter trop de curiosité même légitime, les manipulations intempestives et feux de camp. Est-ce vraiment trop demander ? Après tout, à ma connaissance, le niveau de réussite d'une bonne journée passée sous terre est sans commune mesure avec le nombre de décibels émis par les participants ?

VI.4.d. Reste le délicat problème des visites successives. Ce manque d'échelonnement des visites nous paraît être, comme nous

l'avons dit précédemment, une cause majeure de la disparition des chauves-souris. Des solutions doivent pourtant bien exister. Les clubs organisent souvent leur programme d'activités longtemps à l'avance. L'Union Belge de Spéléologie s'est dotée d'un matériel informatique performant et d'un personnel de plus en plus qualifié. Une fois la liste des grottes de catégorie I bien définie, leur visite pourrait être programmée. Serait-il vraiment si contraignant pour les responsables de clubs, au moment d'établir leur programme d'activités, de consulter un fichier à l'UBS pour savoir si telle grotte est libre à telle date, quand a eu lieu la dernière visite, quand est prévue la prochaine ? Et d'avoir le courage de postposer ou d'annuler ?

VI.4.e. Rendus responsables des grottes qu'ils visitent, les spéléologues pourraient eux-mêmes estimer à l'avance, même sommairement, le niveau de perturbations induit par leur visite et prendre leurs responsabilités en connaissance de cause. Notre méthode d'estimation des perturbations reste applicable à condition de modifier la valeur de certains paramètres. Ainsi E devrait valoir toujours au moins 5, en ce sens que 5 à 10 lampes à carbure fonctionnant en continu à l'aller et au retour doivent correspondre au moins à un éclairage électrique général. P devrait valoir au moins 5 dans la mesure où il est rare que les spéléologues pratiquent comme nous en solitaire ou en groupes de 2 ou 3 personnes. De plus, comme nous l'avons dit, la visite d'une grotte non aménagée par 5 à 10 personnes produit au moins autant de bruit qu'une visite de 30 personnes dans une grotte aménagée. Enfin, P doit, dans le meilleur des cas, être égal à 3 puisqu'il y a toujours, dans le cas d'une grotte non touristique, un aller et un retour. Cette valeur devrait être sensiblement accrue lorsque plusieurs équipes visitent la même grotte le même jour. Il est vrai que dans ce cas, comme nous l'avons dit, il y a fort peu de chances pour que les Chiroptères restent en hibernation et tout calcul risque d'être sans objet.



VII. CONCLUSIONS

VII. 1. Dans l'étude qui précède, nous nous sommes efforcé, avec plus ou moins de succès, de ne laisser aucune place aux impressions, aux sentiments personnels, aux hypothèses stériles parce que invérifiables et, évidemment, invérifiées.

VII. 2. Notre étude porte sur des faits : nos observations dans la grotte de Ramioul.

Trois cas de figure ont été abordés :

- Une fréquentation touristique moyenne pour une grotte touristique : 350 personnes (en 1991).
- Une fréquentation touristique plus importante (en 1992).
- Aucune fréquentation touristique (en 1993).

Les observations de R. GILSON de 1961 à 1989 sont également prises en considération.

VII. 3. Il en ressort un élément qui nous paraît incontournable : il nous est impossible d'établir une relation directe et significative entre le nombre de visiteurs et la fréquence des chauves-souris en hibernation dans la grotte de Ramioul. Il faut donc se résoudre à chercher ailleurs les causes de la disparition des chauves-souris dans les grottes non touristiques.

VII. 4. Nous avons formulé quelques conseils aux spéléologues et quelques hypothèses de travail. Leur vérification est possible, mais dépend la bonne volonté des spéléologues. Il faut leur faire confiance.

VII. 5. Nous avons dit qu'il fallait chercher ailleurs que dans la seule fréquentation des cavernes par les spéléologues les raisons de la raréfaction des chauves-souris. Quelles sont donc les autres raisons possibles ?

Nous allons voir. Dressons un "état des lieux" pour la période s'étendant de 1950 à 1985 par exemple. Nous constatons :

- Que les chauves-souris ne bénéficiaient d'aucune protection légale avant 1983.
- Que les baguements battaient leur plein et avaient lieu, dans la plupart des cas, durant l'hibernation. Donnons quelques chiffres à titre d'indication : ayant débuté à la fin des années 30, après une interruption due à la guerre, le baguement a repris de plus belle dans les années 50 à 85. Un bagueur moyen a pu baguer quelque 3000 spécimens. Certains d'entre-eux, très performants, ont atteint le nombre de 5000. Les chauves-souris réveillées, pesées, mesurées puis baguées se comptent sans doute par dizaines de milliers, pas toutes dans les grottes bien sûr (le chiffre exact, pour ceux que cela intéresse, peut être obtenu à l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique).

- Nous constatons aussi que la spéléologie dite sportive est en pleine expansion.

Quelles conclusions ont été tirées et abondamment publiées ? Tout simplement que les spéléologues portaient seuls la responsabilité de la raréfaction des chauves-souris dans les grottes.

Celle-là, il fallait l'oser, non ? Et cela a marché !

Quel est "l'état des lieux" depuis 1985 ?

- Les chauves-souris sont légalement protégées.
- Les expériences de baguement ont pris fin.
- L'augmentation du nombre de Chiroptères est généralisée, y compris dans certaines grottes accessibles aux seuls spéléologues.
- Pourtant, le nombre de spéléologues sportifs est resté, dans le meilleur des cas, au moins égal à ce qu'il était avant 1985.

Nous pensons donc, avec quelque

tristesse, que le fait d'avoir rejeté sur les seuls spéléologues sportifs la responsabilité de la raréfaction des chauves-souris est la plus grande supercherie, la plus grande campagne de désinformation qu'ait connue la Biospéologie belge.

VII. 6. Nous ne souhaitons pas susciter une polémique qui ne fera pas avancer la protection des Chiroptères. Contrairement à ce que certains pourraient croire, cela ne m'a pas amusé de découvrir, ni surtout de dire certaines vérités. Il faut se soucier des faits et non des théories. **Ecarter les spéléologues de la dynamique de protection des chauves-souris est, en 1993, une attitude retrograde et stérile.**

VII. 7. Après la publication de notre première étude sur le sujet en 1991, on nous a dit que c'était un article dangereux. Peut-être, mais dangereux pour qui ? Pas pour les chauves-souris en tout cas. Chercher à les protéger en fondant son action sur le mensonge est une démarche vouée à l'échec.

VII. 8. Nous considérerions cet article comme regrettamment incomplet s'il ne se terminait par l'une ou l'autre perfidie. La voilà. Nous avons appris tout récemment que plus jamais nous n'aurions l'occasion d'observer une chauve-souris ! Désormais, nous aurons des "Taxon-Contacts". Voilà donc les ex-bagueurs qui se recyclent en "Contacteurs de Taxons" !. Enfin une note gaie dans ce triste article. Je comprime avec peine un grand rire qui cherche à déferler et cela fait mal.

C'est bien beau tout cela, mais comment vais-je expliquer à mes petites bêtes de Ramioul qu'elles vont s'endormir chauves-souris et se réveiller Taxons ?

Tant pis pour elles. A-t-on idée de dormir si longtemps !

REMERCIEMENTS

Bien qu'il connaisse parfaitement la divergence de nos opinions respectives, notre ami René GILSON nous a donné libre accès à toutes les informations dont il dispose sur la grotte de Ramioul. C'est là un bel exemple de probité intellectuelle. Qu'il trouve ici l'expression de toute notre gratitude.

EPILOGUE

Je tâtonne ces dernières lignes alors qu'il fait un minuit tiède encore sur la terrasse. Me voilà enfin soulagé de cet article. Fidèle à une habitude multimillénaire, le Cygne, là-haut, bien à l'aise dans sa constellation personnelle, infléchit doucement son vol vers le ciel de l'Ouest. En contournant, je vois les deux Pipistrelles qui bégayent leur vol au bord du frêne, juste avant leurs deux tours près des peupliers. Je sais que bientôt, elles prendront en enfilade la longue allée qui mène au jardin. Voilà bien deux malignes ! Jamais l'idée saugrenue d'hiberner dans une grotte ne

les a effleurées.

Ce serait morphologiquement surprenant pour des Chiroptères en vol, mais il m'a semblé qu'en passant, elles m'ont fait un bras d'honneur ! ?

BIBLIOGRAPHIE

BERNARD C. - 1993 - La protection des habitats souterrains et des espèces cavernicoles en Belgique. Une mise au point. Chercheurs de la Wallonie. Bull. trimestriel 133: 12-14.

DOUCET J. - 1973 - Des auxiliaires à protéger: les Chauves-souris. L'homme et la Nature, 9: 2-4.

FAIRON J. - 1972 - Spéléologie et protection des Chauves-souris. Bull. Rés. Nat. et Ornith. de Belgique 19: 24-26.

FAIRON J., GILSON R., JOORIS R., LEBRUN M. - 1978 - Les réserves Chiroptérologiques en Belgique. Bull. Centr. Bag. Rech. Chiropt. Belge 5: 13-51.

FAIRON J., GILSON R., JOORIS R., FABER T., MEISCH C. - 1982 - Cartographie provisoire de la faune chiroptérologique belgo-luxembourgeoise. Bull. Centr. Bag. Rech. Chiropt. Belge 7.

GILSON R. - 1970 - Les Chiroptères des carrières souterraines de Castert. Bull. Chercheurs de la Wallonie XXI: 165-187.

GILSON R. - 1974a - Quelques aspects de l'écologie des Chiroptères de Belgique et causes principales de leur déclin. Bull. Rés. Nat. et Ornith. de Belgique 21: 17-21.

GILSON R. - 1974b - Relations entre les conditions climatiques du milieu souterrain et l'écologie de *Myotis mystacinus* KUHL. Bull. Chercheurs de la Wallonie XXIII: 265-280.

HUBART J.-M. - 1973 - Urgence d'une protection des cavernes et biotopes souterrains de Belgique. Naturalistes belges 54, 4: 141-154.

HUBART J.-M. - 1991 - Influence des visites touristiques sur l'hibernation des Chiroptères. Essai de quantification des perturbations et de leur impact sur les populations hibernantes. Bull. Chercheurs de la Wallonie XXXI: 103-117.

JEUNIAUX CH. - 1981 - Ecologie. Presses universitaires de Liège: 87.

JOORIS R. - 1979 - Biologie et ecologie van de europese Chiroptera. Het Wiertje 10 (3): 125-154.

LIBOIS R. - 1983 - Protégeons nos mammifères. Duculot-Région wallonne 30-48.

MERENNE-SCHOUMAKER B. - 1975 - Aspects de l'influence des touristes sur les microclimats de la grotte de Remouchamps. Ann. Spél. 30 (2): 273-285.

MOODY D.D. - 1989 - Use of red light for Bat population survey and its potential to reduce human/bat conflicts in recreational caves. NSS News Oct.: 256-257.

Recensements
appel de collaborateurs p.XI.

Paul DE BIE
(SC Avalon Antwerpen - VVS)



TROU WERON : LE RESEAU NOIR

MOTS-CLES

Belgique - Province de Namur - Yvoir - Mont-sur-Meuse - Trou Wéron - Réseau Noir.

RESUME

À la suite de travaux de désobstruction effectués au cours de 1992 et 1993 au Trou Wéron (Mont-sur-Meuse) par Philippe Lacroix (SSN) et le SC Avalon (Antwerpen), près de 300m de nouvelles galeries ont été découvertes. Contrairement au reste du Wéron, ayant un caractère vertical, cette partie est presque horizontale et se dirige vers la chantoire Dellieux voisine dont elle s'approche même fortement en son extrémité. La découverte est aussi intéressante du point de vue sportif.

KEYWORDS

Belgium - Province of Namur - Yvoir - Mont-sur-Meuse - Trou Weron - Réseau Noir.

ABSTRACT

In 1992-1993, after a lot of digging by Philippe Lacroix (SSN) and SC Avalon (Antwerp) in Trou Weron (Mont-sur-Meuse), some 300m of new galleries were discovered. While the "classic" part of the Weron is rather vertical, the new part is more or less horizontal and develops in the direction of the Chantoire Dellieux. The discovery is also interesting because of its very sporting nature.

SLEUTELWOORDEN

België - Yvoir - Mont-sur-Meuse

SAMENVATTING

In de loop van 1992 en 1993, leverden desobstructiewerken door Philippe Lacroix (SSN) en SC Avalon (Antwerpen) in de Trou Weron (Mont-sur-Meuse), bijna 300 meters nieuwe galerijen op. In tegenstelling met het eerder verticale karakter van de Weron, betreft het hier een quasi horizontaal deel dat zich in de richting van de nabijgelegen Chantoire Dellieux begeeft, en deze laatste vrij dicht naderd. De ontdekking is eveneens interessant vanuit sportief oogpunt.

SITUATION

Province de Namur
Mont-sur-Meuse (Commune d'Yvoir)
Coord. Lambert: 188,450 / 116,110/ 215
Carte IGN : 53/3-4

TRAVAUX

Ce qui a précédé...

À hauteur des Banquettes Horizontales dans le Wéron, se trouvait un petit boyau souffleur presque complètement comblé par des sédiments. Yves Dubois du SC de Belgique, ayant vu ce boyau pendant ses recherches dans le Wéron (automne '88), souligne à cette époque l'intérêt du boyau

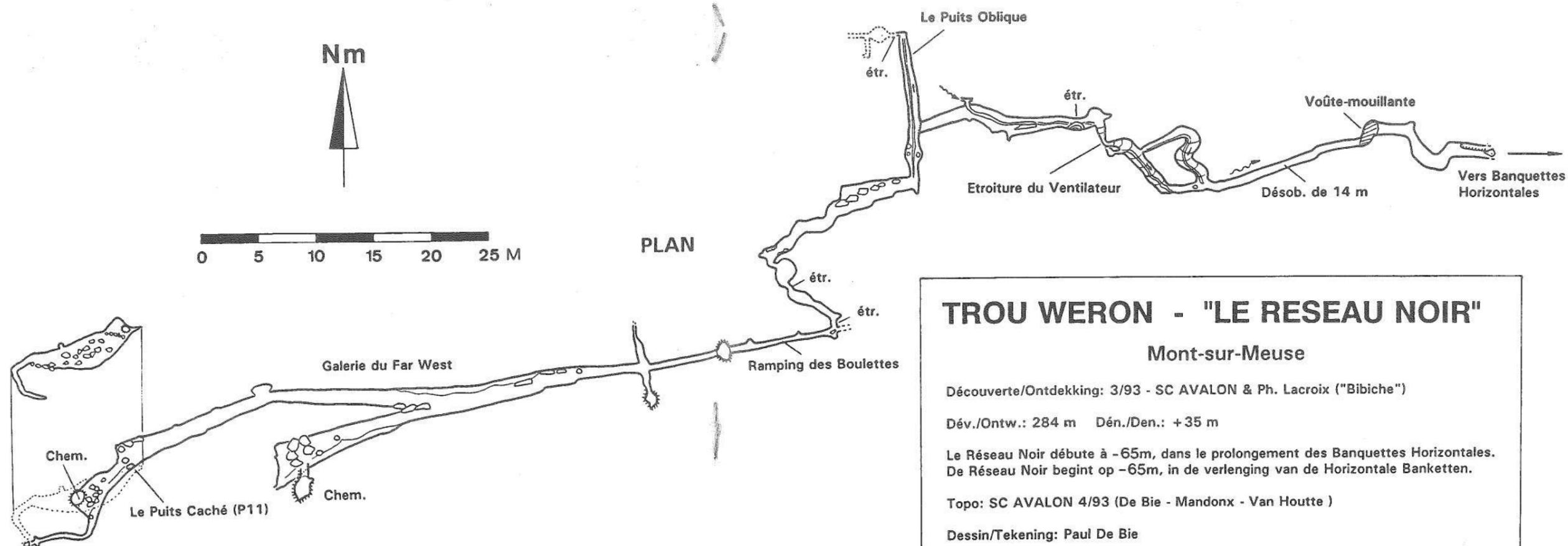
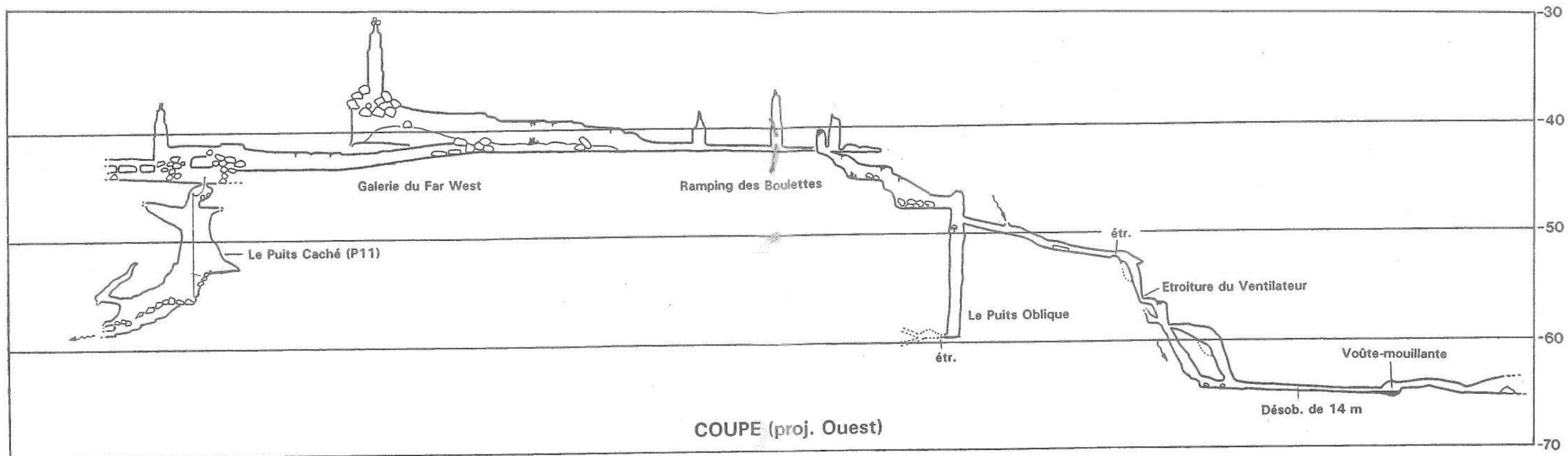
qui est d'après lui l'aval du Wéron. En 1989, il en fait part à Philippe "Bibiche" Lacroix (SSN), invité par le SCB aux divers travaux dans le Wéron (nouvelle topo -en cours- découverte d'un réseau remontant sur 36m démarrant près du fond). Le 31 décembre 1991, "Bibiche" commence la désobstruction. Après 8 jours de désobstruction en solitaire, il a progressé de plusieurs mètres. Gêné par la présence d'un siphon qui s'amorce par temps de pluie, et surtout par le ramping très bas, il arrête les travaux. L'affaire restera au repos et nous est signalée fin 92 par Bibiche ainsi que par Yves Dubois qui propose de continuer cette désob, qui s'annonce longue et pénible, en

interclub (Avalon, GRSC, SCB). SC Avalon, de son côté, était pris depuis le mois de mai 1992 par une désobstruction dans un autre chantoir (nous le nommerons provisoirement Chantoir X) dans la province de Namur. C'était un travail d'envergure, exigeant beaucoup de temps et de main-d'oeuvre, ainsi nous ne voulions pas nous engager dans d'autres désobstructions.

Bibiche, souffrant de Dellieusite, après avoir travaillé pendant plus d'un an d'innombrables fois dans la Chantoire Dellieux (NB: pour Chantoire Dellieux voir UBS-Info 1993, n°85, p.6), voulait pour une fois contempler un décor différent et reprit les travaux au Wéron, en février 1993. Il agrandissait cette fois dès le début de la galerie pour en faire un "passage à 4 pattes". Régulièrement il nous tenait au courant de sa progression, et nous enthousiasmait peu à peu. C'était un travail de dingue à lui tout seul: creuser, remplir un bac et ensuite le traîner à quatre pattes en marche arrière sur presque dix mètres jusqu'à l'endroit où il pouvait le vider... et cela à maintes reprises. Régulièrement il venait nous donner un coup de main au Chantoir X, où la désobstruction était très fastidieuse (très étroit et boueux). Pour pouvoir y travailler, il fallait au moins 5 à 8 équipiers, car les sédiments devaient être déplacés 20 mètres plus loin...

Au travail dans le Wéron...

Un jour froid au mois de février (21/2/93). A cinq, nous reprenons les travaux au Chantoir X après une forte crue. Le 5ème homme nous abandonne, foudroyé par une grippe, le chantier n'est qu'un bain de boue de 20cm de profondeur. Désespérément nous pataugeons pendant quelques heures dans cette boue liquide, mais à quatre c'est



vraiment impossible. Bibiche perd complètement courage et nous propose d'aller jeter un coup d'oeil au Wéron (car là, à ce qu'il dit, c'est un chantier 4 étoiles). Cette proposition est bien alléchante... et ainsi nous atterrissons quand même dans le Wéron.

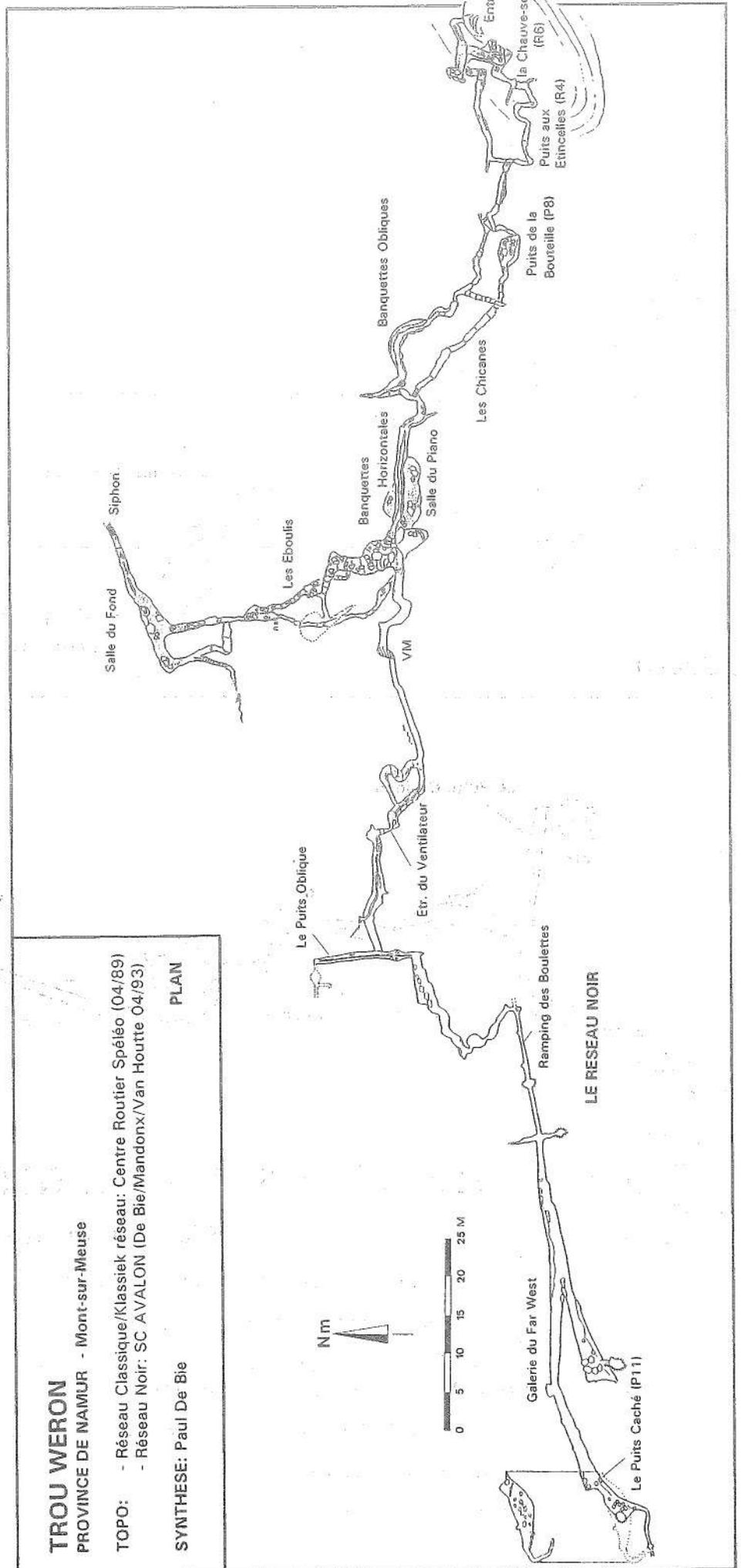
En premier lieu, nous admirons les 5 mètres de boyau déjà désobstrués par Bibiche. L'enthousiasme décroît rapidement lorsqu'il apparaît que le chantier se trouve derrière un siphon temporaire (qu'il faut d'abord vider : 0,5 m3 d'eau) et que le boyau à désobstruer est parcouru par un filet d'eau. Le malheureux qui creuse se trouve à plat ventre dans l'eau et est immédiatement trempé. Le boyau fait à peu près 70cm de large pour 50cm de haut, et est comblé presque entièrement par de l'argile et des cailloux jusqu'à 5-7cm de la voûte. A vue, cela se poursuit sans fin. Tous les matériaux creusés doivent être menés dans des bacs jusqu'aux Banquettes Horizontales et vidés dans l'éboulis. Tu nous avais pourtant bien dit 4 étoiles, n'est-ce pas Bibiche? Le soir, nous avons progressé de 2 mètres.

Une semaine plus tard, nous y sommes à nouveau tous les quatre, cette fois avec du matériel plus adapté. Pour ne pas me mouiller, je creuse vêtu de ma pontonnière et, le soir, nous avons de nouveau progressé de 4 mètres. Nous ne pouvons toujours pas estimer la longueur du boyau, mais au bout nous entendons ruisseler de l'eau, le bruit semble être amplifié par un espace plus grand. Ce qui est frappant, c'est la couleur noire de la couche supérieure de l'argile que nous creusons.

Deux semaines plus tard, nous sommes de nouveau présents à l'appel. Une équipe forte de 6 hommes et femmes descend au Chantoir X, les trois autres dans le Wéron. Bibiche est un peu déprimé et ne nous accompagne pas. Avec plaisir, nous constatons que pendant notre absence, 2 amis de Bibiche, Joël Hosselet et Georges Delaire, ont creusé 2 mètres de plus. Nous creusons une heure à trois et alors, à la "fin des fins", le plafond s'élève et nous atteignons une suite plus spacieuse. Le boyau désobstrué mesure au total 14 mètres, sans compter les mètres désobstrués par Bibiche avant la voûte mouillante!

Nous nous trouvons dans un couloir plus grand, qui se divise en un actif et un fossile. Les deux parties remontent de 5 mètres et se rejoignent sous une étroiture infranchissable dans la calcite. Un fort courant d'air chasse au travers.

De retour à la surface, nous retrouvons Bibiche qui guérit instantanément de sa déprime. Nous le persuadons d'aller



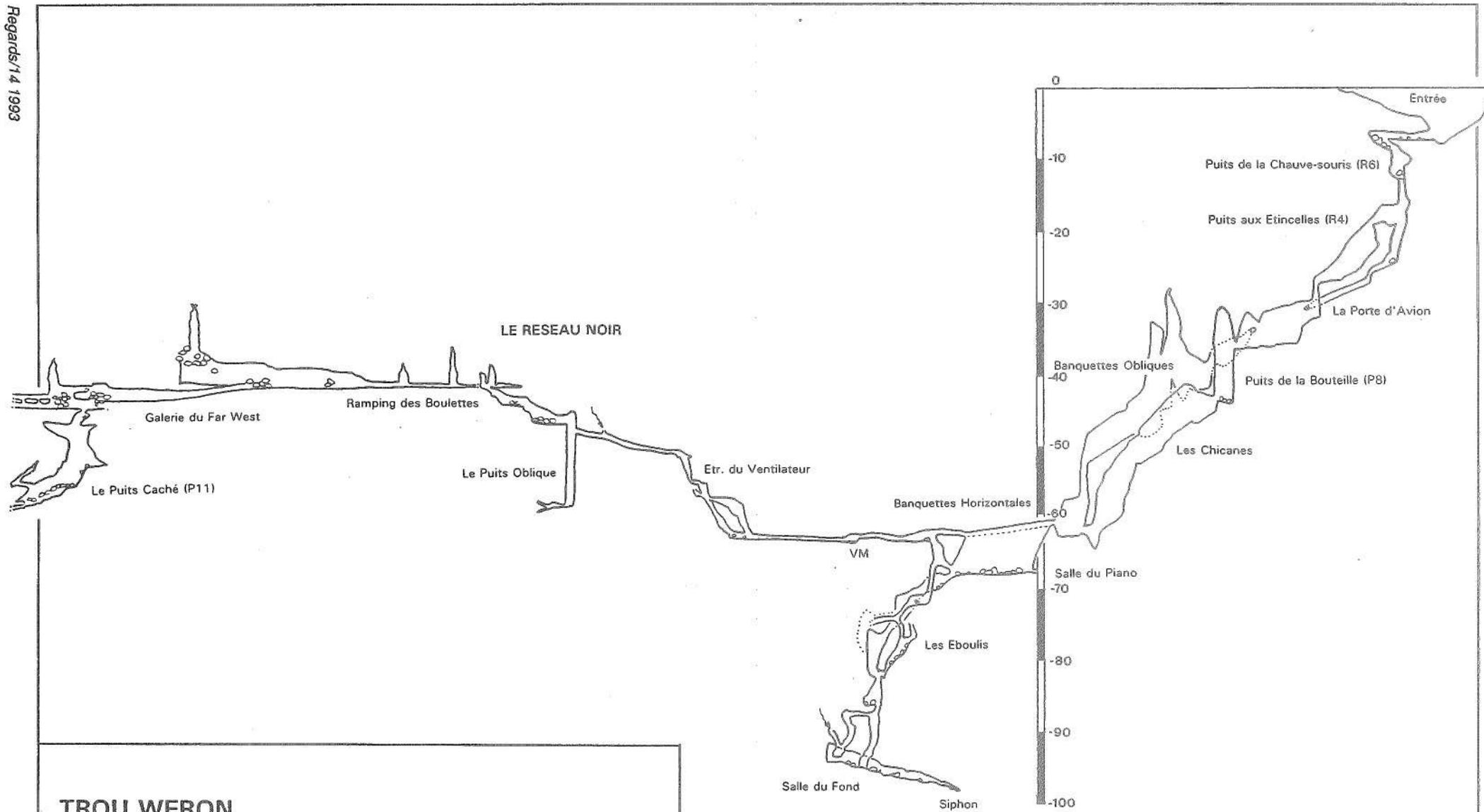
TROU WERON

PROVINCE DE NAMUR - Mont-sur-Meuse

TOPO: - Réseau Classique/Klassiek réseau: Centre Routier Spéleo (04/89)
- Réseau Noir: SC AVALON (De Bie/Mandonx/Van Houtte 04/93)

PLAN

SYNTHESE: Paul De Bie



TROU WERON

PROVINCE DE NAMUR - Mont-sur-Meuse

TOPO: - Réseau Classique/Klassiek réseau: Centre Routier Spéléo (04/89)
 - Réseau Noir: SC AVALON (De Bie/Mandonx/Van Houtte 04/93)

SYNTHESE: Paul De Bie

COUPE PROJ.

travailler à l'étroiture au cours de la semaine. Pendant 4 jours successifs (il faut le faire, 4 fois le Wéron...), il attaque l'étroiture au burin, marteau et foreuse. Le quatrième jour, il arrive à la passer avec beaucoup de difficultés et explore au total 60 mètres de galeries, dont un puits incliné de 12 mètres. Arrêt sur une petite salle concrétionnée.

20/3/93:

Nous nous retrouvons à trois (Jaak, Jan et moi-même) dans le Wéron. L'étroiture est même trop étroite pour moi; avec deux tirs nous l'élargissons juste assez pour qu'elle reste sportive. Même comme ça cela reste bestial. Un courant d'air très fort y passe (Étroiture du Ventilateur). Extasiés nous explorons les galeries découvertes par Bibiche. Au terminus, la petite salle concrétionnée, nous travaillons chacun à notre tour au burin et marteau pour ouvrir une nouvelle étroiture suivie d'un méandre boueux. Un tournant en angle droit accompagné d'une étroiture vers la droite, et nous arrivons dans une diaclase étroite. Le fort courant d'air nous sert de guide... Jaak en premier se creuse un chemin, nous suivons à grand peine. La diaclase devient une petite galerie, puis de la petite, on arrive à une grande galerie de 2 mètres sur 2!

Nous progressons ainsi sur 50 mètres dans une belle galerie concrétionnée, pour terminer dans un éboulis. Nous pensons nous diriger tout droit vers la Chantoirie Dellieux, mais réflexion faite nous estimons que la galerie se dirige vers le nord, donc dans la mauvaise direction... Nous continuons nos recherches et, presque par hasard, nous découvrons au fond d'un méandre un petit orifice, sous lequel se trouve un puits. On entend tomber les pierres 15 mètres plus bas.

Le lendemain Bibiche, Annette et Marc auront l'honneur d'aller explorer le puits. Il cherchent pendant une heure avant de le trouver, le puits est vraiment bien caché. 2 spits plus tard ils se retrouvent au bas d'un puits de 11 mètres, plein vide et spacieux. En bas, une salle assez grande avec un éboulis sous lequel semble se développer un petit méandre. Malheureusement ils ne trouvent pas de suite.

Le levé topographique sera fait en grande partie les 3 et 4 avril. Les conditions sont très difficiles à cause de la boue et des étroitures. Une chose nous remonte le moral, pendant la topo de la grande galerie (la Galerie du Far West) nous remarquons que nous nous dirigeons plein ouest, donc quand même vers le Dellieux!

La mise au net de la topo nous révèle une image étonnante: un réseau pratiquement rectiligne, fonçant direction Dellieux. Des

180 mètres séparant les deux grottes il n'en reste plus que 55.

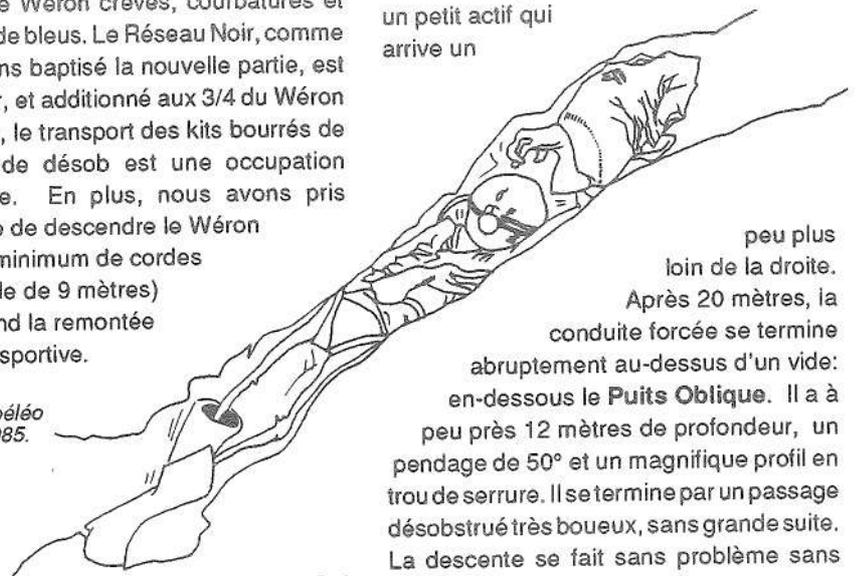
Les mois suivants nous travaillons encore plusieurs fois au Wéron. Mauvaises nouvelles: un examen approfondi nous démontre que le courant d'air disparaît dans le méandre terminal terriblement boueux et étroit, finissant par une zone de fissures trop étroites.

La désobstruction y est pratiquement exclue. La jonction avec le Dellieux ne sera pas pour demain. Bien que...? Notre découverte a eu un effet stimulant sur le SC de Belgique, qui a intensifié les travaux dans le Dellieux, direction Wéron. Leur travail a eu des résultats puisqu'ils ont encore progressé de 30 mètres, direction Wéron. Mais l'accès à cette galerie et la désob sont très pénibles.

Pendant quelques mois, nous détournons notre attention du Wéron, car nous avons finalement trouvé la suite tant espérée dans le Chantoir X (actuellement 350m de long et -77m) et qui absorbe tout notre temps. Au cours de l'été 1993 nous terminons les travaux dans le Wéron. Nous désobstruons un petit méandre légèrement actif au bas du P11, qui devient trop étroit après quelques mètres.

Nous grattons encore ici et là. Une dernière possibilité est examinée au bas du Puits Oblique, là où se trouve peut-être "la suite originale" du Wéron. Cela ne donne qu'un maigre résultat. Le 8/8/93 nous y mettons un point final après une sortie désob mémorable. Pour la 8^{ème} fois, nous quittons le Wéron crevés, courbaturés et couverts de bleus. Le Réseau Noir, comme nous avons baptisé la nouvelle partie, est assez dur, et additionné aux 3/4 du Wéron classique, le transport des kits bourrés de matériel de désob est une occupation éreintante. En plus, nous avons pris l'habitude de descendre le Wéron avec un minimum de cordes (une corde de 9 mètres) ce qui rend la remontée des plus sportive.

Tiré de Spéléo Alpha, 1985.



DESCRIPTION DU RESEAU NOIR

Le Réseau Noir commence à la fin des Banquettes Horizontales, où on ne descend bien sûr pas l'éboulis, mais on poursuit à la même hauteur. Les 10 premiers mètres, on progresse à quatre pattes. On atteint un petit bassin rempli d'eau qui, surtout en hiver, interdit pratiquement l'accès à la suite.

Ici on a le choix entre deux possibilités: soit on vide le bassin (prévoir alors un récipient à cet effet, 30 minutes de travail), soit on se jette à l'eau. Il est possible que le bassin s'assèche en été. Ensuite, à plat ventre dans la boue par le boyau désobstrué de 14 mètres, on atteint un couloir confortable qui se divise en deux branches remontantes. Emprunter de préférence le bras gauche, où un filet d'eau ruisselle. Nous montons 5 mètres et à cet endroit nous devons franchir l'obstacle le plus éprouvant du Réseau Noir: l'Étroiture du Ventilateur. C'est une étroiture verticale, qui prend un virage en angle droit et aboutit dans une cheminée toujours étroite! C'est un passage très sélectif!

On continue la remontée de la cheminée qui se poursuit en une galerie horizontale. Observez au passage le sol et les parois noirs comme jais, les émanations de milliers de lampes au carbure en sont à l'origine. Le courant d'air qui parcourt éternellement le Réseau Noir aspire pendant une grande partie de l'année les particules de suie qui se déposent sur toutes les surfaces plus ou moins horizontales. Nous pouvons observer ce phénomène jusqu'à cent mètres plus loin dans le Réseau Noir. Il est grand temps que les spéléologues contemporains (soi-disant préoccupés de leur environnement) passent à l'éclairage électrique! Après une deuxième étroiture, plus courte mais aussi très sévère, nous progressons dans une belle petite conduite forcée. Dans le sol un petit méandre a été creusé par un petit actif qui arrive un

peu plus loin de la droite. Après 20 mètres, la conduite forcée se termine abruptement au-dessus d'un vide: en-dessous le Puits Oblique. Il a à peu près 12 mètres de profondeur, un pendage de 50° et un magnifique profil en trou de serrure. Il se termine par un passage désobstrué très boueux, sans grande suite. La descente se fait sans problème sans matériel, ainsi que la remontée, mais avec un peu plus de problèmes.

Pour trouver la suite du Réseau Noir, il faut traverser le sommet du puits et monter à gauche. Il est absolument déconseillé de faire une chute à cet endroit! Nous arrivons dans une diaclase assez haute, où il faut continuer à remonter jusque dans une petite salle très concrétionnée (mais

malheureusement déjà très souillée d'argile). Une nouvelle étroiture se présente, suivie de 5 mètres à quatre paites, encore une étroiture, pour se trouver ensuite à plat ventre au départ d'une diaclase étroite et basse. Pendant une vingtaine de mètres, il faut peiner à plat ventre sur de l'argile collante à souhait, qui forme des boulettes pendant la progression (ce qui est bien entendu à l'origine du nom: **Ramping des Boulettes**). Quelques cheminées permettent de reprendre son souffle en cours de route.

Puis la voûte s'élève subitement, et on se trouve debout dans une grande galerie fossile, la **Galerie du Far West**. Elle se dirige évidemment vers l'ouest. Elle a plus ou moins 3 mètres de haut et en général 1 à 2 mètres de large. Après une vingtaine de mètres elle se divise en deux. La branche de gauche se termine dans une zone ébouluse avec une belle cheminée corrodée, le sommet de cette cheminée étant le point culminant du réseau et ne se trouvant qu'une trentaine de mètres sous la surface. La branche de droite continue sur une trentaine de mètres et se termine aussi dans une zone ébouluse avec cheminée. La seule suite est un méandre étroit et boueux, qui finit après 6 mètres. A un niveau plus haut, on peut suivre le même méandre, se terminant ici dans une zone de fissures étroites. Le courant d'air disparaît ici, direction Chantoire Dellieux.

Dans la direction opposée le méandre retourne sous la Galerie du Far West. Un petit orifice circulaire (40cm de large) s'ouvre dans le sol: le **Puits Caché (P11)**. On peut descendre les deux premiers mètres sur main courante, la suite est un plein vide de 9 mètres. On atterrit dans une salle faisant 9 mètres sur 3. Le sol est couvert de blocs. Des gouttes d'eau tombant dans le puits ont creusé un petit méandre dans le fond, on ne peut malheureusement le suivre que sur 4 mètres.

SPELEOMETRIE ET TOPOGRAPHIE

Le développement fait 284 mètres (topographiés) et la dénivellation est de + 35 mètres. Le Réseau Noir a une extension de 133 mètres, ce qui fait plus que le réseau classique qui s'étend sur ±120m.

Le Réseau Noir commence à une profondeur de -65m. Ce chiffre est basé sur une topographie inédite du SCB (Yves Dubois, Richard Grebeude, 1989-1993). C'est sans aucun doute la topo la plus détaillée existante du Wéron. Suivant cette topo, le Wéron a une profondeur de -104m (doline incluse), la topo de Vandersleyen (1947) donne -110m, la topo du Centre

Routier Spéléo (1989) donne -99 (-92 + 7m de doline) et la topo de J. Lecomte (1948-49) -106m. Le développement total du Wéron, avec le Réseau Noir, fait plus ou moins 800m (chiffre provisoire!).

En l'attente de la publication de la topo du SCB, j'ai rattaché le Réseau Noir à la topo du CRS. J'ai expressément omis d'utiliser la topo bien connue de Vandersleyen; elle date déjà de 1947 et est probablement dotée d'une échelle fautive. Sur la topo de Vandersleyen la distance entrée-siphon projetée est de 166m, tandis qu'en réalité la distance n'est que de 80m (chiffre obtenu tant par le SCB que le CRS).

GEOLOGIE ET HYDROLOGIE

Etant donné que le Réseau Noir n'a pas encore été étudié par un expert, je me bornerai ici à quelques constatations ou hypothèses (sous toutes réserves):

- malgré le fait que le Réseau Noir soit un réseau remontant, et malgré le fait qu'un ruisseau (plus récent) descende la première partie, cette partie est, à compter du début jusqu'au Puits Oblique, un aval. Il s'agit d'anciennes conduites forcées, témoins les multiples coups de gouge au plafond qui montrent le sens d'écoulement. Ceci sous-entendrait que cette partie était la suite originale du Wéron, donc moins récente que le fond actuel, et que cette zone du Wéron depuis -50m (à peu près 12m au-dessus du départ des Banquettes Horizontales) était noyée. L'eau montait dans le Réseau Noir, et disparaissait ensuite au fond du Puits Oblique vers une destination encore inconnue.

- A partir du Puits Oblique, on se trouve dans un système de diaclases, dans lequel s'est formée entre autres la Galerie du Far West. J'ai tendance à penser qu'ici nous avons un aval (la galerie descend légèrement). Actuellement un ruisseau minuscule, originaire d'une petite cheminée, parcourt les trente derniers mètres de la galerie et coule ensuite dans le Puits Caché. Ce n'est certainement pas cet actif insignifiant qui est à l'origine de cette galerie.

La Galerie du Far West est orientée presque plein ouest (260°) et se trouve à -43m. Ce qui est frappant, c'est le fait que dans la Chantoire Dellieux, on retrouve une grande galerie fossile à la même profondeur suivant presque la même orientation et se trouvant dans le même axe.

- Le Réseau Noir est parcouru par un courant d'air sensible. L'été le réseau aspire l'air et en hiver il souffle. La majeure partie du courant d'air sensible dans le Wéron classique disparaît l'été dans le Réseau Noir. Vers la fin du Réseau Noir il se disperse et se faufile

pard'étroites fissures pour réapparaître dans le Dellieux.

- Le Réseau Noir est parcouru par deux minuscules cours d'eau. Le premier descend la première partie du réseau et est responsable de la voûte mouillante. L'origine en est inconnue. Il apparaît par une ouverture trop étroite juste avant le Puits Oblique. Le deuxième cours d'eau parcourt la dernière partie de la Galerie du Far West et ruisselle dans le Puits Caché. Il serait intéressant de faire une coloration en hiver quand le débit est le plus grand pour connaître la destination de l'eau.

- A la surface, le cours du Réseau Noir est très visible. Dans la prairie entre le Wéron et le Dellieux on peut observer 4 affaissements peu profonds qui se trouvent en rang. Ils correspondent aux cheminées de la Galerie du Far West.

PERSPECTIVES D'AVENIR

Il est évident que réaliser une jonction Wéron-Dellieux donnerait un système souterrain grandiose tant sur le plan sportif que sur le plan du développement (>2000m). Malheureusement, la jonction ne semble pas facile, bien qu'une trentaine de mètres seulement les séparent (si les topos sont exactes!) et que le courant d'air passe. Cela nécessitera de grands travaux, avec comme problème que dans les deux grottes le trajet est long et sportif pour atteindre le chantier.

A mon point de vue, il serait intéressant de déterminer avec exactitude la distance entre les deux extrémités à l'aide de radios (goniométrie) ou autres méthodes acoustiques avant de se lancer dans une telle entreprise.

QUELQUES CONSEILS POUR LE VISITEUR

Le Réseau Noir est libre d'accès, pour tout visiteur qui est prêt à se mouiller dans la voûte mouillante, et qui parvient à franchir l'Étroiture du Ventilateur, obstacle assurément difficile.

ATTENTION

- Ne vous coinciez pas dans l'étroiture en revenant (détacher la jugulaire de son casque). Il est tout à fait exclu d'y venir en aide à quelqu'un.
- Ne passez pas au-delà de la voûte mouillante par mauvais temps, elle peut siphonner.

Le reste des difficultés consiste en quelques petites étroitures ici et là, le Ramping des Boulettes et surtout la présence de quelques parties boueuses à souhait qui rendent méconnaissable tout matériel personnel.

On a le choix entre une visite facile ou difficile du Réseau Noir:

- facile, si on ne se charge pas de matériel et de kits
 - difficile, si on veut descendre le Puits Caché et que l'on s'encombre de son matériel personnel et d'un kit
- Ceci à cause des étroitures, du caractère agressif de certains passages, et de la difficulté de passer les kits par l'Étroiture du Ventilateur (prévoir à cet effet une cordelette

de 4 mètres pour les tirer au travers).

Pour la descente du Puits Caché prévoir une corde de 15m. Deux spits sont en place.

Pour une visite complète du réseau avec le Puits Caché, il faut compter 3 à 4 heures.

Nous vous prions de ne pas y abandonner des déchets et du carburant, et de ne pas toucher aux concrétions avec vos mains boueuses.

PARTICIPANTS

Marc Cools, Paul De Bie, Jan Geboers, Jaak Joris, Philippe "Bibiche" Lacroix (S.S.Namur), Koen Mandonx, Michaëla Van de Casteele, Annette Van Houtte

Nous avons un ami, un gouffre nous l'a pris.

Un petit brun au rêve grand bleu dont le rire bruyant et la vivacité nous restent dans l'esprit. Il plongeait dans les livres, comme il plongeait dans la mer, et sur des cases d'échiquier, il se jouait des rois. Droit dans ses convictions, adroit dans ses paroles, il avait les mots pour charmer ou affirmer ses opinions, mais c'est au rythme de ses blagues qu'il animait nos soirées.

Il aimait vivre à fond ce qu'il entreprenait, participant sous les terres mexicaines et dans les grottes italiennes à de nombreuses

premières, virevoltant dans les airs, traversant des déserts du Maroc au Niger, plongeant dans toutes les eaux, qu'elles soient douces ou salées. Il voulait vivre d'action, de rêves et de passions.

Et puis ce matin-là où tout était serein...

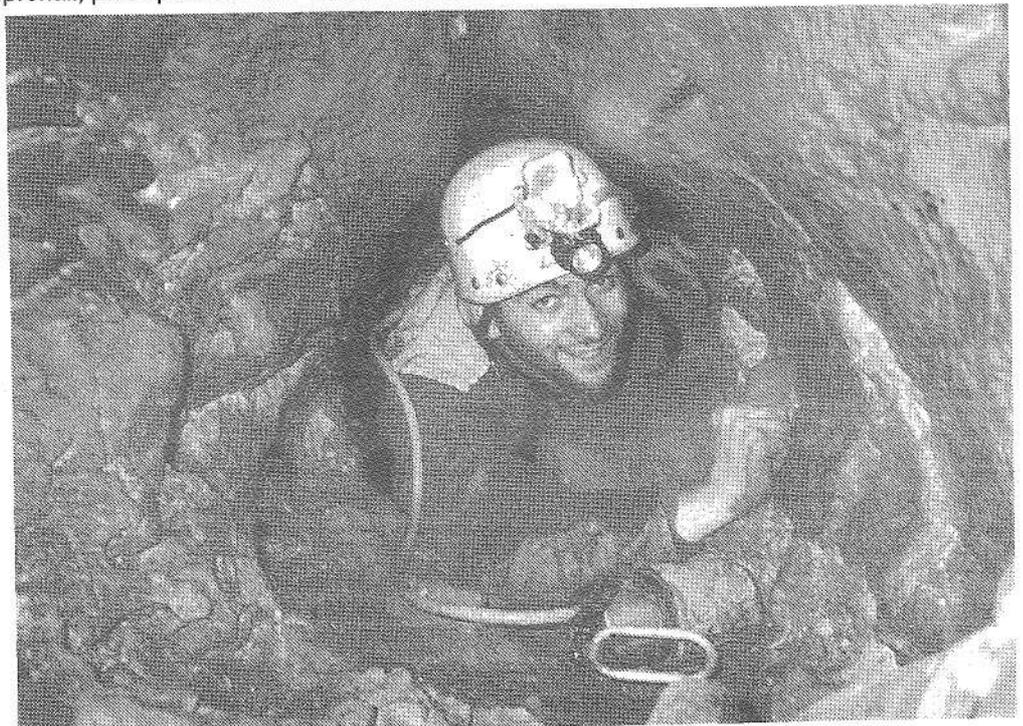
Et puis ce matin-là où le temps se figea...

Dans les eaux bleutées du gouffre de Gourneyras, José LEONARD nous a quittés.

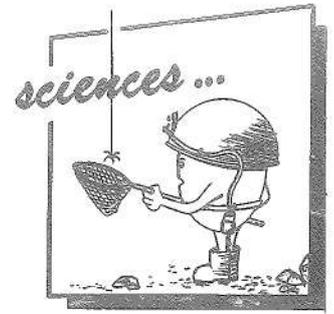
Il nous laisse seuls à bord de cette terre pour laquelle il a tant lutté.

Aujourd'hui, s'il nous manque cruellement dans nos activités, si ce n'est pas facile de les vivre sans lui, nous voulons continuer à vivre intensément pour avoir l'impression d'être encore avec lui.

Ses amis du C.S.A.R.I.



Richard GREBEUDE (SCB)
Yves QUINIF (ESCM)



LA GROTTTE DE HOTTON ET LES DATATIONS U/TH

MOTS-CLES

Belgique - Province de Namur - Commune de Hotton - Grotte de Hotton - Hydrologie - Morphologie - Remplissage - Sédimentologie - Spéléothèmes - Datation - Quaternaire.

RESUME

La première partie de cet article nous résume ce qu'il faut savoir sur la grotte de Hotton, l'un des phénomènes les plus importants de Belgique, en insistant sur les aspects hydrologique et morphologique, et fait un résumé des recherches scientifiques qui y ont été menées. La deuxième partie nous explique la théorie de la datation U/Th et son application aux spéléothèmes de Hotton.

KEYWORDS

Belgium - Province of Namur - Municipality of Hotton - Hotton Cave - Hydrology - Morphology - Sedimentology - Fillings - Speleothems - Dating - Quaternary.

ABSTRACT

The first part of this article summarizes what we have to know about the cave of Hotton -one of the most important phenomena in Belgium- and particularly on its hydrological and morphological aspects and on the scientific research in the cave. The second part explains the theory of U/Th dating, and the result of its application on some speleothems of Hotton

APERCU GENERAL DE LA GROTTTE DE HOTTON par Richard GREBEUDE

INTRODUCTION

Les grandes cavités de notre pays constituent un terrain de choix pour différentes recherches scientifiques. Si certaines cavités ont bénéficié très tôt de l'intérêt des scientifiques, la grotte de Hotton, découverte voici 35 ans, est un peu le parent pauvre dans ce domaine (voir chapitre "Les recherches scientifiques à Hotton"). Ses six kilomètres de galeries (pour l'instant) la placent pourtant au second rang dans la liste des plus grands phénomènes du pays. Ses spéléothèmes nombreux et variés, ses lits successifs de rivière, ses dépôts fluviaux importants, ses nombreux témoins de différents phénomènes mécaniques (tectoniques, sismologiques) sont autant de centres du

plus haut intérêt. Voici un peu plus de deux ans, Yves Quinif entreprit une campagne d'étude à Hotton. Vous trouverez ci-après des résultats et des informations sur les datations U/Th précédées de considérations générales et une présentation de la grotte.

LE SYSTEME HYDROGEOLOGIQUE DE LA GROTTTE DE HOTTON

(Voir fig. A)

Les masses carbonatées dans lesquelles sont creusés les conduits du système de Hotton appartiennent à cette étroite bande calcaire qui a pour nom "la Calestienne", et qui s'étend quasiment sans interruption du Vallon des Chantoirs à la région de Chimay. Tout au long de son parcours s'égrènent

les plus importants phénomènes karstiques du pays.

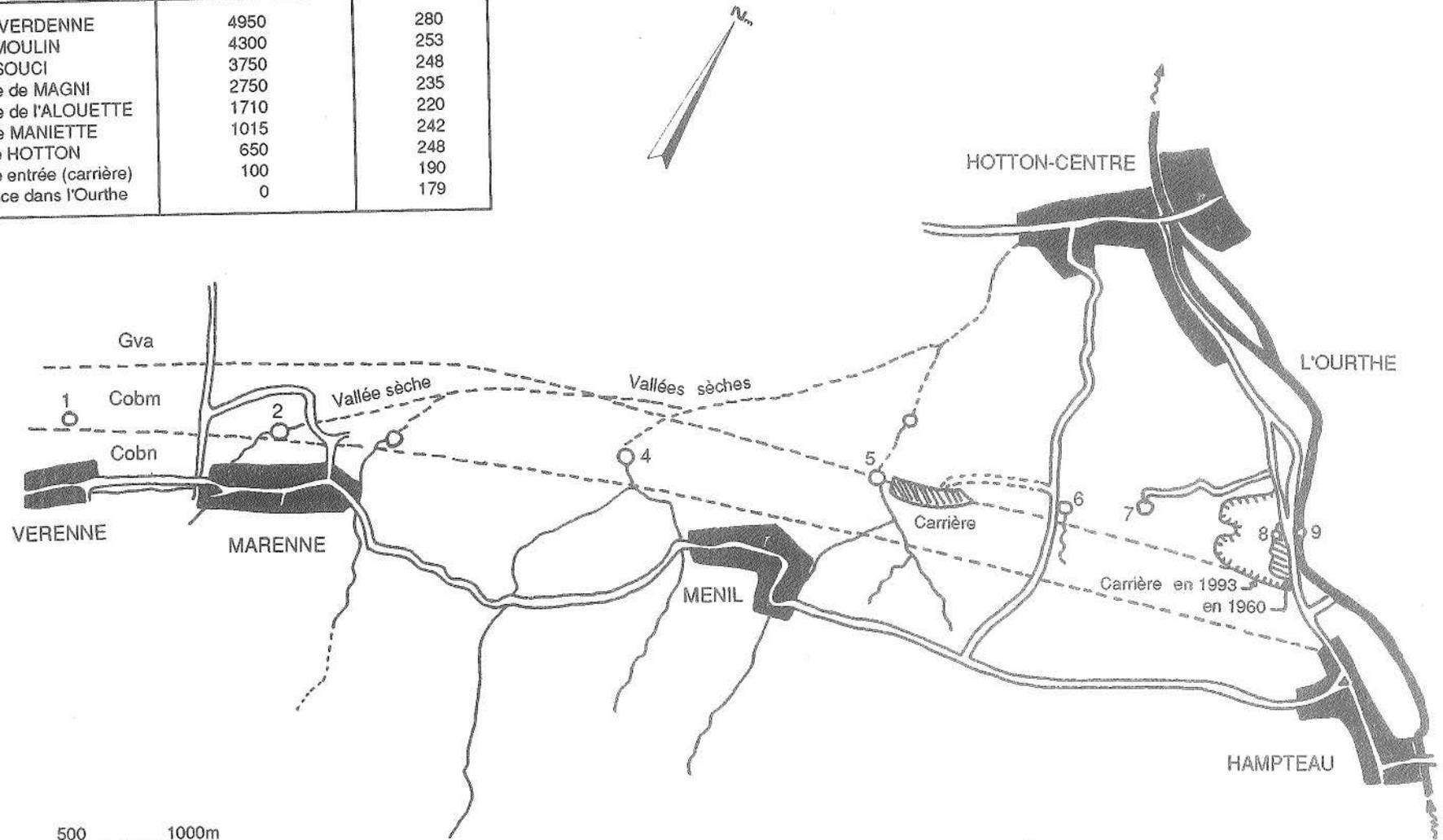
Ne citons que Han, Rochefort, Hotton et Remouchamps, constituant les cinq plus importantes cavités du pays (avec le Réseau de Frênes, situé lui en dehors de la Calestienne, dans les calcaires Givétiens du flanc Sud du synclinal de Walgrappe).

A Hotton, cette bande est constituée de calcaires Couviniens (Cobm) et surtout Givétiens (Gva et Gvb), tous deux très riches en fossiles, avec une majorité de brachiopodes (*Stringocephalus burtini*) caractéristiques du Givétien inférieur, et de superbes stromatoporoïdes géants et polypiers dans le Gvb. Les bancs Givétiens s'élargissent considérablement à hauteur de Hotton, jusqu'à atteindre un kilomètre. Ces calcaires, assez purs, sont en Belgique les plus propices à la karstification; il n'est pas étonnant dès lors que le système de Hotton se développe au coeur de cet élargissement, en rive droite et perpendiculairement à l'Ourthe, tout comme les bancs très redressés à cet endroit et une faille quasiment parallèle aux bancs longue de près d'un kilomètre et demi. Le système de Hotton est largement tributaire de cette fouille. La grotte constitue le collecteur d'un assez vaste poljé allant de l'Ourthe au village de Verdenne près de Marche-en-Famenne et ce, sur environ 3 kilomètres de largeur, soit un bassin d'alimentation de l'ordre de 18 à 20 km². Aux eaux météoriques s'ajoutent celles issues de différents ruisseaux venant des hauteurs boisées au S-SE de la bande calcaire. Après un parcours de l'ordre de 2 à 4 km sur ces hauteurs constituées de grès, psammites et schistes Couviniens (Cob-Cobn), ces ruisseaux, qui circulent tous plus ou moins parallèlement à l'Ourthe, traversent une étroite bande de grès arkosiques avant de se perdre dès leur arrivée dans les calcaires, au niveau de la

LE SYSTEME HYDROGEOLOGIQUE DE HOTTON

LES PRINCIPAUX PHENOMENES

Phénomènes	Distance à vol d'oiseau jusqu'à l'Ourthe en m.	Altitude en m.
1. Perte de VERDENNE	4950	280
2. Trou du MOULIN	4300	253
3. Trou du SOUCI	3750	248
4. Chantoir de MAGNI	2750	235
5. Chantoir de l'ALOUETTE	1710	220
6. Chantoir de MANIETTE	1015	242
7. Grotte de HOTTON	650	248
8. Ancienne entrée (carrière)	100	190
9. Emergence dans l'Ourthe	0	179



faïlle. Celle-ci a réalisé un véritable captage des circulations de surface; la partie connue de la grotte de Hotton est sensiblement rectiligne, en parallèle ou en contact avec la faille qui n'est pas parfaitement rectiligne puisqu'elle oblique dans les calcaires jusqu'à entrer en contact avec les grès arkosiques. Si, sur carte, on place une latte sur l'axe de la grotte et que l'on tire un trait jusqu'à Verdenne dans le prolongement de cet axe, toutes les pertes sont exactement recoupées par cette droite ! Avant que ce processus de captage ne soit total, ces ruisseaux ont creusé dans les calcaires de petites vallées qui se rejoignent toutes après un assez bref parcours, pour constituer en aval une seule vallée plus importante, de l'ordre d'une trentaine de mètres de profondeur, toujours dans les calcaires.

La vallée de l'Agauche, qui débouche en plein village de Hotton, ainsi que toutes les petites vallées affluentes de l'amont, sont actuellement des thalwegs. Seul un des ruisseaux dépasse la barrière qui constitue la faille, uniquement à la faveur de fortes crues et du fait que la Chantoire de l'Alouette qui absorbe normalement ses eaux est fortement obstruée par des travaux de carrière. Dans ce cas, un ruisseau tout à fait temporaire, l'Agauche, parcourt la fin de la vallée du même nom, se perdant quelquefois dans un phénomène plus en aval, la Chantoire des Coccinelles, alimentant alors un sous-écoulement noyé (nous sommes là quasiment à l'altitude de l'Ourthe). Le retour au jour se fait par une émergence sous-fluviale dans le lit de l'Ourthe, à côté de l'église de Hotton.

Aucun des sept ruisseaux alimentant la grotte n'a de circulation pérenne. Deux d'entre-eux n'ont que 2 à 3 mois d'inactivité par an, trois autres fonctionnent à peu près la moitié de l'année et les deux derniers 3 à 4 mois seulement.

Le collecteur qui parcourt la grotte fonctionne quant à lui de façon pérenne; on doit y trouver la raison dans l'apport permanent constitué par l'infiltration des eaux météoriques. C'est ce type d'apport qui joue un rôle prépondérant dans l'alimentation du collecteur de Hotton. En dehors de la grotte de Hotton elle-même, nous ne connaissons qu'un regard sur le collecteur, ou tout au moins sur une branche de celui-ci. On peut en effet rencontrer à 40m de profondeur dans le Trou du Souci à Marenne, une circulation pérenne au débit rapide, totalement distincte du ruisseau intermittent qui se perd quelques semaines par an dans la cavité, et du ruisseau qui se perd au Trou du Moulin tout proche.

Les phénomènes principaux directement impliqués dans le système de Hotton sont d'amont en aval : les pertes du Château de Verdennes, le Trou du Moulin et le Trou du Souci à Marenne, la Chantoire du Gros-Fernand (ou de Magni) et le Trou des Blaireaux à Ménil-Faway, la Chantoire de l'Alouette, la Chantoire Maniette, la grotte Contempné et la grotte de Hotton elle-même



Le Trou du Moulin, l'une des têtes du réseau de Hotton à 4.950m à vol d'oiseau de l'émergence dans l'Ourthe de la rivière souterraine de Hotton. Tous les clichés sont de R. Grebeude.

bien sûr.

Etant donné l'aspect des pertes du Château de Verdennes, la traversée hydrogéologique complète par l'homme, depuis cette tête de réseau jusqu'à l'Ourthe (environ 6km à vol d'oiseau), paraît complètement impossible. Les trois possibilités les plus intéressantes d'accès au collecteur dans sa partie amont semblent être constituées par le Trou du Moulin, le Trou du Souci et la Chantoire de Magni. L'accès aux trois sites est hélas formellement interdit; il s'agit de toute façon de trois chantiers de désobstruction très lourds et de longue haleine. Aussi pensons-nous que les seules possibilités concrètes de progression dans le collecteur consistent à travailler directement dans celui-ci par la grotte de Hotton. Un gros chantier est en cours, depuis une dizaine d'années, afin de pouvoir shunter les siphons 4, 5 et 6 et aller travailler ainsi directement au-dessus du siphon 7, dans une énorme trémie à courant d'air. Le développement actuel est de l'ordre de 6km pour une extension de 1,5km à vol d'oiseau ! Encore quelques beaux kilomètres à découvrir en perspective donc, nous sommes à plus de quatre kilomètres à vol d'oiseau des pertes les plus lointaines !

MORPHOLOGIE DU RESEAU

La grotte de Hotton est une grotte-couloir à étages très typique. On y distingue une succession de niveaux à peu près exactement superposés, du fait que les galeries soient creusées dans les mêmes bancs (Gva, Gvb) et que ceux-ci soient pratiquement verticaux. En de nombreux endroits, des effondrements de planchers de niveaux supérieurs permettent de communiquer de l'un à l'autre, et créent de grands vides. La grande galerie du Spéléo

Club de Belgique, avec 32m de hauteur et 200m de long, en est un impressionnant exemple.

On relève cinq niveaux principaux qui ne semblent pas correspondre aux niveaux de terrasse de l'Ourthe; la nouvelle topographie des lieux que nous allons entreprendre cet hiver nous permettra d'en dire plus à ce propos.

Ces étages sont dans certains cas surmontés ou doublés de sous-étages d'importance moindre, qui semblent, eux, mieux correspondre à l'altitude des terrasses de l'Ourthe.

Ces cinq niveaux sont, du plus récent au plus ancien : le niveau O où circule la rivière. En plongée ou en eau libre, ce niveau peut être suivi d'une extrémité à l'autre de la grotte sur près de 90% de son parcours; très faiblement concrétionné, il se distingue, en dehors de la présence de la rivière, par des dépôts sédimentaires probablement récents et une coloration noire d'une partie des parois et des concrétions, due à un oxyde de manganèse amorphe. Le niveau 1 a le sol essentiellement constitué de dépôts plus anciens et du résidu des effondrements de voûte. Le niveau 2, ou niveau fossile inférieur est richement concrétionné et contient, lui aussi, des dépôts fluviaux carapaçonnés de calcite; les éboulis sont rares. Le niveau 3, ou niveau fossile moyen, est tout aussi garni en spéléothèmes de toutes sortes et de toutes dimensions (concrétions classiques, coulées, gours, draperies, chandelles,... mais aussi excentriques, nids de perles, gours en volcans, aiguilles de calcite, calcite flottante, calcite en dents de cochon, choux-fleurs...). Les teintes sont nombreuses et très variées; on distingue même du vert (très rare), du bleu (exceptionnel dans le monde) et toute la palette des rouges à profusion. Ce niveau 3 se caractérise également par un remarquable lit de rivière fossile avec galets roulés et de nombreux et superbes exemplaires de stomatoporoïdes gigantis, parfaitement visibles au plafond. Enfin, tout comme dans le niveau 2, on remarque la manifestation de nombreux phénomènes d'ordre sismologique et/ou tectonique, avec d'énormes piliers effondrés, des cimetières entiers de chandelles cassées, soudées au sol, voire quasiment noyées dans des planchers de calcite (de nouvelles chandelles ont remplacé les anciennes), des coulées fendues et resoudées avant d'être refendues, des fractures verticales ou quasi-horizontales. Mais Yves aura beaucoup à nous dire à ce propos prochainement. Le niveau 4, ou niveau fossile supérieur, est, quant à lui, nettement moins concrétionné, avec des conduits de plus petites dimensions, et n'est connu que par fragments ça et là dans le réseau.

Tout ce qui précède n'est qu'une description tout à fait sommaire des conduits principaux, l'exhaustivité n'est pas le propos de cet article.

Le processus de décollement-effondrement-dissolution fut facilité ici par la disposition quasi verticale des strates avec un côté en porte-à-faux donc. Ceci explique que l'on a beaucoup de galeries beaucoup plus hautes que larges, avec des parois lisses et rectilignes. Cela se remarque essentiellement aux niveaux 0 et 1. Les niveaux 2 et 3 sont constitués de galeries plus "carrées" aux plafonds remplis de coups de gouges.

LES TRAVAUX SCIENTIFIQUES A HOTTON

Au début des années 60, diverses observations ont été faites, essentiellement grâce à Rinaldo de Médicis, de même qu'un bel article (1962) avec diverses considérations générales, et les constatations ci-après que je me permets de lui emprunter; merci Rinaldo.

R. de Médicis étudia les rares aiguilles de calcite, relevant qu'elles étaient monocristallines et orientées suivant l'axe ternaire, les ramifications se développant suivant 3 directions à 120° l'une de l'autre. Assez pure, cette calcite contenait un peu de Sr et des traces de fer. Les grains argileux supportant les aiguilles ont été examinés aux rayons "X", relevant la présence d'Al, Si, P, Ca, K, Ti, Mn, Fe, Sr, Rb, Zr, Ba et des traces de Co, Ni, Zn et Sn. Par diffraction, il distingua beaucoup de quartz, un peu de calcite et quelques pics faibles d'aluminosilicates de fer et de calcium du groupe de l'illite et du groupe de l'haloysite et des phosphates de fer, calcium, manganèse... (grafonite ou reddingite?). Enfin, des échantillons de pisolithes examinés par radiographie ont permis de déterminer qu'elles avaient toutes un noyau constitué d'un fragment de fistuleuse.

Nous devons encore, toujours à l'initiative de R. de Médicis, un traçage dont les résultats ont malheureusement été perdus,

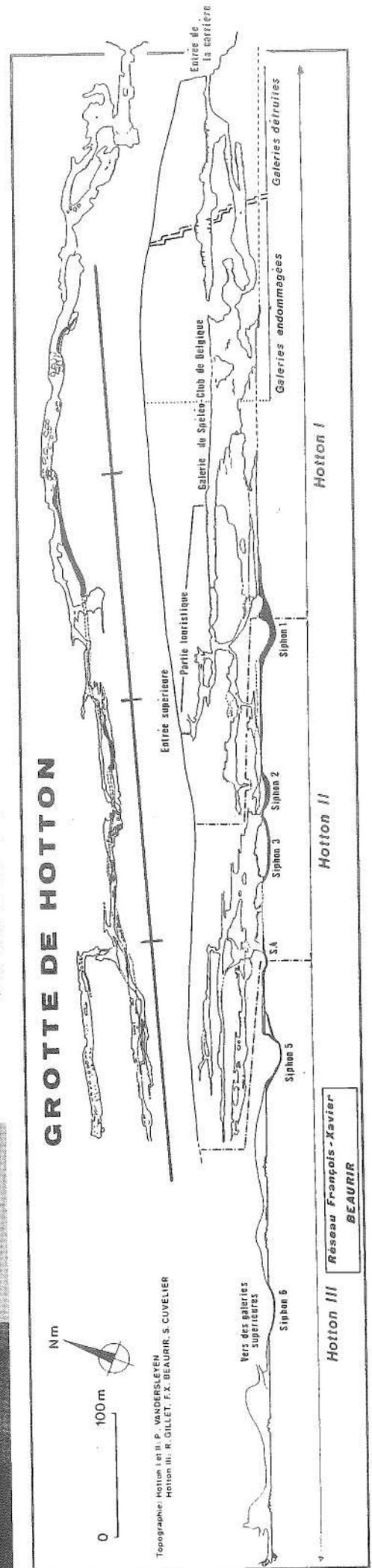
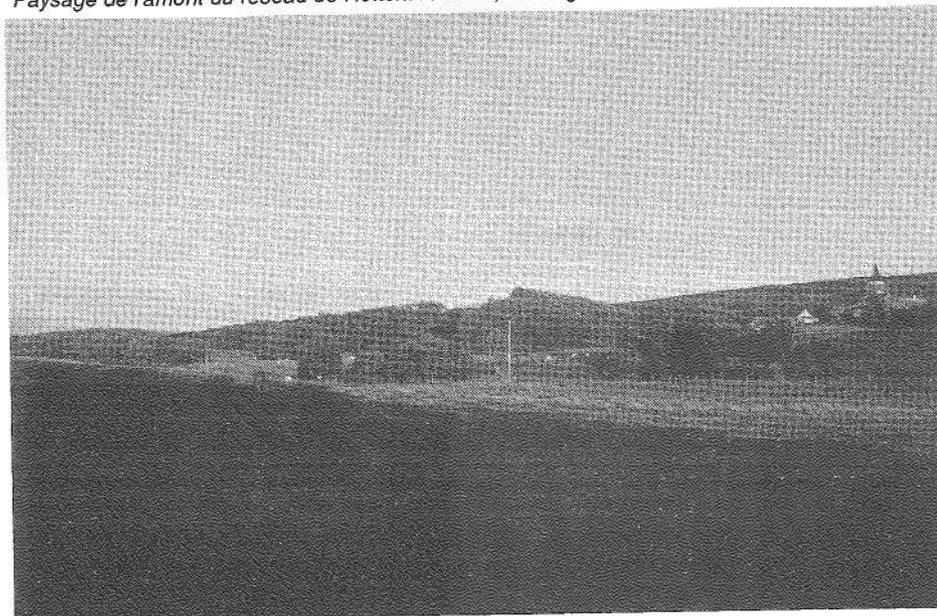
ainsi que le placement dans le réseau touristique de fils de platine à l'extrémité d'une dizaine de fistuleuses, afin de pouvoir mesurer leur vitesse de croissance actuelle. Après Rinaldo, ce fut le vide scientifique intégral, alors que la grotte est d'une richesse exceptionnelle, une véritable mine. Soucieux d'enrichir les connaissances de l'endroit et totalement incapable d'entreprendre des recherches très poussées, j'ai pleurniché pendant au moins trois ans auprès de notre ami Yves Quinif pour qu'il entreprenne une campagne de recherches scientifiques à Hotton, l'aguichant par la description de splendides talus de sédiments avec lits de rivière, de galets roulés dans les étages supérieurs, d'énormes concrétions brisées, de fractures, de cimetières de chandelles, de gros planchers stalagmitiques,...

Pressé de toutes parts, Yves trouva enfin le temps de s'y consacrer voici un peu plus de deux ans. L'article sur les datations U/Th, qu'il nous livre ci-après, n'est qu'un tout petit bout de l'iceberg scientifique qu'il est en train de dévoiler à Hotton.

Relevons encore des mesures de radon effectuées voici deux ans par une équipe de l'Université de Gand, et d'autres mesures de radon avec des capteurs différents, effectuées cette année pour un mémoire de licence d'un étudiant de la Faculté Polytechnique de Mons, ayant Yves comme directeur de mémoire.

Enfin, ces six dernières années, dans le cadre des cours Adeps de formation d'Aide-Moniteur dirigés par Michel Vanderlinden, deux traçages ont été effectués. En dépit d'un excellent matériel et d'une fréquence importante de relevés de capteurs, les travaux ont été handicapés par un débit très faible au point d'injection du traceur la première fois, et par un débit quasi nul la seconde.

Paysage de l'amont du réseau de Hotton. A droite, le village de Marenne.



DATATION U/TH DANS LA GROTTÉ DE HOTTON

par Yves QUINIF

IMPORTANCE DE LA DATATION U/TH DANS L'ENDOKARST

La datation U/Th permet d'obtenir des âges exprimés en années avant le présent de concrétions stalagmitiques (annexe 1). La méthode est limitée à quelque 400.000 ans. C'est une des rares méthodes de datation pour cette période géologique qui couvre le Pléistocène moyen et récent (annexe 2).

L'âge d'une suite de phénomènes est évidemment un paramètre fondamental à connaître pour élucider une dynamique évolutive. Dans le domaine de la sédimentologie endokarstique, on peut ainsi replacer les grandes étapes de la sédimentation dans l'histoire du Quaternaire, notamment au cours des fluctuations climatiques. De plus, les faits concernant la sédimentation s'intègrent eux-mêmes dans l'histoire générale de la cavité.

Dans le cadre d'une étude générale des dépôts de la grotte de Hotton, nous avons commencé par quelques prélèvements dans la galerie supérieure, exploitée touristiquement : la Galerie de l'Amitié. Cette galerie renferme une série détritique fluviatile, un ensemble de galets, sable et argile apporté par la rivière souterraine lorsque la galerie était encore active, et de nombreuses concrétions stalagmitiques de toutes sortes (fig.1). A l'endroit du prélèvement, situé presque au bout de la galerie près du Balcon, la série détritique est coiffée de deux planchers superposés. La datation de ces deux planchers s'avérait donc très importante.

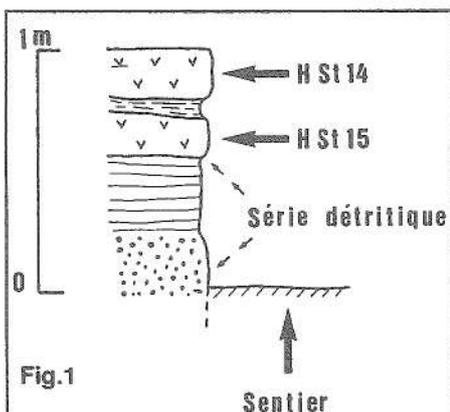


Fig.1 Coupe schématique du remplissage de la Galerie de l'Amitié au niveau des prélèvements. L'échelle et les détails sont approximatifs.

ASPECTS SEDIMENTOLOGIQUES

Une série détritique fluviatile renferme des sédiments relativement grossiers (sables et galets) ainsi que des sédiments très fins constitués en majeure partie de minéraux argileux. Les galets et sables sont des sédiments très mobiles : une crue peut les

déplacer, une galerie peut se retrouver colmatée en une nuit. Ceux que l'on voit dans la galerie constituent donc la fin de l'évolution fluviatile. Les argiles qui, souvent, surmontent les autres sédiments plus grossiers, visualisent la phase d'assèchement de la galerie. Cette succession de sédiments est connue sous le vocable de **séquence d'assèchement** (fig.2). Cet aspect doit encore être étudié à Hotton au travers des coupes.

Lorsque la galerie est abandonnée (au moins partiellement, nous allons le voir) par la circulation fluviatile, le concrétionnement peut commencer.

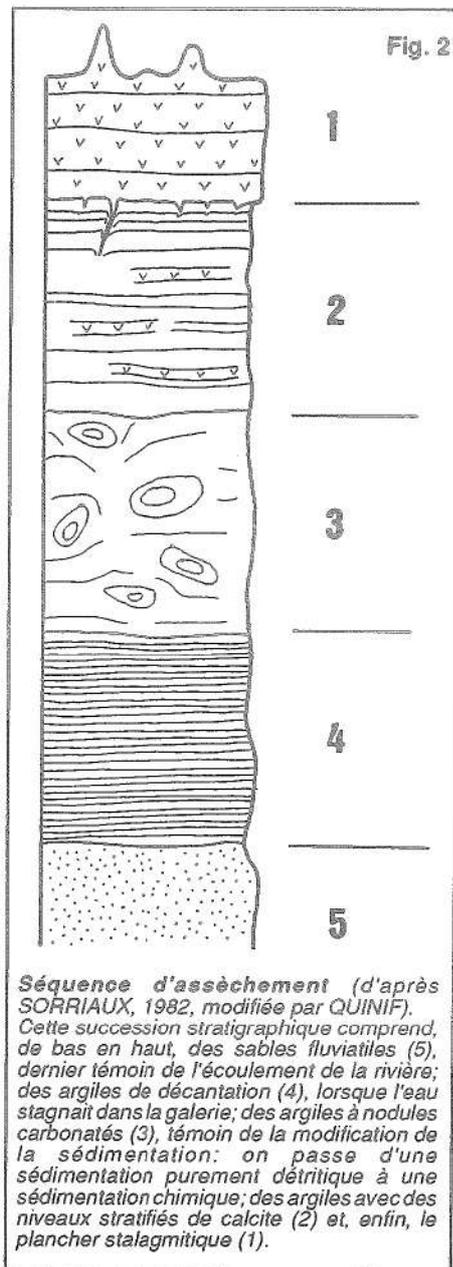
C'est pourquoi la séquence d'assèchement est souvent coiffée par un plancher stalagmitique. Théoriquement, il peut se passer beaucoup de temps entre la fin de la sédimentation fluviatile et le début du concrétionnement. En fait, on constate que, dans la plupart des cas, le plancher moule la morphologie de la couche d'argile, notamment les fentes de retrait. On s'imagine que, si une longue période avait séparé la fin de la sédimentation détritique du début de la constitution du plancher stalagmitique, beaucoup de possibilités d'altération de cette morphologie délicate se seraient présentées, notamment une crue plus importante. De plus, la sédimentation détritique, dans nos régions, se passe essentiellement durant les phases froides (glaciation), tandis que le concrétionnement stalagmitique est une caractéristique de phases tempérées (interglaciaires ou interstades) comme celle que nous connaissons maintenant. La succession sédimentation détritico-sédimentation chimique se calque ainsi sur une succession climatique, ce qui représente quelques milliers d'années, une dizaine au plus.

La datation du plancher immédiatement supérieur au remplissage détritico donne ainsi un âge supérieur à l'évolution fluviatile de la galerie.

RESULTATS DES DATATIONS

Le plancher supérieur donne un âge à la limite de la méthode (tableau 1). Néanmoins, la qualité chimique de l'analyse nous permet de le prendre en considération, sous réserve d'autres analyses. Le plancher inférieur est au-delà de la limite de la méthode. Mais nous pouvons aller plus loin dans l'analyse.

Le plancher inférieur présente un aspect corrodé : il a été durant un certain temps submergé et l'eau l'a altéré. Cela se marque géochimiquement par un départ d'uranium, élément soluble, alors que le thorium, très insoluble, reste sur place. Le résultat est que le rapport isotopique $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ augmente. Dans le cas où, après la



Séquence d'assèchement (d'après SORRIAUX, 1982, modifiée par QUINIF). Cette succession stratigraphique comprend, de bas en haut, des sables fluviatiles (5), dernier témoin de l'écoulement de la rivière; des argiles de décantation (4), lorsque l'eau stagnait dans la galerie; des argiles à nodules carbonatés (3), témoin de la modification de la sédimentation: on passe d'une sédimentation purement détritico à une sédimentation chimique; des argiles avec des niveaux stratifiés de calcite (2) et, enfin, le plancher stalagmitique (1).

formation du plancher stalagmitique, ce dernier est resté chimiquement isolé de l'extérieur, ce rapport ne peut être théoriquement supérieur à 1, valeur qui indique l'équilibre radioactif. Dans le cas présent de l'échantillon H-St-15, comme le rapport isotopique $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ est supérieur à 1, deux possibilités existent donc. Il était très supérieur à 1 lors de la formation et il est en train d'évoluer vers la valeur 1, ou de l'uranium est sorti du spéléothème. La première hypothèse n'est guère plausible puisque ce plancher est plus vieux que la limite de méthode U/Th. Il faut donc qu'il ait été altéré avec départ d'uranium. La teneur en uranium plus basse que dans le plancher supérieur milite aussi en faveur d'un lessivage de l'uranium.

Le rapport isotopique $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ apporte d'autres renseignements. Dans les eaux naturelles, ce rapport est souvent plus grand que 1. Ce rapport plus grand que 1 va se retrouver dans une stalagmite qui vient de se former. Au cours du temps, il va tendre

Echantillon	[U] (ppm)	²³⁴ U/ ²³⁸ U	²³⁰ Th/ ²³⁴ U	²³⁰ Th/ ²³² Th	[²³⁴ U/ ²³⁸ U] _{t=0}	Age (en m.a.)
H-St-14	0,148 (±0,002)	1,600 (±0,024)	1,097 (±0,018)	36,4 (±2)	2,726	376,6 [+52,8/-37,0]
H-St-15	0,118 (±0,002)	1,339 (±0,030)	1,556 (±0,033)	33,9 (±2)	-	plus que 350

Tableau 1. La première colonne comprend le nom de l'échantillon; la deuxième colonne donne la teneur en uranium exprimée en ppm (parties par millions, soit le nombre de milligrammes d'uranium par kilogramme de stalagmite); la troisième le rapport isotopique entre l'uranium-234 et l'uranium-238; la quatrième le rapport isotopique entre le thorium-230 et l'uranium-234; la cinquième le rapport isotopique entre le thorium-230 et le thorium-232; la sixième le rapport isotopique entre l'uranium-234 et l'uranium-238 à l'instant initial et, enfin, la septième, l'âge de l'échantillon. Le rapport isotopique entre l'uranium-234 et l'uranium-238 intervient dans le calcul de l'âge parce que ces deux isotopes, bien que possédant les mêmes propriétés chimiques (ce sont tous les deux de l'uranium), ont la plupart du temps un rapport isotopique différent de 1 dans les eaux d'infiltration et, par là-même, dans les spéléothèmes. Le rapport isotopique entre le thorium-230 et l'uranium-234 constitue l'horloge proprement dite. Le rapport isotopique entre le thorium-230 et le thorium-232 est plus délicat à interpréter. L'isotope 232 du thorium est étranger à la famille de l'uranium. C'est une famille radioactive autonome. La présence de ²³²Th dans une stalagmite est un indice qu'il pourrait y avoir du ²³⁰Th en provenance d'une source autre que son "père" direct, l'²³⁴U. On estime que, pour qu'un âge soit fiable, il faut que ce rapport isotopique soit supérieur à 20. En dessous, il existe une probabilité non négligeable que l'âge soit faux, généralement plus vieux que l'âge réel à cause de la présence de ce thorium-230 "étranger". Le rapport isotopique entre l'uranium-234 et l'uranium-238 à l'instant initial est calculé à partir des autres paramètres. Enfin, les erreurs indiquées entre parenthèses proviennent de la nature statistique des mesures. Il faut les lire de la manière suivante. 376 600 [+52 800/-37 000] signifie qu'il y a 67% de chance pour que l'âge se situe entre 339.000 et 429.400 ans, 376.000 étant la valeur la plus probable.

vers 1 puisque l'²³⁴U se désintègre plus vite que l'²³⁸U. Cette valeur de 1, appelée d'équilibre, subsistera alors. Dans le cas du plancher inférieur, la valeur mesurée est de 1,339. Si elle était plus grande que 1 au temps t=0, une valeur de 1 signifierait que l'équilibre est atteint, donc que la stalagmite serait plus vieille que 1 à 1,5 millions d'années (ce n'est pas une vraie datation mais une estimation). Or, ce rapport est de 1,339 pour H-St-15; il indique donc un âge inférieur à quelque 1,5 millions d'années, en faisant l'hypothèse que, lors du départ d'uranium de la stalagmite par altération, les deux isotopes ont été lessivés de la même manière.

Le rapport isotopique ²³⁴U/²³⁸U de H-St-14 est de 1,600, plus grand que celui de H-St-15. Cela est normal puisque ce plancher est plus jeune, en faisant l'hypothèse que les deux rapports isotopiques initiaux [²³⁴U/²³⁸U]₀ étaient à peu près les mêmes. Un calcul simple, faisant l'hypothèse que les deux planchers avaient le même rapport isotopique initial [²³⁴U/²³⁸U]₀ et que les deux isotopes de l'uranium ont évolué géochimiquement de la même manière, on peut trouver la différence de temps qui sépare la formation des deux planchers et, donc, l'âge du plancher le plus vieux puisque nous connaissons l'âge du plancher le plus jeune. On trouve ainsi 625.000 ans. Rappelons que cet âge n'est pas issu d'une datation simple mais d'une datation indirecte faisant intervenir de nombreuses hypothèses. Je pense qu'il est plausible, sans plus. L'erreur qui l'affecte doit être de l'ordre de ±100.000 ans. Si on se rappelle que les phases de concrétionnement suivant la fin d'une période de sédimentation détritique correspondent à des interglaciaires, l'examen de la succession climatique issue de l'étude des séries océaniques montre qu'il existe un interglaciaire entre 600 et 650.000 ans (stade isotopique 17), appartenant au classique "système cromérien" défini par les palynologues.

CONCLUSION

Ces deux datations acquièrent une

importance très grande, insoupçonnable avant l'analyse. D'une part, elles apportent des jalons temporels dans l'évolution de la grotte de Hotton et, par ricochet, de l'enfoncement de l'Ourthe; d'autre part elles fournissent des éléments d'appréciation paléoclimatiques pour des périodes reculées du Pléistocène moyen, avec une estimation de chronologie absolue. En allant plus loin, on doit se souvenir que l'inversion du champ magnétique terrestre entre la période actuelle normale Brunhes et la précédente inverse Matuyama se passe vers 730.000 ans. Peut-être cette inversion est-elle inscrite dans les sédiments détritiques des galeries supérieures de la grotte de Hotton. Les perspectives sont enthousiasmantes.

Réseau touristique de Hotton : la couche de sédiments (d'environ 1 m d'épaisseur) sous le plancher qui a été daté. On distingue nettement la succession des couches avec des niveaux de graviers et petits galets roulés, des sédiments plus sombres, plus fins, ... un véritable livre ouvert d'un demi-million d'années au moins.



ANNEXE 1 : LA DATATION URANIUM-THORIUM

La radioactivité est une propriété nucléaire: elle affecte les noyaux des atomes. Certains d'entre-eux sont instables : ils ont tendance à se décomposer en un noyau plus léger en émettant des particules et du rayonnement. Par exemple, le rubidium, métal alcalin de la même famille que le sodium ou le potassium, possède un isotope (le 87, ce qui signifie 37 protons et 50 neutrons) qui est radioactif et se désintègre en donnant naissance à l'isotope 87 du strontium. La vitesse de ce phénomène est une grandeur spécifique de chaque isotope radioactif et est une constante. On parle de "temps de demi-vie", c'est-à-dire le temps nécessaire pour que la moitié des atomes radioactifs se soient désintégrés.

Certains éléments radioactifs donnent naissance, en se désintégrant, à un autre élément lui-même radioactif. A son tour, il crée en se désintégrant un troisième isotope radioactif, et ainsi de suite jusqu'à apparition d'un isotope stable. On a affaire à une "famille radioactive". L'uranium-238 (ou ²³⁸U, c'est-à-dire l'isotope dont le nombre de masse, la somme entre le nombre de protons et le nombre de neutrons est de 238, soit 92 protons et 146 neutrons), en fait partie (fig. A1).

Lorsque l'uranium-238 se retrouve seul dans une roche, il commence immédiatement à se désintégrer et donne naissance au deuxième membre de sa famille : le ²³⁴Th. Celui-ci, à son tour, se désintègre pour donner naissance au ²³⁴Pa, et ainsi de suite (fig. A2). Des calculs relativement simples basés sur la loi de décroissance radioactive, montrent qu'après un certain temps, on arrive à un "équilibre radioactif" : chaque élément radioactif intermédiaire a acquis une concentration constante. En effet, il se désintègre autant d'atomes de chaque élément par leur radioactivité propre qu'il n'en est produit par la désintégration du

père. Seul le père initial de la famille (ici, l' ^{238}U) décroît sans interruption et le fils ultime stable (ici le ^{206}Pb) croît.

Or, les éléments de la famille ont des propriétés chimiques très différentes. L'uranium, par exemple, est soluble dans les eaux tandis que le thorium est tout-à-fait insoluble. Le radon est un gaz, etc... C'est ici que se place le fondement de la datation U/TH des spéléothèmes (IVANOVICH, HARMON, 1982; QUINIF, 1989). Vu l'insolubilité du thorium, les isotopes 238 et 234 de l'uranium sont les seuls à être transportés dans les eaux d'infiltration qui donnent naissance aux spéléothèmes. Lors de la formation de la stalagmite, seul de sa famille radioactive, l'uranium est présent. Petit à petit, il génère ses descendants, dont le thorium-230. Ainsi, plus la stalagmite est vieille, plus la quantité de thorium sera élevée : c'est donc une horloge naturelle de la concrétion (fig. A3). Après environ 400.000 ans, l'équilibre radioactif est atteint : il se désintègre autant de thorium qu'il ne s'en crée par la désintégration de son père, l'uranium-234. C'est la limite de la méthode.

Il faut ajouter qu'un autre déséquilibre radioactif existe souvent dans les concrétions. En effet, alors que dans la roche mère (le calcaire par exemple), les deux isotopes de l'uranium : 234 et 238, sont à l'équilibre (donc, le rapport d'activité $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ est égal à 1), ils sont en déséquilibre dans les eaux et donc, dans les spéléothèmes. Le rapport d'activité $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ est souvent plus grand que 1. Au cours du temps, ce rapport tendra vers 1 (fig. A4). Il pourrait constituer une autre horloge permettant des datations jusqu'à environ 1 à 1,5 millions d'années, mais il faudrait connaître le rapport isotopique initial $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, ce qui n'est pas possible. On ne peut le connaître qu'en calculant d'abord l'âge par le thorium 230, méthode, rappelons-le, limitée à 400.000 ans. Néanmoins, ainsi qu'on peut le voir dans l'analyse des résultats de Hotton, nous pouvons néanmoins retirer de précieuses indications de ce rapport isotopique.

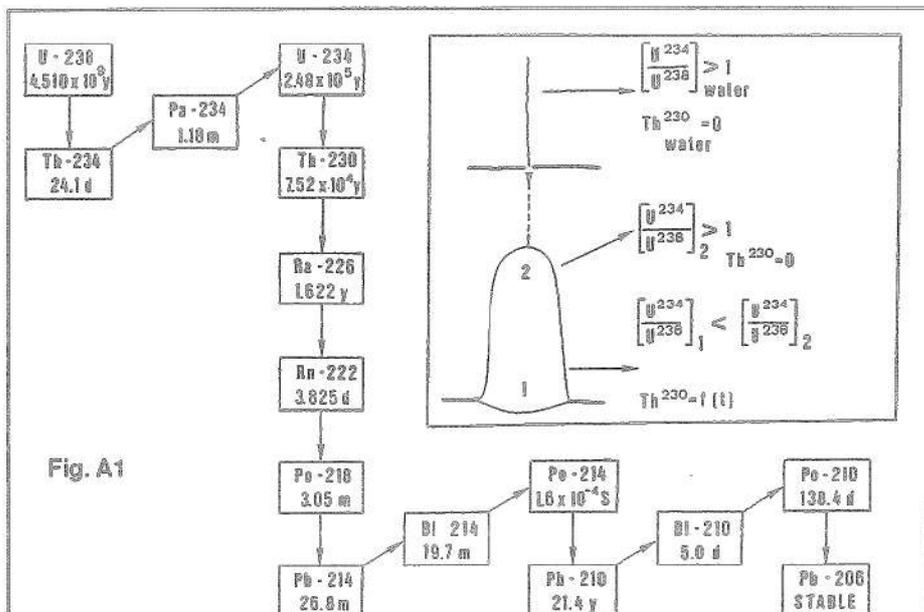


Fig. A1

Famille radioactive de l'uranium-238. Chaque case représente un isotope (noyau avec un nombre caractéristique de protons et un nombre caractéristique de neutrons). On passe d'une case à l'autre en suivant les flèches qui visualisent la désintégration de ce noyau radioactif. Une flèche verticale est une émission alpha (radioactivité sous la forme de l'expulsion d'un noyau d'hélium, 2 protons + 2 neutrons) tandis qu'une flèche à 45° vers la droite correspond à une émission radioactive bêta, c'est-à-dire un électron. Le chiffre inscrit dans chaque case est le vrai temps de demi-vie de chaque isotope, le temps nécessaire pour que la moitié des atomes présents au temps initial ait disparu.

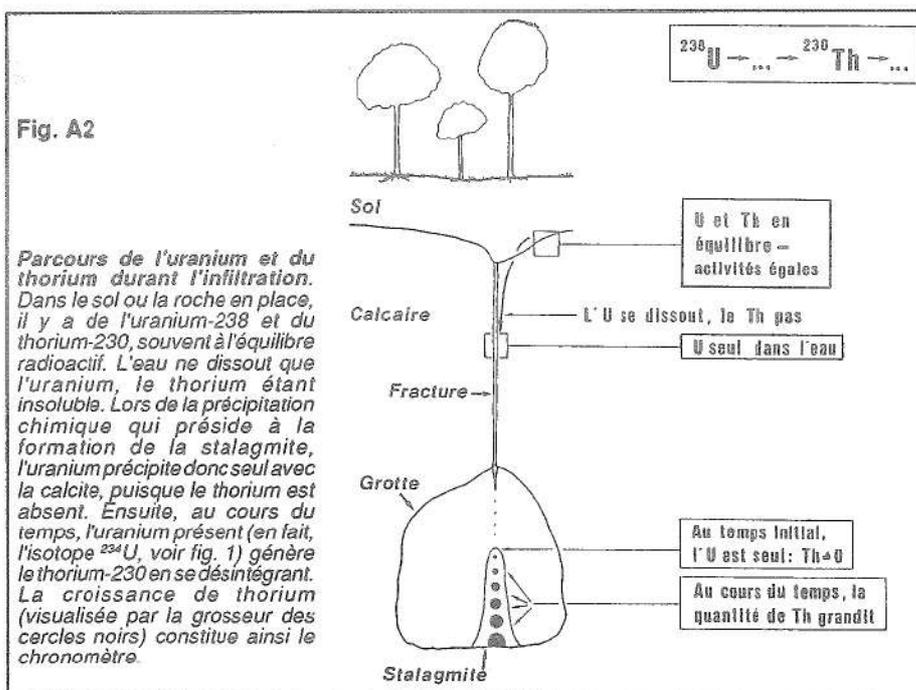


Fig. A2

Parcours de l'uranium et du thorium durant l'infiltration. Dans le sol ou la roche en place, il y a de l'uranium-238 et du thorium-230, souvent à l'équilibre radioactif. L'eau ne dissout que l'uranium, le thorium étant insoluble. Lors de la précipitation chimique qui préside à la formation de la stalagmite, l'uranium précipite donc seul avec la calcite, puisque le thorium est absent. Ensuite, au cours du temps, l'uranium présent (en fait, l'isotope ^{234}U , voir fig. 1) génère le thorium-230 en se désintégrant. La croissance de thorium (visualisée par la grosseur des cercles noirs) constitue ainsi le chronomètre.

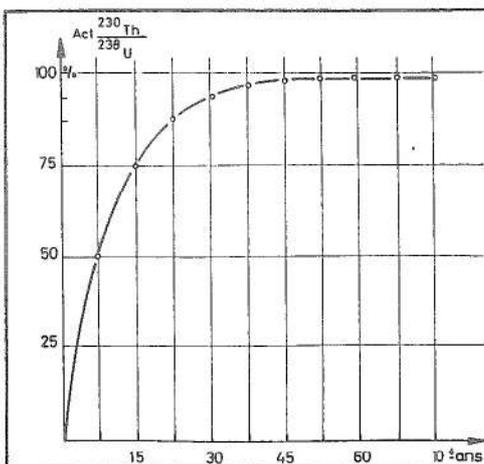
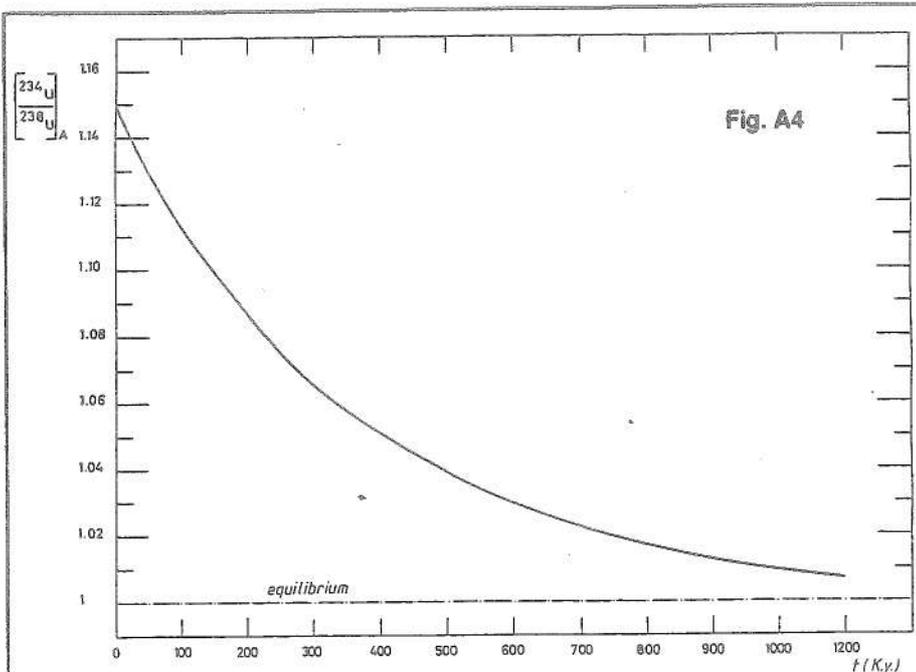


Fig. A3

Courbe de croissance du thorium-230. Cette courbe exprime quantitativement la croissance du thorium-230 en fonction du temps. La fonction utilisée en ordonnée est le rapport d'activité entre le thorium-230 et l'uranium-238. On voit que l'équilibre radioactif est réalisé, dans la limite de la précision expérimentale, après environ 400.000 ans.

ANNEXE 2 : LE QUATERNAIRE

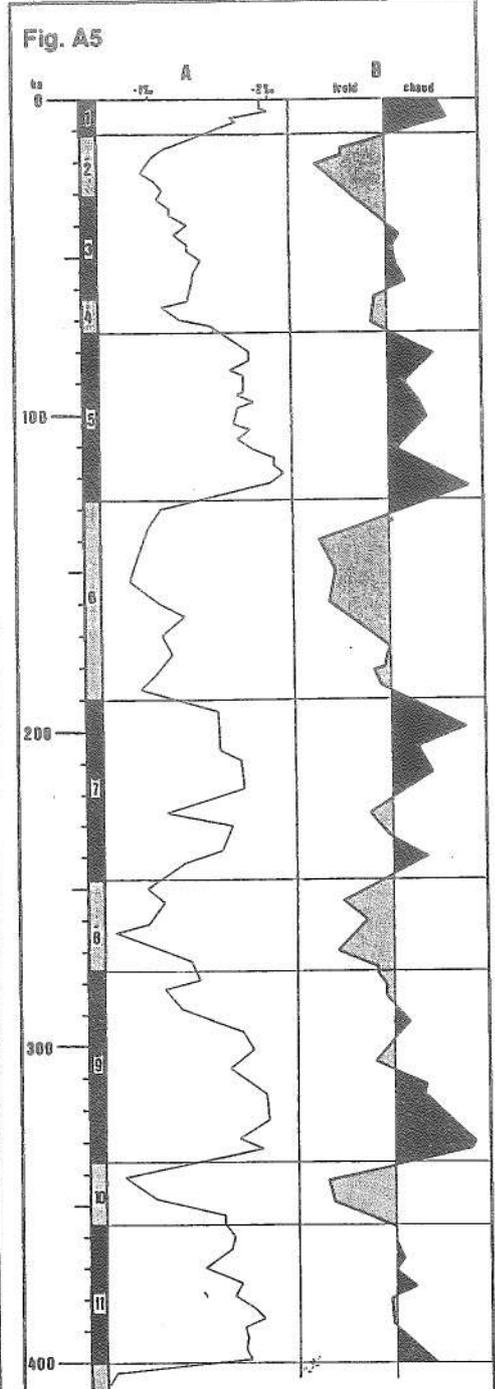
Le Quaternaire constitue la période géologique la plus récente de l'histoire de la terre (CHALINE, 1985). Il débute approximativement entre 1,5 et 2 millions d'années, imprécision due aux différentes interprétations de sa base. Alors que les étages géologiques antérieurs sont définis en fonction de "biozones" caractérisées par des associations de fossiles marins corrélables à l'échelle mondiale, le Quaternaire a surtout été étudié en milieu continental. Les dépôts sont donc très variés et très changeants. De plus, la brièveté de cet étage ne



Décroissance séculaire du rapport $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$. Dans les eaux, ce rapport est souvent supérieur à 1. Cela résulte d'une plus grande solubilité effective de ^{234}U par rapport à ^{238}U , due à l'altération des sites cristallographiques par l'effet de recul résultant de l'émission α de ^{238}U . Ce rapport tend vers 1 au cours du temps.

permet pas d'observer des fossiles caractéristiques qui le découperaient en tranches temporelles. C'est essentiellement sur base climatique que le Quaternaire a été découpé, et tout d'abord par les glaciations alpines (Würm, Riss, Mindel, Gunz, Donau et Biber, de la plus récente à la plus vieille). Cette chronologie doit être abandonnée : elle n'a pas de sens stratigraphique. C'est pourquoi l'étude de séries marines a pris la suprématie. Ici, c'est la variation d'un rapport isotopique qui est choisi comme variable, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, mesuré dans divers foraminifères (SHACKLETON, OPDYKE, 1973). Il exprime la variation de la quantité de glaces et, par là-même, les variations climatiques. On obtient ainsi une courbe traduisant la succession des refroidissements et des réchauffements. Cette courbe est globale, valable pour la Terre entière, et se rapporte à des dépôts dont la sédimentation est continue, ce qui lui donne un avantage certain sur les autres méthodes. Actuellement, deux autres types d'enregistrements sont en plein

développement : la stratigraphie des glaces des inlandis polaires et les loess de la Chine (dépôts de poussières éoliennes). La figure A5 montre cette courbe jusqu'à 400.000 années. Il reste qu'il faut dater cette évolution. Une première tentative a été faite en estimant la vitesse de sédimentation. Ensuite, on a daté par la méthode uranium/thorium les massifs de coraux dont le développement peut être rattaché aux fluctuations climatiques. Le paléomagnétisme fournit aussi des repères, spécialement avant 700.000 ans. Enfin, la théorie des climats de MILANKOVITCH, développée numériquement par BERGER (1980), rattache les variations climatiques aux variations de paramètres astronomiques qui peuvent être datées par les lois de la mécanique, ce qui fournit ainsi une échelle chronologique des séries marines du Quaternaire (MARTINSON, PISIAS, HAYS, IMBRIES, MOORE, SHACKLETON, 1987). La seconde courbe de la figure A5 donne les variations de températures suivant le modèle de Berger.



Courbe isotopique et climatique des 400 derniers milliers d'années. La courbe de gauche donne les variations isotopiques de l'oxygène dans le foraminifère *Globigerinoides sacculifera* du sondage océanique V28-238; la courbe de droite les variations paléoclimatiques d'après le modèle de Berger. La colonne de gauche exprime les "stades isotopiques".

BIBLIOGRAPHIE

BERGER A.L. - 1980 - A critical review of modeling the astronomy theory of paleoclimates and the future of our climate. Act. Journ. Etud. Int. "Soleil et Climat", Toulouse : 325-355.
 CHALINE J. - 1985 - Histoire de l'homme et des climats au Quaternaire. Doin Ed., Paris : 366p.
 IVANOVICH M., HARMON R.S. - 1982 - Uranium series disequilibrium - Applications to environmental problems. Clarendon, Oxford.
 MARTINSON D.G., PISIAS N.G., HAYS J.D.,

IMBRIES J., MOORE T.C., SHACKLETON N.J. - 1987 - Age dating and the orbital theory of ices ages : development of a high resolution 0 to 300 000-years chronostratigraphy. Quat. Research 27 : 1-29.
 QUINIF Y. - 1989 - La datation uranium-thorium. Speleochronos 1 : 3-22.
 SHACKLETON N.J., OPDYKE N.D. - 1973 - Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of Equatorial Pacific Core V28-238 : oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 10⁵

year and a 10⁶ year scale. Quat. Research 3 : 39-55.
 SORRIAUX P. - 1982 - Contribution à l'étude de la sédimentation en milieu karstique. Le système de Niaux-Lombrives-Sabbart (Pyr. Ariégeoises). Thèse 3ème cycle, Université P. Sabatier, Toulouse et Laboratoire souterrain du CNRS, Moulis. 255p.

REGARD : n.m. Puits, ouverture, dans la paroi ou dans la voûte d'une galerie souterraine, par où peut entrer la lumière du soleil et qui éclaire une circulation d'eau. C'est également un trou, une fissure dans une caverne, en général de petite dimension, et par lequel on aperçoit un autre réseau de canalisations, ou une rivière souterraine; la base du regard appartient souvent au réseau noyé. Parfois cependant, le regard est d'assez grande dimension pour permettre l'accès à la circulation souterraine des eaux.

Fenelon "Vocabulaire français des phénomènes karstiques".

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Les textes

- Les articles proposés sont soumis à un comité de lecture
- Les textes doivent être remis, de préférence, sur disquette informatique (si possible Macintosh, sinon sur compatible IBM), accompagnée d'un tirage papier. Les articles dactylographiés sont acceptés.
- Prévoir un résumé en français, et si possible en anglais, les plus concis possible. Souligner les mots-clés.
- Bien définir les paragraphes et l'articulation du texte. Mettre les titres en évidence et soigner la ponctuation.
- En cas de reprise ou de traduction, en tout ou en partie, du texte d'un autre auteur, prière de citer les sources.
- Bibliographie souhaitée.

Une relecture des textes prêts à être publiés est souhaitée de la part de l'auteur qui donnera son "bon à tirer", la relecture se fera de préférence en nos locaux.

Les illustrations

- Vos projets d'illustration (dessins et figures) sont les bienvenus et leurs emplacements et légendes clairement indiqués. Ils seront dessinés au noir et de préférence sur calque.

- Des photographies sont souhaitées. Par ordre de préférence : des tirages papier n/b, des tirages papier couleur, des diapos. Elles seront munies de leurs légendes numérotées et du nom de leur auteur. Elles seront nettes et bien contrastées. Elles seront restituées aux auteurs après utilisation.

Les topographies

- Elles doivent s'insérer dans un format A4 ou A3, en tenant compte des marges (12mm de part et d'autre, 15mm en haut et en bas). De plus grands formats peuvent être envisagés, s'ils sont justifiés.
- Elle doivent comporter les indications suivantes:
 - nom de la cavité
 - province, commune, lieu-dit
 - coordonnées Lambert
 - date(s) de levé et dessin
 - échelle de plan et/ou de coupe
 - nord pour le plan, géographique ou magnétique
 - pour la coupe : projetée ou développée
 - indication de l'entrée
 - support : calque ou papier blanc (non millimétré)
 - dessin et lettrage seront calculés pour la réduction

Chaque auteur recevra 5 exemplaires de la revue.

Regards

Hibernation des chiroptères (Ramioul)

Wéron : Réseau Noir

Grotte de Hotton et datations U/Th