Chauves-souris et thermo-préférences en hibernation

Par Christian Dodelin, Spéléo Club de Savoie, délégué chiroptère de la FFS.

L'hibernation ou la vie au ralenti

Pendant la période hivernale, nos chauves-souris au régime insectivore se trouvent confrontés à un problème de nourriture, la plupart des insectes étant absents en dessous de 11°Celtius.

Comment maintenir la vie en l'absence de nourriture ?

En premier lieu les chauves-souris font des réserves à l'automne et augmentent leur poids d'1/3 en accumulant des graisses brunes. Un *Myotis daubentoni* passe de 7 / 8 grammes à 12 / 13 grammes.

Elles ont la capacité d'économiser leur énergie par différents mécanismes en lien les uns avec les autres : abaissement du rythme respiratoire, de la circulation sanguine et baisse de la température interne. Les fonctions vitales sont réduites au strict minimum. Cette faculté est propre aux animaux hétérothermes.

La température corporelle d'une chauve-souris active est de 39° ; Pendant l'hibernation elle se situe entre 1° et 10° selon les espèces, quelques degrés au-dessus de la température ambiante. Une température excessive en dessous de zéro occasionnera un réflexe de réveil pour trouver un espace à la bonne température. La congélation serait mortelle.

Le rythme respiratoire peut passer chez un *Myotis myotis*, à une respiration par heure.

Pour le même grand murin, le rythme cardiaque qui est de 880 par minute en vol, 250 à 450 au repos, il ne sera que de 18 à 80 pulsations par minute en hibernation.

En état d'hibernation la chauve-souris apparait comme morte.

Les modifications de température, les besoins d'uriner, déféquer, boire provoquent des réveils. L'hibernation est ponctuée de plusieurs réveils qui nécessitent à chaque fois près de ¾ d'heure.

Contrairement à ce que l'on croyait, les chauves-souris se réveillent régulièrement, en moyenne tous les 10 à 15 jours pendant la période d'hibernation.

La durée de cette léthargie dépend des latitudes. Plus on se rapproche du cercle polaire ou que l'on gagne en altitude en montagne, plus la durée de la phase hivernale sera longue entre novembre et mai.

Attitude à avoir en période d'hibernation :

Discrétion, respect. Notre attitude doit être guidée sur le moins de dérangement en pensant à la chaleur que nous dégageons par notre souffle et notre corps en évitant de stationner à l'aplomb. Diminuer le bruit de notre progression, n'utiliser que la lumière nécessaire. Comme en toutes circonstances, on s'abstient de toucher les chauves-souris, surtout pendant l'hibernation. (Les seules fois où je l'ai fait a été pour transférer une chauve-souris dans une zone non inondée pour qu'elle ne risque la mort en période de crue subite).

Si une chauve-souris s'envole, à votre passage c'est qu'elle était déjà éveillée, dans une période d'activité.

Mise en semi-léthargie

Les chauves-souris sont capables d'entrer en léthargie pendant l'été quand elles traversent une période de mauvais temps. L'endormissement est moins profond. Une baisse de 10° suffit à économiser 60 à 70% d'énergie.

En pays tropicaux, les chauves-souris insectivores se mettent en léthargie pendant la saison sèche alors que les chauves-souris frugivores sont toujours actives.

Différents types d'habitat

Parmi les 34 espèces de chauves-souris que nous ayons en France, quelques unes privilégient la migration à plus de 1000 kilomètres vers l'Europe de l'Est, Sud-Est. Toutes se rendent sur des sites favorables.

Certaines utilisent des arbres creux tandis qu'une vingtaine d'espèces choisissent des cavités souterraines. Grottes ou gouffres dans le karst (en terrain calcaire), tunnel de lave en zone volcanique, cavités artificielles (carrières souterraines, mines, tunnels…).

Cavités souterraines et climatologie

Le premier critère de sélection d'un gîte est la température. Selon la latitude et l'altitude, les cavités ont une température moyenne. On pensait que cette température était constante sous terre mais des mesures répétées dans le temps montrent des variations importantes.

Le deuxième critère est l'humidité de l'air qui est souvent saturé à 95% une fois l'équilibre de la température atteint. Par exemple dans une cavité à plusieurs orifices, une entrée basse collecte l'air froid qui absorbe tout l'humidité en se réchauffant. Les parois et le plafond de la galerie d'entrée sont secs sur plusieurs dizaines de mètres et sont délaissés par les chauves-souris.

Investigation températures au cours des comptages hivernaux

Depuis une dizaine d'années, nous prenons systématiquement la température des chauves-souris au moyen d'un thermomètre à pointeur laser. Ces observations, sans importuner les bêtes, apportent des résultats intéressants.

Résultats :

1) **Variation de la température en fonction de la situation des cavités**

Les cavités en vallée ont des températures différentes depuis le sud de la France jusqu'au nord. Cela donne des variations de températures de 8° à 15°.

En zone de montagne, plus on monte en altitude plus les cavités sont froides. Nous pouvons avoir 9° en vallée et 0° à 1800m en altitude, voire des températures négatives. L'exposition des versants au sud ou au nord donne des écarts significatifs, à altitude égale on peut avoir des températures variant de 3°.

2) Variation du climat souterrain en fonction de la morphologie des cavités :

Une ou plusieurs entrées, profil des galeries descendantes ou montantes, présence d'eau…

En règle générale, dans les cavités à une seule entrée, lorsque l'air extérieur est plus froid que l'air ambiant de la grotte, l'air froid entre en longeant le sol, se réchauffe sous terre et ressort réchauffé le long des plafonds. Dès que l'air extérieur devient plus chaud que la température moyenne de la cavité, le courant d'air s'inverse. Il entre chaud en longeant les plafonds et se refroidit sous terre pour ressortir frais au niveau du sol.

Le profil d'une cavité à une seule entrée va influencer la température à l'intérieur de la grotte. Une galerie descendante jouera un rôle de piège à air froid, tandis qu'une galerie montante inversement sera un piège à air chaud. Dans une même cavité des diverticules descendant et d'autres montant donneront des habitats plus ou moins froids utilisés par différentes espèces.

Dans le cas de multiples entrées, quand la température extérieure est plus froide que la température moyenne de la cavité, l'air froid entre par les orifices inférieurs, se réchauffe sous terre et sort par les orifices supérieurs. Comme pour le cas d'une cavité à une seule entrée, le phénomène s'inverse en cas d'élévation de la température extérieure au-delà de la température ambiante de la grotte.

3) Variation des températures en fonction de la météo extérieure

Cette variation du sens des courants d'air sous terre est importante car depuis l'intérieur de la cavité l'inversion du courant d'air renseigne sur la température extérieure. Cette inversion peut se faire entre le jour et la nuit. L'hiver en montagne des colonnes de brouillard marque les orifices supérieurs quand le temps est très froid et sec. Ces orifices comme les plafonds des cavités à une seule entrée sont toujours hors gel. Au contraire le sol des entrées uniques et des entrées inférieures subit les rigueurs du froid ; on pourra trouver des amoncellements de glace au sol par le regel de l'eau s'écoulant des plafonds maintenus à une température positive.

Hiérarchie des chiroptères en fonction de la tolérance au froid et positionnement dans la cavité.

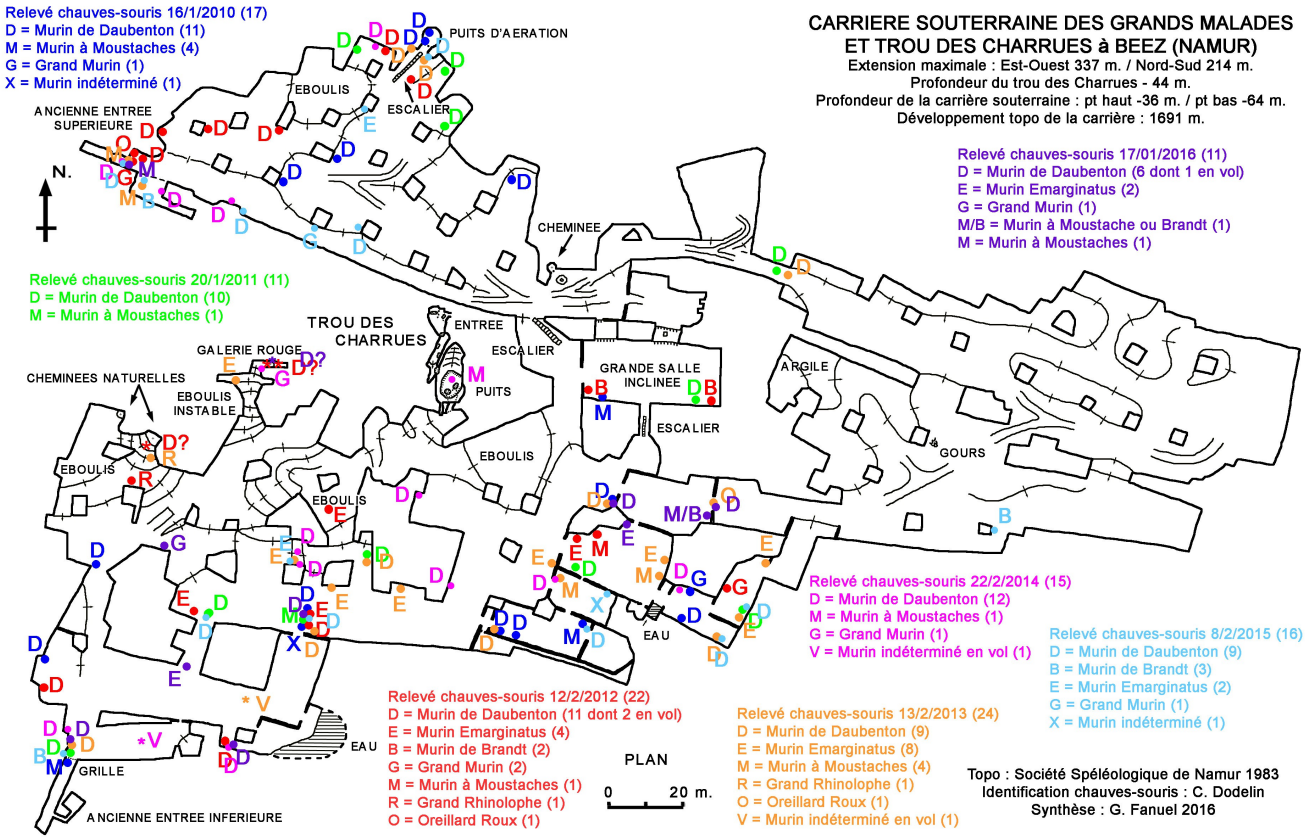
Tous les observateurs des chauves-souris en hibernation peuvent classer les chauves-souris selon qu'elles affectionnent des espaces plus ou moins froids. Le principe est connu et remarqué depuis longtemps. Nos observations ont été faites avec l'utilisation systématique d'un thermomètre et un report sur les topographies des cavités. Le positionnement des animaux et des températures relevées, vont permettre une meilleure connaissance des besoins des chauves-souris en hibernation.

A titre d'exemple, le travail commence par le levé d'une topographie précise que réalisent les spéléologues. Nos travaux en Belgique avec les spéléos de la société spéléologique de Namur se sont accompagnés de prise de température à chaque emplacement de chauve-souris. Sur la topographie ci-dessous les pointages des chauves-souris ont été marqués avec des couleurs différentes selon les

années. D'une année sur l'autre la température extérieure a varié donnant une fréquentation plus importante lors de périodes plus froides.

Les températures de cette cavité se situent entre 6° et 9° là où se trouvent les chauves-souris. Nous parcourons la partie Est de la cavité sans présence de bêtes car la température y dépasse les 9°.

A noter qu'un travail similaire est effectué maintenant par les spéléologues sur le bassin parisien, en Savoie, Haute Savoie,…



Topographie du Trou des Charrues ou carrière des Grands Malades à Béez près de Namur (Belgique)

Observations dans différentes cavités :

1) **Grotte du Dard (Baume les messieurs) Jura (39)**

Au cours d'un WE de formation dans le département du Jura, les 21 et 22 février 2009, nous avons effectué une visite de la grotte touristique de Baume les Messieurs ou grotte du Dard comme le nom de la source qui prend naissance ici. Cette grotte n'est pas ouverte au tourisme en hiver.

Description : Le réseau est en crue avec sortie d'eau par la galerie touristique d'accès. Le gros du débit sort au pied de la barre rocheuse. Nous retrouverons la rivière souterraine plus loin dans la cavité. La galerie d'accès est haute de 7 à 8 mètres et large de 2 à 4 mètres avant de s'évaser en de belles cheminées successives qui font toutes au moins 15 à 20 mètres de hauteur.

Occupation par les chauves-souris et températures :

A l'entrée il fait 2°,3. A quelques mètres et atteint par la lumière du jour il y a une grappe de minioptères au plafond. Sur photo on en compte au minimum 131. Juste après derrière une concrétion et toujours perché il y a un murin de grande taille. A savoir que dans les plafonds où se trouvent les premières chauves-souris la température avoisine 9 à 10°. Plus bas et dans une fissure ouverte sur l'intérieur de la grotte, un murin de daubenton à 8°. On en trouvera un autre plus à l'intérieur. Puis dans une fissure ouverte sur l'extérieur un murin que nous n'arrivons pas à déterminer. Sur photo il s'agit d'un murin des marais. Entre 20 et 50 mètres à l'intérieur on trouve en groupe et parfois isolés des grands rhinolophes. La température oscille selon leurs places entre 6° à hauteur d'homme et 8°2 pour les plus hauts. Nous comptons 97 grand rhinolophes dont un suspendu à une corde spéléo qui est là en main courante.

2 pipistrelles ont été vues derrière une des fissures de l'entrée.

Nous parcourons le reste de la cavité dans sa partie touristique et notons au sol des températures de 11°1.

De nombreuses cheminées sont couvertes de guano dans les plafonds ou sur les rebords formant coupole et marmites de plafonds, bien qu'il n'y soit plus observé de nurserie de nos jours.

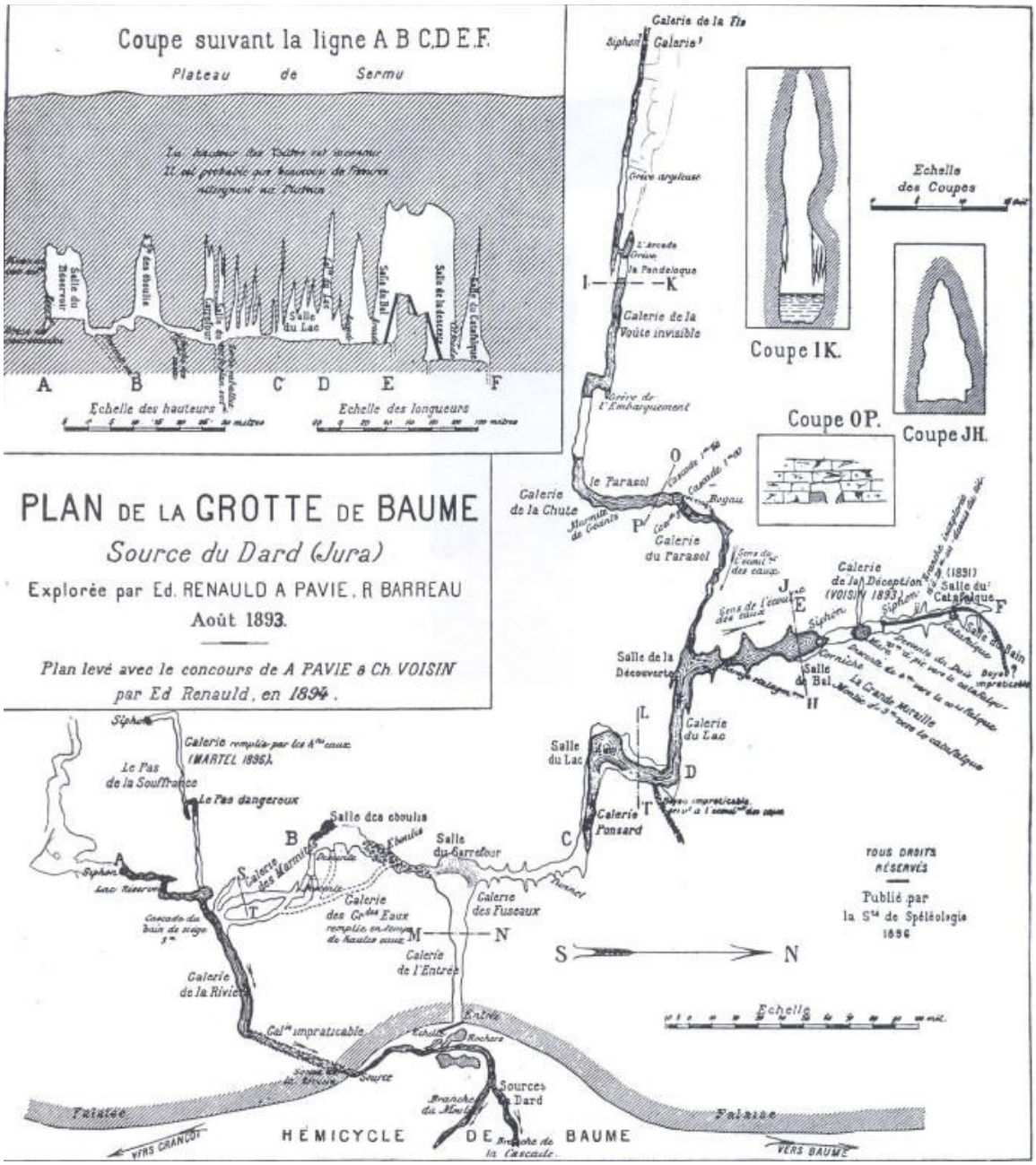
Nous remarquons que les chauves-souris en hibernation se tiennent dans la zone où la température se situe entre 6° et 9°, même si la lumière du jour vient momentanément dans cette zone. Dans la partie confortable à 11° nous n'avons fait aucune observation hormis des traces de guano qui appartiennent à une autre époque.

Minioptères *Grands rhinolophes. Photos Robert Lepennec.*

Les minioptères rencontrés en premier bénéficient de l'air réchauffé de la grotte qui sort en rasant les plafonds. Et bien que les températures soient de 2°3 à 1 mètre du sol elles demeurent aux alentours de 8 à 10° près des plafonds. Les pipistrelles encastrées dans des fissures bénéficient de la température dispensée par la roche et procure ainsi les conditions recherchées. Plus loin les grands rhinolophes sont moins hauts à des températures comprises entre 6° et 8° dans un espace où l'air sortant du plafond à 11° module sa température avec l'air rentrant en bas.

Ici à la grotte du Dard, les salles et galeries immenses à 11° n'intéressent pas les chauves-souris qui assurent probablement une plus grande économie d'énergie en se maintenant à des températures plus basses.

Les bêtes ne sont présentes que dans la galerie d'entrée.



2) Carrières souterraines de Mons en Belgique

Le 20 février 2014, nous profitons d'une journée pour visiter une petite partie de cette cavité pour effectuer des observations sur les espèces en hibernation.

La cavité creusée pour en extraire de la pierre de taille depuis le Moyen-âge, est accessible par une galerie protégée par une porte close. Nous avons rendez-vous avec une équipe chargée de topographier des portions non répertoriées de ces immenses carrières. Nous savons qu'une zone effondrée procure d'autres accès pour les chauves-souris à ce site.

Nous aurons des températures entre 6° et 11°. Aussi nous trouverons 15 murins à moustaches vers les 6° puis 26 murins de Daubenton et 1 murin natterer jusque 8° pour comptabiliser une grande majorité de *Myotis emarginatus* autour des 9°. Au-delà de 9°5, plus une bestiole. Le site particulièrement favorable à ces murins à oreilles échancrées nous a permis d'en recenser 337, sans pour autant avoir eu le temps en 6 heures de visiter toute la carrière.

L'entrée se fait par la galerie longiligne et isolée la plus haute à droite sur le plan. Les parties colorées sont répertoriées, les topographes allaient dans les parties en haut à droite. Ces portions dépassaient 9,5° et n'abrittaient pas de chauves-souris. En venant vers la gauche on rejoint les parties effondrées. Les liserés bleus sont les bords constituant des lacs alors que toute la partie en haut et à gauche (assemblage de trois plans du début 1900) est en zone noyée.

Nous constatons, comme dans le Jura, que le trop chaud n'est pas utilisé par les chauves-souris.

3) Grottes et gouffres de montagne l'exemple du Margeriaz (73)

Cette montagne située dans les Préalpes au cœur du massif des Bauges connait des conditions de températures froides en hiver car orientée au Nord, Nord-Est. L'altitude culmine aux crêtes à 1845 m et les cavités les plus basses en forêt sont au dessus de 1200m.

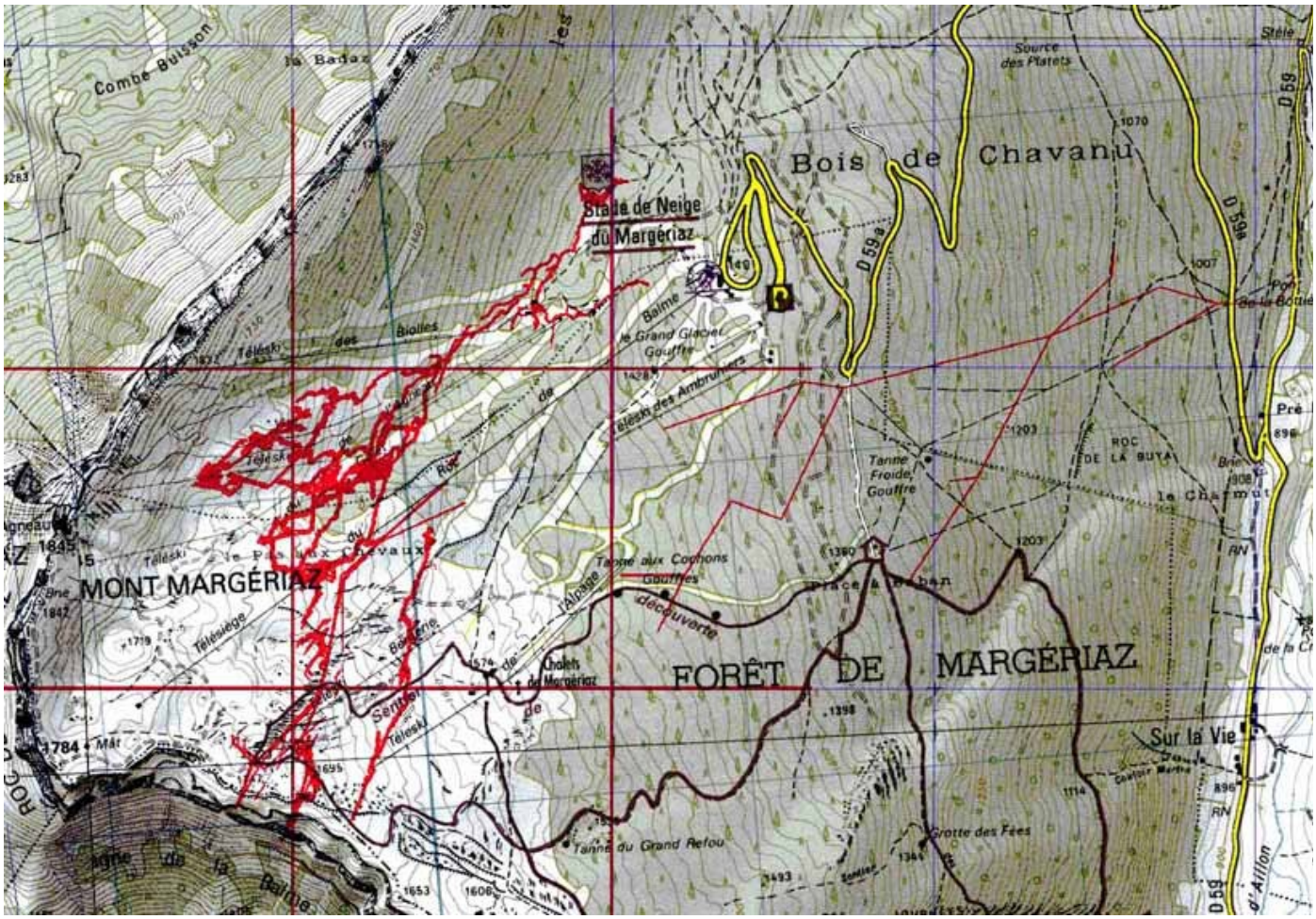
On connait près de 400 cavités sur ce massif avec une densité de réseaux souterrains répertoriés pour 80 kilomètres.

Plusieurs hivers nous avons prospecté les entrées inférieures qui aspirent un air froid pouvant atteindre -25° et qui généralement permet l'accumulation de quantités importantes de glace. Dans quelques cavités comme la Tanne Froide (1277m), la Tanne aux Enfers (1390m), nous avons pu

observer de rares barbastelles, oreillards roux et sérotine de Nilsson à des températures entre 0,5° et 1,5°.

Dans les cavités supérieures, le courant d'air sortant exhale de l'air autour de 3°. C'est le cas de la Tanne des Crolleurs (1700m), de la Tanne des Biolles (1672m) où nous avons pu observer la présence d'espèces variés : oreillards roux, murins à moustaches, murin de Brandt, grand murin, murin à oreilles échancrées, grands rhinolophes. Ils disposent d'un espace garantie hors gel. Ce sont toutefois les murins à moustaches les plus fréquents ; on les trouve également dans les réseaux profonds moins soumis aux aléas climatiques.

La présence d'une plus grande diversité de chauves-souris dans les gouffres d'altitude et les têtes de réseaux est à prendre en considération pour les prospections en montagne.



Les réseaux souterrains sont illustrés en rouge, dessinés ou avec des traits pour le réseau « Cochons-Tanne Froide ».

4) Grottes du Mort Rû, du Guiers Vif, du Guiers Mort en Chartreuse (73 Savoie-38 Isère) ; de l'Adiau massif du Parmelan (74 Haute Savoie)

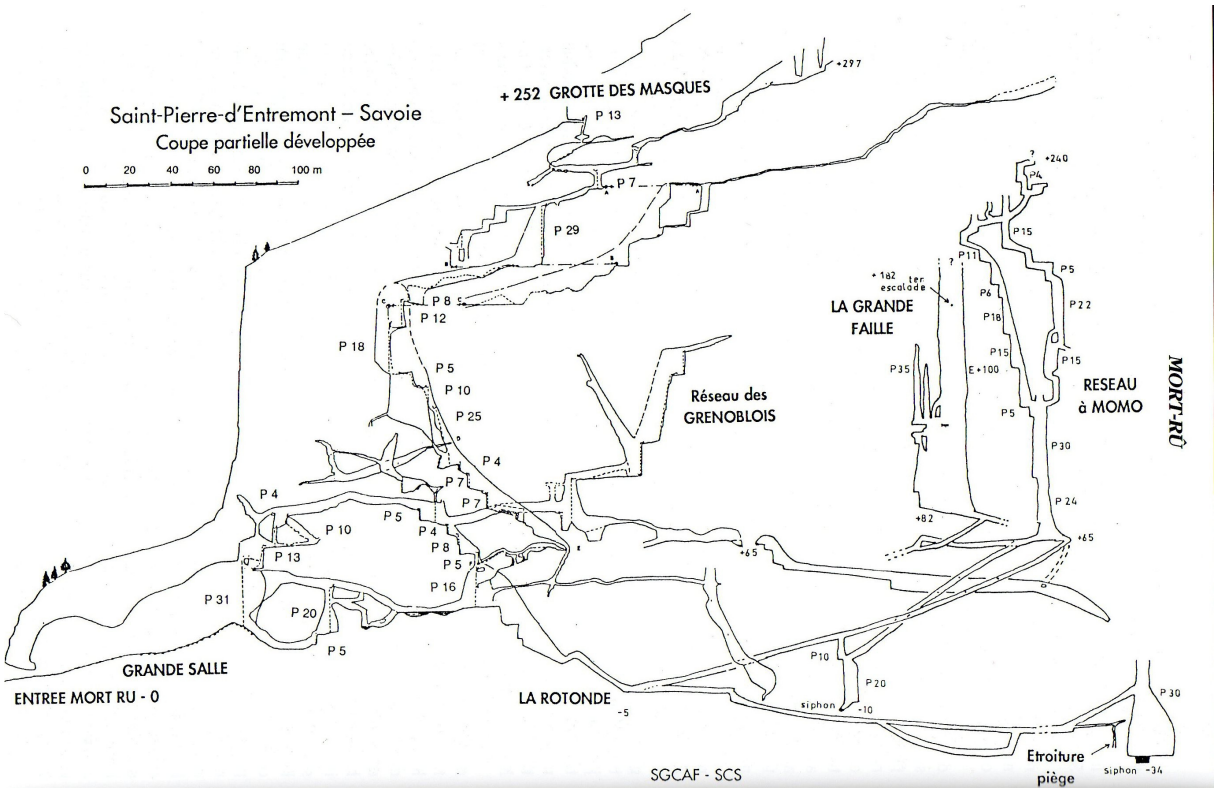
Ce qui caractérise ces cavités des Préalpes du Nord en Chartreuse pour le Mort Rû (1130m), le Guiers Mort (1332m), la grotte du Guiers Vif (1140m), l'Adiau (962m) dans le massif des Bornes c'est

qu'elles sont à la base des massifs à une altitude qui les positionne actuellement comme grottes à hibernation idéales pour les chauves-souris recherchant des conditions froides. C'est le cas pour les barbastelles.

La grotte du Mort Rû avec son entrée basse est parcourue par l'air froid entrant ; cet air est évacué par l'orifice supérieur 250 m plus haut, la grotte des masques entre autres.

Cette cavité est suivie en comptages hivernaux depuis 1998 et se trouve en tête pour la région Rhône Alpes comme site d'hibernation pour les barbastelles avec un effectif de plus de 400 individus. On y trouve en quelques dizaines d'exemplaires des murins à moustaches, quelques oreillards, murin de Natterer, murin de Daubenton, plus rarement la sérotine de Nilsson.

L'accès par l'orifice inférieur ne rend accessible pour ce comptage que la zone froide comprise entre l'entrée et le lac. Dans les puits ascendants, il arrive que les cordes en place se trouvent prises dans la glace rendant toute ascension périlleuse et risquée.



Coupe schématique Masque-Mort Rû d'après la topographie du Spéléo club de Savoie et du SGCAF de Grenoble.

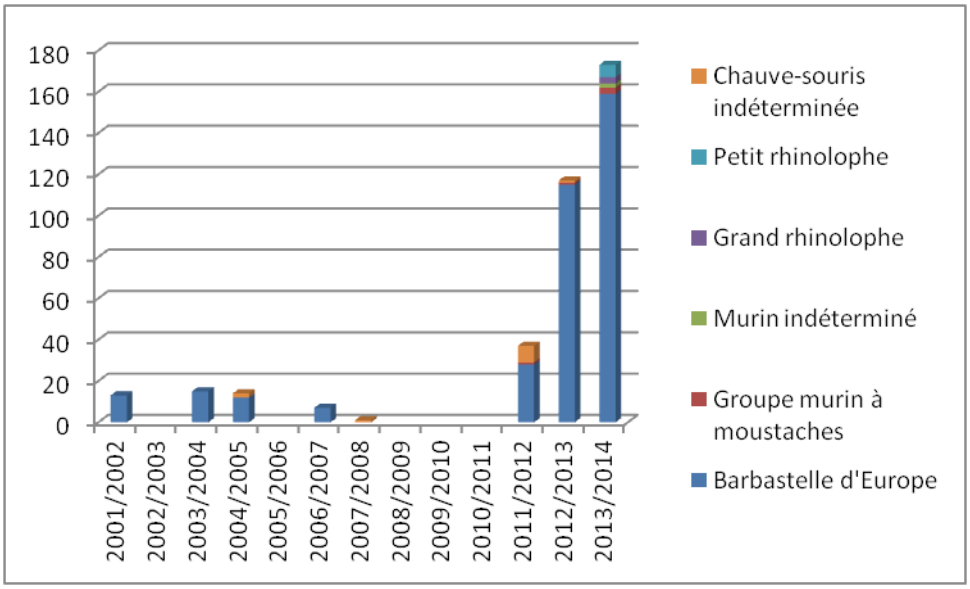
Conditions météo en février 2014 lors du comptage aux grottes du Guiers Vif. Photo Jacques Nant.

Dans le même cirque de St Même où se trouve le Mort Rû, on accède à **la grotte du Guiers Vif** dont les conditions climatiques diffèrent de celles du Mort Rû. Si la grotte est reliée à des orifices supérieurs une partie basse du réseau siphonne le plus souvent, isolant les secteurs jonctionnés. De plus un système de fermeture dans la zone inférieure contribue à l'isolation des galeries. La cavité présente des galeries inférieures entre 0° et 1,5° où nous trouvons les barbastelles. Un étagement des galeries vient ajouter quelques degrés, ce qui permet à des espèces préférant des températures plus clémentes de les exploiter à 3°. On y a trouvé même quelques rhinolophes, 7 petits et 2 grands.

Galerie d'entrée de la grotte du Guiers Vif

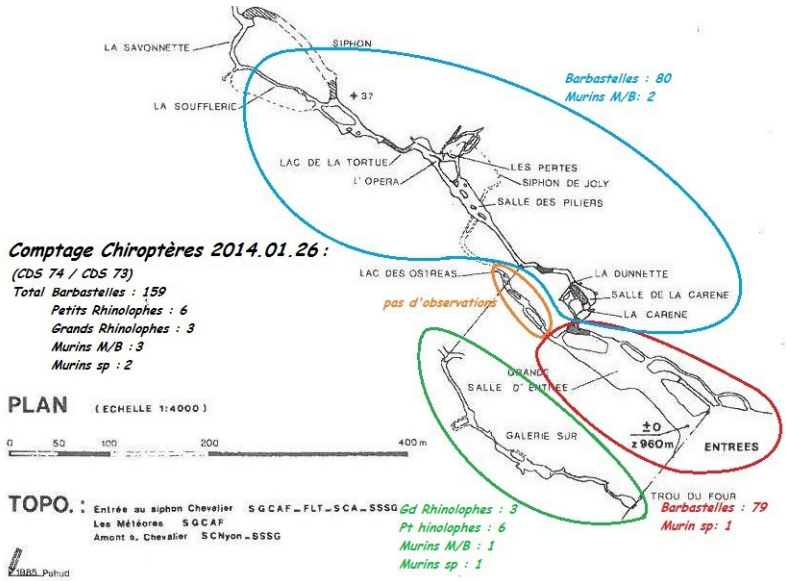
Barbastelle

La grotte de l'Adiau en Haute Savoie possède de multiples entrées s'étageant dans la montagne. Des observations éparses donnent quelques indications sur la présence de chiroptères en hibernation mais à partir de l'hiver 2012-2013, un comptage sérieux s'instaure à l'initiative des spéléos. 3 équipes opèrent simultanément et une galerie supérieure donnant à plus de 30 mètres au dessus de l'entrée va se révéler intéressante puisqu'elle a une température croissante de 1,5° à 5°. Cela lui permet d'accueillir des Rhinolophes qui trouvent là des conditions acceptables même si on est encore en-dessous de leurs thermopréférences.



Etat des comptages à la grotte de l'Adiau en Haute Savoie, massif du Parmelan.

Ces différents résultats témoignent de la capacité des observateurs et non de la fréquentation des chauves-souris qui utilisent le site depuis quelques siècles.



Topographie d'une partie de la grotte de l'Adiau.

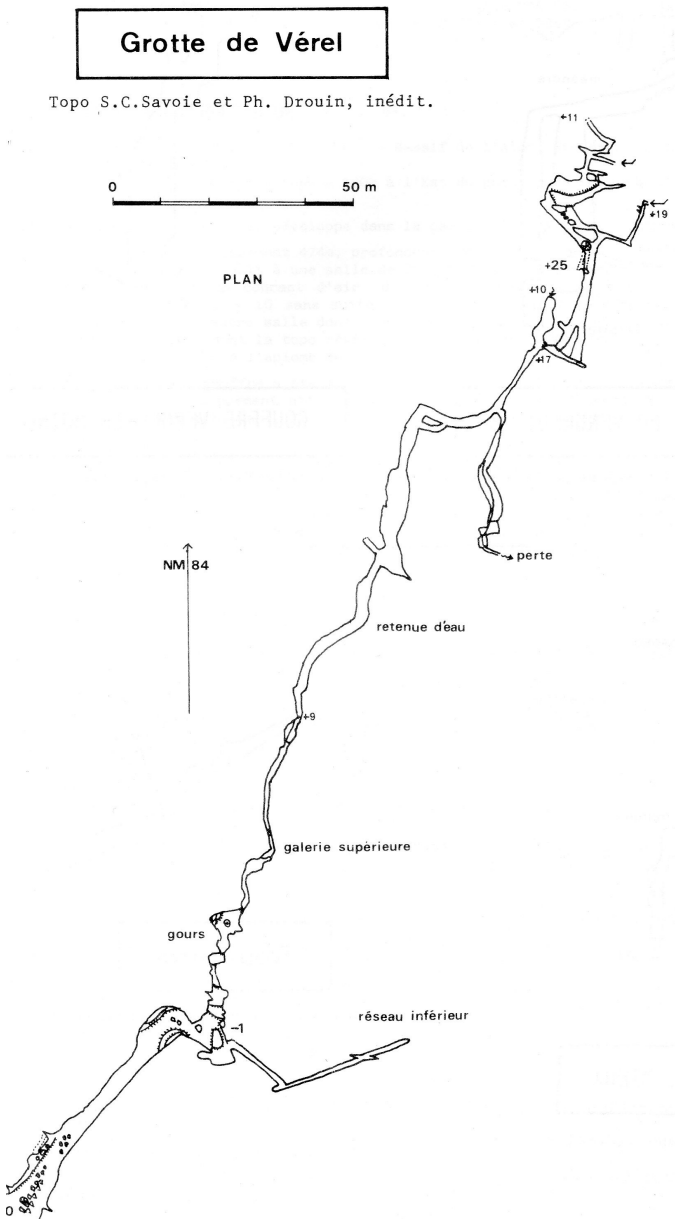
5) Grotte à Mandrin en Savoie ou grotte de Vérel.

Cette cavité de l'Avant Pays savoyard bénéficie d'une température propice à l'hibernation des rhinolophes (souvent plus de 80 individus). Entrée unique, le froid longe la base de la galerie d'entrée et ressort réchauffé en suivant les plafonds à une température de 9°.

On trouve les petits rhinolophes dans la zone d'entrée et parfois à quelques centimètres du sol, surtout quand la température extérieure est douce. Tandis que les grands rhinolophes qui recherchent une température de 10° se trouvent plus près des plafonds.

En période de grands froids l'avancée d'un air glacial se fait plus présent dans la galerie d'entrée et la première salle, les chauves-souris occupent alors les galeries plus internes allant jusqu'à 600 mètres de l'entrée. Si elles passent les plans d'eau, ce n'est pas pour échapper à la prédation ou au dérangement mais pour trouver les conditions de température idéale.

Grands rhinolophes dans la grotte à Mandrin - Savoie



Plan de la grotte à Mandrin, entrée en bas au Sud.

6) Grotte en Dordogne (24)

Ce département possède des cavités où la température est souvent de l'ordre de 15°. La question qui se pose c'est : quelle stratégie les chauves-souris vont adopter pour s'approcher des meilleures conditions pendant l'hibernation ? Le samedi 7 mars 2015, à l'occasion d'un WE formation biospéléo, nous visitons la grotte Caillaud, propriété du CDS 24.

La **grotte Caillaud** sur la commune de Teygat, notre visite s'effectue entre 10 h et 14 h.

Dès les premiers mètres on y trouve un Petit murin à 50 cm du sol. La mesure de l'avant-bras est d'environ 50mm. Sa température prise au retour est de 11°.

Petit murin (*Myotis blythi)*

Peu après nous en trouvons un autre au plafond mais sans pouvoir mesurer l'avant-bras nous resterons sur un murin de grande taille. Entre temps nous avons observé des petits rhinolophes l'un près du sol, les autres au plafond de la galerie sur le côté à 2,50m de hauteur. Leurs températures vont de 10°,5 auprès du sol à 12° en hauteur.

Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)

Dans la cavité la température passera jusqu'à 15° à l'extrême amont près de la zone laminoir terminale. La majorité des chauves-souris a été observée dans le premier tiers de la grotte avec quelques rhinolophes Euryale, un groupe de minioptères rassemblés dans une grappe de 70 individus et un petit noyau de 5 autres. Les minioptères étaient en phase de réveil lorsque nous sommes arrivés.

Groupe de Minioptères lors de notre passage à l'aller (70 individus sur la photo)

Ils se sont réorganisés en 2 grappes immobiles que nous avons pu voir lors de notre retour 3h 30 après.

Juste avant le barrage stalagmitique et la corde nous avions un grand rhinolophe dans des concrétions à 1m 50 du sol, au début du dernier tiers de la cavité.

Derrière la coulée de calcite nous avons encore trouvé un Euryale, un petit rhinolophe à une température de 14°.

Inventaire : Myotis blythi (petit murin) 1 Murin de grande taille 1 Minioptères 75

Rhinolophus hipposideros 3, Rhinolophus ferrumequinum 2, Rhinolophus euryale 4

Total : 86 individus répartis en 3 familles et 6 espèces différentes.

En cavités trop chaudes, les chauves-souris occupent le début de la cavité pour profiter de températures suffisamment basses apportées par les conditions froides de la météo hivernale.

7) Mines dans le Var (83)

En décembre 2015, un WE de formation biospéléo est organisé par le comité spéléo de ce département.

Objectifs : pour la partie chauves-souris, nous aurons deux cavités au programme, ayant chacune des conditions de température différentes. Nous ferons des observations concernant les espèces présentes en hibernation. Chaque observation sera complétée par une localisation sur la topographie et une prise de température qui conditionne le choix des chauves-souris.

Pour la biospéléo, tout le long du parcours nous collecterons les animaux cavernicoles après photos en place et nous utiliserons les binoculaires pour la détermination.

Samedi 12 décembre 2015 **mine de Tourves** sur la commune de Mazaugues(83).

Le Club Spéléologique Méditerranéen a une convention pour accéder à cette cavité par les orifices supérieurs. L'air sortant est à 13°. Dans ces conditions il est peu probable que nous trouvions des chauves-souris en hibernation. Il faudrait avoir accès aux entrées inférieures.

La cavité sera visitée par petits groupes pour observer la faune cavernicole. Malgré la descente au plus bas nous ne trouvons pas de chauve-souris. Le réseau inférieur est barré par un plan d'eau qui en défend l'accès. Nous accédons aux dernières galeries à une température de 11°.

Dimanche 13 décembre 2015 **mine de la Caire du Sarrazin.**

Nous avons reçu l'autorisation d'accès aux cavités situées sur les espaces naturels sensibles de Mazaugues et Tourves sous la référence n° 32576 par le Conseil général du Var. Aucun prélèvement de faune ne sera effectué dans cette réserve naturelle. Seules des photos révèleront les observations faites.

Il est rappelé les consignes pour observer sans déranger la faune et que plus d'investigations dans une réserve naturelle sont possibles en déposant un projet afin d'obtenir les autorisations nécessaires.

La température extérieure est de 6°. L'entrée est à 7 puis 8°

Nous ne visiterons pas toute la cavité pour nous consacrer sur la partie la plus froide. La cavité se comporte comme un piège à air froid car plus nous descendons plus la température baisse pour atteindre 0,5° au plus bas où nous irons. Les nuits froides précédentes y sont pour beaucoup.

Nous trouvons dans les parties les moins froides des petits rhinolophes, *Rhinolophus hipposideros* qui se tiennent contre paroi à des températures de 3,5° ou 5° ou encore 6,5° enfin au plus à 8,5°. Leur température idéale est de 8°. Nous en compterons 9.

Petits rhinolophes, Rhinolophus hipposideros

Dans la partie la plus froide nous trouverons des murins de grande taille : *Myotis blythi*, certains ayant quelques poils blancs sur le front, entre les deux oreilles. Nous en compterons une dizaine, suspendus au plafond à des températures entre 0,5° ou 1,5° et 3,5°.

Petits murins, *Myotis blythi*

Enfin dans des trous ayant servi pour les tirs de mine nous trouvons encastrés des murins à oreilles échancrées, *Myotis emarginatus*. Dans ces minis cavités ils gagnent 2 à 3° et se tiennent à 4° ou 5°. Leur température préférentielle est de 9° à 10° ; nous en observerons 3 chacun dans un trou différent.

Murins à Oreilles échancrés, *Myotis emarginatus*

L'objectif n'est pas de faire un comptage systématique mais de constater la thermopréférence et la tolérance des espèces rencontrées et de garder en mémoire les éléments permettant de différencier les familles entre elles et les critères pour distinguer les espèces rencontrées.

En conclusion, nous avons pu constater l'importance de sites différenciés pour l'habitat des chauves-souris selon les moments de l'année et selon les espèces. Leurs prospections régulières leur permettent de connaître de nouveaux sites et de tenir compte de l'évolution de leurs gîtes actuels.

Pour les gîtes d'hibernation les cavités froides sont préférées aux cavités chaudes dépassant les 11°. Pendant l'hibernation les changements de températures et les besoins naturels occasionnent des réveils pratiquement chaque semaine, ce qui n'autorise personne à en provoquer d'autre par le dérangement.

8) Carrières en région parisienne (60, Oise)

De 2010 à 2016 des WE formations chiroptères se sont tenus à Emeville dans l'Oise pour les spéléologues de la région parisienne. Même si on a affaire à des carrières artificielles, les conditions climatiques varient selon que nous visitons des cavités à une seule entrée ou plusieurs entrées, des cavités accessibles par une galerie horizontale ou par un puits. Ce suivi permet de comparer la fréquentation des cavités par les chauves-souris en fonction des températures extérieures ou de la situation dans la période hivernale.

Les températures et les lieux d'hibernation

Les enregistrements des températures peuvent être intéressants, en les mettant en relation avec la météo extérieure, pour étudier comment les chauves-souris réagissent. Dans la zone d'entrée (à la base du puits), les variations de température sont plus importantes.

Dans les galeries, surtout à proximité des zones d'entrée, les températures sont différentes au niveau du sol et du plafond. L'air chaud circule en hauteur et en fonction de la circulation de l'air et des températures extérieures, le sol sera plus froid.

Ces contrastes de température donneront aux différentes espèces de chauves-souris des niveaux préférentiels pour s'installer.

A la base du puits de la carrière Sarazin, ainsi que dans les zones froides, on voyait les chauves-souris accrochées au plafond (zone plus chaude pour cette période de l'année).

Dans certaines parties légèrement plus chaudes (galeries sans courant d'air ou plus closes, 2 à 3°C de plus), on pouvait en trouver à différentes hauteurs proches du sol.

Cependant, tous les murins n'ont été aperçus qu'au plafond dans les tranchées creusées par les lances des carriers. La variation de température entre le sol et le plafond pouvait atteindre 0,5°C.

Les chauves-souris préfèrent avoir des températures situées entre 2°C/3°C jusqu'à 6°C/8°C. Dans les zones entre 11°C et 12°C, le peuplement est faible et on retrouve la majorité des chauves-souris dans des zones plus froides. Il y a une certaine hiérarchie qui s'établit en fonction de leurs caractéristiques (et de leur frilosité).

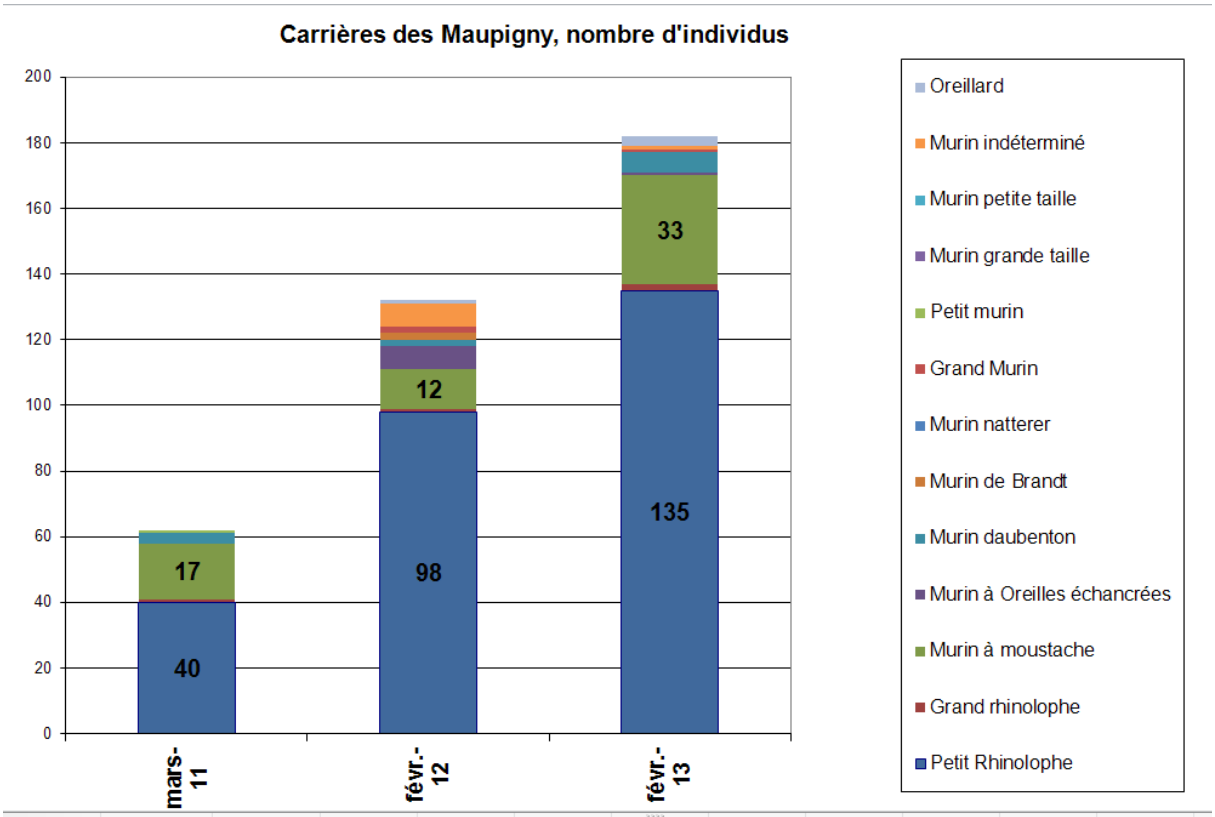
Dans notre observation à la carrière Sarazin, les températures variaient entre 6,6°C et 9,9°C (température extérieure 6,8°C). La température relevée du corps de la chauve-souris en hibernation était sensiblement égale (variation de +/- 0,2°C) à celle de la paroi où elles étaient accrochées.

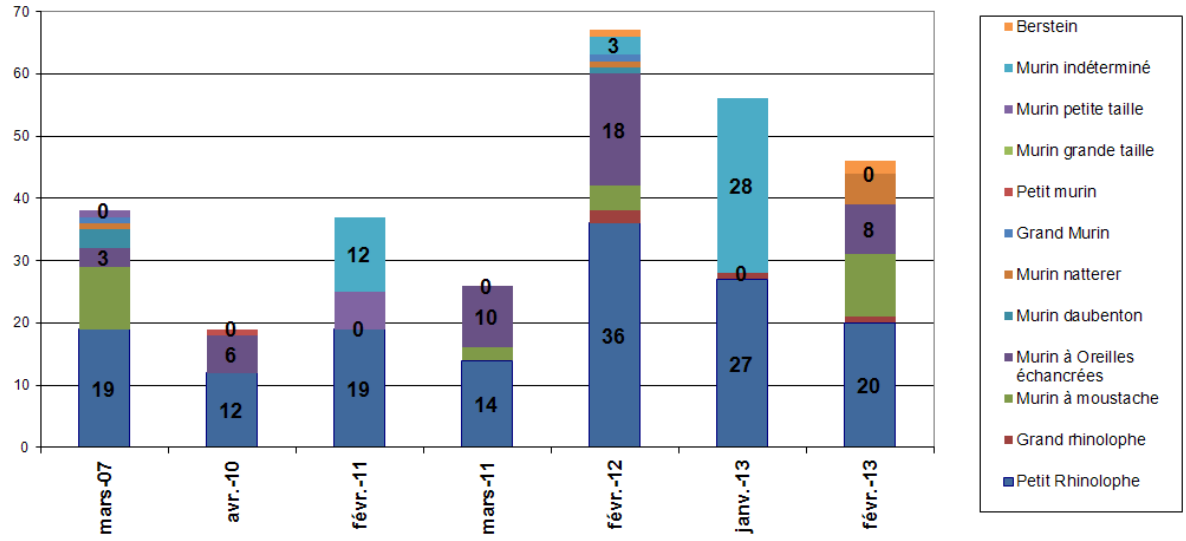
Les relevés de température permettront de voir s'il y a une constante pour chaque bestiole ou si elle bouge en fonction de la variance de la température du lieu. On pourra étudier la thermorégulation de chaque espèce. A chaque écart de température, la chauve-souris consomme de l'énergie pour s'adapter à la nouvelle température du lieu d'habitat.

Il serait intéressant de reprendre ces relevés de température quand il y a de fortes variations en période hivernale. On pourrait noter les déplacements de chauves-souris en fonction de ces données et connaître leur température préférentielle pour l'hibernation.

Carrière Sarazin *Petits rhinolophes* *Cavité de Pierrefonds*

Un inventaire régional de 1994 estimait les populations de Petits rhinolophes comme en régression et ne dépassant pas 14 individus dans quelques cavités. Il s'avère que dans nos comptages dès 2010, leurs effectifs atteint plusieurs dizaines d'individus voir dépasse la centaine par cavité dans le secteur d'Emeville – Pierrefonds.





Carrière Sarazin variation des effectifs, année après année.

Sur ce tableau on peut noter les écarts d'effectifs en fonction de l'avancée vers la fin de l'hibernation, le nombre et la diversité croissent pendant les périodes froides.

9) Mines du Chat en Savoie (73)

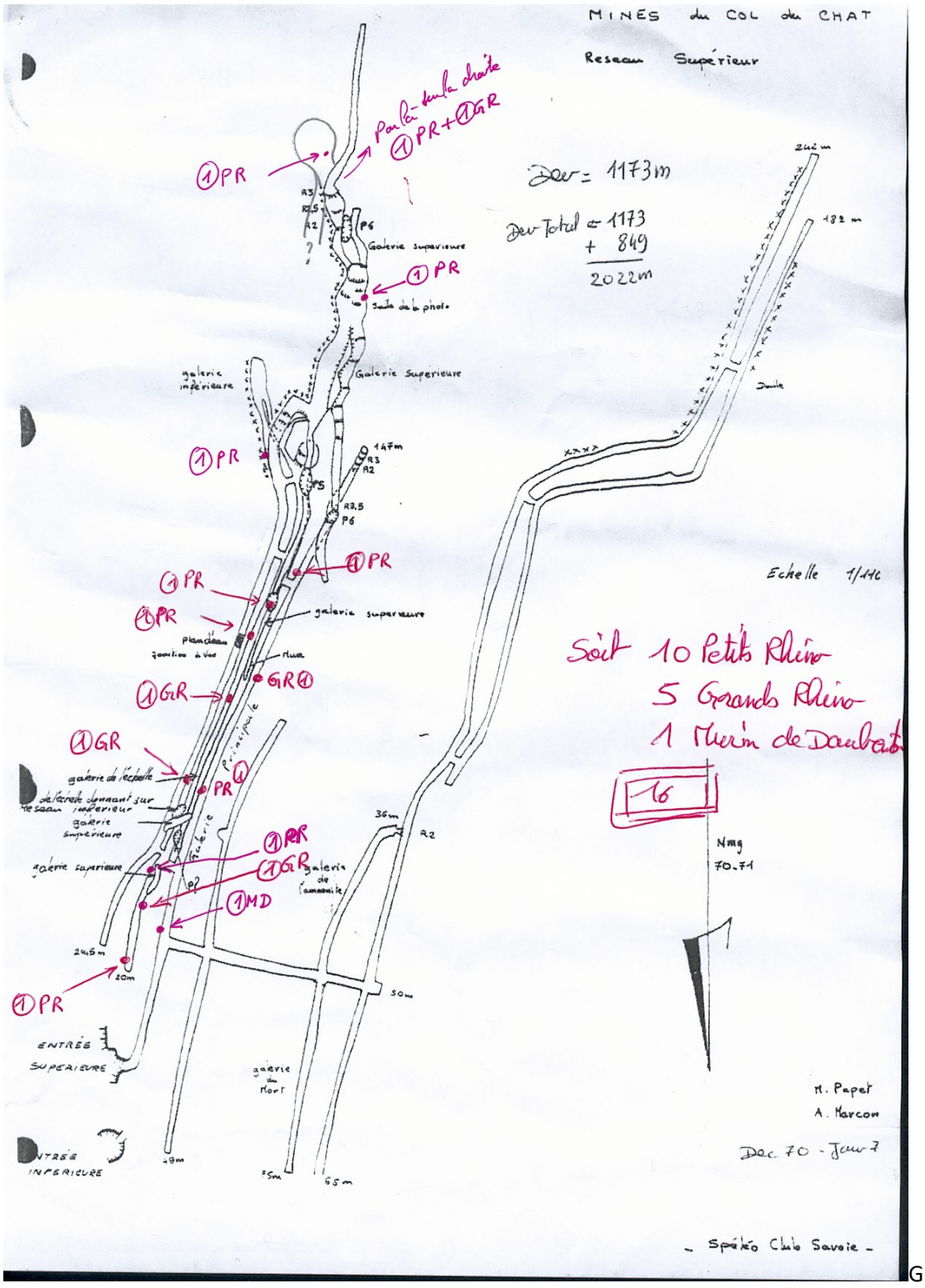
Chaque année depuis 2002 un comptage est effectué dans ces mines dont le développement dépasse les 2 kilomètres. On trouve là des mines à une seule entrée et une autre à plusieurs entrées et niveaux. La température varie dans les entrées pour atteindre 10 à 11° en profondeur.

Nous y avons noté des écarts de 2° entre le bas et 3 mètres plus haut proche des plafonds. En fonction de la variation des températures extérieures les places des Petits rhinolophes se trouvent à ras du sol ou plus haut sur les parois. Le choix des petits rhinolophes pour une température de 8° diffèrent avec les grands rhinolophes qui recherchent 10°.

Dans une même configuration de situation une cavité naturelle est plus froide qu'une mine du fait qu'en mine, une fracturation non exploitée par les circulations d'eau diminue les échanges thermiques avec l'extérieur.

Mines du Chat réseau inférieur galerie supérieure, petits rhinolophes.

Dans le plan d'un étage ci-dessous : brouillon de prise de note par les spéléos pour positionner les chauves-souris sur la topographie.



10) Grotte Sarrazin au défilé du Rhône à Pierre Châtel (01)

Cette cavité perchée en paroi au-dessus du Rhône n'est accessible que par des conduits souterrains creusés dans la roche. Son intérêt réside dans sa morphologie puisqu'une galerie comme un gros tube de plus de 20 m de diamètre descend à l'intérieur de la montagne sur un dénivelé de plus de

80 m. Cette portion sert de piège à air froid et abrite en hiver des dizaines de barbastelles, oreillards et quelques murins. Dans les premiers 20 mètres de descente sur la droite une galerie type métro horizontal mène après un abaissement du plafond sur une salle remontante qui piège de l'air plus chaud où hiberne un groupe de petits rhinolophes et plus de 73 grands rhinolophes (d'après nos comptages de 1997 à 2007).

Ce phénomène est fréquent et l'on peut avoir des conditions climatiques variées sur la même cavité en fonction de la morphologie des galeries et de leur direction.

En conclusion :

Pour l'hibernation les chauves-souris privilégient des cavités où portion de cavité où la température n'excède pas 11°. D'après la publication de Laurent Arthur (3) : « En dessous de 12°C, il n'y a plus d'activité neuronale liée à l'ouïe dans le cortex au niveau des colliculi inférieurs. L'animal est immobile, froid, comme mort ». Pour un maximum d'économie d'énergie les préférences des chauves-souris iront pour des cavités suffisamment froides.

Le positionnement des chauves-souris respecte un certain ordre se répartissant de 0,5° à 10°. Le taux d'humidité est également primordial. Elles choisissent leur place en fonction des conditions fournis dans les cavités. Cette température sous terre est variable et dépend des conditions climatiques extérieures. Les 100 à 200 premiers mètres des entrées subissent des écarts de températures importants. Dans une cavité à une entrée, on peut trouver à 20 mètres dans la galerie d'accès une température au sol à -15°C avec le froid entrant et 2 mètres au-dessus, au plafond, un murin à moustache se tient dans une fissure à 6°C dans le courant d'air sortant.

Un réseau karstique est à considérer dans son ensemble pour trouver les niches d'habitat utilisées par les chauves-souris. Ainsi dans les karsts montagnards les cavités en faible altitude ont des températures basses propices à certaines espèces, tandis que les orifices supérieurs restent hors gel et peuvent accueillir d'autres espèces.

Pendant la période hivernale le temps subit des pics de froids occasionnant chaque fois des modifications dans les cavités. Les chauves-souris se réveillent et changent de place si besoin. Nous connaissons des barbastelles qui avaient un gîte en forêt et qui changent de gîte en pleine nuit par des températures à -25°, pour rejoindre une cavité et choisir les places à 0,5° pour laisser passer les grands froids. Dès que le climat se radoucit elles retournent dans d'autres gîtes parce que le trop chaud ne va pas non plus.

Ces déplacements peuvent s'effectuer à l'intérieur de la même cavité si elle offre la diversité de températures voulues. Pour exemple lors d'une visite de la grotte tunnel de Warre en Belgique en 2006, avec Bernard Urbain nous avons trouvé pendu dans le courant d'air une douzaine de grands rhinolophes bercés par le vent. La température extérieure dépassait les 10° de la grotte. Par contre en venant en 2010 dans une période froide dans la même cavité, nous voulions constater leur comportement par -15°. A quelques mètres de leur place de 2006 une cheminée s'enfonce dans le plafond pendant près de 5 mètres. Dans cette coupole d'un mètre de diamètre se tenaient 9 grands rhinolophes.

Thermo-préférence par espèce.

Des travaux par d'autres chercheurs européens font état de fourchettes de températures par espèces. Nous considérons que la thermopréférence pour une espèce correspond à la température où nous la trouvons en abondance ou systématiquement. Par contre nous remarquons que dans certaines conditions quelques individus tolèrent des températures plus basses, voir exceptionnellement plus hautes. Nous n'avons pas encore la thermopréférence de toutes les espèces qui fréquentent les grottes. Ce travail est en cours et demande l'apport de contributeurs à l'échelon national pour avoir une idée plus juste de la situation pour chaque espèce dans chaque région.

Eptesicus nilssoni (Sérotine de Nilsson), *Barbastella barbastellus* : 0,5° à 1,5°

Plecotus auritus (Oreillard roux), *Plecotus austriacus* (Oreillard gris) : 2°

Myotis mystacinus (Murin à moustaches) : 6°

Myotis nattereri (Murin de Natterer), *Myotis daubentoni* (Murin de Daubenton) : 7° à 8°

Rhinolophus hipposideros (Petit rhinolophe) : 8°

Myotis myotis (grand murin), *Myotis blythi* (petit murin) : 9°

Myotis emarginatus (murin à oreilles échancrées), *Rhinolophus ferrumequinum* (grand rhinolophe), *Miniopterus schreibersi* (minioptère de Schreiber) : 9° à 10°

Tolérance par espèce.

Quelques publications font état d'écarts de températures qui ont été prises dans les cavités où des chauves-souris ont été observées en hibernation. Ces températures n'ont pas été prises avec la précision des thermomètres laser actuels. Elles sont donc à prendre à titre indicatif. Certaines données proviennent de République Tchèque (Gaisler en 1970), d'autres traduits de la langue allemande par les Suisses Schober et Grimmberger en 1991. Plus récente, l'étude faite par l'équipe chiro de Corse en 2011 puis l'étude conduite par la SFEPM en Sud de la France sur les chiroptères cavernicoles en 2008.

Chaque travail évoque que : « chaque espèce a besoin d'une température particulière ; en outre, le degré hygrométrique doit être le plus élevé possible… La variabilité dans le choix du site est particulièrement grande…L'emplacement définitif est probablement choisit en fonction du microclimat ». (4)

« Tous les sites souterrains occupés par les chauves-souris ne présentent pas un égal intérêt au cours de l'année. De nombreux facteurs comme la température, les caractéristiques physiques, etc. influent sur la capacité d'accueil d'un gîte et le rendent favorable uniquement pendant une période limitée pour une espèce donnée. » (5)

En cas d'abaissement de la température le comportement des chauves-souris peut être de se déplacer dans la même cavité ou dans un autre gîte, ou encore d'apporter une parade

comportementale (nous avons observé des grands rhinolophes qui se mettent en grappe lorsque la température est à 2,5°).

Les chauves-souris qui sont encastrées dans des fissures s'ajustent plus à la température de la roche encaissante et sont moins sujettes aux modifications apportées par l'air ambiant.

TEMPERATURES EN GITE HIVERNAL		**thermopréférence**			**TOLERANCE**		
CHAUVES-SOURIS (latin)	nom commun		Dodelin-2017	Gaisler-1970	(4)-1991	(6)-2011	(5)-2008
Barbastella barbastellus	Barbastelle	**0,5° - 1,5°**	0,5° à 7,5°	0° à 6°	2° à 5°		
Eptesicus nilssonii	Sérotine de Nilsson	**0,5° - 1,5°**	0,5 à 3,5°	(-)2° à 2°	5,5° à 7,5°		
Eptesicus serotinus	Sérotine commune			2° à 4°	2° à 4°		
Miniopterus schreibersi	Minioptère de Schreiber	**9° - 10°**		7° à 10°	7° à 12°	6° à 10°	6,5° à 8,5°
Myotis bechsteini	Murin de Bechstein		8°	1° à 8°	3° à 7°		
Myotis blythi	Petit murin	**9°**		3° à 9°	6° à 12°		
Myotis brandti	Murin de Brandt				3° à 7,5°		
Myotis capaccinii	Murin de Capaccini			4° à 7°			2° à 10°
Myotis dasycneme	Murin des marais			4°	0,5° à 7,5°		
Myotis daubentoni	Murin Daubenton	**7° - 8°**	2,5° à 8°	3° à 8°	3° à 8°		
Myotis emarginatus	Murin oreilles échancrées	**9° - 10°**	2,5° à 10°	5°à 9°	6° à 9°		
Myotis myotis	Grand murin	**9°**	1,5° à 10°	3° à 12°	7° à 12°		
Myotis mystacinus	Murin à moustaches	**6°**	3,5° à 6°	2° à 8°	2° à 8°		
Myotis nattereri	Murin de Natterer	**7° - 8°**	3,5° à 8°	3° à 8°	2,5° à 8°		
Plecotus auritus	Oreillard roux	**2°**	2° à 6°	2° à 7°	2° à 5°		
Plecotus austriacus	Oreillard gris	**2°**	2°	2° à 6°	2° à 9°		
Pipisrellus pipistrellus	Pipistrelle commune		6°		2° à 6°		
Rhinolophus euryale	Rhinolophe euryale			10° à 12°	10°		10° à 15°
Rhinolophus ferrumequinum	Grand rhinolophe	**9° - 10°**	2,5° à	7° à 12°	7° à 10°		
Rhinolophus hipposideros	Petit rhinolophe	**8°**	1° à 9,9°	4° à 12°	6° à 9°	4° à 12°	

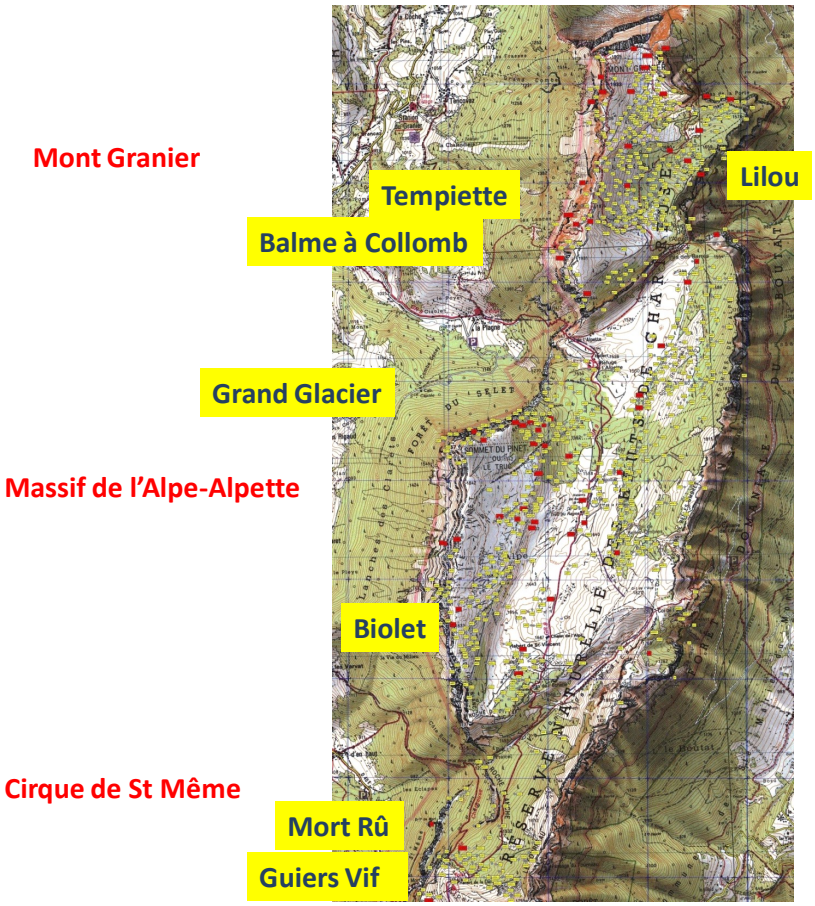
Petit rhinolophe et murin de Daubenton ont la même thermopréférence à 8°

Grands rhinolophes sous une température de 3,5° dans une carrière souterraine en Savoie (2011)

Variation de l'habitat en fonction des modifications des conditions climatiques.

Ce qui caractérise une grotte à hibernation d'une cavité servant de transit ou de nurserie c'est la quasi absence de guano, à part quelques crottes éparses. D'autres observateurs Suisse ont remarqué comme nous la différence d'altitude de gîtes ayant reçu des chauves-souris attestées par leurs ossements ou leurs momies et les cavités utilisées de nos jours. Cela vaut pour les zones de montagne qui ont des cavités jusqu'à 1700 voir 1900 m d'altitude.

Nous avons noté des écarts de 500 à 600 m entre l'activité actuelle et ces sites trop froids en altitude pour recevoir des animaux en hibernation.



Documentation Spéléo Club de Savoie synthèse Robert Durand – Jacques Nant

a. Thermo-preferendums d'hibernation depuis 10 000 ans

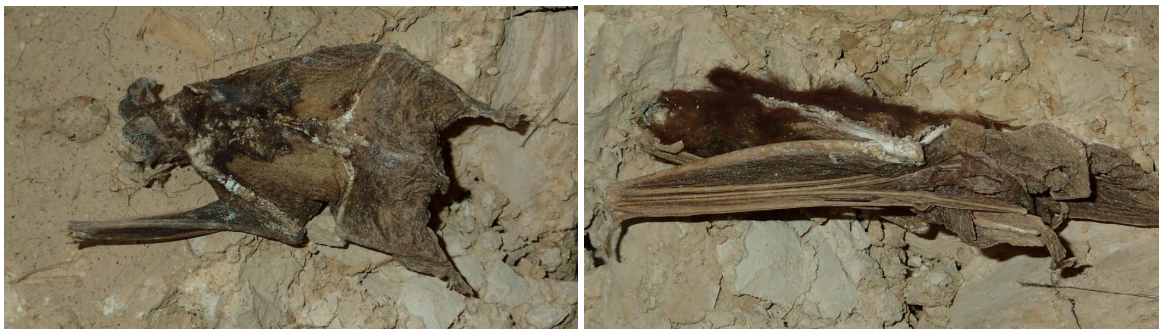
Dans la grotte du Mort Rû, altitude 1130m, les températures superficielles mesurées sur les barbastelles sont comprises entre 0,5°C et 2°C selon les places d'hibernation et malgré la présence de glace sur le sol de l'axe principal de la galerie. Ces conditions froides, sont recherchées par les barbastelles actuelles et trouvées à la grotte du Mort Rû. Cela n'était pas le cas à l'Holocène ni à l'époque Romaine, voire à l'optimum du Moyen-âge, il faisait alors trop chaud dans la cavité pour une léthargie correcte des barbastelles.

La question se pose alors des sites d'hibernations utilisés à ces époques.

Nos observations dans des cavités situées plus haut en altitude en Chartreuse nous apportent la réponse :

La grotte du Biolet (1741m d'altitude) puis le gouffre du Grand Glacier (Alpe – Alpette) ont livré des centaines de momies de barbastelles. L'étude de ces momies et les datations obtenues par Daniel Ariagno et Jean-François Noblet en 1999, indiquent un âge compris entre 39 ans av. JC et 121 après JC (Lyon-9016). Cette période est l'optimum climatique Romain. Dans ces cavités ont été trouvés également les sérotines commune, bicolore et de Nilsson, le grand murin, le murin à moustaches, murin de natterer et murin à oreilles échancrées, l'oreillard roux et la pipistrelle de Nathusius. Dans la grotte du Biolet, nous pouvons proposer que les températures de l'entrée, à l'époque Romaine, se

situait entre 0°C et 6°C, fourchette favorable à toutes ces chauves-souris. Actuellement, cette cavité, d'altitude est très froide avec un courant d'air rentrant en hiver, elle n'abrite pas de chiroptères en hibernation (prospections deux hivers de suite par Olivier Sousbie et Christian Dodelin).



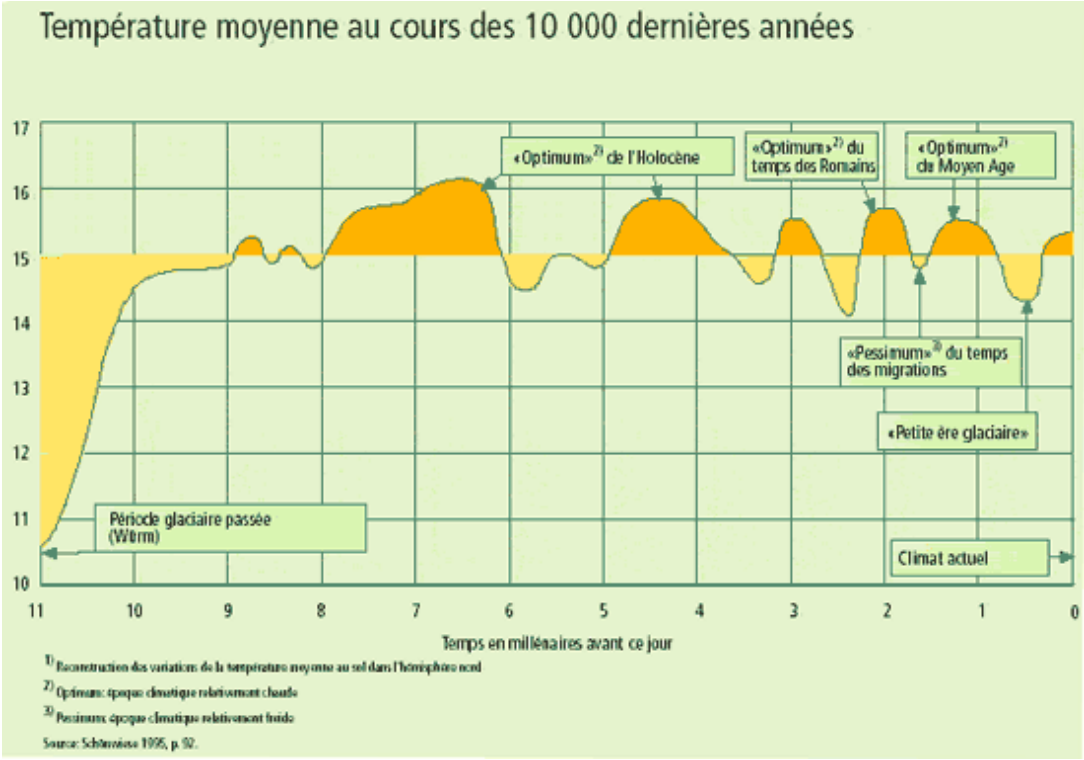
Momies de barbastelles provenant de la grotte du Biolet – massif de la Chartreuse (Savoie)

La grotte du Lilou (au mont Granier) s'ouvre à 1 605 m d'altitude, elle a été explorée par le SC de Savoie. Jacques Nant a pu y récolter 300 squelettes correspondant à 10 espèces dont la moitié de murins à moustaches. Cette espèce recherche pour son hibernation des températures de 6°. Nos datations de quelques *Myotis mystacinus* du Lilou, ont donné 4 275 (±35) BP, soit un âge calibré de 3011 à 2761 av. J.C. et un maximum de probabilité de 2 942 à 2 866 av. J.C. (Lyon-12141). Cela correspond au second optimum climatique de l'Holocène.

L'écart de température, entre cette cavité d'altitude et celles en vallée, se mesure encore aujourd'hui. La température moyenne des grottes en vallée, à l'altitude de 600 m est de 8°C pour une température de 3°C à 1 700 m. Selon la configuration de la grotte, ces écarts peuvent être plus importants.

Gouffre Lilou (massif du Granier – Chartreuse – Alpes)

En conséquence, il est probable que la grotte Lilou ait disposé d'une température moyenne supérieure de 3°C à la température actuelle lors des phases chaudes de l'Holocène, des optimums climatiques des époques Romaine et du Moyen-âge.



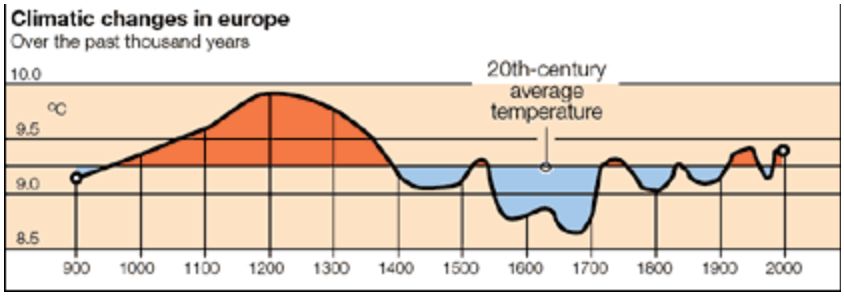
Les datations des ossements ou momies fournissent des temps d'occupation en hibernation au deuxième optimum climatique de l'Holocène pour le gouffre Lilou et à l'optimum du temps des Romains pour la grotte du Biolet.

Comme nous n'avions pas de rhinolophe dans ces restes osseux nous avons fait dater des ossements de rhinolophes provenant d'une grotte du massif voisin, les Bauges.

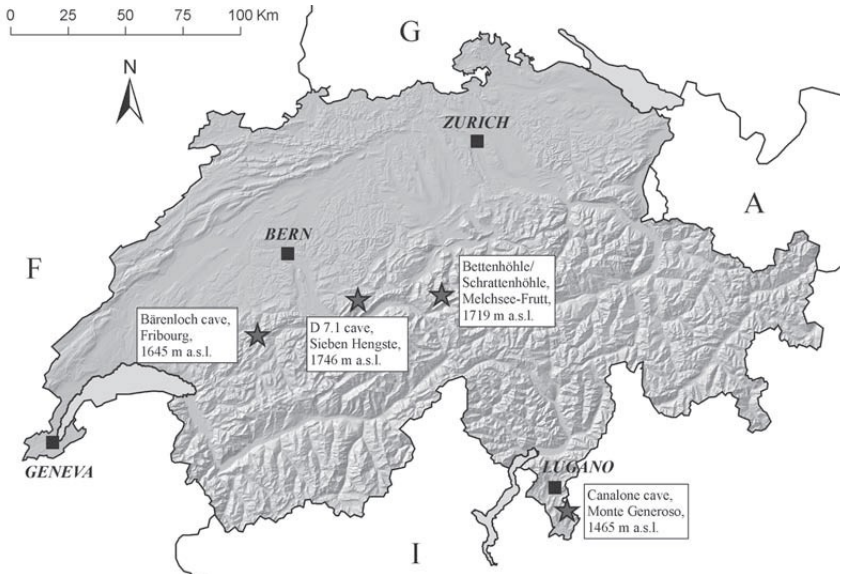
Dans le massif des Bauges (grotte d'Arclusaz s'ouvrant à 1 520 m d'altitude), nous avons collecté les os de 22 petits rhinolophes dont quelques-uns ont été datés à 785 BP (+-30) soit 1205 à 1280 après JC (Lyon-12150 GrA). Cette époque a bénéficié de températures supérieures de 0,5 à 1°C aux températures actuelles (optimum médiéval).

1° plan à gauche : 1 grand rhinolophe suivi de 7 crânes de petits rhinolophes et à leur droite les radius puis humérus. Ossements d'Arclusaz – photo C.Dodelin.

Bien avant cette époque, on retrouve les premières traces du petit Rhinolophe dans les Alpes Suisses à l'est de la chaine alpine (grotte de Canalone, près de Lugano, 1 465 m d'altitude) : « *Un petit rhinolophe prélevé au fond de la cavité sous le puits a révélé l'âge de 7 180 +/- 65 BP. Cette espèce était donc présente dans la région du Generoso à l'Atlantique ancien déjà, période correspondant au réchauffement qui suivit le Boréa*l » (Della Toffola et al 2004).



Autres exemples avec les travaux en cavités d'altitude en Suisse :



Extrait de Stalactite 54 - Roberto Della Toffola, Michel Blant, Benoit Magnin, Marco Moretti.

Situation de 4 cavités étudiées sur cette carte aux altitudes de 1 645 m, 1 746 m, 1 719 m. 3 de ces cavités sont à l'ouest de la chaine des Alpes et montrent la même diversité d'espèces que dans nos études en Préalpes, notant l'absence du petit rhinolophe.

La grotte de Canalone à 1 465 m d'altitude a révélé la présence d'une douzaine d'espèces.

Une partie du gisement a fait l'objet d'une étude sur 60 cm de profondeur.

Ce sont 1543 individus qui ont été identifiés avec un tiers concernant le murin de Bechstein.

« On y trouve le petit rhinolophe, le grand murin, le petit murin, le murin à moustaches, le murin de Brandt, le murin à oreilles échancrées, le murin de Natterrer, le murin de Bechstein, le murin de Capaccini, le murin de Daubenton, l'oreillard brun et la sérotine commune.
Toutes espèces confondues, les datations obtenues se répartissent dans un intervalle allant de 7500 à 3800 BP, soit du Néolithique au début de l'Age du Bronze. » (Della Toffola Roberto).

Cette grotte de Canalone située à l'Est de la chaine Alpine avait déjà la présence du petit rhinolophe à l'Holocène. L'hypothèse que les cols alpins aient été un obstacle pour le petit rhinolophe dans sa reconquête des territoires l'obligeant à passer par le sud de la chaine alpine est à vérifier. La datation de la grotte d'Arclusaz indique sa présence certaine à l'optimum du Moyen-âge.

CONCLUSION :

Les besoins spécifiques des chauves-souris en hibernation sont connus de façon plus fine. Un grand choix de gîtes existe et ils ont été, sont et seront utilisés par les chauves-souris en lien avec les variations climatiques. Ce qui veut dire que les gîtes actuels seront délaissés par les chauves-souris dans un avenir proche avec le réchauffement climatique.

Il est probable que ces variations climatiques ont engendré les migrations des espèces vers des terres plus hospitalières en périodes glaciaires pour des retours avec la forêt en périodes de réchauffement.

Nos territoires ne sont pas figés et nos gîtes répertoriés, d'intérêt à quelques niveaux que ce soit, seront désertés dans un proche avenir, en lien avec l'avancement du réchauffement climatique.

Bibliographie :

1 - Christian Dietz, Otto von Helversen, Dietmar Nill - L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord – Delachaux et Niestlé - 2009.

2 - L. Arthur, M. Lemaire – Les chauves-souris maitresses de la nuit - Delachaux et Niestlé - 1999.

3 - L. Arthur, M. Lemaire – Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse – Editions biotope - 2009.

4 – Wilfried Schober, Eckard Grimmberger – guide des chauves-souris d'Europe - Delachaux et Niestlé - 1991.

5 – M. Némoz, A. Brisorgueil – Chiroptères cavernicoles – éditeur SFEPM 2008.

6 – J.Y. Courtois, D. Rist, G. Beuneux – les chauves-souris de Corse – Albiana – 2011

7 – Jiri Gaisler - Remarques sur la thermopréférence des chauves-souris paléarctiques dans leurs habitats naturels. - Institut de zoologie J.E. Purkyne Université, Brno, C.S.S.R.

8 – collectif d'auteurs CDS Savoie – L'aventure souterraine en Savoie – Editions GAP 1993.

9 – CDS Savoie – Le Margeriaz tome 14 – Editions GAP 1987.

10 – CDS Savoie, Robert Durand – Atlas des grottes de Savoie – Editions GAP 1998.

11 – CDS Savoie – Atlas du Granier souterrain tome 17 – 2014.

12 – CDS Savoie – Le réseau de la Doria tome 18 – 2015.

13 – Benoit et Christian Dodelin – Etude de la faune souterraine du massif des Bauges – 2003

14 – CDS Savoie – Grottes de Savoie n°15 – 2010.

15 - Robert Durand – Anciennes Mines et Carrières souterraines de Savoie – Editions Cléopas 2005.