

Chauves-souris: Recherche de sites de swarming en Valais

Le «swarming» (qu'on pourrait traduire par essaimage) se définit comme l'agrégation de chauves-souris, en fin d'été ou en début d'automne, sur des sites dédiés croit-on aux parades et aux accouplements. Le suivi présenté ici, réalisé sur deux ans (2019–2020), avait pour but de rechercher des sites de swarming dans le canton du Valais. Ces sites étant importants pour la conservation des populations de chiroptères, il convient de les recenser et de les protéger.

Au printemps, en zone tempérée, les femelles chauves-souris se regroupent en colonies pour mettre bas et élever leurs jeunes. Les mâles vivent en solitaires, sauf chez certaines espèces comme les oreillards (*Plecotus sp.*) ou la sérotine bicolore (*Vespertillio murinus*) dont les colonies présentent parfois un sex ratio équilibré. La période d'accouplement des chauves-souris débute après l'émancipation des jeunes tandis que la dispersion des colonies a lieu entre la mi-juillet et début octobre en fonction des espèces et de l'altitude (figure 1). Etant donné la période de végétation plus courte en montagne, un site d'altitude sera visité dès la mi-juillet alors que les espèces de plaine attendront la mi-août (Piksa et al. 2011).

L'énigme du swarming

En Suisse, la première observation du swarming a été faite au début des années 1990 devant des grottes des Préalpes fribourgeoises. Depuis, plusieurs gouffres de la crête du Jura vaudois (Patthey et al. 2014), ainsi que de nouveaux sites des Préalpes du canton de Fribourg ont été répertoriés. Observé aux entrées des cavités naturelles ou artificielles, ce phénomène peut regrouper des centaines d'individus de plusieurs espèces. Les chauves-souris parcourent parfois plusieurs dizaines de kilomètres pour rejoindre ces lieux. Certains spécialistes pensent que ces

rassemblements permettent le brassage génétique entre populations (Kerth et al. 2003). Sur ces sites, beaucoup de cris sociaux sont échangés, laissant supposer des parades, chants de séduction ou partage d'information sociale. De plus, comme on y capture de nombreux individus immatures (Giavi et al. 2020), on suppose que ces lieux sont également liés à certaines formes d'apprentissage. Les captures répétées d'individus bagués révèlent que les chauves-souris reviennent d'année en année sur les mêmes sites. Toutefois, peu d'échanges sont observés entre sites de swarming proches, laissant penser que les contraintes d'apprentissage sont plus importantes que le brassage génétique.

Bien que des analyses détaillées fassent encore défaut, les sites de swarming semblent choisis en fonction de leurs dimensions (vastes cavités, gouffres profonds), présentant en cela des caractéristiques similaires aux sites d'hibernation (Glover et al. 2008). Il se pourrait que les chauves-souris profitent de la phase d'exploration de sites favorables à la léthargie hivernale pour s'accoupler, faisant d'une pierre deux coups (van Schaik et al. 2015). Il a été noté que le sex ratio est fortement biaisé en faveur des mâles au sein de ces rassemblements. Les mâles se rendent en effet sur les sites de swarming avant les femelles, certaines ayant encore des jeunes à charge en fin d'été, voire au début de l'automne. Il est probable qu'une femelle ne s'accouple qu'avec quelques sinon un seul partenaire, assurant sa fécondation, tandis que les mâles tentent de multiplier les opportunités de rencontre afin de transmettre leurs gènes à une descendance aussi nombreuse que possible.

Il faut cependant noter que certaines espèces de chauves-souris pourtant présentes localement ne sont pas observées sur ces sites. Les genres les plus fréquents sont les oreillards, les murins et les pipistrelles. L'accouplement des autres espèces de chiroptères se déroule selon des modalités différentes et en d'autres lieux. Pour nombre d'entre elles on ne sait pas comment s'organisent les rencontres entre mâles et femelles en période d'appariement.

Méthode

Choix et prospection des sites d'étude

La présélection des sites à prospecter a été effectuée de diverses manières: en se référant aux indications de biologiste et de spéléologues, aux bases de données existantes, aux inventaires des grottes et des mines du Valais, dont l'inventaire des sites abritant des chauves-souris. Parmi la

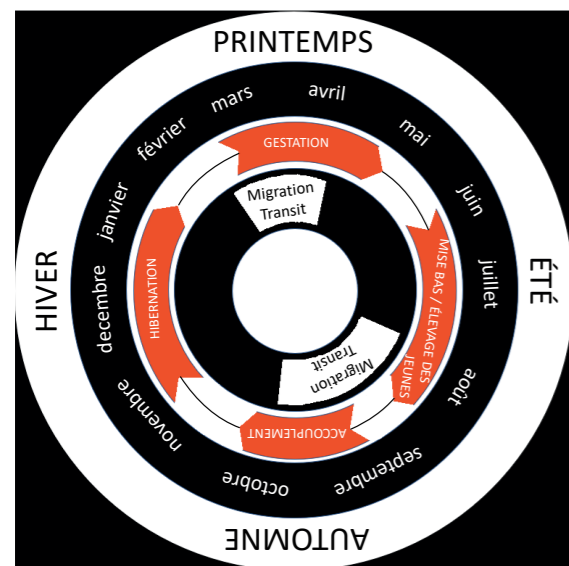


Figure 1: Cycle de vie des chauves-souris des régions tempérées. L'accouplement a lieu en automne, juste avant l'hibernation. Tiré du livre «Lumière! Les chauves-souris du canton de Fribourg» (Gremaud et al., 2016).

Fledermäuse: Suche nach Schwarmstandorten im Kanton Wallis

Das «Swarming» oder «Schwärmen» bezeichnet die Ansammlung von Fledermäusen Ende Sommer oder Anfang Herbst an Orten – so nimmt man an –, die zur Balz und Paarung aufgesucht werden. Eine Studie des Fledermausnetzwerks Wallis, die in den Jahren 2019 und 2020 durchgeführt wurde, hatte zum Ziel, Schwarmstandorte im Wallis zu finden. Solche Orte spielen eine wichtige Rolle für die Fledermäuse und sollten deshalb lokalisiert und erhalten werden.

In der gemässigten Klimazone versammeln sich die Fledermaus-Weibchen im Frühling in Kolonien (sog. Wochenstuben) zum Gebären und Aufziehen ihrer Jungen. Die Männchen hingegen bleiben einzelgängerisch ausser bei einigen Arten wie den Langohrfledermäusen (*Plecotus sp.*) oder bei der Zweifarfledermaus (*Vespertillio murinus*), bei denen die Kolonien manchmal ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis aufweisen. Die Paarungszeit beginnt, nachdem die Jungtiere selbständig sind und die Kolonien aufgelöst werden. Dies kann je nach Art und Höhenlage zwischen Mitte Juli und Anfang Oktober sein (Piksa et al. 2011).

Rätselhaftes Schwärmen

In der Schweiz wurde «Swarming» zum ersten Mal Anfang der 1990er-Jahre vor Höhlen in den Freiburger Voralpen beobachtet. Seither wurden mehrere Höhlen auf den Waadtländer Jurahöhen (Patthey et al. 2014) und an anderen Orten in Freiburg gefunden. Das Phänomen kann bei Eingängen zu natürlichen oder künstlichen Höhlen beobachtet werden. Solche Ansammlungen können Hunderte von Tieren verschiedener Arten umfassen. Fledermäuse legen manchmal mehrere Dutzend Kilometer zurück, um diese Orte zu erreichen. Von Biologen wird angenommen, dass die Schwärme wichtig sind für den genetischen Austausch innerhalb der Populationen (Kerth, et al., 2003) und dass die unzähligen Kontaktrufe als «Balzgesang» oder zum Austausch von sozialen Informationen dienen. Da bei Fangaktionen viele Jungtiere ins Netz gehen (Giavi et al., 2020), wird angenommen, dass diese Orte auch mit Lernprozessen in Verbindung stehen. Wiederholte Fänge von beringten Individuen deuten darauf hin, dass Fledermäuse Jahr für Jahr an dieselben Orte zurückkehren. Dennoch wird zwischen nahen Standorten ein beschränkter Austausch beobachtet.

Obwohl das Wissen über das «Schwärmen» noch unvollständig ist, scheint klar zu sein, dass grosse Höhlen eher ausgewählt werden. Sie haben die gleichen Eigenschaften wie Überwinterungsplätze (Glover et al. 2008). Fledermäuse können damit Erkundungsflüge für das Auffinden eines günstigen Winterschlafplatzes nutzen, um sich gleichzeitig zu paaren (van Schaik et al., 2015). Es zeigte sich, dass das Geschlechterverhältnis stark zugunsten der Männchen verschoben ist. In der Tat fliegen die Männchen vor den Weibchen zu den Schwarmplätzen, die Ende Sommer oder Anfang Herbst zum Teil noch Jungtiere betreuen. Wahrscheinlich verpaaren sich die Weibchen mit nur wenigen oder nur mit einem Männchen, um seine Befruchtung sicherzustellen,

während die Männchen versuchen, sich mit möglichst vielen Weibchen zu verpaaren, um die Gene auf so viele Nachkommen wie möglich zu übertragen. Allerdings zeigen nicht alle Arten «Swarming». Die häufigsten Gattungen sind *Plecotus*, *Myotis* und *Pipistrellus*. Die Fortpflanzung der anderen Arten findet anders und an anderen Orten statt. Für zahlreiche Arten ist noch nicht bekannt, wie die Paarung organisiert ist.

Methode

Auswahl und Studium der Standorte für die Studie

Für die Vorauswahl der Studienstandorte wurden Tipps von Biolog*innen und Höhlenforschenden, Datenbanken sowie Höhleninventare, inkl. Inventar der Fledermausvorkommen im Wallis, berücksichtigt. Von diesen potenziellen «Swarming»-Standorten wurden 29 im Jahr 2019 und 17 im Folgejahr untersucht. Für die Auswahl wurden Kriterien wie Tiefe und Grösse oder geografische Lage der Höhle angeschaut. Es wurden im ganzen Kanton sowohl natürliche als auch künstliche Höhlen (Bergwerke, Steinbrüche) zwischen 550 bis 2500 m ü. M. untersucht (Tabelle 1, Abbildung 2). Nach unserem Wissen bildet die Höhe ein wichtiger limitierender Faktor.

Installation von Detektoren und Tonaufzeichnungen

Die Anwesenheit von Fledermäusen wurde mit akustischen Ultraschall-Detektoren des Typs «Loriot» (GeoAzimut) unter-

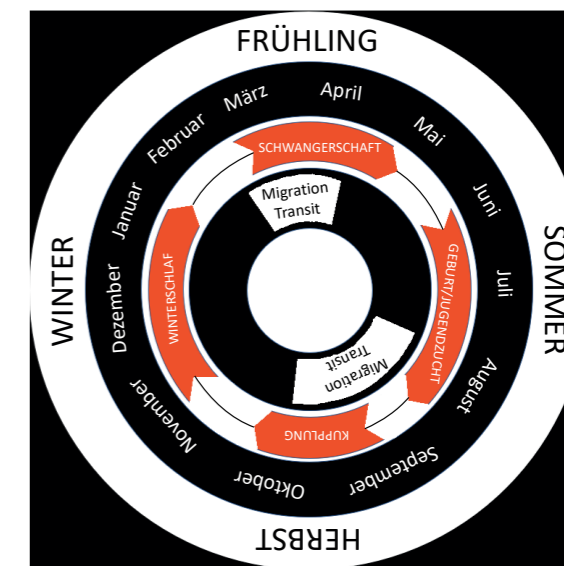


Abbildung 1: Jahreszyklus der Fledermäuse in der gemässigten Zone. Die Paarungszeit ist im Herbst, kurz vor Beginn des Winterschlafs. Aus dem Buch «Licht an! Die Fledermäuse des Kantons Freiburg» (Gremaud et al., 2016).

palette de sites potentiels, 29 ont été étudiés en 2019 et 17 en 2020. Leur choix s'est fait selon plusieurs critères tels que la taille et la profondeur de la grotte ou du gouffre et sa situation topographique. Ce sont tant des sites naturels qu'artificiels (mines, carrières) qui ont été choisis. Ils se répartissent sur l'ensemble du canton, entre 550 et 2500 m d'altitude (tableau 1, figure 2). Selon nos relevés, l'altitude s'est avérée un facteur particulièrement limitant.

Pose de détecteurs à ultrasons et enregistrements audio

La présence de chauves-souris sur les sites de swarming a été révélée à l'aide de détecteurs acoustiques à ultrasons. Les appareils utilisés étaient du type «Loriot» (GéoAzimut) (figure 3). En 2019, 29 détecteurs-enregistreurs, soit un par site, ont été déployés entre mi-août et mi-septembre; 17 en 2020 (tableau 1). Les appareils ont été installés à l'entrée des cavités, afin d'éviter les distorsions de sons ou échos dus à la réverbération sur les surfaces rocheuses environnantes. Les Loriot ont été programmés pour enregistrer les ultrasons entre 20h30 et 06h00, correspondant approximativement au coucher et lever du soleil à cette période de l'année.

Analyse des séquences audio enregistrées

Les séquences enregistrées ont été analysées avec le programme Batscope, qui permet premièrement de séparer les sons de chiroptères des bruits parasites, puis d'affilier chaque séquence à une espèce donnée, fournissant une probabilité d'«attribution correcte» de l'identification à cette espèce, ainsi qu'à toute espèce acoustiquement proche. Les algorithmes de ce programme ont été développés à partir d'une multitude de sons préalablement enregistrés et qui servent de base de comparaison. Etant donné que l'identification est

probabiliste, il est en principe nécessaire de contrôler manuellement toutes les séquences présentant une incertitude de détermination, soit une probabilité insuffisante d'allocation à une espèce. De plus, certains groupes d'espèces émettent des ultrasons se ressemblant beaucoup, ce qui nécessite une analyse poussée qui parfois ne débouche sur aucun diagnostic définitif. Dans cette étude, la vérification manuelle n'a pas été réalisée car c'était surtout l'activité générale des chauves-souris sur les sites, toutes espèces confondues, qui nous intéressait dans un premier temps.

Indice d'activité

Calculé à partir des séquences enregistrées, l'indice d'activité révèle la présence et l'abondance de chauves-souris sur un site donné. Le nombre d'émissions au cours de la nuit sert de base de référence. Afin d'éviter le biais induit par une même chauve-souris qui passerait et repasserait à de multiples reprises devant le détecteur, augmentant le nombre d'émissions et donnant l'impression d'un grand nombre de chauves-souris alentour, toute l'information a été ramenée à la minute. Une «minute positive» correspond ainsi à une minute pendant laquelle au moins une émission de chauve-souris d'une espèce donnée a été enregistrée. Les minutes positives sont alors additionnées pour chaque nuit, donnant l'indice d'activité pour une nuit donnée. La nuit avec indice d'activité maximale (plus grand nombre de minutes positives) a ensuite été utilisée pour comparaison. Si nous privilégions la comparaison des indices d'activité nocturne maxima (plutôt que moyens) obtenus sur chacun des sites, c'est parce que la durée et la période d'enregistrement peuvent varier parfois très significativement entre les nuits sur un même site en raison d'imprévus survenus lors du travail de terrain.

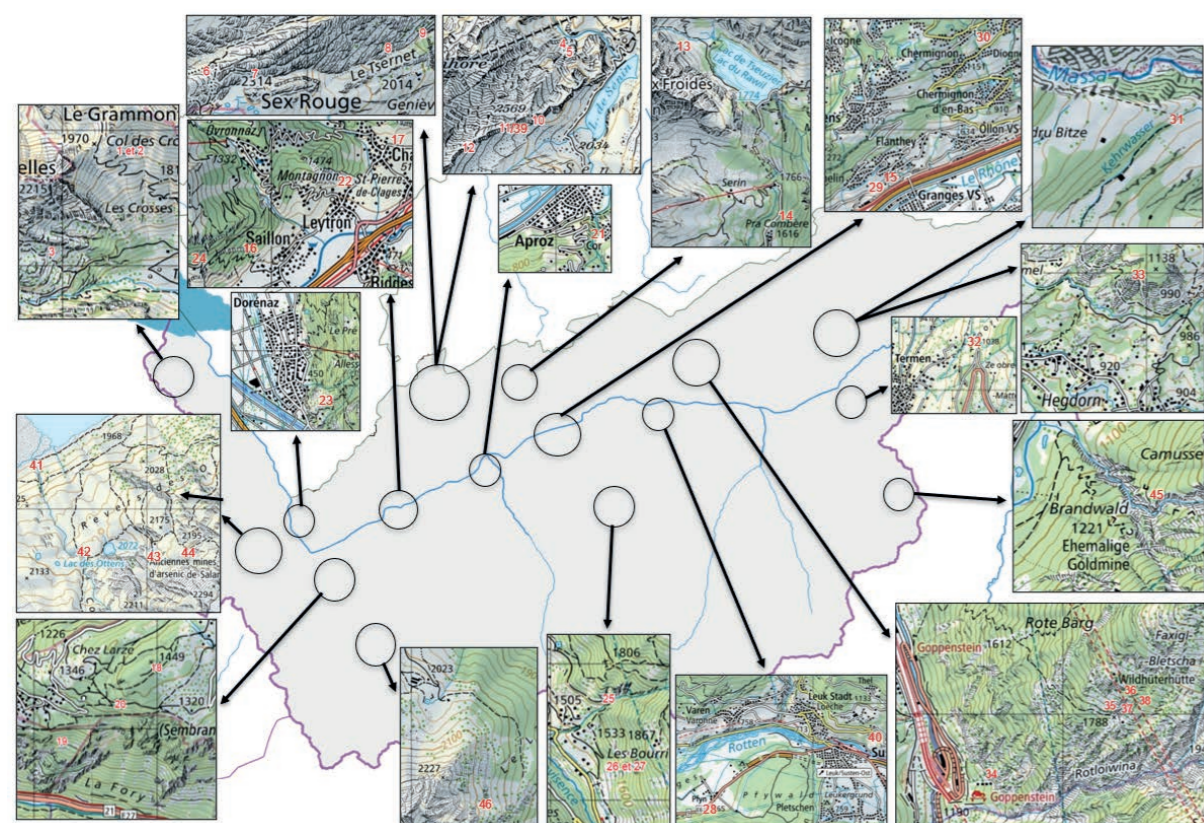


Figure 2: Les 46 sites retenus pour les prospections de swarming. Les numéros en rouge renvoient au tableau 1.
Abbildung 2: Die 46 untersuchten Standorte. Die roten Nummern entsprechen den Nummern in Tabelle 1.

Tableau 1: Les 46 sites choisis pour l'étude.
Tabelle 1: Die 46 Standorte, die für die Studie ausgewählt wurden.

N° Nr.	Détecteur Detektor	Lieu-dit Name des Ortes	Coordonnées Koordinaten	Altitude Höhe	Période d'enregistrement Zeitspanne
1	LR1907015	Grotte Marmotte CSS 111 G4, Tanay	552500/133840	1940	21.8 - 19.9.2019
2	LR1907027	Grotte Grammont (marmotte petite entrée), Tanay	552500/133840	1940	21.8 - 30.8.2019
3	LR1907011	Grotte de la Grande Barne, Tanay	551925/133100	1740	21.8 - 19.9.2019
4	LR1907008	Grotte Tube M1, Sanetsch	588248/134557	2010	18.8 - 9.9.2019
5	LR1907024	Grotte Marche ou Glisse entrée supérieur	588340/134450	2010	26.8 - 9.9.2019
6	LR1907018	Grotte Criquet G16, Sanetsch	587320/129295	2300	24.8 - 10.9.2019
7	LR1907003	Grotte Réseau Topomasos, Sanetsch	587640/129273	2280	24.8 - 10.9.2019
8	LR1907001	Grotte G2 sapin inférieur, Sanetsch	588540/129455	2070	18.8 - 10.9.2019
9	LR1907023	Grotte marmite, Sanetsch	588780/129560	1995	18.8 - 10.9.2019
10	LR1907030	Grotte début falaise, Sanetsch	587912/133525	2260	18.8 - 9.9.2019
11	LR1907012	Grotte Pingouin G2, Sanetsch	587458/133427	2350	18.8 - 9.9.2019
12	LR1907005	Grotte Menir glace, Sanetsch	586960/133166	2500	18.8 - 9.9.2019
13	LR1907029	Grotte de Lourantse	598010/133680	2020	22.8 - 20.9.2019
14	LR1907013	Grotte, Pra Combère (faille du bas)	599920/130600	1680	22.8 - 20.9.2019
15	LR1907006	Grotte de Vaas, Granges	601240/123650	575	19.8 - 20.9.2019
16	LR1907019	Grotte du Poteux, Saillon	579575/113370	618	19.8 - 27.9.2019
17	LR1907002	Grotte Nemia, Chamoson	584183/117586	800	28.8 - 18.9.2019
18	LR1907017	Mine Crêta 1 (chemin des mines), Mont-chemin, Martigny	574990/104500	1420	19.8 - 18.9.2019
19	LR1907014	Mine Collaud, galerie II, Mont-chemin, Martigny	574217/103896	1120	19.8 - 18.9.2019
20	LR1907010	Mine à Hubacher, Mont-chemin, Martigny	574700/104194	1344	19.8 - 18.9.2019
21	LR1907028	Mine d'Aproz	590750/116850	550	26.8 - 19.9.2019
22	LR1907020	Mine de l'Ardévaz, Leytron	582200/115700	680	19.8 - 18.9.2019
23	LR1907021	Mine de Dorénaz	569900/110400	590	21.8 - 19.9.2019
24	LR1907007	Mine de marbre cipolin, Saillon	578900/113530	840	19.8 - 18.9.2019
25	LR1907016	Mine Gollyre, Ayer, Val d'Anniviers	613420/113750	1620	23.8 - 19.9.2019
26	LR1907004	Mine Grand Praz (grosse entrée), Ayer, Val d'Anniviers	613560/113250	1700	23.8 - 19.9.2019
27	LR1907022	Mine Grand Praz (petite entrée), Ayer, Val d'Anniviers	613560/113250	1700	23.8 - 19.9.2019
28	LR1907026	Mine, ancienne carrière de Finges, Pfyngut	612600/127400	580	23.8 - 19.9.2019
29	LR1907025	Mine, anciennes carrières de Granges	601400/123770	560	19.8 - 20.9.2019
30	LR1907026	Grotte, Trou des fées, Chermignon d'en Haut	603513/126962	1207	17.8 - 2.9.2020
31	LR1907030	Tunnel, Naters	643586/131624	828	18.8 - 7.9.2020
32	LR1907024	Mine d'ardoise, Termen	645427/131252	1017	18.8 - 28.8.2020
33	LR1907025	Mine, Naters	642909/131909	1049	18.8 - 4.9.2020
34	LR1907028	Mine Goppenstein inférieure (vallée)	624699/134726	1273	19.8 - 10.9.2020
35	LR1907027	Mine Goppenstein supérieure 1	625184/135024	1818	19.8 - 18.9.2020
36	LR1907029	Mine Goppenstein supérieure 2	625274/135057	1870	19.8 - 11.9.2020
37	LR1907023	Mine Goppenstein supérieure 3	625234/135000	1813	19.8 - 21.8.2020
38	LR1907013	Mine Goppensetin supérieure 4	625274/135043	1863	19.8 - 18.9.2020
39	LR1907016	Grotte des Pingouins G2, Sanetsch	587804/133503	2273	20.8 - 21.9.2020
40	LR1907022	Grotte Ruli Puli Loch, Leuk	616612/129324	820	21.8 - 16.9.2020
41	LR1907015	Grotte S4, Salanfe		1935	22.8 - 30.8.2020
42	LR1907018	Grotte S7, Salanfe		2071	22.8 - 30.8.2020
43	LR1907003	Mine Robert, galerie du bas, Salanfe	563043/108757	2154	22.8 - 29.8.2020
44	LR1907001	Mine Robert, galerie du haut, Salanfe	563216/108775	2203	
45	LR1907019	Mine d'or, galerie fil Céline, Gondo	654653/115385	1230	27.8 - 17.9.2020
46	LR1907020	Grotte, alpage de Bavon	578344/91279	2066	27.8 - 25.9.2020

Pic d'activité par heure

Les enregistrements minutés indiquent également les périodes de présence nocturne de chauves-souris sur le site. C'est important car un site de swarming est en principe caractérisé par une activité intense entre 23h et 3h du matin, les chauves-souris pouvant provenir de plusieurs kilomètres à la ronde et ayant en principe chassé ailleurs en début de nuit. Un site qui accueille des chauves-souris plus tôt dans la soirée n'est pas pertinent dans le cadre de notre étude car celles-ci y viennent peut-être uniquement pour chasser.

Choix final des sites «potentiels» et capture au filet

Le choix final des sites définis comme «potentiellement intéressants» en termes de swarming s'effectue sur la base d'une pré-analyse acoustique. Il tient compte de plusieurs critères tels qu'un indice d'activité supérieur à 150 minutes positives par nuit et une activité constante de mi-août à mi-septembre. On a également tenu compte de l'heure à laquelle se produit le pic d'activité. Enfin, les sites prédéfinis comme «potentiels» ont été validés par capture au filet, ou le seront en 2021. Ceci permet en effet de confirmer visuellement l'identification acoustique des espèces présentes sur le site. Cette méthode fournit également des informations factuelles sur l'abondance, le sexe et le statut physiologique (notamment par rapport à l'avancement de l'état reproducteur) des individus, ce dernier critère étant un bon indicateur d'une authentique activité de swarming.

Résultats

En 2019, 175'222 séquences, dont 15'923 de cris d'écholocation ou sociaux de chauves-souris, ont été enregistrées en un mois de suivi au moyen de 29 détecteurs. Les chiffres pour 2020 étaient, respectivement, de 211'896 et 89'679, avec 17 détecteurs. Le tableau 2 présente la synthèse des sites ayant fourni des indices d'activité élevés, ainsi que leur évaluation selon différents critères spécifiques dénotant du swarming: 12 sites se révèlent être des sites potentiels.

Discussion et conclusion

Cette étude nous a permis d'en savoir plus sur l'activité des chauves-souris en sites souterrains en Valais. Les résultats obtenus soulèvent encore des questions auxquelles les captures complémentaires au filet prévues en 2021 permettront peut-être de répondre. En effet, malgré le travail déjà fourni, aucune véritable activité de swarming n'a pu être confirmée, laissant ouverte la question de l'existence de tels sites en Valais. En effet, si certaines espèces sont plus enclines à se rendre en altitude que d'autres, il faudra définir dans quelle mesure ces sites servent surtout de gîtes d'hibernation.

Parmi les résultats les plus intéressants, signalons la région de Salanfe qui mériterait une prospection plus poussée. Découvert en 2000, ce réseau karstique d'environ 3 km est déjà en grande partie cartographié et son exploration se poursuit par les spéléologues. Une momie de chauve-souris y a été trouvée. Par ailleurs, les résultats obtenus à la Grotte des pingouins, dans la région du Sanetsch, sont surprenants puisque ce site est à plus de 2000 m d'altitude. C'est en effet une grotte très froide dont les températures sont relevées depuis quelques années par les spéléologues.

Il sera intéressant à l'avenir d'observer ce qui se passe sur chacun de ces douze sites potentiels. Si l'un d'entre eux devait s'avérer être un site de swarming, il faudra intensifier son suivi et, surtout, planifier sa mise sous protection.

Remerciements

Mes remerciements vont à François Biollaz pour la mise en route du projet et ses nombreux conseils, le Service des forêts, des cours d'eau et du paysage de l'Etat du Valais pour son soutien, Emmanuel Rey pour les analyses acoustiques, et Marc Bastardot pour son aide sur le terrain. Je remercie également les différentes associations du Centre de Coordination Ouest pour l'étude et la protection des chiroptères (CCO); Association FRIbat ou CCO-Fribourg, Association CCO-Vaud, et Association Réseau Chauves-souris Valais pour les informations et données, Pascal Moeschler représentant du siège central du CCO pour l'achat de dix détecteurs acoustiques, Dominique Preisig, Charles-Albert Lathion, Miguel Borreguero, Didier Cardis, et tous les amis spéléologues pour leur précieuses informations et aide pour la pose des détecteurs, Michel Blant, Raphaël Arlettaz, Christian Raboud, Christian Theler, Karl Henzen et tous les amis biologistes ayant fourni de précieux conseils, ainsi que le comité du RCVS et le comité de fauna • vs pour le travail d'édition de mon manuscrit, notamment Raphaël Arlettaz. ■

Anouk Athanasiades,
Réseau Chauves-souris Valais

Bibliographie / Literatur

- ARLETTAZ R., LUGON A., SIERRA A., DESFAYES M. (1996): Les chauves-souris du Valais (Suisse) : statut, zoogéographie et écologie. *Le Rhinolophe* 12: 1–42.
- BORREGUERO M., BLANT M., LUETSCHER M. (2015): Découverte d'une momie de chauve-souris de l'optimum climatique médiéval dans la grotte des pingouins (Savièse, VS). *Bulletin La Murithienne* 133: 45–54.
- GIAVI S., GLAIZOT O., CHRISTE P. (2020): Sex and age Variation in the phenology of a common pipistrelle bat population in front of a hibernaculum. *Acta Chiropterologica* 22: 113–120.
- GLOVER A.-M., ALTRINGHAM J.D. (2008): Cave selection and use by swarming bat species. *Biological Conservation* 141: 1493-1504.
- GREMAUD J., MAGNIN B., REY E. (2016): Lumière ! Les chauves-souris du canton de Fribourg. FRIbat-CCO Fribourg et Musée d'histoire naturelle de Fribourg: 26–27, 52–53, 88.
- KERTH G., KIEFER A., TRAPPMANN C., WEISHAAR M. (2003): High gene diversity at swarming sites suggest hot spots for gene flow in the endangered Bechstein's bat. *Conservation Genetics* 4: 491–499.
- PATTHEY P., MAEDER A. (2014): Identification des cavités souterraines d'importance patrimoniale majeure pour les chauves-souris dans le Jura Vaudois. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles* 94: 3–24.
- PIKSA K., BOGDANOWICZ W., TEREBA A. (2011): Swarming of bats at different elevations in the Carpathian Mountains. *Acta Chiropterologica* 13: 113–122.
- VAN SCHAİK J., JANSSEN R., BOSCH T., HAARSMA A.J., DEKKER J.J.A., KRANSTAUER B. (2015): Bats swarm where they hibernate: compositional similarity between autumn swarming and winter hibernation assemblages at five underground sites. *PLoS ONE* 10: e0130850. doi:10.1371/journal.pone.0130850.

sucht (Abbildung 3). 2019 wurden von Mitte August bis Mitte September 29 Detektoren (einer pro Standort) installiert, 17 im Jahr 2020 (Tabelle 1). Die Detektoren wurden am Eingang der Höhlen platziert, um Schallverzerrungen oder Echos durch die Felswände zu vermeiden. Die Detektoren waren zwischen 20.30 Uhr und 6.00 Uhr in Betrieb.

Analyse der aufgezeichneten Tonsequenzen

Die aufgezeichneten Sequenzen wurden mit dem Programm Batscope analysiert, das zunächst die Fledermausrufe von anderen Geräuschen trennt und dann jede Sequenz mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit einer Art oder einer akustisch verwandten Gruppen zuordnet. Die Algorithmen des Programms wurden aus einer Vielzahl von aufgenommenen Rufen entwickelt. Da die Identifikation probabilistisch ist, ist es im Prinzip notwendig, alle Sequenzen mit einer unzureichenden Zuordnung zu einer Art manuell zu überprüfen. Darüber hinaus senden einige Artengruppen sehr ähnliche Ultraschallrufe aus, sodass eine umfassende Analyse nötig ist, die nicht immer zu einer endgültigen Artbestimmung führt. In dieser Studie wurde keine manuelle Überprüfung durchgeführt, da uns in einem ersten Schritt vor allem die allgemeine Aktivität aller Fledermausarten interessierte.

Aktivitätsindex und Aktivitätsspitzen

Der Aktivitätsindex beschreibt das Vorhandensein und die Häufigkeit von Fledermäusen an einem bestimmten Standort. Die Anzahl der Sequenzen während der Nacht wird als Basis verwendet. Um zu vermeiden, dass die gleiche Fledermaus mehrmals erfasst wird, wurden die Sequenzen auf Minuten reduziert. Eine «positive Minute» entspricht einer Minute, in der mindestens eine Sequenz einer Art aufgezeichnet wurde. Die positiven Minuten werden dann addiert und geben den Aktivitätsindex pro Nacht an. Die Nacht mit dem höchsten Aktivitätsindex wurde verwendet. Dass wir die höchsten (und nicht die durchschnittlichen) Aktivitätsindizes bevorzugten, liegt daran, dass die Dauer und der Aufzeichnungszeitraum am selben Standort zwischen den einzelnen Nächten sehr stark variierten. Die zeitgesteuerten Aufzeichnungen zeigen auch die Zeiten der Anwesenheit von Fledermäusen. Dies ist wichtig, da ein Schwarmort im Prinzip gekennzeichnet ist durch eine Aktivitätsspitze zwischen 23:00 und 3:00 Uhr. Die Fledermäuse können aus mehreren Kilometern Entfernung kommen und zu Beginn der Nacht auch an anderer Stelle gejagt haben.

Auswahl von «potenziell interessanten» Standorten

Die Bestimmung der «potenziell interessanten» Standorte im Hinblick auf das Schwärmen erfolgte aufgrund der Analyse

der akustischen Daten. Dabei wurden z. B. ein Aktivitätsindex von mehr als 150 positiven Minuten pro Nacht und eine konstante Aktivität von Mitte August bis Mitte September berücksichtigt. Die Aktivitätsspitzen wurden ebenfalls einbezogen. Schliesslich wurden die «potenziell interessanten» Standorte durch Fang mit Netzen überprüft, oder sie werden im Jahr 2021 untersucht. Das Fangen ermöglicht es, die akustisch identifizierten Arten visuell zu bestätigen. Diese Methode liefert auch Informationen über die Häufigkeit, das Geschlecht und den physiologischen Zustand der Tiere (insb. in Bezug auf die Fortpflanzung). Dieses letztere Kriterium ist ein guter Indikator für tatsächliche Schwarmaktivität.

Resultate

2019 wurden in einem Monat mit 29 Detektoren 175'222 Sequenzen aufgezeichnet, wovon 15'923 Fledermausrufe (Echolokation oder Kontaktrufe). 2020 waren es mit 17 Detektoren 211'896, wovon 89'679 Fledermausrufe. Tabelle 2 (S. 22/23) zeigt diejenigen 12 der 46 untersuchten Standorte, die hohe Aktivitätsindizes aufwiesen und damit auf ein mögliches Schwärmen hinweisen (als «potenziell» bezeichnet).

Diskussion und Schlussfolgerung

Diese Studie hat es uns ermöglicht, mehr über die Fledermausaktivität in Walliser Höhlen zu erfahren. Die Ergebnisse werfen aber auch eine Vielzahl von Fragen auf. 2021 sind weitere Netzfänge geplant. Bisher konnte keine echte Schwarmaktivität bestätigt werden. Es bleibt somit offen, ob es im Wallis «Swarming» gibt oder nicht. Bei den höhergelegenen Standorten muss herausgefunden werden; ob diese Standorte hauptsächlich als Winterschlafstandorte oder als Schwarmorte dienen. Zu den Regionen mit den interessantesten Resultaten gehört die Region Salanfe, die es verdient, erforscht zu werden. In diesem rund 3 km langem Höhlensystem, das im Jahr 2000 entdeckt wurde, wurde eine Fledermausmumie gefunden. Auch die Daten der Pinguinhöhle in der Region des Sanetsch sind erstaunlich, da die Höhle auf über 2000 m liegt und es sich um eine sehr kalte Höhle handelt. Die Temperaturen werden seit mehreren Jahren von Speläologen aufgezeichnet. Es wird in Zukunft interessant sein, zu beobachten, was an den 12 potenziellen Standorten geschieht. Sollte sich einer der Standorte als «Swarming»-Ort erweisen, werden wir die Forschung intensivieren und vor allem Massnahmen für die Unterschutzstellung des Standortes ergreifen. ■

Dank: Siehe französischer Text.

Anouk Athanasiades,
Verein Walliser Fledermausschutz



Fig. 3: Détecteur acoustique Lorient (à l'entrée d'une grotte)

Abb. 3: Akustischer Detektor Lorient (beim Höhleneingang)

Tableau 2: Identification des sites de swarming selon plusieurs critères spécifiques. Sont représentés dans le tableau uniquement les sites dont l'indice d'activité maximal était supérieur à 150 minutes positives par nuit, plus quelques autres qui montraient des données intéressantes.

Site (Lieu-dit) Name des Standortes	Indice d'activité maximum (min) Maximaler Aktivitätsindex (Min.)	Période d'enregistrement Periode	L'indice d'activité tout au long de la période d'enregistrement Aktivitätsindex während der gesamten Untersuchungsperiode
Grotte S7, Salanfe	570	22.8 – 30.8.2020	Ne peut pas être évalué, car pas d'enregistrement au mois de septembre. Kann nicht ausgewertet werden, da keine Datenerhebung im September.
Grotte S4, Salanfe	530	22.8 – 30.8.2020	Ne peut pas être évalué, car pas d'enregistrement au mois de septembre. Kann nicht ausgewertet werden, da keine Datenerhebung im September.
Mine de Naters	502	18.8 - 4.9.2020	Activité présente sur toute la période. Aktivität während des gesamten Zeitraums.
Mine de Goppestein inférieure	456	19.8 – 10.9.2020	Activité présente sur toute la période. Aktivität während des gesamten Zeitraums.
Mine de Goppenstein supérieur, galerie 3	416	19.8 – 21.8.2020	Ne peut pas être évalué, car seulement 3 jours d'enregistrement. Kann nicht ausgewertet werden, da nur während 3 Tagen Datenerhebung.
Trou des fées, Chermignon d'en Haut	413	17.8 – 2.9.2020	Ne peut pas être évalué, car peu d'enregistrements au mois de septembre. Kann nicht ausgewertet werden, da wenig Datenerhebung im September
Grotte des Pingouins, Sanetsch	396	20.8 – 21.9.2020	Forte activité du 29 août au 3 septembre uniquement. Cela peut être justifié par l'altitude du site (2273 m). Starke Aktivität nur vom 29. Aug. bis 3. Sept. Dies lässt sich durch die Höhenlage des Standorts (2273 m) erklären
Mine de Goppenstein supérieur, galerie 2	371	19.8 – 11.9.2020	Activité présente sur toute la période. Aktivität während des gesamten Zeitraums.
Mine Robert galerie 1, Salanfe	353	22.8 – 29.8.2020	Ne peut pas être évalué, car pas d'enregistrements au mois de septembre. Kann nicht ausgewertet werden, da keine Datenerhebung im September.
Mine de marbre, Cipolin, Saillon	323	19.8 – 18.9.2020	Activité croissante du 19 au 30 août puis décroissante pour devenir quasi nulle en septembre. Zunehmende Aktivität vom 19. bis 30. August, danach Rückgang im September fast auf Null.
Grotte de Barme, Tanay	299	21.8 – 18.9.2019	Activité croissante du 21 au 30 août, puis décroissante et plus calme en septembre, mais toutefois assez élevée. Zunehmende Aktivität vom 21. bis 30. August, dann abnehmend und im September ruhiger, aber immer noch recht hoch.
Ruli Pulí Loch, Leuk	223	21.8 – 16.9.2020	Activité forte du 21 août au 3 septembre. Starke Aktivität vom 21. August bis 3. September
Mine d'or, galerie fil Céline, Gondo	183	27.8 – 17.9.2020	Activité forte du 29 août au 31 août uniquement. Sinon quasi nulle. Starke Aktivität nur vom 29. August bis zum 31. August. Ansonsten fast null.
Grotte, Alpage de Bavon	132 (justifiable si cela s'avère être un site de swarming alternatif) (gerechtfertigt, wenn sich herausstellt, dass es sich um eine alternative Schwarmstelle handelt)	27.8 – 25.9.2020	Forte activité du 14 au 20 septembre. Starke Aktivität vom 14. bis 20. September.
Mine de Termen	125 (justifiable si cela s'avère être un site de swarming alternatif) (gerechtfertigt, wenn sich herausstellt, dass es sich um eine alternative Schwarmstelle handelt)	18.8 – 28.8.2020	Ne peut pas être évalué, car pas d'enregistrement au mois de septembre. Kann nicht ausgewertet werden, da keine Datenerhebung im September.
Ardévaz, Leytron	119	19.8 – 18.9.2019	Forte activité du 24 août au 2 septembre. Puis activité plus calme. Starke Aktivität vom 24. August bis zum 2. Sept, dann weniger Aktivität.
Grotte, Pra Combère	90	22.8 – 20.9.2019	Activité forte du 23 au 25 août uniquement. Starke Aktivität nur vom 23. bis 25. August.
Carrière de gypse, Granges	73 (justifiable si cela s'avère être un site de swarming) spécifique à une espèce uniquement) (gerechtfertigt, wenn sich herausstellt, dass es sich um eine alternative Schwarmstelle handelt)	19.8 – 20.9.2019	Activité croissante du 19 au 28 août, puis décroissante. Un deuxième pic beaucoup moins important autour du 18 septembre. Zunehmende Aktivität vom 19. bis 28. August, dann abnehmende Aktivität. Ein zweiter, viel kleinerer Höhepunkt um den 18. September herum.
Grotte du Poteu, Saillon	65	19.8 – 27.9.2019	Forte activité du 22 au 31 août. Puis activité plus calme. Starke Aktivität vom 22. August bis 31. August, dann weniger Aktivität.

Tabelle 2: Identifizierung von Schwarmstandorten nach bestimmten Kriterien. Die Tabelle zeigt nur die Standorte mit einem maximalen Aktivitätsindex von über 150 positiven Minuten pro Nacht sowie einige weitere mit interessanten Daten.

Heure du pic d'activité Zeit der Aktivitätsspitze	Capture au filet Netzfang	Espèces capturées Gefangene Arten	Swarming Swarming
Pas de pic observé, activité similaire tout au long de la nuit Keine Aktivitätsspitze, Aktivität ganze Nacht gleich	À réaliser en 2021 Geplant für 2021		Potentiel Potenziell
Pas de pic observé, activité similaire tout au long de la nuit Keine Aktivitätsspitze, Aktivität ganze Nacht gleich	À réaliser en 2021 Geplant für 2021		Potentiel Potenziell
Pic d'activité entre 21h et 3h Aktivitätsspitze zwischen 21 und 3 Uhr	À réaliser en 2021 Geplant für 2021		Potentiel Potenziell
Pas de pic observé, activité similaire tout au long de la nuit Keine Aktivitätsspitze, Aktivität ganze Nacht gleich	À réaliser en 2021 Geplant für 2021		Potentiel Potenziell
Pas de pic observé, activité similaire tout au long de la nuit Keine Aktivitätsspitze, Aktivität ganze Nacht gleich	À réaliser en 2021 Geplant für 2021		Potentiel Potenziell
Pic d'activité entre 21h et 5h Aktivitätsspitze zwischen 21 und 5 Uhr	À réaliser en 2021 Geplant für 2021		Potentiel Potenziell
Pic d'activité entre 2h et 5h Aktivitätsspitze zwischen 2 und 5 Uhr	À réaliser en 2021 Geplant für 2021		Potentiel Potenziell
Pas de pic observé, activité similaire tout au long de la nuit Keine Aktivitätsspitze, Aktivität ganze Nacht gleich	À réaliser en 2021 Geplant für 2021		Potentiel Potenziell
Pic d'activité entre 21h et 1h Aktivitätsspitze zwischen 21 und 1 Uhr			Non Nein
Pic d'activité entre 21h et 3h Aktivitätsspitze zwischen 21 und 3 Uhr	26.8.2020	<i>Hypsugo savii</i> (6 individus / Tiere); <i>Eptesicus serotinus</i> (1); <i>Pipistrellus pipistrellus</i> (5); <i>Plecotus macbullaris</i> (2).	Non Nein
Pic d'activité entre 21h et 2h Aktivitätsspitze zwischen 21 und 2 Uhr	25.8.2020 à refaire en 2021 zu wiederholen	Seul un <i>Myotis mystacinus</i> immature a été capturé. Justifiable par la présence d'un fort vent ce soir-là. Nur eine immature <i>Myotis mystacinus</i> wurde gefangen. Misserfolg erklärbar durch einen starken Wind an diesem Abend.	Potentiel Potenziell
Pic d'activité entre 21h et 1h Aktivitätsspitze zwischen 21 und 1 Uhr			Non Nein
Pic d'activité entre 21h et 1h Aktivitätsspitze zwischen Mitternacht und 1 Uhr	À réaliser en 2021 Geplant für 2021		Potentiel Potenziell
Pic d'activité entre 3h et 5h Aktivitätsspitze zwischen 3 und 5 Uhr	À réaliser en 2021 Geplant für 2021		Potentiel Potenziell
Pic d'activité entre 21h et minuit Aktivitätsspitze zwischen 21 und Mitternacht	26.8.2020	<i>Hypsugo savii</i> (3 individus / Tiere); <i>Rhinolophus ferumequinum</i> (5); <i>Pipistrellus pipistrellus</i> (7); <i>Plecotus macbullaris</i> (5); <i>Myotis myotis</i> (1).	Non Nein
Pic d'activité entre minuit et 3h Aktivitätsspitze zwischen Mitternacht und 3 Uhr	Ce site est actuellement en travaux suite à un effondrement. Des galeries d'accès vont être aménagées. Le suivi du site sera effectué dès la fin des travaux. Soupçonné comme un site de swarming spécifique aux Grands Murins. Une capture au filet en 2016 avait permis de capturer 19 individus dont plusieurs mâles reproducteurs (testicules gonflés). Diese Höhle befindet sich nach einem Einsturz im Bau. Die Untersuchungen werden weitergeführt, sobald die Arbeiten abgeschlossen sind. Es handelt sich vermutlich um einen Schwarmort für das Grosse Mausohr. 2016 wurden mit dem Netz 19 Tiere gefangen, darunter mehrere Männchen mit Paarungs-Merkmalen (geschwollene Hoden).		Potentiel Potenziell
Pic d'activité entre 21h et minuit Aktivitätsspitze zwischen 21 und Mitternacht	26.8.2020	<i>Myotis macbullaris</i> (3 individus / Tiere); <i>Myotis Myotis</i> (2); <i>Pipistrellus pipistrellus</i> (7)	Non Nein