# La migration des chiroptères aux cols de Jaman et de Bretolet

Travail de Maturité réalisé au Lycée Jean Piaget de Neuchâtel
sous la direction de Didier Gobbo

Julien Oppliger

**Résumé** : *L'objectif du travail est la valorisation d'une banque de données, non publiée, concernant le Col de Jaman (VD) et sa comparaison avec des résultats, publiés partiellement (Aellen, 1961), concernant le Col de Bretolet (VS). Les valeurs examinées concernent 3 espèces de chauves-souris connues pour leurs activités migratoires (Pipistrelle de Nathusius, Noctule commune et Noctule de Leisler). Ces 3 espèces sont décrites dans les premières pages du travail.*
*La technique de capture, propre au oiseaux est discutée. Ses faiblesses sont montrées, notamment par le fait que les chauves-souris passent parfois plus haut que les filets (Observation réalisée par l'auteur à l'aide de récepteurs d'ultra-sons).*
*Les données brutes, soit l'âge et la condition physiologique (Femelles: gravides, nullipare, post-lactante, lactante ou indéterminées; Mâles: reproducteurs, non-reproducteurs ou indéterminés), ont été analysées selon divers critères: sexe, âge, sex-ratio, longueur de l'avant-bras et masse. Il est notamment mis en évidence:*
*- une différence d'activité entre les 2 points de passage: activité maximale en septembre à Bretolet, en octobre à Jaman,*
*- une différence de masse chez les Pipistrelles, celles passant à Jaman étant en moyenne plus lourdes,*
*- le passage des jeunes en même temps que les femelles au début de la saison (août) (dès septembre, la distinction de vient presque impossible),*
*- la route migratoire moins montagneuse de la Pipistrelle.*
*La critique finale montre les interrogations qui subsistent concernant les stratégies de déplacement des chauves-souris et relativise les hypothèses posées.*

---

## 1. Introduction

Les cols de Jaman (Montreux, VD) et de Bretolet (Champéry, VS) sont deux sites réputés pour la migration automnale des oiseaux et des chauves-souris. Chaque année, des centaines de Chiroptères sont capturés sur ces lieux, la plupart des captures concernant des espèces qui sont en train de chasser ou d'effectuer un court déplacement. Toutefois il n'est pas rare de rencontrer dans les filets des chauves-souris qui sont en plein effort migratoire.

Trois espèces réputées migratrices seront étudiées ici, à savoir la Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*, Keyserling & Blasius 1830), la Noctule commune (*Nyctalus noctula*, Schreber 1774) et la Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*, Kuhl 1818). Grâce aux données de captures et de baguages[1] accumulées depuis plusieurs années, il est maintenant possible d'étudier le flux de déplacement de ces chauves-souris et d'ainsi mettre en évidence leur stratégie de migration. De plus, il sera intéressant de comparer les deux sites, qui ont une position géographique différente dans le relief alpin.

### La migration des chauves-souris

Les chauves-souris peuvent être séparées en deux groupes:
- Les chiroptères sédentaires (le Petit rhinolophe - *Rhinolophus hipposideros*, Bechstein 1800, par exemple).
- Les chiroptères migrateurs (la Pipistrelle de Nathusius par exemple).

Les espèces dites sédentaires sont celles qui effectuent de courts déplacements, de l'ordre de quelques kilomètres. Pour les chauves-souris migratrices, les distances parcourues sont

[1] Ou baguement (termes identiques)

nettement plus grandes (entre 100 et 1000 kilomètres, voire beaucoup plus). Malgré les données récoltées depuis les années 1930, la migration reste encore un secret pour certaines espèces, car le taux de recapture des individus bagués est très faible (moins de 1 %). De plus, ce sont généralement des individus isolés qui sont recontrôlés. À ce sujet, AELLEN (1952) nous fait part d'une remarque pertinente de RYBERG (1947) qui dit «qu'on ne peut affirmer qu'une espèce est migratrice parce qu'un spécimen isolé a été retrouvé au loin, et inversement, on ne peut pas nier qu'une espèce est migratrice parce qu'on a repris des spécimens à l'endroit de baguement».

On estime que la migration des chauves-souris se déroule d'août jusqu'au début du mois de novembre et la période de retour très certainement entre la fin du printemps et le début de l'été. La migration se passe entre les gîtes de mise-bas et ceux d'hibernation (situés plus au sud) (ARTHUR & LEMAIRE 1999). Cette migration permettrait notamment d'éviter les hivers rigoureux du centre de l'Europe.

À l'heure actuelle, il n'y a aucune connaissance sur la technique qu'utilisent les chauves-souris pour trouver leur route de migration. Il serait tout à fait possible qu'elles s'orientent comme les oiseaux qui migrent de nuit, c'est-à-dire qu'elles se dirigent grâce aux étoiles et/ou au champ magnétique terrestre.

D'après PETERSONS (1999), la direction et la vitesse du vent semblent jouer un rôle important lors de la migration des chiroptères. Il a été observé qu'un vent léger opposé et de côté augmentait considérablement l'activité des chauve-souris. Toutefois, aucune activité migratrice n'est visible lorsque le vent souffle à plus de 10 m/s (36 km).

**Le baguage des chiroptères**

Le baguage des chauves-souris est une pratique qui a débuté dans les années 1930 mais qui était déjà appliquée avant pour les oiseaux. Elle consiste à placer sur l'avant-bras gauche ou droit un petit anneau en aluminium de telle manière qu'il puisse encore coulisser le long de ce dernier sans abîmer la membrane alaire. La bague porte une inscription alphanumérique (généralement un numéro et la référence de l'institution qui l'a émise). Pour la Suisse, les bagues sont mises en circulation par le Muséum de Genève depuis 1957; ce dernier centralise également les informations. Les bagues sont de trois tailles, une (0.19 g) pour les grandes espèces (par exemple la Noctule commune), une autre, plus petite (0.10 g), pour les chauves-souris de moyenne taille (par exemple la Pipistrelle de Nathusius) et une dernière (0.05 g) pour celles de très petite taille (par exemple la Pipistrelle soprano ou le Petit Rhinolophe).

Avec cette technique, il est possible d'obtenir des informations sur la biologie des espèces, soit:
- L'âge de l'individu (maturité sexuelle, longévité).
- Les déplacements (migrations, fidélité au gîte, durée d'hibernation, etc.).

Le contrôle des animaux bagués se fait souvent de manière aléatoire (individu trouvé mort), ou par capture. On sait aujourd'hui que cette technique pratiquée par des spécialistes n'entraîne pas une mortalité significative des individus bagués. Cependant, il faut déplorer un très faible taux de recapture pour les espèces migratrices.

Grâce à des données génétiques, il est possible de faire un lien entre les sites d'hibernation et les nurseries, ce qui apporte des informations sur la direction de migration (PETIT & MAYER 2000).

## 2. Matériel et méthodes

### Espèces étudiées

Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*, Keyserling & Blasius 1830)

**Fig. 1 - Pipistrelle de Nathusius (Pipistrellus nathusii).**
Photo: Christian König
Famille: Vespertilionidae
Genre: *Pipistrellus* (Kaup 1829)

**Description**: Il s'agit de la plus grande espèce du genre *Pipistrellus*. À l'âge adulte, les principales mesures sont les suivantes: tête et corps: 46-55 mm; avant-bras: 31-37 mm; envergure: 230-250 mm; poids: 5-12 g. En été, la couleur de son poil est roux châtain et en automne, plutôt brun foncé après la mue. Cependant, le ventre peut être nettement plus clair, voire jaune brun. Elle émet des ultrasons[1] à une fréquence comprise entre 38 et 70 kHz.

**Systématique**: Peut être confondue avec la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*, Schreber, 1774) ou avec la Pipistrelle soprano (*Pipistrellus pygmaeus*, Leach 1825)[2]. Le genre *Pipistrellus* compte dans le monde environ 49 espèces dont seulement quatre ont été identifiées en Suisse: La Pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle soprano et la Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*, Natterer in Kuhl 1819).

**Répartition en Europe**: Elle s'étend du Danemark, en passant par la Suède, jusqu'aux Pays Baltes. Au sud, on la rencontre jusque dans les pays méditerranéens et les Balkans. La reproduction a lieu en majeure partie dans le nord-est et l'est de l'Europe. En Suisse, cette espèce est présente de l'automne au printemps, comme migrateur ou hivernant.

**Biologie**: A l'heure actuelle, il n'y a aucun indice montrant que la Pipistrelle de Nathusius se reproduit en Suisse. La majorité des observations de cette espèce en territoire helvétique s'est faite en été et concernait en grande partie des mâles isolés. Dans le nord-est de l'Europe, où l'espèce est plus courante, les femelles se retrouvent dès avril et forment des colonies de 20 à 200 individus pour la mise-bas. Les baguages effectués dans le nord-est de l'Europe (Allemagne, Pays Baltes et Scandinavie), nous montrent que cette espèce quitte son gîte de reproduction en automne et migre vers le sud-ouest pour hiberner. Les déplacements sont alors de l'ordre de plusieurs centaines de kilomètres. Le plus grand déplacement enregistré est de 2000 kilomètres, de la Lettonie au sud de la France (GEBHARD 1995). En octobre 1982, une Pipistrelle de Nathusius baguée (Dr. J. Haensel) au mois d'août à Berlin a été recapturée à Gorgier (Neuchâtel) (P. Moeschler), soit à une distance d'environ 775 km (BLANT 1995). Néanmoins, il faut déplorer un taux de recapture relativement faible et surtout un manque d'information concernant le trajet de retour. D'après GEBHARD (1995), deux individus lettons ont été également repris sur le territoire suisse, à Genève et à Bâle. Elles quittent

[1] Les chauves-souris se déplacent et chassent dans l'obscurité grâce à un système très perfectionné d'écholocation: elles émettent des ultrasons par la bouche ou par le nez (Rhinolophes), qui leur reviennent sous forme d'écho. Les échos, analysés dans l'oreille, permettent à l'animal de repérer les objets comme les proies et surtout de s'orienter. La fréquence d'écholocation varie les espèces, ce qui permet également de les différencier en vol grâce notamment aux détecteurs d'ultrasons.

[2] Voir la publication : Nomenclature, C. o. Z. (2003) – *Vespertilio pipistrellus* Schreber, 1774 and *V. pygmaeus* Leach, 1825 (currently *Pipistrellus pipistrellus* and *P. pygmeaus* ; Mammalia, Chiroptera) : neotypes designated. Opinion 2028 (case 3073). Bulletin of Zoological Nomenclature. *Commission of Zoological Nomenclature* : pp. 85-87

généralement la Suisse entre le mois d'avril et début mai pour revenir quatre mois après (septembre). CERVENY & BUFKA (1999) mentionnent la recapture en République Tchèque de deux femelles de Pipistrelle de Nathusius provenant de Lettonie (G. Petersons), à des distances respectives de 875 kilomètres (R. Vacík) et 924 kilomètres (J. Cerveny). MASING (1988) signale la découverte en mars 1987 à Rotterdam (Hollande) d'une femelle baguée (M. Masing et E. Hint) en juillet 1986 en Estonie, soit à environ 1530 kilomètres (P. H. C. Lina). Ce sont généralement les femelles qui partent les premières en automne (SCHOBER & GRIMMBERGER 1991). Lors de leur migration, elles traversent les Alpes; il n'est de ce fait pas rare de pouvoir les observer au col de Bretolet (1923 m). BROSSET (1990) a montré que la Pipistrelle de Nathusius est un acteur potentiel dans la propagation de la rage (virus Duvenhage) en Europe à cause des ses migrations. En Suisse, elles hibernent seules ou en petits groupes, généralement dans leur gîte d'automne.
Espèce très résistante au froid, elle se nourrit d'insectes de petite taille. La maturité sexuelle se fait plus rapidement chez la femelle que chez le mâle (1$^{e}$ année pour les femelles et 2$^{e}$ année pour les mâles).
Dans le genre *Pipistrellus*, une maturité sexuelle précoce et la mise-bas de jumeaux sont courantes. Les copulations ont lieu de mi-juillet à début septembre. Les mâles ont un territoire de reproduction et un harem composé de 1 à 10 femelles. Les Pipistrelles de Nathusius ont une grande fidélité au même gîte, mais des changements de lieux sont possibles en été. La mise-bas se passe au mois de juin. Il ne faut que 3 à 4 semaines pour que les jeunes puissent enfin voler et aller chasser par leurs propres moyens.
Dès mi-juillet, les femelles quittent leur colonie et gagnent les gîtes d'accouplement, situés à une dizaine de kilomètres. Quant aux jeunes, ils ne quitteront le gîte qu'un peu plus tard. Chauve-souris strictement nocturne, elle ne sort qu'après le coucher du soleil.

**Habitat**: Espèce sylvestre. Signalée surtout en plaine, elle se situe dans les forêts de feuillus et de pins (plus sèches), plus rarement dans les agglomérations. Les colonies se localisent en été dans les arbres creux, les nichoirs à chauves-souris ou à oiseaux, dans les fissures des troncs ou dans les tas de bois. On la rencontre parfois dans les bâtiments qui possèdent des fentes étroites, comme par exemple dans des caissons de store ou sous les tuiles. En hiver, elles demeurent souvent dans des crevasses, des falaises ou des arbres creux pour l'hibernation. Il n'est pas rare que les colonies soient mixtes, c'est-à-dire que l'on peut observer aussi dans les colonies de Pipistrelles de Nathusius des Pipistrelles communes ou des Murins de Brandt (*Myotis brandti*, Eversmann 1845) (SCHOBER & GRIMMBERGER 1998). Quant au terrain de chasse, il se situe sous les réverbères, aussi à proximité des haies et des buissons élevés. Il peut être également près de points d'eau.

Noctule commune **(*Nyctalus noctula*, Schreber 1774)**

**Fig. 2 - Noctule commune (Nyctalus noctula).**
Photo: J.-P. Luthy
Famille: Vespertilionidae
Genre: *Nyctalus* (Bodwich 1825)

**Description**: C'est l'une des chauve-souris les plus grandes d'Europe. À l'âge adulte, les principales mesures sont les suivantes: tête et corps: 65-82 mm; avant-bras: 48-58 mm; envergure: 320-400 mm; poids: 18-48 g. La coloration du poil est brun roux sur le dos et plus mat sur le ventre. Le pelage est plus foncé après la mue de juillet que celui d'automne (jaunâtre à brun doré). Ses ailes sont longues et étroites, adaptées au vol rapide (jusqu'à 50 km/h). Elle est caractérisée par une odeur musquée si elle est excitée et émet des ultrasons à une fréquence comprise entre 17 et 32 kHz.

**Systématique**: Le genre *Nyctalus* compte six espèces dans le monde dont trois en Suisse: la Noctule commune, la Noctule de Leisler et la Grande Noctule (*Nyctalus lasiopterus*, Schreber 1780). Par sa taille, la Noctule commune est située entre la Noctule de Leisler et la Grande Noctule.

**Répartition en Europe**: Elle passe au nord par le sud de la Suède et l'Angleterre. Elle est limitée au sud par la Méditerranée et l'Afrique du Nord. Elle se reproduit dans le nord-est de l'Europe centrale jusqu'en Allemagne du sud. En Suisse, sa localisation est plutôt en plaine, sur les plateaux, dans les vallées alpines (climat plus favorable) et en montagne lorsqu'elle se déplace (col de Bretolet).

**Biologie:** La reproduction en Suisse est anecdotique, avec quatre cas isolés documentés (un cas à Bâle en 1987 et 3 cas dans le bassin genevois en 1901,1902 et 1944) (GEBHARD & ZINGG 1995). Aucun indice ne mentionne la présence d'un gîte de parturition[1] en Suisse. L'accouplement a lieu en automne, mais il peut avoir lieu jusqu'en janvier dans les gîtes d'hiver. Dès juillet, les mâles attirent les femelles par divers cris sociaux et forment ainsi un harem de 4 à 5 femelles, voire parfois jusqu'à 20. Les femelles sont fécondées dès le mois de septembre. Les petits, souvent des jumeaux, naissent dans un site de mise-bas pouvant regrouper jusqu'à 100 femelles. Les mâles et les femelles acquièrent leur maturité sexuelle dès la première année, mais la mise-bas ne peut se faire que la deuxième année. Le site d'hibernation peut être peuplé par des Noctules communes provenant de plusieurs «nurseries» différentes (PETIT & MAYER 2000). En automne, une partie de la population de Noctules communes se déplace du nord de l'Europe vers le sud-ouest pour s'accoupler ou hiberner (en Suisse par exemple). Les distances parcourues sont de plusieurs centaines de kilomètres. Une femelle baguée à Bâle en automne 1988 a été recapturée en été 1989 en Pologne, soit à plus de 1000 km au nord-est de son site d'hivernage (GEBHARD & ZINGG 1995). Autre recapture intéressante, une Noctule baguée à Francfort (Allemagne) a été capturée 34 jours plus tard à Berne, soit à environ 890 km; la migration permettrait entre autres d'éviter les hivers rigoureux du centre de l'Europe (ARTHUR & LEMAIRE 1999). Les Noctules communes quittent les gîtes d'hivernage de mi-avril à mi-mai pour rejoindre les sites de reproduction au nord. Les femelles retournent chaque année dans le site où elles sont nées et donnent naissance à leur tour à un ou deux jeunes. Les mâles quittent le gîte quand ils sont matures et se dispersent pour acquérir eux aussi un terrain de chasse (DINGLE 1980). L'espèce est susceptible de voyager de jour (SCHOBER & GRIMMBERGER 1991). Le gîte d'hibernation doit avoir une température de 0°C et il est généralement quitté entre fin mars et début avril. La Noctule commune sort très tôt le soir et sa hauteur de vol peut atteindre 200 mètres. Elle peut se déplacer dans un rayon de plus de 5 km lors de la chasse. L'espèce capture en début du printemps des gros insectes à carapace dure, comme le Hanneton. Puis, durant l'été, sa nourriture se composera essentiellement de plus petits insectes volant en essaims (moucherons).

**Habitat:** Chauve-souris sylvestre. En été, on la trouve dans des arbres creux (principalement des feuillus), en lisière de bois et dans des forêts peu denses. Il lui arrive aussi d'occuper des fissures dans des ponts ou des murs, le plus souvent au printemps et en automne. En hiver, il est possible de l'observer dans des grottes, des fissures de falaises ou de murs. Elle chasse de préférence au-dessus de grandes surfaces d'eau, des lisières, des forêts, des décharges, et aussi sous les réverbères.

[1] ou de mise-bas.

Noctule de Leisler **(*Nyctalus leisleri*, Kuhl 1818)**

**Fig. 3 - Noctule de Leisler *(Nyctalus leisleri).***
Photo : J.-P. Luthy
Famille: Vespertilionidae
Genre: *Nyctalus* (Bodwich 1825)

**Description**: La Noctule de Leisler est une chauve-souris de taille moyenne. À l'âge adulte, les principales mesures sont les suivantes: tête et corps: 48-68 mm; avant-bras: 37-46.4 mm; envergure: 260-320 mm; poids: 13-20 g. La coloration du poil dorsal des adultes âgés de plusieurs années (brun roussâtre) est plus foncée à la base qu'aux pointes. Le ventre est un peu plus clair. Ailes longues et courtes, adaptées au vol rapide. Elle émet des ultrasons à une fréquence comprise entre 17 et 32 kHz.
**Systématique:** Voir la systématique de la Noctule Commune. La Noctule de Leisler est la plus petite des espèces de Noctules que l'on puisse rencontrer en Suisse.

**Répartition:** Peu fréquente, la Noctule de Leisler occupe cependant presque toute l'Europe (sauf la Scandinavie). L'espèce est abondante surtout en Irlande. En Suisse, elle est présente sur le Plateau, dans le fond des vallées alpines et au Tessin. Elle semble plus répandue dans le nord et le centre du pays.

**Biologie:** En automne, les mâles forment des harems de 5 à 8 individus et c'est à cette période qu'ont lieu les accouplements. Dès le début de l'été, les gîtes connus restent inoccupés jusqu'en automne. La mise-bas a lieu dans le courant du mois de juin dans les colonies de femelles (entre 20 et 50 femelles). Les femelles ont généralement deux petits par année (jumeaux). L'âge de maturité sexuelle reste encore inconnu, mais doit certainement être le même que celui de sa «cousine» la Noctule commune. On ne connaît actuellement rien de la reproduction de la Noctule de Leisler en Suisse. Lors du rut, elle émet des cris sociaux audibles par l'homme. Les connaissances sur la migration de cette espèce sont très lacunaires. Toutefois, il est supposé, comme pour la Noctule commune, une migration saisonnière. Un individu bagué au col de Bretolet a été recontrôlé à 810 kilomètres en Allemagne. Un mâle bagué (J. Fischer) en septembre 1993 à Metzels (Allemagne) a été retrouvé à Villeneuve-les-Béziers (France) une année après jour pour jour (R. Sand), soit à 950 kilomètres de son lieu de baguage (NERI & AULAGNIER 1996). Il est supposé pour cette espèce un déplacement du nord-est au sud-ouest (MACDONALD & BARETT 1995). Le régime alimentaire de la Noctule de Leisler est encore mal connu. Elle hiberne en groupes importants, de fin septembre à début avril et généralement dans des arbres creux, voire parfois dans des fissures d'habitation.

**Habitat:** Espèce sylvestre. La Noctule de Leisler loge volontiers dans les trous d'arbres ainsi que dans les nichoirs à oiseaux ou à chauves-souris. On la rencontre également, mais moins souvent, dans les fissures des bâtiments ou sous les toits. Elle chasse principalement en milieu ouvert, au-dessus des plans d'eau, autour des réverbères et entre des arbres isolés.

**Analyses de données**

Afin d'essayer d'établir une stratégie de migration chez ces trois espèces les analyses des données brutes ont été faites en fonction de divers critères: sexe, âge, condition physiologique, sex-ratio, longueur de l'avant-bras et poids.

En fonction de l'âge

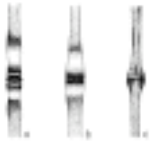


**Fig. 4 - Evolution de l'ossification des épiphyses (a juvénile, b immature et c adulte)** (SCHOBER & GRIMMBERGER 1998 d'après GROMOV & al. 1963)

La détermination de l'âge n'est pas toujours possible. Elle s'effectue en observant les jointures des phalanges au niveau de l'aile à l'aide d'une lumière placée au-dessous de celle-ci. Si les articulations sont relativement longues et transparentes, il s'agit d'un jeune car les épiphyses ne sont pas encore soudées (ce n'est pour l'instant que du cartilage). Avec le temps (une année environ pour les chauves-souris), il y aura soudure des extrémités à l'os, qui forme chez les adultes, une petite boule. Toutefois, la distinction devient difficile en automne car les immatures sont presque des adultes.

En fonction de la condition physiologique

Les codes du Centre de coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris (CCO) quant à la détermination de la condition physiologique sont:

- Pour les femelles: gravide (femelle enceinte), nullipare (femelle non portante), post-lactante, lactante ou indéterminée.
- Pour les mâles: non-reproducteur, reproducteur ou indéterminé.

La détermination de la condition physiologique n'est pas toujours aisée. Généralement, les femelles post-lactantes ont deux tétons (un sur chaque flanc) bien visibles, les poils ayant été arrachés autour; parfois ceux-ci ont déjà bien repoussé ce qui rend la chose plus ardue. Chez les mâles en période de reproduction, les testicules et l'épididyme sont apparents.

## Les sites d'étude

Col de Jaman

**Fig. 5 - Col de Jaman. Installation de hauts-filets derrière les sapins et le long du chemin**
Photo : J. Oppliger

Le col de Jaman (coordonnées: 564550 / 144570) se trouve sur la commune de Montreux dans le canton de Vaud à 1512 mètres d'altitude. Il est situé dans les Préalpes vaudoises sur la rive nord du Léman.

Il s'agit d'un site stratégique pour l'étude de la migration des oiseaux et des chiroptères en automne. Le col se situe dans les premiers contreforts des Alpes et constitue un débouché naturel pour une partie des migrateurs qui est conduite à ce col par la Gruyère (vallée de l'Intyamont), qui est orientée dans l'axe migratoire de la majorité des oiseaux. C'est aussi un lieu de bifurcation pour les oiseaux qui arrivent de la vallée: ils ont alors le choix de passer soit par les Alpes valaisannes et savoyardes, soit de longer les rives du Léman (LEHMANN & al. 1999). Voir la situation exacte sur la carte au 1:25'000 (annexe 1, carte-Jaman_low.gif).

Les toutes premières observations ornithologiques et chiroptérologiques sur le col ont débuté dès 1967 avec Georges Gilliéron. Jusqu'en 1990, les captures étaient sporadiques (quelques nuits au mois d'août et septembre), puis dès 1991 dans le cadre des activités du Groupe des Jeunes de Nos oiseaux et grâce aux subventions de cette association, un suivi plus complet de la migration a été mis sur pied. Lors des années 1992 et 1993, seules des courtes périodes de capture ont pu être effectuées, ce qui explique un manque de données durant cette période. En 1996 est créé le Groupe d'études faunistiques de Jaman afin d'assurer un bon suivi des recherches au col. Depuis 1994, le camp a lieu chaque année, du 1er août et généralement jusqu'au 22 octobre (pentades[1] 43 à 59). La permanence, jour comme nuit, est garantie par des bénévoles (étudiants, ornithologues et civilistes). En 1994 et 1997, les installations de hauts-filets ont pu être complétées grâce à des subventions.

Les filets sont placés sur la crête d'une petite dépression à environ 50 mètres du col (au pied de la Dent de Jaman 1875 m). Ce vallon forme un entonnoir qui permet la capture d'animaux en plein vol. Au total, 1300 $m^2$ de filet sont disposés, dont 830 $m^2$ de hauts-filets et 470 $m^2$ de bas-filets (LEHMANN & al. 1999). Ils sont normalement ouverts tous les jours, sauf en cas de mauvaises conditions météorologiques (pluie, forte bise) et sont relevés au moins toutes les demi-heures.

Au point de vue chiroptérologique, le col de Jaman est intéressant car 18 espèces parmi les 30 helvétiques[2] y ont été observées. Les captures et les observations sur le col ont permis également de découvrir deux nouvelles espèces de chiroptères pour le sol vaudois, la Pipistrelle de Savi (*Hypsugo savii*, Kolenati 1856) et le Molosse de Cestoni (*Tadarida teniotis*, Rafinesque 1814) dont les cris ont été entendus. Depuis 1967, plus de 2500 chauves-souris ont été capturées et baguées. La majorité d'entre-elles viennent chasser sur le col, où la végétation est diversifiée et riche en insectes.

Col de Bretolet

**Fig. 6 - Vue du col de Bretolet depuis la Suisse.**
Photo : J. Oppliger

Le col de Bretolet (coordonnées: 550350 / 110350) se trouve sur la commune valaisanne de Champéry à 1923 mètres d'altitude. Le val d'Illiez se termine à l'ouest par une échancrure formée par deux cols, le col de Cou (1921 mètres) et le col de Bretolet. Les deux cols sont séparés par un sommet, La Berthe (1989 mètres). La crête les longeant forme exactement la frontière entre la Suisse et la France. Voir la situation exacte sur la carte au 1 :25'000 (annexe 2, carte-Bretolet_low.gif).

Les cols de Bretolet et de Cou sont deux cols relativement bas pour les Alpes valaisannes. Ils permettent un débouché naturel vers le sud-ouest aux migrateurs provenant du nord-est de la Suisse. Les chauves-souris, comme les oiseaux passant par les Préalpes sont par la suite confrontés aux Alpes, d'où un point de passage intéressant par ces deux cols vu leur altitude basse.

[1] Une pentade correspond à une période de cinq jours. Pour ce travail, ce sont les pentades officielles de la Station Ornithologique Suisse qui ont été utilisées (BERTHOLD, 1973). Voir également annexe 3. (pentade.xls)
[2] En comptant le Murin d'Alcathoe (*Myotis alcathoe,* auteur(s) à préciser) observé en 2002 au Marchairuz (VD) (Dr. M. Ruedi, Muséum de Genève), l'Oreillard alpin (*Plecotus macrobullaris*, Kuzjakin 1965) et la Pipistrelle soprano (*Pipistrellus pygmaeus*).

**Fig. 7 - Petit col. Installation de hauts-filets.**
Photo : J. Oppliger

Dès 1938, d'Arcis remarque que le col de Cou est un lieu de passage pour de nombreux oiseaux migrateurs, où ils sont observés en abondance. Pour avoir les premières observations publiées, il faut attendre l'article de Desfayes en 1952, ce qui aura pour conséquence d'attirer les ornithologues sur ces cols. Dès 1953, les premiers baguements d'oiseaux ont lieu au col du Cou, mais à partir de 1954 les captures se révèlent plus fructueuses à Bretolet, certainement à cause des conditions plus favorables (vent moins fort et présence de buissons qui cachent un peu les filets et qui peuvent servir de refuge aux oiseaux). C'est cette même année que M. Godel remarque une forte activité chiroptérologique sur le col. En 1957, grâce à F. Vuilleumier, les premières chauves-souris sont baguées. La Pipistrelle de Nathusius ainsi que la Noctule de Leisler, qui sont des espèces jugées très rares en Suisse à l'époque, sont capturées. Ces captures motivent d'avantage les ornithologues à poursuivre leurs investigations à Bretolet. En 1958, on signale la capture de 150 chauves-souris de 9 espèces différentes. La même année, un subside du Fonds national de la recherche scientifique est alloué permettant ainsi la construction d'un observatoire et garantissant un soutien financier pendant trois ans. Plusieurs camps sont entrepris durant les années suivantes, soutenus par les membres du Groupe des Jeunes de la Société romande pour l'étude et la protection des oiseaux. De 1957 jusqu'à 1960 y compris, le nombre total de captures est de 329 chauves-souris de 12 espèces différentes (AELLEN 1961). Puis quelques années après, c'est la Station Ornithologique Suisse de Sempach qui a coordonné les activités sur le site. Au fur et à mesure des années, les installations de filets se sont modernisées et multipliées (JENNI 1984). La station de baguage du col de Bretolet est ouverte chaque année de mi-juillet à mi-octobre, voire parfois, si la neige n'arrive pas trop tôt, jusqu'à fin octobre. Les filets sont inspectés toutes les heures voire plus souvent en cas de forte affluence, par une équipe de bénévoles et d'un bagueur de la Station ornithologique suisse. Le col de Bretolet est formé de deux parties: le Petit Col et le Col. Sur le Petit Col, c'est uniquement une série de 5 hauts-filets (tous hauts de 8 mètres) qui sont installés et le Col 6 hauts-filets. Outre les hauts-filets, des bas-filets sont installés le long de la crête montante en direction du col de Cou, dans la végétation du col, qui attire de nombreux oiseaux, devant les hauts-filets. Ce sont donc au total plus de 1100 $m^2$ de filets japonais qui sont tendus (400 $m^2$ de hauts-filets et 700 $m^2$ de bas-filets). Ils sont ouverts de jour comme de nuit sauf si les conditions météorologiques ne le permettent pas. Les nombreuses données récoltées au fil de toutes ces années sont essentielles à l'étude des migrations des oiseaux dans les Alpes (JENNI 1980) et des chiroptères. On chiffre à 17[1] le nombre d'espèces capturées sur le col, et ce ne sont pas moins de 2003 individus qui ont été attrapés depuis 1958. Des espèces rares comme la Grande Noctule (*Nyctalus lasiopterus*, Schreber 1780) et le Molosse de Cestoni (*Tadarida teniotis*) se sont prises dans les filets. Le col est également intéressant pour ces insectivores volants, car la végétation (principalement des Aulnes verts (*Alnus viridis*)) est riche en insectes. Par ailleurs, il n'est pas rare de rencontrer par exemple le Sphinx à Tête-de-Mort (*Acherontia atropos*) dans les filets, et bien d'autres insectes qui sont des proies rêvées pour les chauves-souris. Depuis le début des années 1960, les chauves-souris capturées ont été baguées, mais pour diverses raisons, le baguage est devenu irrégulier dans les années 1980 puis a presque cessé une dizaine d'année

[1] En regroupant les deux espèces d'oreillards (l'Oreillard brun (*Plecotus auritus*) et l'Oreillard gris (*Plecotus austriacus*, Fischer 1829)) sous la dénomination d'Oreillard sp. (Plecotus sp.) à cause des difficultés de détermination qui persistent en main.

plus tard. Le col de Bretolet est une référence pour la bibliographie chiroptérologique, car c'est un des endroits les plus hauts d'Europe où les chauves-souris sont capturées.

**But**

Les données récoltées grâce au baguage ainsi qu'aux captures permettent de déterminer comment et quand s'effectuent les déplacements des oiseaux et des chauves-souris. De plus, le col de Jaman se situe en bordure des Alpes, juste avant que les animaux ne soient réellement confrontés au relief alpin. Un des objectifs est de comparer les résultats obtenus au col de Jaman à ceux du col de Bretolet qui est localisé plus dans les Alpes mais qui reste relativement proche (distant en ligne droite d'environ 37 km). Ceci permettra, entre autres, de voir si les paramètres tels que l'âge, le sexe et la condition physiologique sont déterminants dans le choix de la route de migration.

## 3. Résultats

**Analyse de données de Jaman**

Pour la Pipistrelle de Nathusius et la Noctule de Leisler, seules les données de 1992 à 2002 ont été utilisées pour ce travail. En ce qui concerne la Noctule commune, l'analyse débutera en 1985 pour cause de manque de données. Toutes ces données (inédites en partie) proviennent de la base de données du CHIROS (antenne vaudoise du Centre de coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris) et ont été récoltées par les membres du Groupe d'études faunistiques de Jaman et ses prédécesseurs. Il faut savoir que malgré les hauts-filets, les chauves-souris peuvent passer largement au-dessus du col, donc il est certain que de nombreuses données nous échappent. Ce constat a été rendu possible grâce à une détection des ultrasons émis par les chiroptères en vol. Le 19 septembre 2003, une activité chiroptérologique à une vingtaine de mètres du sol a pu être mise en évidence grâce au détecteur d'ultrasons. Les fréquences détectées étaient d'environ 30 kHz, ce qui correspondrait à des cris de Noctules (obs. pers.). La direction du vent joue un rôle important sur l'altitude du vol des migrateurs. Si le vent vient du nord-est (bise), les animaux ont une tendance à voler plus haut, ce qui réduit considérablement le nombre de captures.

Pipistrelle de Nathusius

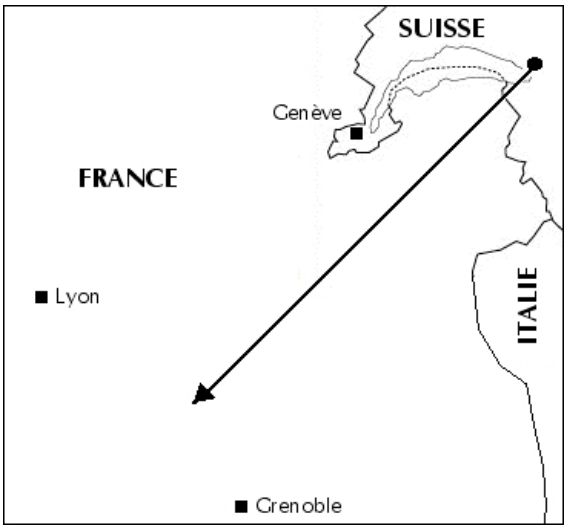



**Fig. 8 - Carte de reprise de la Pipistrelle de Nathusius baguée à Jaman en 2000**

En dix ans, 230 Pipistrelles de Nathusius se sont prises dans les filets, ce qui représente 14.7 % des captures. Avec 331 captures depuis 1967, elle est la deuxième du col, loin derrière l'Oreillard brun (*Plecotus auritus*, Linnaeus 1758) qui a lui seul représente plus de 49 % des captures. La première reprise à l'étranger d'une Pipistrelle de Nathusius baguée (L. Maumary) sur le col de Jaman date du 15.12.2003. Il s'agit d'une femelle immature baguée le 25.9.2000, retrouvée morte (C. Patrick) après avoir été tuée par un chat à Saint-Blaise-du-Buis (Isère, France), soit environ 180 km au sud-ouest de Jaman, à proximité certainement de son quartier d'hiver.

On remarque très clairement sur la figure 9 que la majorité des femelles (76 %) franchissent le col de mi-septembre à début octobre (pentades 51 à 57 soit pendant une période de 35 jours). Le maximum de passages se situe aux environs du début du mois d'octobre (pentade 56) où 18 % des femelles sont capturées.

Néanmoins, les mâles ont tendance à passer après la majeure partie des femelles c'est-à-dire après les premiers jours d'octobre (pentade 57). C'est à mi-octobre (pentade 59) que le flux migratoire des mâles semble maximal; faute de données dépassant cette période, il est impossible de dire où se trouve le pic du passage. En résumé, on peut dire que les femelles passent avant les mâles. La distribution est donc bimodale tout âge confondu. Les femelles adultes sont au nombre de 105 (49 %), les mâles adultes de 63 (29 %), les femelles immatures de 34 (16 %) et les mâles immatures de 12 (6 %). Le sex-ratio est biaisé en faveur des femelles (65 %).

Sur la figure 10, on constate que la migration des femelles immatures est bimodale, un premier pic se situant de fin août à mi-septembre (pentades 48 à 51) et l'autre de mi-septembre à octobre (pentades 54 à 57). Les femelles immatures lors du premier pic sont présentes à 35 % et dans le deuxième à 56 %. Le deuxième pic où elles sont les plus nombreuses correspond à la période où le flux migratoire des femelles adultes est la plus élevé. Le premier lot de femelles immatures passe en même temps que 13 % des femelles et le deuxième avec 59 %. Quant aux mâles immatures, qui sont beaucoup moins nombreux (12 individus), il est impossible de dire s'il existe une période de passage. Depuis fin septembre, seuls quelques individus adultes mâles se font capturer (19 %) puis dès le début octobre et jusqu'à mi-octobre (pentades 57 à 59) ce qui correspond aux derniers jours du camp, le restant des mâles adultes est attrapés, soit 81 %. Il est aussi intéressant de préciser que c'est en grande partie des adultes qui sont capturés (73 %) contre seulement 20 % d'immatures. Chez les mâles, la différence du nombre d'individus entre les adultes (79 %) et les jeunes (15 %) est plus importante que chez les femelles.

**Fig. 9** - Migration des mâles et des femelles chez la Pipistrelle de Nathusius au col de Jaman (1992-2002)

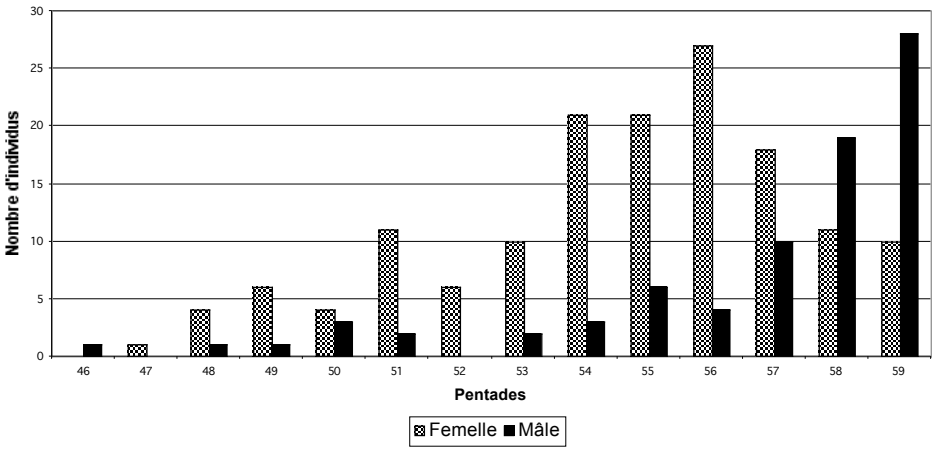


**Fig. 10** - Migration des mâles et des femelles de Pipistrelle de Nathusius en fonction de l'âge au col de Jaman (1992-2002)

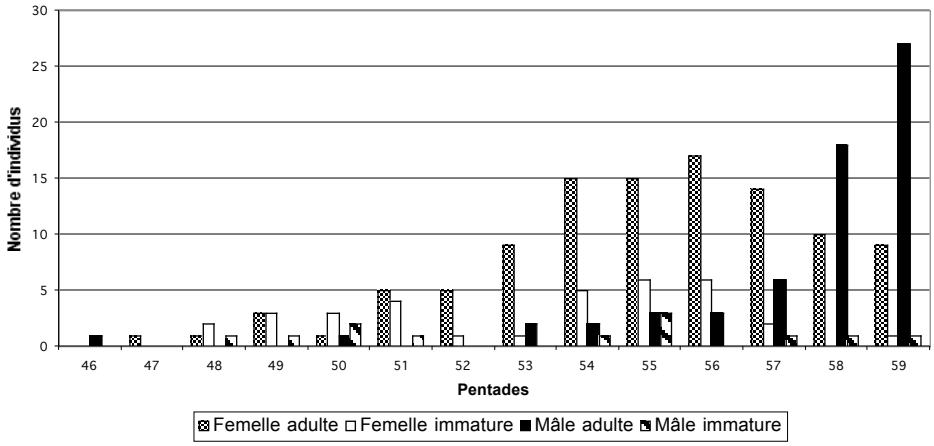
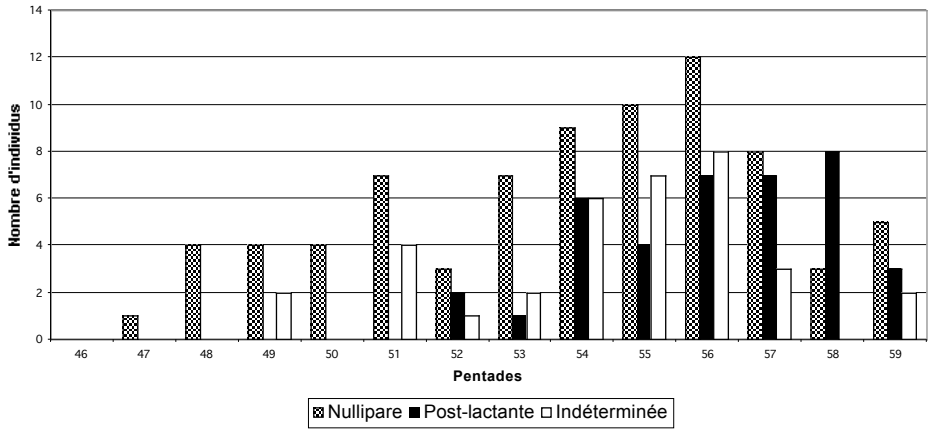
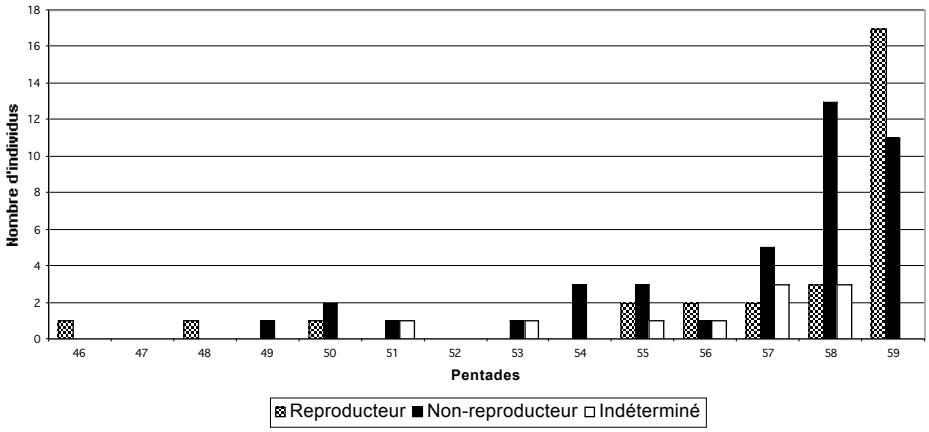



**Fig. 11** - Condition physiologique des femelles de Pipistrelle de Nathusius au col de Jaman (1992-2002)




D'après la figure 11, les femelles nullipares sont les premières à migrer au début de la saison de capture. Puis dès le début du mois de septembre (pentade 51) arrive les premières femelles post-lactantes. La date médiane pour les femelles nullipares correspond au 27 septembre et pour les femelles post-lactantes au 7 octobre. Sur 115 femelles dont la condition a pu être déterminée, 67 % étaient des femelles nullipares et 33 % des post-lactantes. Tous les individus immatures dont leur condition physiologique a pu être déterminée (68 %) sont tous des nullipares. Les mâles reproducteurs commencent à être fortement présents dès le début du mois d'octobre (figure 12). La date médiane est le 14 octobre. En 15 jours (pentades 57 à 59), plus de 70 % de mâles reproducteurs passent le col. Le pic de passage des mâles non-reproducteurs est à mi-octobre, en seulement cinq jours, il est capturé plus de 75 % de mâles non-reproducteurs. La date médiane pour ces derniers est le 18 octobre. La détermination de la condition physiologique n'a pu être faite que sur 70 mâles, ce qui nous donne 59 % de reproducteurs et 41 % de non-reproducteurs.

**Fig. 12** - Condition physiologique des mâles de Pipistrelle de Nathusius au col de Jaman (1992-2002)




Remarque: la condition physiologique de 23 % des femelles et 13 % des mâles n'a pas pu être définie, mais ceci concerne en partie des jeunes individus.

Les femelles adultes ont un poids légèrement supérieur à celui des mâles adultes. Cette différence est d'environ 0.7 g. L'écart de poids est également notable entre jeunes et adultes, chose peu surprenante.

Poids moyen chez la Pipistrelle de Nathusius :

- Mâle adulte (g): 9.0 ± 1.0 (6.6 – 11.8); n = 67[1]
- Mâle immature (g): 8.0 ± 1.2 (6.2 – 10.1); n = 13
- Femelle adulte (g): 9.7 ± 1.1 (6.3 – 11.9); n = 109
- Femelle immature (g): 9.1 ± 1.4 (6.1 – 12.2); n = 32

Concernant la longueur de l'avant-bras (AB), on constate également une différence entre les mâles et les femelles (adulte et immature).

Taille moyenne de l'avant-bras chez la Pipistrelle de Nathusius:

- Mâle adulte (mm): 33.7 ± 0.8 (31.6 – 36.2); n = 67
- Mâle immature (mm) 33.7 ± 0.8 (32.2 – 34.6); n = 13
- Femelle adulte (mm): 33.8 ± 0.7 (32.3 – 36.5); n = 109
- Femelle immature (mm): 34.6 ± 0.9 (32.8 – 36.5); n = 32

Cette variation de grandeur entre les mâles et les femelles n'est pas une surprise car d'après AELLEN (1962) ceci est presque une règle chez les chiroptères.

Lors des relevés des filets, il n'est pas rare d'avoir plusieurs chauves-souris à la fois. De telles captures permettent de mettre en évidence ou non une stratégie de migration de groupe, c'est-à-dire de voir si les chauves-souris migrent seules ou en groupe. Toutefois, il est important de préciser que les filets ne sont relevés que toutes les 30 minutes, donc il se peut que les animaux ne soient pas en train de franchir le col ensemble. De plus, les captures n'ont pas toutes forcément eu lieu sur un même filet; il est probable alors que les individus passent le col en même temps mais à une certaine distance l'un de l'autre. Dès 1996, le sens de capture a

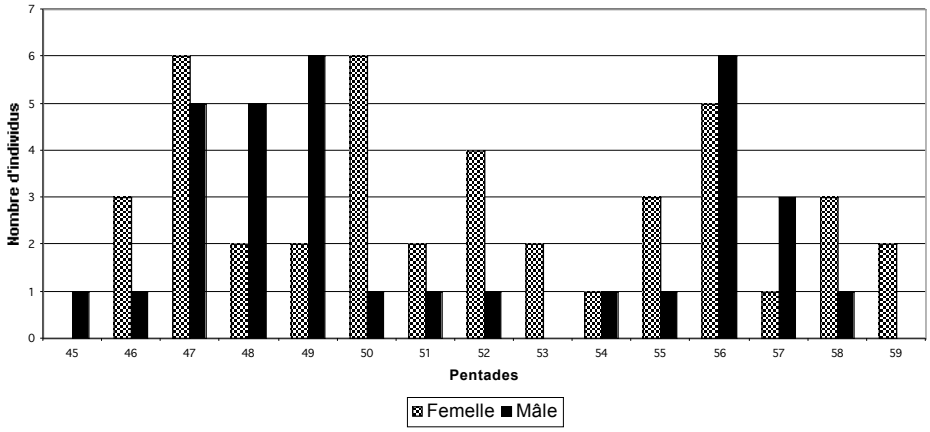
[1] Mâle (g): Poids moyen ± écart type (Minimal – Maximal)

été précisé, il est aussi fort possible que les individus chassent également sur le col, et donc qu'ils se prennent dans le filet dans le sens «retour». Il n'est donc pas aisé de traiter ces analyses de captures multiples vu tous les paramètres qui jouent en sa défaveur. Cependant, il semble que se soient souvent des mâles et des femelles qui se font piéger en même temps. Au total, on dénombre 35 cas de captures multiples, 26 % concerne un mâle et une femelle, 17 % que des mâles, 20 % que des femelles et pour les 37 % restant, il s'agit de plusieurs individus (entre 4 et 6) composé toujours d'au moins 2 à 4 femelles.

Noctule de Leisler

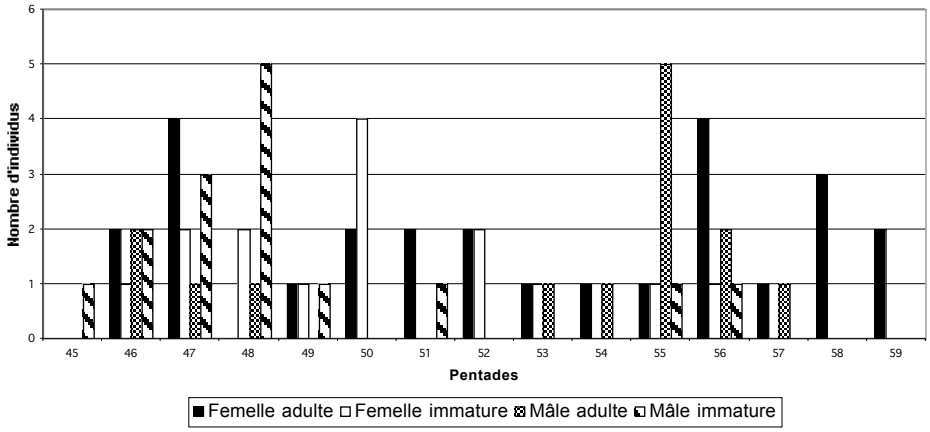
De 1992 à 2002, 75 Noctules de Leisler se sont prises dans les filets ce qui représente 4.8 % des captures sur le col de Jaman. Elle est aussi la sixième espèce la plus fréquente sur le site. La Noctule de Leisler ainsi que la Noctule commune sont des espèces qui volent généralement à une hauteur d'une vingtaine de mètres. Il est donc fort possible qu'une majorité des individus passent bien au-dessus des filets. Malheureusement, pour cette espèce, aucune recapture n'a été faite à ce jour.

**Fig. 13** - Migration des mâles et des femelles chez la Noctule de Leisler au col de Jaman (1992-2002)




Sur la figure 13, on constate que la migration des mâles s'effectue en deux fois (migration bimodale), un premier groupe (48 % de mâles) franchit le col aux environs de mi-août et jusqu'à début septembre (pentades 47 à 49), puis un deuxième (27 %) du début du mois d'octobre (pentades 56 à 57). À l'inverse de la Pipistrelle de Nathusius, les mâles sont les plus actifs en début de saison de migration. Quant aux femelles, elles arrivent en deux groupes : le premier (60 %) du début août jusqu'à mi-septembre (pentades 46 à 53) et le deuxième (40 %) de fin septembre à fin octobre (pentades 54 à 59). L'interprétation reste difficile car il y a trop peu de données. Les femelles adultes sont au nombre de 26 soit 36 %, les mâles adultes de 14 (20 %), les femelles immatures de 15 (21 %) et les mâles immatures de 16 (23 %). Le sex-ratio pour les individus adultes est biaisé en faveur des femelles (57 %), cependant chez les jeunes, il est relativement équilibré.

**Fig. 14** - Migration des mâles et des femelles de la Noctule de Leisler en fonction de l'âge au col de Jaman (1992-2002)




L'âge des mâles joue aussi un rôle, car on remarque très clairement (figure 14) à nouveau deux paquets (comme pour la migration des mâles de Noctules de Leisler de manière générale). Le premier groupe correspond aux individus immatures (69 %) puis le deuxième aux adultes (71 %). La migration des jeunes (60 % de femelles et 69 % de mâles) se passe de mi-août à début septembre (pentades 47 à 50), puis arrivent les adultes mâles dès fin septembre et jusqu'à mi-octobre environ (pentades 54 à 58). En résumé, à mi-août première traversée de femelles adultes puis de fin août à début septembre c'est au tour des jeunes. Début octobre, arrivée de la majeure partie des mâles adultes et de quelques femelles adultes. L'analyse des données en fonction de la condition physiologique n'est pas fiable pour la Noctule de Leisler, car il y en a très peu. Toutefois, il a été possible de calculer la date médiane de passage pour les femelles nullipares (6 septembre), les femelles post-lactantes (3 octobre) et les mâles non-reproducteurs (2 septembre). Même constatation que pour la Pipistrelle de Nathusius quant au poids des femelles. On remarque une différence allant jusqu'à deux grammes entre femelles et mâles. Cependant, le poids moyen des mâles adultes est pratiquement le même que celui des jeunes mâles.

Poids moyen chez la Noctule de Leisler:

- Mâle adulte (g): 13.8 ± 2.0 (10.5 – 17.3); n = 8
- Mâle immature (g): 13.8 ± 2.2 (9.7 – 19.4); n = 13
- Femelle adulte (g): 16.0 ± 2.5 (12.3 – 22.1); n = 23
- Femelle immature (g): 14.2 ± 2.2 (12.2 - 20); n = 13

Petite différence également de taille d'avant-bras entre les sexes et les âges. Comme pour le poids, les immatures (mâle et femelle) ont un avant-bras de même taille que les mâles adultes.

Taille moyenne de l'avant-bras chez la Noctule de Leisler:

- Mâle adulte (mm): 43.5 ± 1.2 (41.8 – 45.0); n = 8
- Mâle immature (mm): 43.6 ± 1.0 (41.5 – 44.9); n = 13
- Femelle adulte (mm): 43.9 ± 1.0 (42 – 45.8); n = 23
- Femelle immature (mm): 43.6 ± 1.1 (42.5 – 45.5); n = 13

Les remarques faites au sujet des captures multiples de la Pipistrelle de Nathusius s'appliquent également à la Noctule commune. Mais il n'y a pas assez de données pour mettre

en évidence un résultat quelconque. Cependant, le 6 octobre 2001, fût une nuit exceptionnelle pour la capture des Noctules de Leisler. En effet, un épais brouillard s'était formé à cinq ou six mètres du col, et il semble que les Noctules de Leisler volaient au raz de ce plafond, ce qui permit de capturer plus de 9 individus (P. Ecoffey, comm. orale). Ceci tendrait à montrer que cette espèce vole relativement haut, à moins que les conditions météorologiques ne le permettent pas.

Noctule commune

La Noctule commune est une espèce peu fréquente sur le col, avec seulement 34 captures depuis 1967 (soit un taux de capture de 1.4 %). Depuis 1985, 27 Noctules communes ont été capturées (1.2 %).

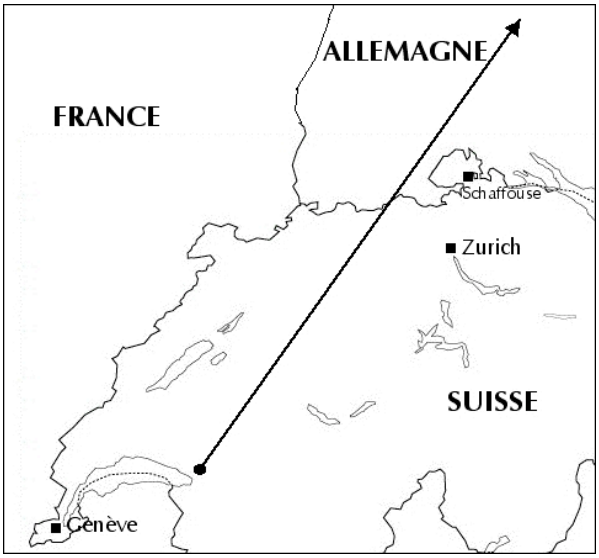


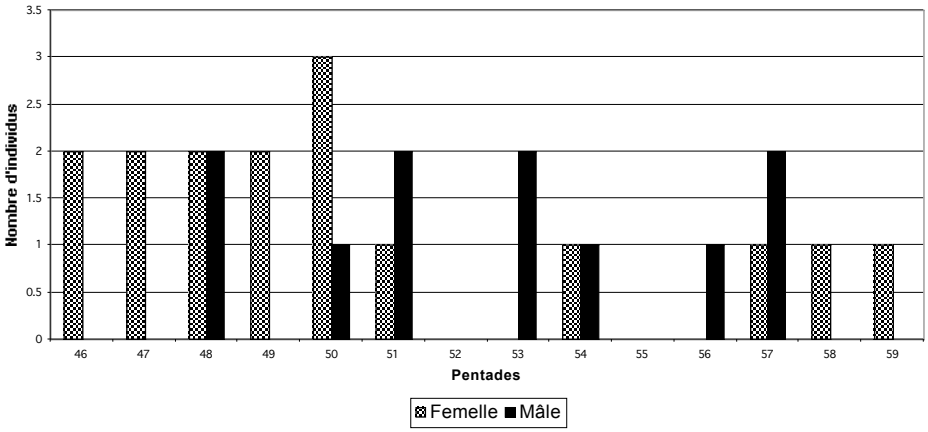

**Fig. 15** - Carte de reprise de la Noctule commune baguée à Jaman en 1978

La littérature mentionne à propos de cette espèce une recapture en Allemagne. Il s'agit d'une femelle baguée le 17.9.1978 à Jaman (G. Gilliéron), retrouvée morte (H. Frank) le 28.6.1980 à Gundershofen (Souabe, Allemagne) soit 280 km au nord-est (AELLEN, 1983). Pour AELLEN (1983), cet animal venait d'Allemagne pour aller hiberner plus au sud-ouest probablement; puis, en juin 1980, cette chauve-souris était probablement en migration de printemps (migration de retour).

Les femelles passent Jaman majoritairement de mi-août à environ début septembre (pentades 46 à 50) (figure 16). La date médiane de passage se situant le 6 septembre pour les femelles et le 18 septembre pour les mâles. Néanmoins, pour les mâles, il est difficile de dire s'il y a une période de passage, car les données peu nombreuses s'étalent tout le long des trois mois d'ouverture des filets. Le sex-ratio est biaisé en faveur des femelles qui constituent le 59 % (n = 16) de captures. Ce sont apparemment les mâles et les femelles immatures qui arrivent les premiers, de mi-août à fin août (pentades 47 à 48). La phénologie des sexes est difficile à préciser, faute de données.

Au niveau de la condition physiologique des femelles, rien ne peut être établi car, pour plus de 50 % d'entre elles, la détermination de leur condition physiologique n'a pas pu être déterminée. Un nombre important de femelles nullipares peut toutefois se remarquer, mais il correspond au passage des jeunes femelles. Pour les mâles, très peu d'individus ont été capturés et leur condition physiologique déterminée, donc il est difficile de faire ressortir une quelconque stratégie au niveau de la condition physiologique. Cependant, il est possible de dire que les non-reproducteurs semblent passer avant les reproducteurs, puisque ce sont les jeunes qui arrivent avant les adultes.

**Fig. 16** - Migration des mâles et des femelles chez la Noctule commune au col de Jaman (1985-2002)




Au niveau du poids moyen entre les deux sexes, la différence est minime, mais cela doit certainement être dû au fait que peu d'individus ont été mesurés et différenciés en fonction de leur âge (n = 12).
Poids moyen chez la Noctule commune:

- Mâle adulte (g): 27.8 ± 2.7 (25.4 – 30.7); n = 3
- Mâle immature (g): 28.3 ± 0.1 (28.2 – 28.3); n = 2
- Femelle adulte (g): 27.7 ± 0 (27.7 – 27.7); n = 2
- Femelle immature (g): 28.3 ± 2.9 (25.3 – 32.2); n = 5

Apparemment, comme chez la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Nathusius, les femelles sont plus grandes que les mâles. Taille moyenne de l'avant-bras chez la Noctule commune:

- Mâle adulte (mm): 52.9 ± 0.7 (52.2 – 53.5); n = 3
- Mâle immature (mm): 54.3 ± 0.4 (54.0 – 54.5); n = 2
- Femelle adulte (mm): 55.3 ± 0.6 (54.8 – 55.7); n = 2
- Femelle immature (mm): 53.6 ± 0.8 (53.0 – 57.2); n = 5

## Analyse des données de Bretolet

Les données analysées dans ce travail débutent dès 1958. Afin de pouvoir comparer les résultats à ceux de Jaman, les quelques mois de captures ont été à nouveau subdivisés selon les pentades officielles de la Station ornithologique suisse. Une partie de ces données ont déjà été publiées (AELLEN 1962), mais ce sont surtout les données de recaptures qui ont fait principalement l'objet de publications (AELLEN 1983  AELLEN 1983-84). Toutes ces données de captures sont informatisées dans la base de données du Réseau chauves-souris Valais, qui est l'antenne valaisanne du Centre de coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris. Au début, ce sont, des chiroptérologues qui ont transmis ces informations, puis des ornithologues et par la suite les bagueurs de la Station ornithologique suisse intéressés par les chauves-souris. C'est en partie pour cette raison que le nombre de chauves-souris capturées certaines années est moindre, s'ajoutant à cela les mauvaises conditions météorologiques et les animaux qui passent bien au-dessus des filets[1] ; AELLEN (1961) en avait déjà fait l'expérience!

[1] Lors de la nuit du 23 au 24 août 2003, il a été constaté notamment grâce à des jumelles amplificatrices de lumière qu'un certain nombre de chauves-souris de relativement grande taille passait à une bonne vingtaine de

Les filets sont inspectés la nuit environ toutes les heures, à moins d'une forte activité; durant ce laps de temps, les animaux capturés peuvent s'échapper, surtout les chauves-souris, qui mangent les filets et se libèrent assez facilement. Les conditions météorologiques influencent énormément les prises; un vent relativement fort contraint les chauves-souris qui migrent à franchir le col en hauteur, où les vents sont moindres, donc l'effort minimum, et ceci principalement quand le vent vient du sud-ouest.

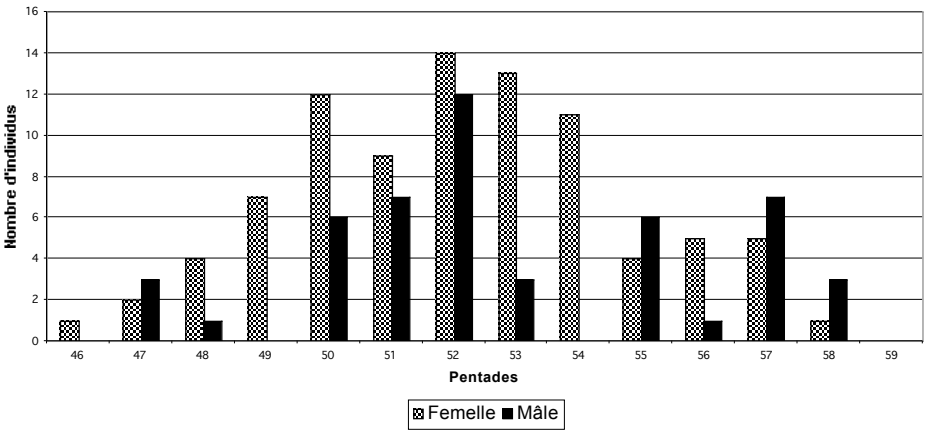
Les chauves-souris capturées à Bretolet sont déterminées et sexées. Malheureusement, la condition physiologique ainsi que l'âge ne figurent pas sur les données de capture.

Pipistrelle de Nathusius

Depuis 1958, ce sont 144 Pipistrelles de Nathusius qui ont été capturées, ce qui représente environ 7 % des captures effectuées sur le col. De plus, la Pipistrelle de Nathusius est la quatrième espèce la plus fréquente à Bretolet, derrière principalement l'Oreillard sp. (*Plecotus sp*.), puis la Noctule de Leisler et la Barbastelle (*Barbastella babarstellus*, Schreber 1774). La capture de la première Pipistrelle de Nathusius sur le col de Bretolet fut une surprise en 1957, car personne n'aurait imaginé rencontrer cette espèce de plaine autant en altitude (AELLEN 1961). Par ailleurs, cette découverte reste encore un record d'altitude pour cette espèce (SCHOBER & GRIMMBERGER 1998). Il faudra attendre 2002 pour en avoir la première recapture (M. Schaad) à Bretolet. Il s'agit d'une femelle baguée en Allemagne et capturée pendant sa migration vers ses quartiers d'hiver. L'endroit exact de capture et la date sont encore à préciser.

La migration de la Pipistrelle de Nathusius commence (figure 17) sur le col dès août (pentade 46). Cependant, c'est durant le mois de septembre (pentades 50 à 54), que le flux migratoire des femelles est le plus important sur le col. Durant ces 25 jours, 67 % d'entre elles sont capturées. La migration des mâles est presque semblable à celle des femelles, leur arrivée en grand nombre à Bretolet se situant aussi entre début septembre et jusqu'à mi-septembre (pentades 50 à 52) où le taux de capture est de 51 %. Depuis 1958, 88 femelles, 49 mâles et 7 individus indéterminés ont été capturés à Bretolet. Le sex-ratio est biaisé en faveur des femelles (64 %).

**Fig. 17** - Migration des mâles et des femelles chez la Pipistrelle de Nathusius au col de Bretolet (1958-2002)




mètres du col. Cette observation a été rendue possible tout au long de la nuit grâce au détecteur d'ultrasons, réglé sur une fréquence de 30-60 kHz (obs. pers.).

Même constatation que pour Jaman à propos du poids et de la taille de l'avant-bras entre les mâles et les femelles. Les femelles capturées sur le col sont plus grandes que les mâles.

Poids moyen chez la Pipistrelle de Nathusius :
- Mâle (g): 8.1 ± 1.0 (5.0 – 10); n = 40
- Femelle (g): 9.0 ± 1.6 (5.5 - 14); n = 70

Taille moyenne de l'avant-bras chez la Pipistrelle de Nathusius :
- Mâle (mm): 33.5 ± 1.3 (31 - 39); n = 45
- Femelle (mm): 34.5 ± 1.6 (31.2 - 45); n = 83

L'analyse des 12 cas de captures multiples montre que dans 50 % des cas, cela concerne un mâle et une femelle, dans 25 % deux mâles et dans 25 % deux femelles.

Noctule de Leisler

Avec plus de 196 captures en 44 ans d'activité sur le col de Bretolet, elle est la deuxième espèce du site (9.8 % des captures). C'est aussi sur ce col que la Noctule de Leisler compte ses observations les plus hautes (SCHOBER & GRIMMBERGER 1998). Une femelle baguée (V. Aellen) le 3.9.1966 sur le col de Bretolet a été contrôlée (G. Berthoud) au même endroit trois ans plus tard avec seulement trois jours de décalage par rapport à la date de capture (soit le 6.9.1969). La taille de l'avant-bras était passée de 44 mm à 45.5 mm, elle avait grandi de 1.5 mm en trois ans. Son poids n'avait par contre pas changé. Cette reprise suggère que cette espèce suit presque chaque année la même route de migration, instaurant une certaine fidélité à un même parcours et peut-être par la même occasion à un gîte d'hibernation.

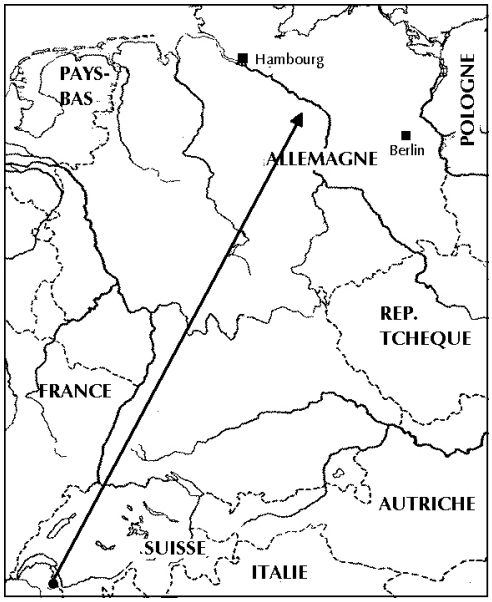
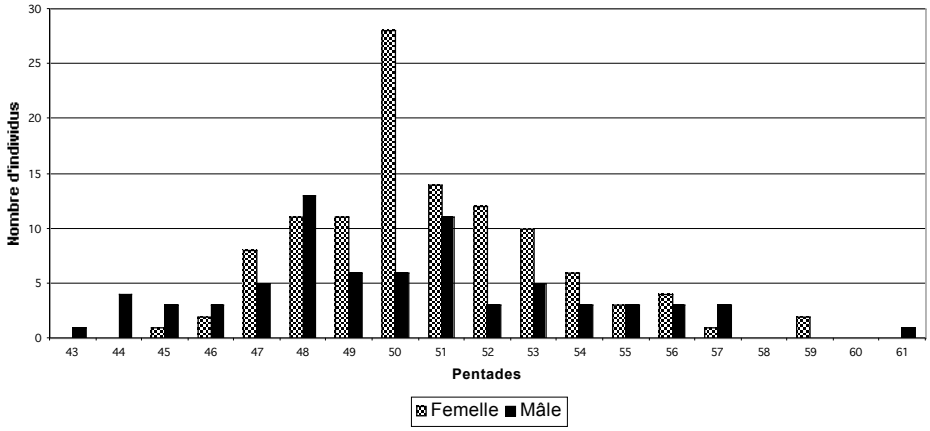



**Fig. 18 - Carte de reprise de la Noctule de Leisler baguée en 1977 à Bretolet**

La première reprise à l'étranger d'une Noctule de Leisler baguée à Bretolet date du 28.6.1982 à Müsedan (Osterburg, Allemagne). Le 11.10.1977, une femelle avait été baguée (L. Jenni) sur le col et retrouvée le 28.6.1982 (E. Markus) certainement à proximité son quartier d'été, à environ 810 km au nord-est de Bretolet (AELLEN 1983-84) (figure 18). Le franchissement du col par les femelles (figure 19) s'effectue majoritairement de mi-août à mi-septembre (pentades 48 à 53), cependant un pic de passages est observable au tout début du mois septembre (pentade 50), où plus de 25 % des femelles sont capturées.

De mi-août à début septembre (pentades 48 à 51), 49 % des mâles gagnent le col. Remarquons aussi la capture tardive d'un mâle, le 28 octobre. Au total, 113 femelles, 73 mâles et 10 individus indéterminés ont été capturés sur le col de Bretolet. Le sex-ratio est donc biaisé en faveur des femelles (61 %). D'après les mesures ci-dessous, les femelles sont plus grandes que les mâles.

**Fig. 19** - Migration des mâles et des femelles chez la Noctule de Leisler au col de Bretolet (1958-2002)




Poids moyen chez la Noctule de Leisler:

- Mâle (g): 14.7 ± 2.1 (9.0 – 19.0); n = 60
- Femelle (g): 15.7 ± 2.6 (9.0 – 22.0); n = 97

Taille moyenne de l'avant-bras chez la Noctule de Leisler :

- Mâle (mm): 42.9 ± 1.4 (39.0 – 45.5); n = 64
- Femelle (mm): 44.2 ± 1.4 (40.0 – 47.0); n = 97

L'analyse des captures multiples n'a rien donné d'exploitable.

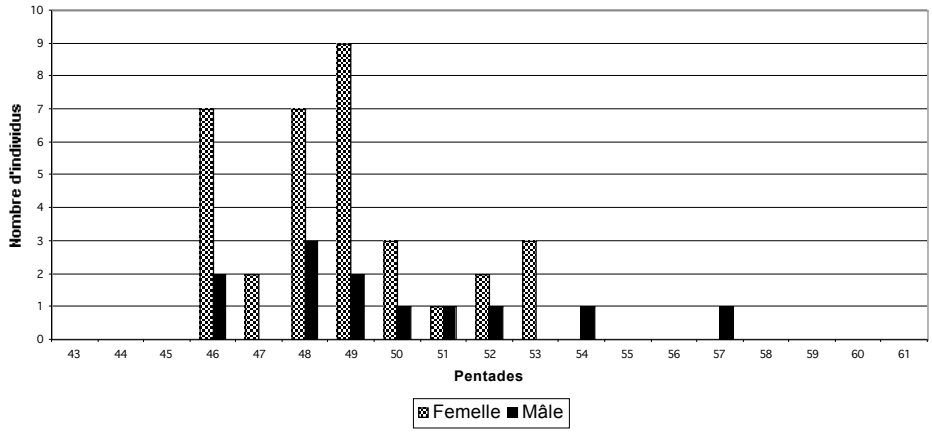
Noctule commune

La Noctule est une espèce peu abondante sur le col de Bretolet avec un taux de capture de 2.7 % (52 captures depuis 1958); c'est sur ce site qu'elle est rencontrée le plus haut en altitude (SCHOBER & GRIMMBERGER 1998). Trois données n'ont pas été prises en considération car d'après la longueur de l'avant-bras, ces individus ne pouvaient pas être des Noctules communes (beaucoup trop petits). D'après GEBHARD (1985), MACDONALD & BARETT (1995) et SCHOBER & GRIMMBERGER (1998), la longueur d'avant-bras de la Noctule commune est comprise entre 48 et 58 millimètres et pour la Noctule de Leisler entre 37 et 46 millimètres. À l'heure actuelle, aucune reprise de Noctule commune n'a pu être effectuée. Néanmoins, un mâle bagué (V. Dorka) au col de Cou le 25.9.1962 (distant d'environ un kilomètre du col de Bretolet) a été retrouvé mort (C. Roche-Rod) au Prés-de-Vers (Rolle, VD) le 1.7.1964, à environ 48 km au nord-ouest. Cette trouvaille ne prouve pas que l'espèce est migratrice (AELLEN 1983).

Les femelles sont présentes sur le site dès mi-août et jusqu'à début septembre environ (pentades 46 à 50), c'est durant cette période que le taux de capture pour les femelles s'élève à 68 % (figure 20). Le premier pic pourrait correspondre au passage des jeunes. Dès mi-septembre (pentade 54), plus aucune Noctule commune femelle n'est capturée. La date médiane de passage étant le 30 août. La migration des mâles débute dès mi-août et se termine début septembre (pentades 46 à 49). Elle cesse totalement en même temps que les femelles, c'est-à-dire mi-septembre. Quant à la date médiane, elle est le 6 septembre, soit 6 jours après celle des femelles. Néanmoins, on observe la capture d'un mâle un peu plus tardive (début octobre). On remarque donc pour les deux sexes, que le franchissement du col se fait principalement de mi-août à début septembre. Depuis, 1958, ce sont 37 femelles, 12 mâles et

3 individus indéterminés qui ont été capturés. Le sex-ratio est biaisé en faveur des femelles (76 %).

**Fig. 20** - Migration des mâles et des femelles chez la Noctule commune au col de Bretolet (1958-2002)




Poids moyen chez la Noctule commune:

- Mâle (g): 28 ± x (25.0 – 31.0); n = 7
- Femelle (g): 28.7 ± x (23.0 – 34.0); n = 33

Taille moyenne de l'avant-bras chez la Noctule commune:

- Mâle (mm): 53.9 ± x (52.6 – 54.5); n = 11
- Femelle (mm): 54.2 ± x (50.0 – 57.0); n = 31

Il n'y a pas assez de données pour en tirer quelque chose d'exploitable pour l'analyse des captures multiples.

**Comparaison des deux sites**

Dans le but de pouvoir comparer les résultats obtenus à Jaman et à Bretolet, les données de Jaman concernant les jeunes et les adultes ont été regroupées, la distinction n'ayant été que rarement effectuée à Bretolet.

Pipistrelle de Nathusius

La Pipistrelle de Nathusius est une espèce plus courante sur le col de Jaman (14.7 % des captures). La migration des mâles s'effectue avec un décalage d'environ 30 jours entre les cols de Jaman et Bretolet, la date médiane de passage étant le 14 octobre au col de Jaman et le 15 septembre au col de Bretolet. Sur la Fig. 21, on remarque très clairement que les mâles passent le col de Jaman plus tardivement dans la saison.

La migration des femelles se déroule avant à Bretolet (Fig. 22). La date médiane de passage pour les femelles au col de Jaman étant le 2 octobre et le 16 septembre pour le col de Bretolet. Le sex-ratio est quant à lui similaire sur les deux sites, avec une plus grande proportion de femelles que de mâles.

Une petite différence de poids a été constatée entre les individus capturés à Jaman et à Bretolet. Le poids moyen des mâles capturés au col de Bretolet est de 8.1 g et de 8.8 g sur le

col de Jaman, soit une différence de 0.7 g. Pour les femelles, la constatation est la même, les femelles de Jaman pèsent en moyenne 9.6 g et celle de Bretolet 9.0 g (soit 0.6 g de différences).

**Fig. 21** - Migration des Pipistrelles de Nathusius mâles aux cols de Jaman (1992-2002) et Bretolet (1958-2002)

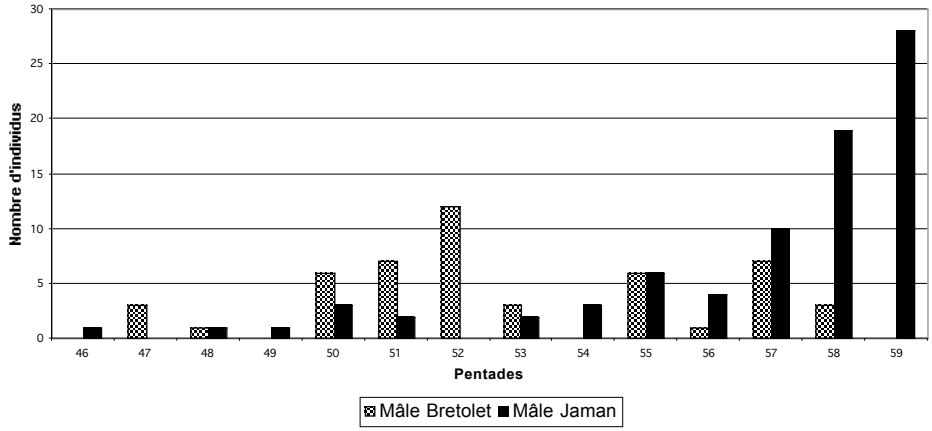
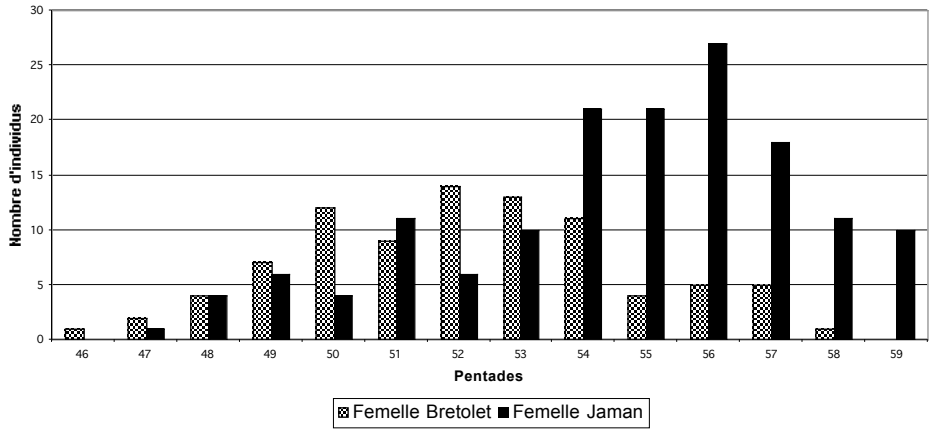



**Fig. 22** - Migration des Pipistrelles de Nathusius femelles aux cols de Jaman (1992-2002) et Bretolet (1958-2002)




Noctule de Leisler

Au contraire de la Pipistrelle de Nathusius, la Noctule de Leisler est une espèce qui se fait plus souvent capturées à Bretolet (9.8 % des captures). La migration des mâles Noctules de Leisler se déroule à quelques jours prêts en même temps sur les deux cols (Fig. 23), c'est-à-dire de mi-août à mi-septembre. La date médiane de passage pour le col de Jaman étant le 1er et le 4 septembre pour le col de Bretolet.

Les femelles franchissent le col de Jaman et le col de Bretolet en même temps à quelques jours près (Fig. 24) comme pour les mâles. La date médiane étant le 11 septembre pour les femelles passant à Jaman et le 6 septembre pour celles franchissant le col de Bretolet. La migration s'effectue donc entre mi-août et mi-septembre, comme pour les mâles.

Le sex-ratio sur les deux sites est toujours en faveur des femelles. Néanmoins, les mâles sont un peu plus nombreux sur Jaman (43 %) contre 39 % pour Bretolet. Les mâles capturés à

Bretolet ont un poids moyen plus élevé que ceux de Jaman, la différence est de plus de 1.0 g. Quant aux femelles, la différence n'est que de 0.4 g.

**Fig. 23** - Migration des Noctules de Leisler mâles aux cols de Jaman (1992-2002) et Bretolet (1958-2002)

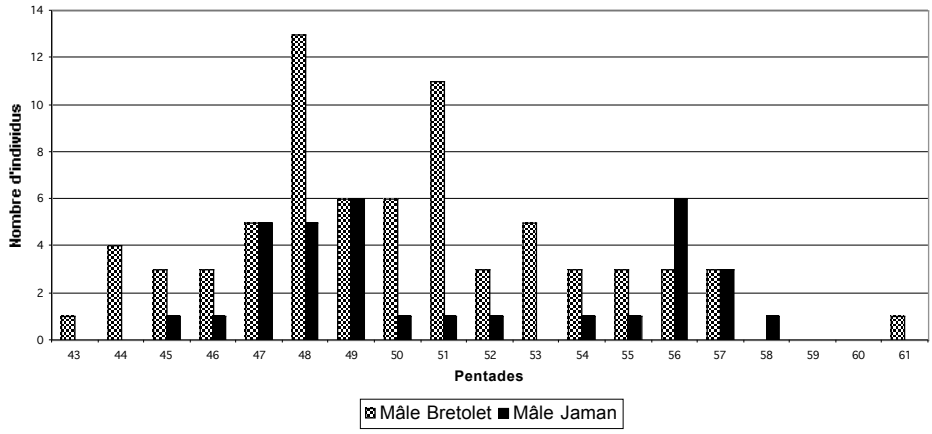
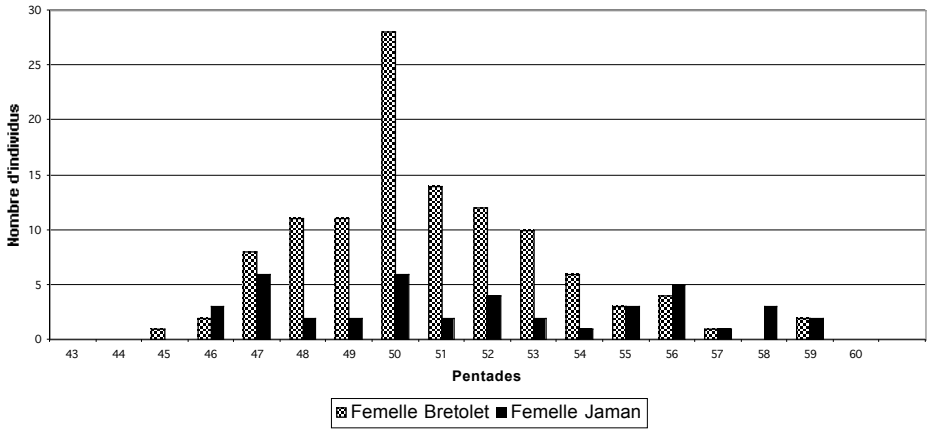



**Fig. 24** - Migration des Noctules de Leisler femelles aux cols de Jaman (1992-2002) et Bretolet (1958-2002)




Noctule commune

La Noctule commune est un Chiroptère peu capturé sur les cols de Jaman et Bretolet. À Jaman, elle ne représente que seulement 1.2 % des captures et 2.7 % à Bretolet. Elle est la dixième espèce la plus fréquente au col de Jaman et la septième au col de Bretolet. Avec le peu de données concernant cette espèce, il est difficile de comparer les résultats obtenus de manière fiable. Néanmoins, en comparant les dates médianes des deux sites, on observe une petite différence. La date médiane pour les femelles capturées à Jaman est le 6 septembre et pour celles de Bretolet le 30 août. La migration des femelles se déroule un petit peu plus tard sur Jaman (environ 6 jours après). En résumé, il est possible de dire que la migration de la Noctule commune femelle se passe de mi-août à début septembre sur les deux cols avec un décalage de quelques jours à Jaman. Quant aux mâles, la date médiane est le 18 septembre pour les mâles de Jaman et le 6 septembre pour les mâles de Bretolet. Comme pour les femelles, les mâles sont plus tardifs dans la saison, mais que d'une dizaine de jours. Au col de Bretolet, le sex-ratio est très nettement en faveur des femelles (76 % de femelles). À Jaman, il est plus équilibré (59 % de femelles). Le poids moyen sur les deux cols est identique pour les

mâles, cependant pour les femelles, on observe une petite différence de 0.6 g. Les femelles capturées à Bretolet étant plus lourdes.

## 4. Discussion

La migration de la Pipistrelle de Nathusius se fait plus tôt sur le col de Bretolet. Les mâles passent majoritairement à la fin du mois d'octobre à Jaman, un mois avant à Bretolet, probablement à cause des facteurs météorologiques plus défavorables sur ce dernier site. Une grande partie des mâles franchit le col de Bretolet lorsque la période de copulation est sur le point de se terminer, c'est-à-dire généralement au début du mois de septembre. Pour les femelles, la migration s'effectue, avant les mâles sur ce col, ce qui n'est pas le cas des autres espèces étudiées ici. Cette migration avancée des femelles de Pipistrelle de Nathusius coïncide bien avec le fait qu'elles quittent plus tôt leur gîte que les mâles (SCHOBER & GRIMMBERGER 1991). Il est de ce fait fort probable qu'elles gagnent en premier leur gîte d'hivernage. Une différence s'observe aussi au niveau du poids moyen, les mâles ainsi que les femelles de la Pipistrelle de Nathusius passant à Jaman étant plus lourds. Elle est plus importante entre les mâles, ce qui pourrait s'expliquer par diverses hypothèses:

La migration des Pipistrelles de Nathusius à Jaman se fait plus tardivement, ce qui laisse donc plus de temps aux individus de prendre du poids avant de partir.

La route de migration jusqu'à Jaman n'a pas de réelle difficulté pour les Pipistrelles de Nathusius qui arrivent du nord-est, mais par contre celles, qui arrivent au col de Bretolet, sont confrontées à un obstacle important, le relief montagneux, qui doit certainement leur demander une dépense d'énergie plus conséquente pour pouvoir le traverser.

Les individus, qui se sont pris dans les filets au col de Bretolet, ont peut-être parcouru une route plus longue que ceux de Jaman.

La migration des Noctules de Leisler mâles et femelles s'effectue durant la même période sur les deux cols, de mi-août à mi-septembre. Mais, une différence au niveau du poids moyen est observable; les mâles pèsent en moyenne 1 g de plus à Bretolet, pourtant la migration a lieu en même temps sur les deux cols, ce qui n'est pas le cas de la Pipistrelle de Nathusius. Cependant chez les femelles, elle n'est que de 0.4 g. Cette différence pourrait s'expliquer par les variations climatiques entre les deux cols, c'est-à-dire une neige plus précoce à Bretolet, ainsi que des températures plus fraîches tout au long de la saison entraînant une diminution du nombre d'insectes. Il serait possible que les mâles qui empruntent comme route migratoire les Alpes doivent être plus robustes afin d'affronter le relief et le climat parfois rude des Alpes.

Malgré un faible taux de capture de la Noctule commune, il a été mis en évidence une migration, pour les deux sexes, similaire sur les deux cols. La Noctule commune, comparée à d'autres espèces, à une espérance de vie plus courte (12 ans) et un taux de mortalité plus élevé au cours de la première année (GEBHARD & ZINGG 1995). De plus, la hauteur de vol de cette espèce est relativement haute.

Sur le col de Jaman, on remarque que très peu d'individus immatures se font capturer (notamment chez la Pipistrelle de Nathusius et la Noctule de Leisler). Les chauves-souris ont un faible taux de natalité (1 à 2 jeunes par an) comparé à la plupart des autres mammifères, comme par exemple la Souris domestique (*Mus musculus*, Rutty 1772) qui peut avoir jusqu'à 90 petits en un an (SCHOBER & GRIMMBERGER 1991). De plus, les jeunes sont plus sensibles au mauvais temps car ils ont peu de réserve de graisse et surtout un manque d'expérience. Les espèces migratrices comme la Noctule de Leisler sont plus exposées au

danger que celles sédentaires. Tous ces facteurs expliquent le faible taux de capture des immatures. Par ailleurs, la période automnale est la plus difficile pour la détermination de l'âge d'une chauve-souris, car elle est presque adulte à ce moment-là. Grâce à la détermination de l'âge des individus sur le col de Jaman, il a été possible de mettre en évidence que les jeunes passaient le col de Jaman en même temps que les femelles. D'après une supposition de PETIT & MAYER (2000) sur la migration de la Noctule commune, les jeunes pour leur première migration suivraient la même route que les femelles depuis la colonie de mise-bas. Concernant le col de Jaman, il a été possible d'analyser les différentes conditions physiologiques pour ainsi voir que ce sont les femelles nullipares qui passent en même temps que les jeunes individus.

En comparant les sex-ratios de chacune des espèces, on remarque que le pourcentage de mâles capturés à Bretolet est légèrement plus bas que celui de Jaman. La différence reste faible entre les deux sites, ce qui ne permet pas d'affirmer qu'il existe une route migratoire préférentielle aux femelles par exemple.

Les quelques données de recaptures concernant les chauves-souris de ces deux cols nous apportent diverses informations sur la direction des migrations. On observe même une certaine fidélité à une route avec par exemple la Noctule de Leisler baguée en 1966 à Bretolet et recontrôlée sur le même lieu trois ans après. Mais malheureusement, le nombre de recaptures reste très faible, donc il difficile d'établir une route de migration, s'il y en a une !

Il serait également fort intéressant de comparer les données de captures aux données météorologiques (il y a très certainement un lien), et ainsi de voir quel facteur est plus favorable à la migration. Il semble que les espèces du genre *Nyctalus* sont plus sensibles à la météo (vent, brouillard, …), étant donné qu'il s'agit de chauves-souris relativement grandes aux larges ailes (PETERSONS 1999). Cependant, les Chiroptères du genre *Pipistrellus* seraient capables de voler même si les conditions du vent ne sont pas bonnes.

De manière générale, il a été constaté en observant les données d'autres espèces qu'il y avait une différence au niveau de la diversité et de leur abondance. Sur le col de Jaman, ce sont plus des espèces forestières qui se font prendre par exemple le Murin de Bechstein (*Myotis bechsteini*, Kuhl 1818), la Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*, Schreber 1774). Quant aux espèces migratrices, on constate que la Noctule de Leisler est plus fréquente à Bretolet qu'à Jaman, peut-être à cause de la différence d'altitude des deux cols, celui de Bretolet étant 400 mètres plus haut. Les Noctules de Leisler passent le col de Jaman relativement haut, mais limitent l'effort en passant celui de Bretolet plus bas. Ceci s'applique également pour la Noctule commune qui est une espèce peu courante sur les deux sites, mais comme pour la Noctule de Leisler, elle est plus présente sur Bretolet que Jaman. Par contre, la Pipistrelle Nathusius semble plutôt emprunter une route migratoire moins montagneuse.

## 5. Conclusion

Les données de recaptures, certes peu nombreuses, permettent tout de même de montrer la direction de la migration des chauves-souris. Une interrogation demeure toujours en ce qui concerne la stratégie de déplacement. Néanmoins, l'étude de ces trois espèces migratrices montre qu'il existe des stratégies de migration propres à chacune d'entre-elles et surtout spécifiques à chaque col. En comparant les résultats obtenus sur les deux cols, on constate que la migration de la Pipistrelle de Nathusius est plus hâtive à Bretolet qu'à Jaman à cause très certainement des facteurs météorologiques et du relief (altitude). La différence s'observe également au niveau du poids, les individus capturés au col de Jaman ayant un poids moyen supérieur à ceux du col de Bretolet. Néanmoins, pour les deux espèces du genre *Nyctalus*, on

observe une similitude quant aux périodes de passage entre les deux sites. Par contre, les Noctules de Leisler et communes capturées ont un poids moyen plus élevé, ce qui pourrait signifier que ces Chiroptères empruntant le relief alpin ont besoin d'une plus grande réserve de graisse. Grâce aux données concernant la condition physiologique, il a été constaté que la migration des immatures au col de Jaman s'effectue durant la même période que les femelles adultes nullipares. Ces deux cols reflètent la complexité de l'étude de la migration, d'où l'importance de poursuivre les travaux déjà entrepris.

*REMERCIEMENTS*

*Je tiens tout d'abord à remercier M. Laurent Vallotton du Muséum d'histoire naturelle de Genève qui m'a aiguillé sur le choix de mon travail de maturité, ainsi que pour le suivi et ses conseils très précieux lors de l'élaboration du présent travail. Mes remerciements font aussi aux coordinateurs des Centres de coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris (CCO): Valais, M. Antoine Sierro et Vaud (Chiros), M. Pierre Ecoffey, pour la mise à disposition des bases de données concernant les captures sur les deux cols, M. Jean-Daniel Blant du Musée d'histoire naturelle de la Chaux-de-Fonds pour les photos de Chiroptères, M. Matthias Kestenholz (Station ornithologique suisse) pour l'accès au col de Bretolet, à mon mentor M. Didier Gobbo, pour ses conseils, ainsi qu'à l'équipe du CCO au Muséum d'histoire naturelle de Genève, Mme Chris Léon-Moeschler et M. Pascal Moeschler, qui m'ont envoyé les publications chiroptérologiques nécessaires à ce travail et prodiguer leurs conseils. Et enfin, toute ma gratitude aux personnes qui m'ont chaleureusement accueilli lors de ma visite au col de Jaman et Bretolet, mais aussi aux nombreux chiroptérologues et ornithologues qui, depuis des années, contribuent à l'enrichissement de nos connaissances sur les chiroptères. Elle s'adresse également à ma mère, pour ses remarques et sa patience lors des corrections.*

## Bibliographie

AELLEN, V. (1949) – Les chauves-souris du Jura neuchâtelois et leurs migrations. Bull. de la Société Neuchâteloise des Sci. nat. Tome 72 :23-90.
AELLEN, V. (1952) - Baguement des chauves-souris dans le Jura suisse. L'Ornithologiste, 49 (1): 8-17.
AELLEN, V. (1961) - Le baguement des chauves-souris au col de Bretolet (Valais). Archs Sci. Genève 14 (3): 365-392.
AELLEN, V. (1983) - Migrations des chauves-souris en Suisse. Bonn. zool. Beitr. 34 (1-3): 3-27.
AELLEN, V. (1983-84) - Migrations de chauves-souris en Suisse. Note complémentaire. Myotis 21-22: 185-189.
ARTHUR, L. & LEMAIRE, M. (1999) – Les chauves-souris maîtresses de la nuit. Delachaux & Niestlé, Paris : 263 pp.
BERTHOLD, P. (1973) – Proposals for the standardization of the presentation of data of annual events, especially migration data. Auspicium 5 (suppl.) : 49-59.
BLANT, J.-D. (1995) – Les chauves-souris du canton de Neuchâtel. Édition de la Girafe, Musée d'histoire naturelle de la Chaux-de-Fonds : 71 pp.
BROSSET, A. (1990) - Les migrations de la pipistrelle de Nathusius, Pipistrellus nathusii, en France. Ses incidences possibles sur la propagation de la rage. Mammalia 54 (2): 207-212.
CERVENY, J. & BUFKA, L. (1999) - First records and long-distance migration of the Nathusius's bat (Pipistrellus nathusii) in western Bohemia (Czech Republic). Lynx (Praha) 30: 121-122.
DINGLE, H. (1980) - Ecology and evolution of migration. 1.C. Bats. Animal Migration, Orientation and Navigation: 69-71.
GEBHARD, J. (1985) – Nos chauves-souris. Ligue Suisse pour la protection de la Nature (LSPN), Bâle :56 pp.
GEBHARD, J. & ZINGG P. E. (1995) – Nyctalus noctula (Schreber, 1774). In: Hausser, J. (dir.). Mammifères de la Suisse : répartition, biologie, écologie. Birkhäuser, Bâle: 133-138.
GEBHARD, J. (1995) – Pipistrellus nathusii (Keyserling & Blasius, 1830: Hausser, J. (dir.). Mammifères de la Suisse : répartition, biologie, écologie. Birkhäuser, Bâle: 152-156

GROMOV, I.M., GUREEV, A.A, NOVIKOV, G.A, SOKOLOV, I.I, STRELKOV, P.P & CHAPSKIJ, K.K. (1963) – (Mammifères de la faune d'URSS). I. Académie des Sciences d'URSS. Moscou-Leningrad.
JENNI, L. (1978) - L'activité ornithologique au col de Bretolet en 1977. Nos Oiseaux 34: 245-256.
JENNI, L. (1981) - L'activité ornithologique au col de Bretolet en 1980. Nos Oiseaux 36: 109-112.
JENNI, L. (1984) - Herbstzugmuster von Vögeln auf dem Col de Bretolet unter besonderer

Berücksichtigung nachbrutzeitlicher Bewegungen. Ornithol. Beob. 81: 183-213.

LEHMANN, J. (1997) - Perspectives de recherches sur les chauves-souris au col de Jaman. Groupe d'études faunistiques de Jaman: 8 p.
LEHMANN, J., MAUMARY, L. & VALLOTTON, L. (1999) – La station de baguage du col de Jaman (Préalpes de Suisse occidentale). Historique du baguage et présentation de l'activité ornithologique. Nos Oiseaux 46 : 153-162
MACDONALD, D. & BARETT, P. (1995) – Guide complet des mamifères de France et d'Europe. Delachaux & Niestlé, Paris : 304 pp.
MASING, M., LAUR T., LEIVITS, A. & VILBASTE, H. (1987) - Studies on bat migration in Estonia in autumn 1985. Loodusevaatlusi 1: 87-101.
MASING, M. (1988) - Long-distance flights of Pipistrellus nathusii banded or recaptured in Estonia. Myotis 26: 159-164.
NERI, F. & AULAGNIER, S. (1996) - Première reprise d'une Noctule de Leisler, Nyctalus leisleri, (Mammalia, Chiroptera) en France. Mammalia 60 (2): 317-319.
PETERSONS, G. (1999) - The influence of wind on the autumn migration of bats. In: Cruz, M. & Kozakiewicz (Ed.). Bats & Man. Million Years of Coexistence. Abstracts VIIIth European Bat Research Symposium, 23-27 August 1999, Poland: 48.
PETIT, E. & MAYER, F. (2000) - A population genetic analysis of migration: the case of the noctule bat (Nyctalus noctula). Molecular Ecology 9: 683-690.
RYBERG, O. (1947) – Studies on bats and bat parasites. Stockholm: XVI + 330 p.
SCHOBER, W. & GRIMMBERGER, E. (1991) - Guide des chauves-souris d'Europe. Delachaux & Niestlé, Lausanne : 223 pp.
SCHOBER, W. & GRIMMBERGER, E. (1998) – Die Flerdermäuse Europas, aktualisiert und erweitert. Kosmos, Stuttgart : 265 pp.
STUTZ H.-P B. & ZINGG P. E. (1995) – Nyctalus leisleri (Kuhl, 1818). In: Hausser, J. (dir.). Mammifères de la Suisse : répartition, biologie, écologie. Birkhäuser, Bâle: 139-142