

Les micromammifères : un groupe pertinent pour l'identification et caractérisation des forêts anciennes du Massif Central ?

par Emilie Dupuy¹

¹ Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne
Moulin de la Croûte – Rue Léon Versepuy
63200 RIOM
Tél. : 04 73 63 18 27
Courriel : emilie.dupuy@espaces-naturels.fr
Site Internet : <http://www.cen-auvergne.fr/>

Résumé : Les micromammifères sont des espèces importantes dans les écosystèmes forestiers. Ils représentent pourtant un groupe encore assez méconnu. Même si la connaissance sur la biologie de plusieurs espèces est aujourd'hui plutôt bien renseignée dans la bibliographie, peu de données sont disponibles quant à leurs besoins et exigences en termes d'habitats. Il ressort néanmoins que la diversité, l'abondance et la répartition des micromammifères dans les habitats forestiers sont fortement influencées par la structuration verticale de la végétation, sa densité, la présence de micro-habitats et de bois mort au sol. Peu d'espèces sont strictement forestières et il est donc assez difficile de pouvoir utiliser ce groupe pour la caractérisation des forêts anciennes du Massif Central.

Mots-clés : forêts anciennes – forêts mûres – micromammifères - Muscardin – Mulot à collier – Campagnol roussâtre

Le CBN Massif central coordonne la réalisation d'une « **boîte à outils** » spécifique aux **forêts anciennes du Massif central**. Ces outils permettent d'identifier et localiser les forêts anciennes du Massif central, de caractériser leur maturité, leur état de conservation et la biodiversité potentielle qu'elles abritent. Ils sont destinés à donner des éléments factuels pour identifier et hiérarchiser les enjeux locaux en termes de conservation, éclairer les choix de gestion et orienter les actions.

Retrouvez l'ensemble des indicateurs mis au point par le CBN Massif central et ses partenaires, ainsi que les résultats de l'enquête sur les forêts anciennes et mûres du Massif central sur notre site internet http://cbnmc.fr/forets_anciennes



Conservatoire Botanique National

Coordination



Partenaires financiers



Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
D'AMÉNAGEMENT
ET DE DÉVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE



Le projet « Outils pour identifier et caractériser les forêts anciennes du Massif central » est cofinancé(e) par l'Union européenne. L'Europe s'engage dans le Massif central avec le fonds européen de développement régional.



Introduction

Dans les écosystème forestiers, les micromammifères jouent un rôle non négligeable dans les successions végétales par la consommation et la dispersion des graines, de plantes et de champignons. Certains se nourrissent également d'insectes forestiers, aèrent les sols par l'aménagement de galeries et terriers et les enrichissent de leurs déjections. Ils représentent aussi une des principales ressources des prédateurs forestiers. Bien que les micromammifères constituent un groupe assez peu étudié, la biologie de plusieurs espèces ainsi que leurs traits de vie sont relativement bien décrits dans la bibliographie. Concernant les habitats forestiers, quelques travaux ont été conduits en Europe pour étudier les liens entre l'abondance et la diversité des micromammifères et les facteurs de structuration des peuplements. Les études concernant les micromammifères et le caractère ancien ou mature des forêts sont, elles, beaucoup moins nombreuses, voire inexistantes.

Cette synthèse bibliographique a pour objectif de faire un état de l'art sur le sujet et d'évaluer la pertinence de l'utilisation des micromammifères terrestres pour la caractérisation des forêts anciennes du Massif Central. Après une analyse des données disponibles sur le lien entre micromammifères, forêts et structuration des peuplements, un focus est réalisé sur trois espèces forestières en particulier : le Muscardin, le Mulot à collier et le Campagnol roussâtre.

Liens entre micromammifères, forêts et structuration des peuplements forestiers

En forêt, la distribution des micromammifères est fortement influencée par la structuration verticale de la végétation, sa densité, la structure du sol et la présence de micro-habitats (ROSENZWEIG & WINAKUR 1969 cité dans LAGUET 2015, CAREY & JONHSON 1995). Les micromammifères ont en effet besoin de végétation arbustive et/ou herbacée qui permettent notamment de créer des conditions favorables pour la protection contre les prédateurs et qui servent de zones d'alimentation, de micro-habitats et de bois mort au sol qu'ils utilisent comme lieu de refuge et au moment de la reproduction. Diverses études montrent ainsi que la proportion de micromammifères est positivement corrélée à la densité du couvert arbustif (ARNAN *et al.* 2013). Plusieurs espèces sont davantage attirées par les surfaces garnies de branchages, d'arbres au sol et de souches que par les sols forestiers dénudés (SUTER & CHIELLY 1998 cité dans PASINELLI & SUTER 2000). D'après ARNAN *et al.* (2013), des études montrent que les habitats forestiers matures sont parfois défavorables pour les micromammifères du fait du faible couvert du sous étage et du nombre plus important de prédateurs présents.

La quantité de bois mort au sol est aussi un paramètre qui joue un rôle essentiel (GILG 2005). Selon l'étude menée par ECKE (2001), la quantité de bois mort au sol est le facteur le plus important pour expliquer la richesse et surtout l'abondance des micromammifères.

De manière générale, la présence des micromammifères en forêt est fortement liée à la disponibilité d'aliments et d'abris. L'utilisation des ressources par les individus opère à fine échelle à l'intérieur des domaines vitaux. Les micromammifères concentrent leurs activités dans des secteurs restreints où les ressources sont abondantes. Puisque le chevauchement des domaines vitaux est commun chez les micromammifères, l'abondance de ceux-ci peut augmenter de façon importante dans les micro-habitats de haute qualité.

Le Muscardin (*Muscardinus avellanarius* (Linnaeus, 1758))

Le Muscardin (*Muscardinus avellanarius* (Linnaeus, 1758)) est un rongeur de la famille des gliridés. C'est un animal hibernant, nocturne et arboricole vivant principalement dans les forêts feuillues.

Traits de vie

Excepté pour l'hibernation (globalement entre avril et novembre) où il se retire au niveau du sol sous la litière, dans une cavité peu profonde ou dans un arbre creux, le Muscardin se déplace rarement au sol. Il vit sur un territoire relativement restreint de l'ordre de 20 à 30 ares et se déplace la plupart du temps dans un rayon de 50 à 70 mètres autour de son nid s'il trouve des ressources alimentaires suffisantes à proximité (PAPILLON *et al.* 2000). Glaneur opportuniste, le Muscardin consomme fleurs, fruits, insectes, œufs...

Le Muscardin ne traverse pas les zones ouvertes et peut donc faire de longs détours par la cime des arbres pour les éviter (BRIGHT & MORRIS 1990, BRIGHT *et al.* 2006). Les distances de dispersion (changement de domaine vital, dispersion des jeunes) sont comprises en 1200 et 3300 m (PAPILLON *et al.* 2000).

La surface forestière minimale nécessaire à une présence potentielle du Muscardin est estimée à 2 hectares et la

probabilité de sa présence augmente considérablement avec la superficie des massifs forestiers (BRIGHT *et al.* 2006). En France les densités de Muscardin sont inférieures à 5 individus par hectare, plus souvent proche de 1 à 2 individus (BABSKI & LEDUCQ 2011).

Le Muscardin est une espèce dont les traits de vie ont été relativement bien étudiés en Angleterre. Diverses études attestent ainsi du caractère avant tout forestier de cette espèce. Du fait probablement de son cantonnement spatial, certains auteurs (BRIGHT *et al.* 2006 et HURREL 1980 cité dans PAPILLON *et al.* 2000) le présente même comme liée aux boisements anciens.

Exigences en termes d'habitats

Le Muscardin est une espèce exigeante en termes de structure et de composition de la végétation, de ressources alimentaires, de luminosité et de disponibilité en sites de nidification (BRIGHT & MORRIS 1995, BRIGHT *et al.* 2006, JUSKAITOS 2008). Comme il ne traverse pas les zones ouvertes, l'espace forestier doit lui offrir une variété suffisante de ressources trophiques et la végétation doit également faciliter ses déplacements sans descendre à terre.

Le Muscardin affectionne ainsi les milieux forestiers feuillus riches en essences variées et composés d'au moins deux strates de végétation ligneuse et d'un tapis herbacé plus ou moins développé (BELLICAUD & PAGÈS 2013). Plusieurs travaux de recherche ont démontré l'importance de la présence d'un étage arbustif bien développé ou de zones buissonneuses. Une végétation arbustive dense avec une certaine continuité entre les branches des arbustes et la canopée des arbres lui permet, en outre, des déplacements sécurisés, à l'abri des prédateurs.

Une grande variété d'essences arborées (*Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Fraxinus excelsior*, *Carpinus betulus*, *Sorbus sp.*, ...) et arbustives (*Rubus sp.*, *Clematis vitalba*, *Corylus avellana*, *Lonicera periclymenum*, *Viburnum lantana*, *Prunus spinosa*, ...) constitue un aspect déterminant de la qualité de l'habitat pour le Muscardin (BRIGHT & MORRIS 1990 et 1995, BERG 1996, BRIGHT *et al.* 2006, PAPILLON *et al.* 2000, BALTUS *et al.* 2012). La diversité spécifique locale en espèces ligneuses est à mettre en relation avec la gamme de nourriture dont il peut disposer au cours de l'année.

Les habitats les plus propices au Muscardin sont ainsi les taillis et taillis sous futaie où les arbres de futaie sont relativement clairsemés (BRIGHT & MORRIS 1995, BRIGHT *et al.* 2006). Il peut aussi être présent dans des forêts lumineuses à sous-bois denses, des lisières forestières et des zones de coupes à blanc (BABSKI & LEDUCQ 2011, QUÉRÉ & LE LOUARN 2011, PAGÈS & BELLICAUD 2015). Les haies non entretenues régulièrement, notamment celles caractérisées par un embroussaillage ligneux avec des espèces végétales variées sont également des habitats très favorables au Muscardin (BRIGHT & MORRIS 1992).

Selon HURREL (1980, cité dans PAPILLON *et al.* 2000), les meilleures conditions sont rencontrées dans une forêt ancienne semi-naturelle où les taillis sont travaillés sur une longue rotation. Pour PAGÈS & BELLICAUD (2015), il faudrait favoriser une structure hétérogène de peuplements et une mosaïque de strates pour préserver un habitat favorable à l'espèce.

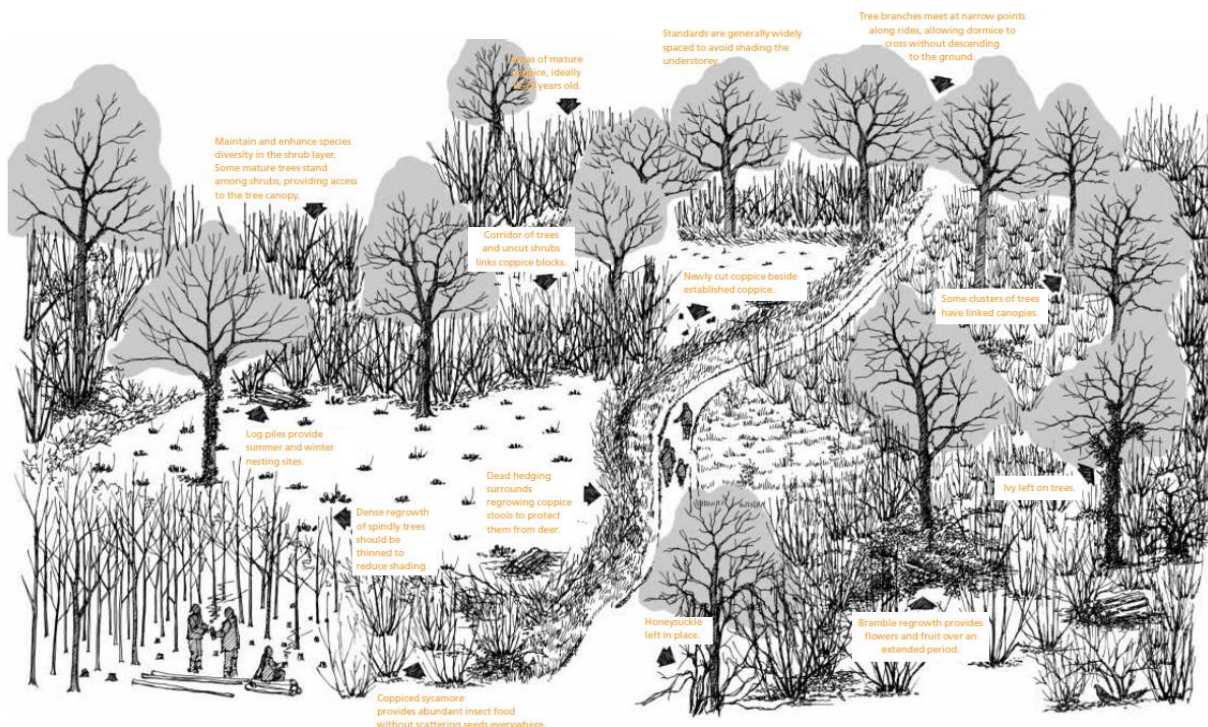


Figure 1. Habitat optimal pour le Muscardin (Bright et al. 2006)

Concernant l'importance de la présence de micro-habitats, peu de données relatives à l'espèce sont disponibles dans la littérature. On notera seulement ici que durant l'été, le Muscardin construit un nid dans les branches creuses des arbres, les anciens nids d'écureuils et d'oiseaux, mais également dans les enchevêtrements denses des buissons (BRIGHT *et al.* 2006, JUSKAITIS 2008 cité dans BALTUS *et al.* 2012). Durant l'hiver, il hiberne dans un nid au sol sous la litière ou dans une cavité peu profonde, par exemple un arbre creux (PAGÈS & BELLICAUD 2015).

Etat des connaissances dans le Massif Central

En Auvergne, une étude spécifique a été initiée en 2013 pour améliorer les connaissances sur la répartition de l'espèce (BELLICAUD & PAGÈS 2013). Une étude a également été initiée en Rhône-Alpes pour améliorer les connaissances locales sur la répartition de l'espèce. Les données sont rares pour établir finement sa répartition. La discrétion et la méconnaissance actuelle de l'espèce et de ses indices de présence (nids, noisettes rongées) ne facilitent pas la collecte de données.

La répartition du Muscardin dans le Massif central reste donc très méconnue, de même que ces exigences en termes d'habitats.

Le Mulot à collier (*Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834))

Le Mulot à collier (*Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834)) est un rongeur de la famille des muridés. C'est une espèce typiquement forestière, non hibernante, aux mœurs crépusculaires et nocturnes.

Traits de vie

Le Mulot à collier est un rongeur forestier granivore-insectivore qui fait des déplacements inter-biotopes de la forêt où les semences s'épuisent en hiver vers les cultures adjacentes (BUTET 1990 cité dans INDELICATO 2003). Il se déplace essentiellement en surface en sautant sur le sol mais il est également bon grimpeur. Le Mulot à collier se nourrit essentiellement de graines produites par les arbres, de fruits, de certaines plantes, mais aussi d'invertébrés. Il peut stocker des graines dans son réseau complexe de terriers, souvent construits entre les racines. Le réseau de tunnels peut être étendu, couvrant un large domaine et disposant de plusieurs entrées. Certains nids sont aussi construits au-dessus du sol dans les creux ou cavités d'arbres.

En Allemagne des suivis radio-téléométriques montrent au contraire de vastes domaines pour les adultes : 150 ares pour les mâles et la moitié pour les femelles. La taille du domaine vital ne semble cependant pas dépasser 40 ares en dehors de la saison de reproduction.

Diverses études montrent que le Mulot à collier est typiquement plus forestier que le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758)). A noter toutefois qu'il n'a été confirmé comme espèce distincte du Mulot sylvestre qu'en 1977 grâce à l'utilisation de techniques biochimiques.

Les traits de vie du Mulot à collier décrits dans diverses études attestent du caractère avant tout forestier de cette espèce. Du fait notamment de son faible pouvoir de dispersion, certains auteurs considèrent l'espèce comme pouvant être un bon indicateur de la continuité forestière (Indelicato 2000).

Exigences en termes d'habitats

L'habitat optimal du Mulot à collier est forestier. Plusieurs auteurs (MONTGOMERY 1999 cité dans Groupe Mammalogique Normand 2004, INDELICATO 2000, LE LOUARN & QUÉRÉ 2003, HILLE & MORTELLITI 2010 et RIGAUX 2015) précisent même cet habitat en parlant de forêts de feuillus matures. En Angleterre, les résultats d'une enquête nationale menée sur l'espèce par la société mammalogique montrent que le Mulot à collier est plus fréquent dans les forêts anciennes que dans les forêts récentes (AIDAN *et al.* 2001).

Si le Mulot à collier habite surtout les vieilles forêts de feuillus (chênaies, hêtraies), il peut également être présent dans les forêts mixtes ou même dans les forêts pures de conifères. Selon RIGAUX (2015), en Auvergne, il peut fréquenter des milieux boisés très divers, du cœur des forêts jusqu'à des petits bosquets voire des haies épaisses. Une importante couverture végétale au sol ne lui est pas indispensable.

Selon HILLE & MORTELLITI (2010), le Mulot à collier fréquente d'avantage les forêts matures que le Campagnol roussâtre qui lui préfère les forêts avec de grands arbres et une strate arbustive bien présente.

Etat des connaissances sur la répartition de l'espèce dans le Massif Central

Le Mulot à collier n'a pas été véritablement étudié dans le Massif Central. Les données disponibles concernant sa

répartition sont éparées. Il s'agit cependant vraisemblablement d'une espèce commune. En effet, le Mulot à collier est assez souvent trouvé lorsqu'il est recherché dans les milieux forestiers ou buissonnants.

Le Campagnol roussâtre (*Myodes glareolus* (Schreber, 1780))

Le Campagnol roussâtre (*Myodes glareolus* (Schreber, 1780)) est un rongeur de la famille des cricétidés. Peu farouche et non hibernant, il est plus actif le jour que les autres Campagnols.

Traits de vie

Le Campagnol roussâtre a un régime alimentaire essentiellement constitué de végétaux : feuilles, herbes, mais aussi fleurs et glands germés au printemps, champignons et semences en automne, écorces qu'il va parfois ronger à plusieurs mètres de hauteur en hiver. C'est d'ailleurs un excellent grimpeur même s'il circule principalement au sol. Il consomme également quelques invertébrés (vers, insectes) et stocke souvent des provisions dans un terrier ou sous une pierre.

Son nid est installé dans le sol à faible profondeur ou dans un abri. La bibliographie décrit un domaine vital généralement limité à 800 m² mais pouvant atteindre 2000 m². La densité de l'espèce dépend grandement de la ressource alimentaire disponible.

Exigences en termes d'habitats

Le Campagnol roussâtre est une espèce forestière qui évite les zones ouvertes. Il habite principalement les forêts de feuillus et les forêts mixtes. Il est caractéristique des boisements à sous-bois dense avec une épaisse litière de feuilles pour y creuser ses galeries et terriers. Des études tendent à montrer que l'espèce est absente des parterres de coupes rases et qu'il les recolonise seulement 1 à 2 ans après la coupe (WALTERS 1991 et RUSH 2009). En Auvergne, on peut le trouver dans des milieux boisés à dominance ligneuse très variés. La distribution locale du Campagnol roussâtre est par ailleurs en grande partie limitée par la concurrence d'autres Campagnols plus compétitifs dans les milieux plus « ouverts », plus herbacés (RIGAUD 2015). Aucune donnée ne semble disponible dans la littérature par rapport à un éventuel lien entre la présence du Campagnol roussâtre et le degré d'ancienneté et de maturité des forêts.

Etat des connaissances dans le Massif Central

Le Campagnol roussâtre est une espèce commune à l'échelle du Massif Central bien que les données de répartition soient lacunaires. Il est souvent trouvé lorsqu'il est recherché dans des milieux propices avec des corridors de milieux buissonnants. Aucune étude sur les besoins précis en termes d'habitat n'a été menée.

Conclusion

Les micromammifères restent un groupe encore assez méconnus : espèces de petite taille, discrètes, craintives, bien souvent difficiles à distinguer avec fréquemment des mœurs crépusculaires ou nocturnes et elles sont donc le plus généralement étudiées grâce aux restes osseux des pelotes de réjection de rapaces nocturnes. Les données bibliographiques disponibles concernent essentiellement les traits biologiques des espèces. Les données concernant les exigences en termes d'habitats sont, elles, plus fragmentaires. Par ailleurs, peu d'espèces sont strictement forestières. Parmi les trois espèces ciblées dans cette synthèse, le Mulot à collier pourrait être une espèce indicatrice de forêts matures mais les données disponibles sont trop lacunaires.

Enfin, de manière générale, dans les écosystèmes forestiers, la diversité et l'abondance des micromammifères sont plutôt liées à la structuration, la stratification des peuplements et la présence et densité de bois mort au sol plutôt qu'à leur ancienneté ou maturité. A ce stade des connaissances, il paraît difficile d'utiliser les micromammifères terrestres comme un groupe pertinent pour l'identification et la caractérisation des forêts anciennes du Massif Central. D'autres facteurs influent par ailleurs sur les cortèges d'espèces présentes : des paramètres d'ordre météorologique (pluviométrie annuelle, nombre de jours de gel, ...), l'altitude, la proximité des zones anthropisées...

Bibliographie

- AIDAN C.W.M., POULTON S. & HARRIS S. 2001. The Yellow-necked Mouse *Apodemus flavicollis* in Britain: status and analysis of factors affecting distribution. *Mammal Revue*, Volume 31, N°3, p 203-227
- ARNAN X., COMAS L., GRACIA M. & RETANA J. 2013. Composition and habitat use of small mammals in old-growth mountain forests, *Journal of Natural History*, p 1- 14.
- BABSKI S.P. & LEDUCQ I. 2011. Muscardin (*Muscardinus avellanarius*), Liste rouge des vertébrés terrestres de Franche-Comté, p 201-202.
- BALTUS H. MESTDAGH X., MOES M., HOFFMANN L. & TITEUX N. 2012. Evaluation de l'état e conservation du muscardin (*Muscardinus avellanarius*) au Luxembourg : méthodologie et résultats préliminaires. Bulletin de la Société Naturelle du Luxembourg, p 151 -163.
- BERG L. 1996. Small-scale changes in the distribution of the dormouse *Muscardinus avellanarius* in relation to vegetation change. *Mammalia* n°60, p 211 - 216.
- BELLICAUD A. & PAGÈS D. 2013. Approche de la répartition du Muscardin, *Muscardinus avellanarius*, en Auvergne, 51 p + annexes.
- BRIGHT P. & MORRIS P. 1995. A review of the dormouse (*Muscardinus avellanarius*) in England and a conservation programme to safeguard its future. 6 (1-2): 295 - 302
- BRIGHT P. & MORRIS P. 1990. Habitats requirements of dormice *Muscardinus avellanarius* in relation to woodland management in southwest England. *Biology conservation* 0006 - 3207 : 207 - 326.
- BRIGHT P., MORRIS P. & MITCHELL-JONES T. 2006. The dormouse conservation handbook, Second edition. 70 p
- CAREY A. & JONHSON M. 1995. Small mammals in managed, naturally young, and old-growth forests. *Ecological Applications*, 5(2), p. 336-352.
- ECKE F., LÖFGREN O., HÖRNFELDT B., EKLUND U., ERICSSON P. & SÖRLIN D. 2001. Abundance and diversity of small mammals in relation to structural habitat factors. *Ecological Bulletins*, No. 49, Ecology of Woody Debris in Boreal Forests, p. 165-171.
- GILG O. 2004. *Old-Growth forests: characteristics, conservation and monitoring*. Technical report 74 bis. ATEN, Montpellier, 96 p.
- GROUPE MAMMALOGIQUE NORMAND 2004. Mammifères sauvages de Normandie : statut et répartition. 2ème édition, Groupe Mammalogique Normand, Condé-sur-Noireau, 306 p.
- INDELICATO N. 2000. Aspects biogéographiques de la distribution des micromammifères dans le Limousin (France). *Annales scientifiques du Limousin* n°11, p 61 à 79.
- INDELICATO N. 2003. Cartographie des micromammifères dans le Limousin (France) par valeurs d'un indice d'abondance. 22p.
- JUSKAITIS R. 2008. The common Dormouse *Muscardinus avellanarius*: Ecology, population sctstructure and dynamics. Institute of ecology of Vilnius University publishers, 164 p.
- HILLE S. & MORTELLITI A. 2010. Microhabitat partitioning of *Apodemus flavicollis* and *Myodes glareolus* in the sub-montane Alps: a preliminary assessment. *Hystrix* It. J. Mamm 21, p 157 - 163.
- LAGUET S. 2015. Les micromammifères de Chautagne. ONF réseau mammifères. 29 p + annexes
- LE LOUARN H. & QUÉRÉ J.-P. 2003. Les rongeurs de France, faunistique et biologie. 2ème édition revue et augmentée. INRA, 260 p.
- MARSH A.C.W. & HARRIS 2000. Partitioning of woodland habitat ressources by two sympatric species of *Apodemus* : lessons for the conservation of yellow-necked mouse (*A. flavicollis*) in Britain. *Biology Conservation* 92 : 275 - 283.
- MARSH A.C.W., POULTON S. & HARRIS S. 2001. The yellow-necked Mouse *Apodemus flavicollis* in Britain: status and analysis of factors affecting distribution. *Mammal revue* n°3, p 203 – 227.

- PAGÈS D. & BELLICAUD A. 2015. Le Muscardin , *in* : Chauve-Souris Auvergne, Groupe Mammalogique d'Auvergne, 2015. *Atlas des mammifères d'Auvergne. Répartition, biologie et écologie*. Catiche productions, p. 307 à 309.
- PAPILLON Y., BUTET A., PAILLAT G. & MILLAN-PENA N. 2000. Insectivores et rongeurs de France : le Muscardin (*Muscardinus avellanarius*). *Arvicola* Tome XII – n°2, p 39 -51.
- PASINELLI K. & SUTER .W 2000. Le bois mort, un habitat. Notice pour le praticien. Institut fédéral de recherches WSL. 6 p.
- QUÉRÉ J.-P. & LE LOUARN H. 2011. Les rongeurs de France. Faunistique et biologie. Éditions Quae. Versailles, France. 311 p.
- RIGAUX P. 2015. Le Campagnol roussâtre, *in* : Chauve-Souris Auvergne, Groupe Mammalogique d'Auvergne, 2015. *Atlas des mammifères d'Auvergne. Répartition, biologie et écologie*. Catiche productions, p. 278 à 279.
- RIGAUX P. 2015. Le Mulot sylvestre, *in* : Chauve-Souris Auvergne, Groupe Mammalogique d'Auvergne, 2015. *Atlas des mammifères d'Auvergne. Répartition, biologie et écologie*. Catiche productions, p. 288 à 289.
- RIGAUX P. 2015. Le Mulot à collier, *in* : Chauve-Souris Auvergne, Groupe Mammalogique d'Auvergne, 2015. *Atlas des mammifères d'Auvergne. Répartition, biologie et écologie*. Catiche productions, p. 290 à 291.
- RUSH T. 2009. Conservation ancient woodland. Ancient Woodland: its Importance, Management and Protection under British and European Legislation. 64 p. + annexes
- WALTERS B. 1991. Small Mammals in a subalpine old-growth forest and clearcuts, *Northtest Science*. Vol. 65. No. 1, p. 27 – 31.