



Le muscardin, un rongeur qui se décline en deux espèces

Alors que le dernier atlas sur les mammifères de Suisse venait de s'achever en 2021 et recensait pas moins de 99 espèces sauvages, les biologistes ont eu une grosse surprise : une étude sur la diversité génétique des petits mammifères de notre pays a démontré que notre faune comportait en réalité une 100^e espèce. Le muscardin, mignon petit rongeur arbori-

cole, présente en réalité deux lignées génétiques extrêmement différentes l'une à l'est et l'autre à l'ouest du pays. Au vu du patrimoine génétique si différencié de ces deux lignées, les biologistes ont réalisé qu'elles représentaient deux espèces biologiques indépendantes, et ce malgré le fait que, morphologiquement, elles soient indifférenciables.

Le muscardin, mignon et méconnu



Le muscardin appartient à la famille des Gliridés et est donc apparenté aux loirs et aux lérots.

Cliché: Jacques Gilliéron

Avec sa petite frimousse aux grands yeux noirs, sa longue queue touffue et son pelage brun doré, le muscardin fait certainement partie des petits mammifères les plus charismatiques de Suisse. Cette boule de poils pèse à peine une vingtaine de grammes et se nourrit avant tout de graines et de baies sauvages, avec une nette prédilection pour les noisettes, les fâines ou les glands. En dehors de la période automnale durant laquelle ces ressources abondent, il se nourrit également de bourgeons et d'autres végétaux. Il apprécie aussi les insectes, source indispensable de protéines animales.

Page titre

Amateur de noisettes, le muscardin est un habile grimpeur qui recherche aussi les petits insectes parmi le feuillage des arbrisseaux, comme des chenilles.

Cliché: Manuel Ruedi

Ce mignon petit rongeur appartient à la famille des Gliridés et est donc apparenté aux loirs et aux lérots. Tout comme ces derniers, il est principalement arboricole et strictement nocturne. Il est difficile à observer dans la nature, mais il laisse parfois des indices typiques de sa présence lorsqu'il ouvre les noisettes avec ses petites dents bien aiguisées ou lorsqu'il construit son nid d'herbes sèches enchevêtrées et tapissé de mousses. C'est dans un tel nid construit à quelques mètres du sol dans des buissons (ou parfois dans un nichoir) qu'il passe la journée. La femelle élève habituellement entre trois et six petits par année, mais sa durée de vie n'excède pas quelques années. Lorsque vient l'hiver, le muscardin se retire dans un nid plus touffu, tapissé de mousse, qu'il construit cette fois au sol, entre des racines d'un arbre ou dans un trou. Il se roule en boule dans ce nid et va passer ainsi cinq à six mois d'hibernation en vivant au ralenti et uniquement sur ses réserves de graisses.

Comme il affectionne particulièrement les li-
sières et les haies, le muscardin fréquente toutes
sortes de milieux forestiers, pourvu qu'ils soient
bien structurés, avec une abondante strate buisson-
nante. Il est important que ces milieux soient bien
connectés entre eux par des cordons boisés. Le
muscardin vit surtout en plaine, mais se trouve aus-
si en régions de montagne jusqu'à une altitude de
2000 m, voire plus haut. Selon les données du der-
nier atlas des mammifères sauvages de Suisse (Graf
& Fischer 2021), le muscardin est présent dans tout

le pays, mais de façon clairsemée. La densité des
populations est très difficile à estimer car l'animal
est tout de même très discret et exige des méthodes
de recensement spécifiques pour être efficaces (tun-
nels à traces, pose de nichoirs adaptés). Ailleurs en
Europe, le muscardin est distribué depuis la France
jusqu'en Russie, et au sud depuis la pointe de l'Ita-
lie et de la Grèce jusqu'en Suède et en Angleterre
méridionale. Il n'est jamais abondant et jouit d'une
protection spéciale dans la plupart de ces pays.



Noisettes rongées par des muscar-
dins. On reconnaît les marques très
régulières qui bordent le trou effec-
tué par ce rongeur pour accéder à
la graine.

Cliché: Irene Weinberger



Ancien nid de muscardin
construit dans un roncier,
constitué d'herbes entre-
lacées et tapissé de
mousses. En automne,
les muscardins aban-
donnent ces nids aé-
riens pour installer leur boule
de végétaux au sol, où ils
hiberneront.

Cliché: Manuel Ruedi

Une ou plusieurs espèces de muscardins ?

Jusqu'à présent les biologistes considéraient qu'il
n'existait qu'une seule espèce de muscardin à travers
toute l'Europe et le Proche-Orient et connue sous le
nom scientifique de *Muscardinus avellanarius* (Lin-
né, 1758). Morphologiquement, ces animaux varient
en effet très peu d'un bout à l'autre de cette vaste ré-
partition, avec tout de même quelques variants au

pelage plus contrasté dans certaines région du centre
de l'Italie (voir la forme « *pulcher* » dont il est ques-
tion dans l'encadré) et leur biologie est également
semblable pour toutes les populations étudiées
jusque-là (von Witte 1962). En revanche, les pre-
mières données génétiques ont fourni tout de suite
une autre image de la variabilité du muscardin en Eu-

rope. Une équipe de chercheurs dirigée par le professeur Johan Michaux et sa diplômante Alice Mouton

Extraits de la description originale du Muscardin occidental par Dehne, en 1855.

« Le muscardin magnifique par le Dr A. Dehne 1855

Le muscardin magnifique a déjà été mentionné par le Dr Rabenhorst dans la revue Flora, 1849, n° 25, p. 41. Il l'a capturé deux fois dans une grotte près de Tursi, dans la Basilicate, au pied des Apennins, durant l'été 1847. Malheureusement, un des spécimens s'est échappé du piège. Ce muscardin est (...) considérablement plus grand que *Myoxus avellanarius* L., bien qu'il lui ressemble beaucoup par ailleurs. Ses poils, notamment ceux de la queue, sont beaucoup plus longs et plus lâches. De plus, leur couleur est plus vive et d'un roux éclatant. (...) »

a tout d'abord séquencé un gène mitochondrial (voir encadré) et découvert que les populations ouest-européennes et celles plus à l'Est étaient anormalement divergentes (Mouton et al. 2012). La distance génétique (une sorte de mesure du nombre de mutations qui séparent deux groupes) entre ces deux lignées majeures est de l'ordre de 11%, soit environ 5x plus que ce qui est observé habituellement entre populations d'une même espèce de mammifères sau-

vages. Selon ces mêmes auteurs, une telle différence correspondrait à une séparation vieille d'au moins 6 à 7 millions d'années, une durée là aussi considérable pour une seule et même espèce. Malheureusement, l'échantillonnage de ces chercheurs était trop grossier pour savoir si ces différences se retrouvaient à plus petite échelle. C'est là qu'une équipe suisse, composée de l'auteur de ces lignes comme chef de projet, sa diplômante Julie Manzinalli et son collègue du musée de St-Gall Lorenzo Vinciguerra a pu démontrer que même à l'échelle de la Suisse, on retrouvait cette différenciation génétique énorme entre les muscardins de la lignée occidentale et ceux trouvés plus à l'Est (Ruedi et al. 2023) Ainsi par exemple, les muscardins dans le canton de Vaud se différencient beaucoup de ceux du canton de St-Gall. Plusieurs gènes mitochondriaux ont été séquencés à cette occasion et tous indiquaient cette distinction marquée entre les deux lignées.

Pour définir si deux groupes de populations divergentes et géographiquement proches représentent ou non deux espèces biologiques distinctes, il faut savoir si elles se reproduisent entre elles. Autrement dit il faut déterminer si elles échangent ou pas des gènes par reproduction croisée. Or, l'ADN mitochondrial n'est transmis que par les femelles, sans qu'il ne se mélange avec celui des mâles (voir encadré). Par conséquent, il est impossible de déceler l'existence de reproduction croisée sur la seule base de marqueurs génétiques mitochondriaux.



Extérieurement, les animaux se distinguent à peine à travers leur vaste aire de répartition, et d'un point de vue comportemental, toutes les populations étudiées jusqu'à présent semblent également très similaires.

À gauche : Muscardin oriental (Hongrie) ; à droite : Muscardin occidental.

Clichés : Zsolt Kalotas und Jacques Gilliéron

Tous les ADN ne se valent pas pour différencier les espèces

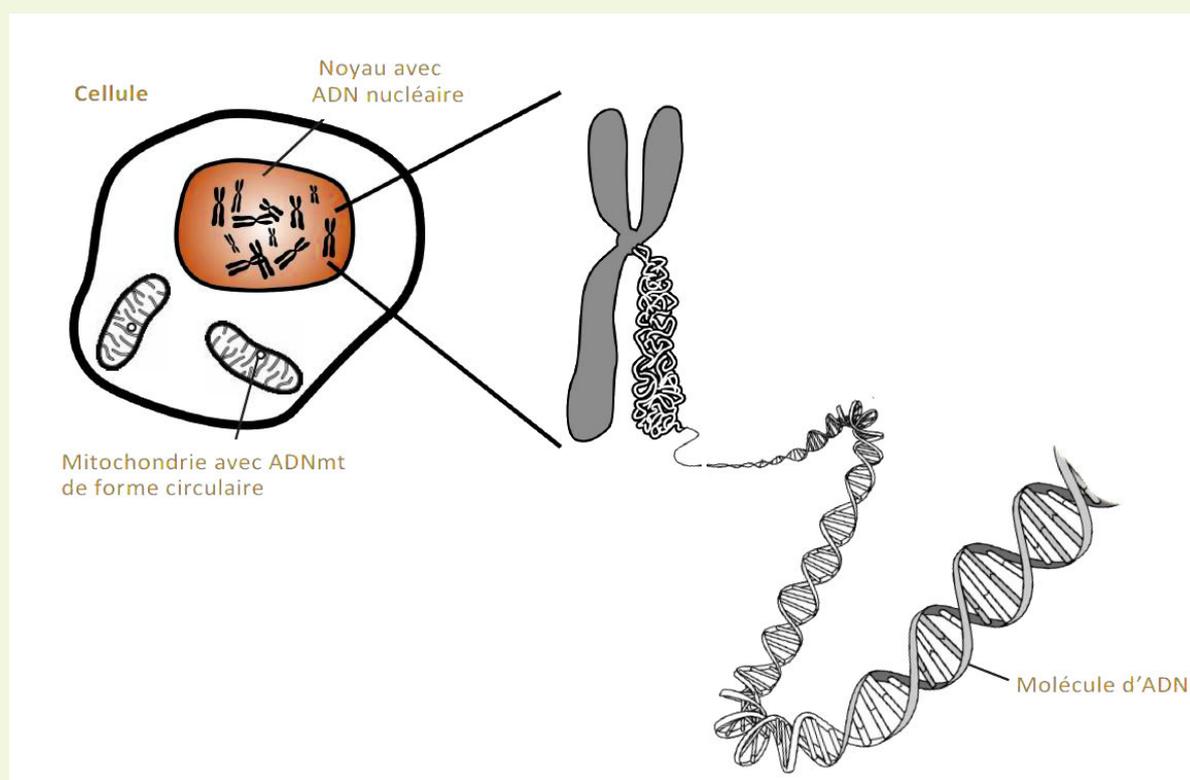
Lorsque l'on parle de marqueurs génétiques pour reconnaître ou pour différencier des espèces, il s'agit de fragments d'ADN que l'on examine à partir de biopsies (tissus, cellules, salive, etc.) prélevées directement ou indirectement sur les animaux en question.

L'ADN (acide désoxyribonucléique) constitue le patrimoine héréditaire d'un individu dans lequel on distingue l'ADN mitochondrial et l'ADN nucléaire.

Pour identifier des espèces, il est courant de recourir à l'**ADN mitochondrial**, un ADN contenu dans les mitochondries, des organelles que possède chaque cellule du corps par milliers.

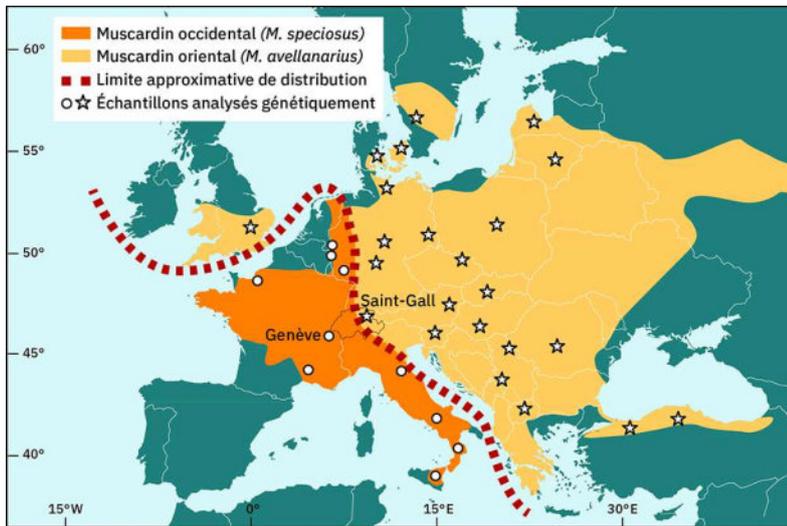
Le reste de l'ADN cellulaire se trouve à l'intérieur du noyau de la cellule et se regroupe en chromosomes. On parle d'**ADN nucléaire**. Ces molécules d'ADN ne sont présentes qu'en deux copies par cellule : l'une héritée par le père et l'autre par la mère. L'ADN nucléaire est donc plus rare et plus difficile à isoler en laboratoire que l'ADN mitochondrial. Cependant, il est beaucoup plus informatif, car il retrace l'évolution du génome des deux parents, qui se mélangent à chaque génération.

En étudiant l'ADN mitochondrial, on peut uniquement suivre l'évolution des lignées de femelles à travers les générations, mais on ne peut pas détecter l'influence génétique des mâles. En effet, au moment de la reproduction, seul l'ADN mitochondrial de la mère est transmis à la génération future. Quand on veut déterminer si deux populations se reproduisent entre elles, il est donc primordial de recourir à des marqueurs génétiques issus de l'ADN nucléaire. Par exemple, on reconnaît un hybride, soit un individu issu du croisement entre deux espèces A et B, par le fait que son ADN nucléaire provient pour moitié de l'espèce A, et pour moitié de l'espèce B. En analysant seulement l'ADN mitochondrial d'un tel hybride, on ne pourrait pas savoir s'il était hybride ou non, vu qu'il ne possède que la copie mitochondriale de sa mère.



C'est encore l'équipe de Johan Michaux qui apporte la preuve ADN ultime en séquençant cette fois plusieurs gènes nucléaires, transmis autant par les mâles que par les femelles et se mélangeant à chaque génération. En réanalysant leurs échantillons de muscardins, cette fois avec des marqueurs génétiques nucléaires

(Mouton et al. 2017), ces chercheurs ont confirmé que l'ensemble des populations européennes testées (soit plus de 200 échantillons analysés) se subdivisent en au moins deux groupes principaux. Comme aucun individu intermédiaire (ou hybride) entre les deux grands groupes n'a été découvert, on peut admettre



Carte de répartition du Muscardin occidental *M. speciosus* et du Muscardin oriental *M. avellanarius*, d'après Mouton et al. (2017). La ligne qui sépare l'occurrence de ces deux espèces jumelles est encore très approximative. *Crédit : Florence Marteau, Muséum Genève.*

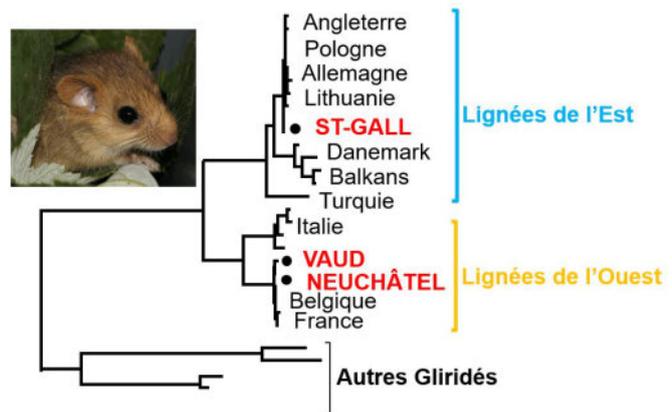
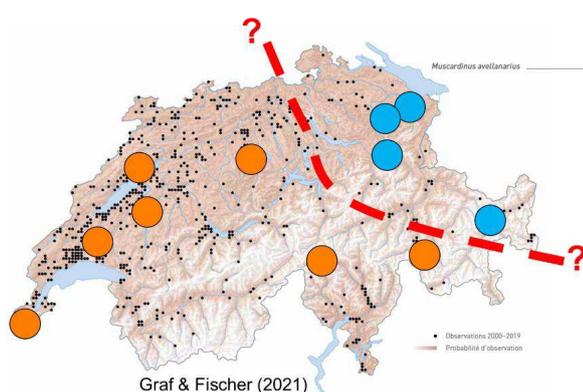
que ces populations ne se mélangent pas. Ils confirment aussi que ces groupes se divisent le long d'une ligne qui coupe grossièrement l'Europe en deux, exactement comme ce qui avait été observé avec les gènes mitochondriaux. Ces derniers auteurs ne sont pourtant pas encore convaincus par ces résultats probants et refusent de bouleverser la classification habituelle en gardant l'idée d'une seule espèce.

En reprenant ces résultats moléculaires et en considérant que de telles différences ne pouvaient se maintenir qu'en l'absence de flux de gènes, les chercheurs

suisses ont alors démontré qu'il s'agissait bien de deux espèces biologiquement indépendantes (Ruedi et al. 2023). Cette nouvelle interprétation a d'ailleurs été corroborée par des analyses moléculaires encore plus récentes et plus complètes réalisées en Allemagne (Beez et al. 2024). Là encore, la présence de deux lignées clairement séparées a été prouvée et aucun individu intermédiaire ou hybride n'a été découvert. Même dans une forêt où les deux lignées sont en contact, elles ne se reproduisent pas entre elles (Leyhausen et al. 2022).

Gauche: D'après le dernier atlas consacré aux mammifères sauvages de Suisse (Graf & Fischer 2021), les muscardins semblent assez bien répartis mais très disséminés en Suisse. Les grands cercles bleus représentent les échantillons identifiés génétiquement comme faisant partie de la lignée orientale (*M. avellanarius*), tandis que les cercles oranges représentent la lignée occidentale (*M. speciosus*). La ligne en traits tillés illustre la zone de contact hypothétique entre ces deux espèces biologiques. Les points noirs indiquent les observations de muscardins (lignées est et ouest confondues) effectuées entre 2000 et 2019, le dégradé rose indique leur probabilité d'observation, selon l'atlas des mammifères.

Droite: Les muscardins présents en Suisse représentent deux lignées génétiques principales d'Europe : la lignée de l'Est dans le bassin du Rhin (en bleu) et la lignée de l'Ouest dans les autres régions (en orange).



La 100^e espèce de mammifère de Suisse, cachée derrière des noisettes !

Grâce à ces apports génétiques multiples, une nouvelle espèce européenne de muscardin a donc été découverte, en plus de la forme « classique ». Comme ces deux formes ont également été détectées dans notre pays (Ruedi et al. 2023), une 100^e espèce de mammifères sauvages de Suisse est donc venue s'ajouter aux 99 autres mises en évidence jusqu'ici (Graf & Fischer 2021).

Comme il n'y a aucune différence morphologique externe qui pourrait distinguer ces deux es-

pèces de muscardins (du moins d'après les connaissances actuelles) et qu'elles ne se différencient qu'au niveau génétique, on parle d'espèces cryptiques. De telles espèces cryptiques existent dans tous les groupes animaux ou végétaux, notamment chez les pouillots, reconnaissables entre eux uniquement à leur chant (voir photo).

Mais quel nom officiel donner à une espèce nouvelle, afin qu'elle soit aussi reconnue légalement ? Si véritablement aucun chercheur actuel ou

Les espèces cryptiques sont tellement ressemblantes qu'il est pratiquement impossible de les différencier par la morphologie externe, comme ici, le Pouillot fitis *Phylloscopus trochilus* à gauche et le Pouillot véloce *P. collybita* à droite. Malgré leur forte ressemblance, ces espèces savent se reconnaître et ne s'hybrident pas dans la nature.

En 2023, il a pu être prouvé que le muscardin se décline en deux espèces en Suisse : le Muscardin occidental *M. speciosus* (sur la photo de gauche) et son sosie le Muscardin oriental *M. avellanarius* (sur la photo de droite).

Clichés: Laurent Vallotton (h.g.), Manuel Ruedi (h.d. et b.g.) et Naturfoto Hofmann (b.d.)

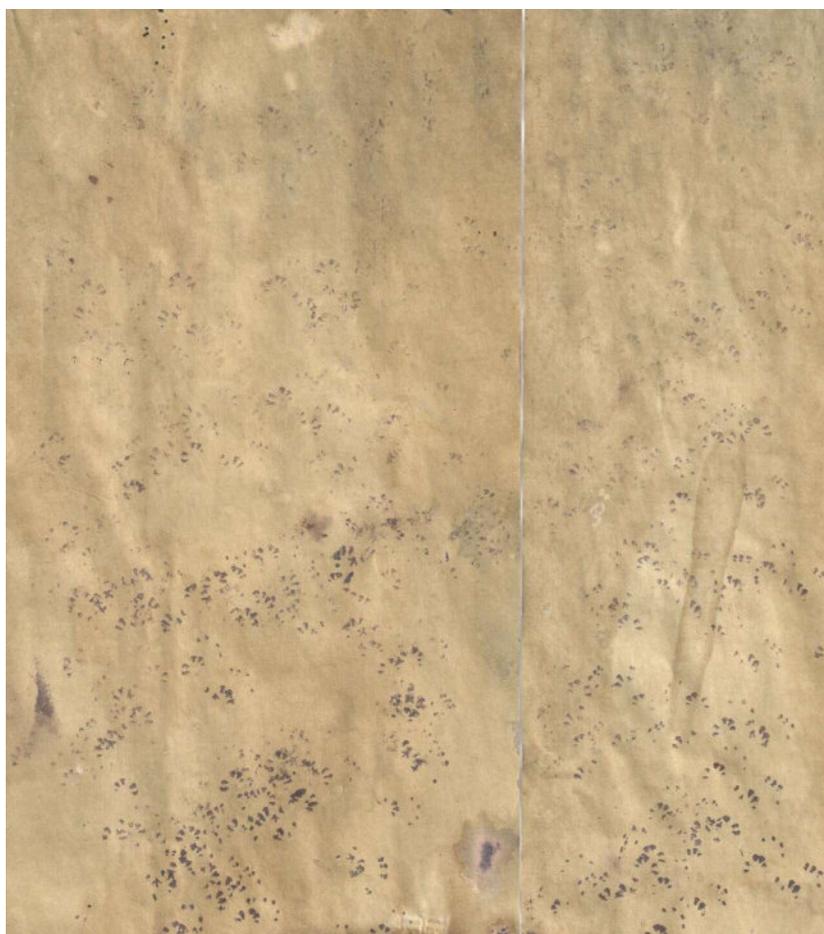


Une nouvelle espèce avec un nom ancien ?



La découverte que le muscardin représente deux espèces distinctes remet en question son statut global en matière de conservation.
Cliché: Manuel Ruedi

Lorsqu'une nouvelle espèce est découverte, comme c'est le cas ici avec les deux lignées génétiques indépendantes de muscardins, il s'agit de les nommer correctement. Les systématiciens (dont c'est le métier) procèdent alors à un minutieux examen de la littérature pour déterminer si un nom d'espèce avait déjà été attribué anciennement à une forme de muscardin, mais qui serait tombé en synonymie au cours des révisions de l'espèce. Carl von Linné a été le premier à décrire le muscardin officiellement, en 1758, sous le nom de *Mus avellanarius*, aujourd'hui connu sous le nom de *Muscardinus avellana*.



Un muscardin est passé sur un coussin d'ancre puis sur le papier buvard d'un tunnel à traces. Les petites traces laissées par les pelotes des pattes sont en forme de triangles inversés et sont disposées en rosette.
Cliché: Michel Blant

rius. À l'époque tous les petits rongeurs ressemblant à des souris recevaient le nom de genre « *Mus* » (qui veut dire souris en latin), mais comme il existe aujourd'hui plus de 2000 espèces de rongeurs, et que les muscardins sont plutôt apparentés aux écureuils et aux loirs (Sciromorphes), le genre *Muscardinus* a remplacé le *Mus* original.

Comme le spécimen sur lequel Linné s'était basé provenait du sud de la Suède, soit bien plus à l'Est que la ligne de séparation connue entre les deux espèces, ce sont naturellement les animaux de la lignée orientale du muscardin qui gardent aujourd'hui le nom scientifique de *Muscardinus avellanarius*. Selon le Code International de Nomenclature Zoologique qui régit l'emploi des noms scientifiques (cf <https://www.iczn.org/assets/Uploads/c1fce17847/Code-International-de-Nomenclature-Zoologique.pdf>), c'est ce nom d'espèce datant de 1758 qui a la priorité sur tous les autres noms, en se basant sur le principe de l'ancienneté (article 23). Une dizaine d'autres formes de muscardins ont ensuite été décrites en Europe centrale, comme *Mus corilinum*, cité par Fatio en 1869, ou *Muscardinus trapezius* décrit en 1908 par Miller. Pour nommer la lignée occidentale, il faut donc déterminer s'il existe une forme déjà décrite sur le territoire qu'elle occupe aujourd'hui, ou alors inventer carrément un nouveau nom si aucune ne correspond. Dans le cas de cette lignée occidentale, une forme distincte de muscardin avait été décrite en 1855 par le naturaliste allemand A. Dehne, dans le sud des Apennins, en Italie. Il l'a nommée *Myoxus speciosus*, en référence à son pelage plus brillant, plus beau (« *speciosus* » en latin). Comme c'est le nom d'espèce de muscardin le plus ancien qui se rapporte indubitablement à la lignée génétique italienne (=occidentale), celle-ci prend donc aujourd'hui le nom scientifique de *Muscardinus speciosus* (Dehne, 1855). A noter qu'une autre forme italienne décrite en 1898 (*pulcher*, qui veut aussi dire beau en latin) était aussi en vogue parmi les zoologues du vingtième siècle. Cette forme *pulcher*, tout comme *speciosus* et bien d'autres, était tombée ensuite en synonymie avec *avellanarius*, puisque l'on croyait qu'il existait une seule et même espèce de muscardin pour toute l'Europe.

150 ans plus tard, c'est donc la génétique qui redonne raison à ces anciens naturalistes en démontrant qu'il y a bien deux espèces différentes de muscardins, le Muscardin oriental (*Muscardinus avellanarius*) et le Muscardin occidental (*Muscardinus speciosus*).



Le muscardin construit son nid d'herbes en forme de boule dans les buissons. C'est dans ce nid douillet que la femelle élève ses petits, au nombre de trois à six.
Cliché: Jacques Gilliéron

historique n'avait publié de nom autre que le classique *Muscardinus avellanarius*, alors il aurait fallu en inventer un nouveau. Puis il aurait fallu faire une description basée sur un spécimen déposé dans un muséum et enfin publier ce nouveau nom dans une revue scientifique (c'est l'acte officiel qui scelle un nouveau nom d'espèce). Mais plusieurs noms de muscardins ont déjà été attribués au cours des deux derniers siècles. Par conséquent et après une minutieuse recherche de la littérature exis-

tante (voir l'encadré « Une nouvelle espèce avec un nom ancien ? »), les systématiciens sont arrivés à la conclusion que la lignée de l'Est garderait le nom de *M. avellanarius* (ou Muscardin oriental pour son nom vernaculaire), alors que les animaux de la lignée de l'Ouest s'appelleraient *M. speciosus* (ou Muscardin occidental), car c'est le nom le plus ancien attribué clairement à cette nouvelle espèce. Du moins c'est que nous proposons dans notre article (Ruedi et al. 2023).



Les muscardins fréquentent volontiers les lisières et haies riches en arbres à baies, comme ici celles d'un églantier (cydonnorrhodon).

Cliché: Manuel Ruedi

Tout reste à faire pour comprendre leur mode de vie et les protéger

De façon générale ces deux espèces de muscardins fréquentent surtout les lisières de forêts bien structurées, peuplées de ronciers et de noisetiers qui leur fournissent gîte et couvert (voir photo). Même si génétiquement, il est indéniable que ces deux espèces sont très distinctes, les muscardins orientaux et occidentaux sont très semblables morphologiquement et il faudra des études plus approfondies pour éventuellement trouver des caractères externes qui permettraient de les différencier sur le terrain. Cette prochaine étape aiderait aussi à mieux connaître la répartition exacte de ces deux

espèces. Pour l'instant, on sait que la lignée occidentale occupe toute l'Italie, la France, la Belgique, l'ouest de l'Allemagne, ainsi que l'ouest de la Suisse, tandis que l'espèce nominale se rencontre depuis la Scandinavie, le Royaume-Uni et les Balkans, jusqu'au Moyen-Orient. Outre le fait qu'elle traverse vraisemblablement le centre-est de la Suisse, la zone de contact de ces deux espèces n'est pas encore connue. Il s'agira également d'étudier leurs mœurs plus précisément, et mesurer quelles sont les interactions entre les deux espèces dans ces zones de contact.

Les deux espèces de muscardin favorisent les paysages structurés.
Cliché: Manuel Ruedi



Avant cette découverte, le muscardin était considéré comme une espèce peu commune mais largement répandue en Europe. Elle est protégée en Suisse et dans plusieurs autres pays européens du fait de sa rareté. Puisque désormais le muscardin représente deux espèces distinctes, cela remet en question son statut global en matière de conservation. D'autant plus que chacune des deux subit vraisemblablement de fortes baisses d'effectifs suite à la disparition de leur milieu de vie. Si une population locale est menacée de disparition, il sera important de ne pas la renforcer avec des individus issus de la « mauvaise » lignée génétique, car

ils ne pourraient probablement pas se reproduire avec l'espèce locale. Pire, comme ces deux espèces sont probablement très semblables à tous points de vue, elles seraient sûrement concurrentes et pourraient même s'éliminer mutuellement si elles étaient mises en contact artificiellement.

A l'heure de la conservation de la biodiversité, cette découverte démontre aussi que nos connaissances sur les espèces sauvages de nos régions sont encore bien lacunaires. Il est donc impératif de lutter contre l'érosion de la biodiversité qui menace nos écosystèmes et qui pourrait faire disparaître des éléments encore inconnus de notre faune.

Pour favoriser les muscardins, il convient de préserver leurs habitats et de mieux les connecter par des haies ou des bandes boisées.
Cliché: Manuel Ruedi



Bibliographie

BEEZ T., LEYHAUSEN J., MUELLER S. et al. (2024) Development of a microfluidic SNP assay for lineage discrimination in the endangered hazel dormouse. *Conservation Genetics Resources*, 10.1007/s12686-024-01367-1.

GRAF R.F. & FISCHER C. (2021) Atlas des mammifères de Suisse et du Liechtenstein. Société Suisse de Biologie de la Faune (ed.). Haupt Verlag, Berne, 478 pp.

LEYHAUSEN J., COCCHIARARO B., NOWAK, C. et al. (2022) Genotyping-by-sequencing based SNP discovery in a non-model rodent, the endangered hazel dormouse. *Conservation Genetics Resources*, 14, 195-201.

MOULTON, A., GRILL, A., SARA, M., et al. (2012) Evidence of a complex phylogeographic structure in the common dormouse, *Muscardinus avellanarius* (Rodentia: Gliridae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 105, 648-664.

RUEDI M., MANZINALLI J., DIETRICH A. & VINCIGUERRA L. (2023) Shortcomings of DNA barcodes: a perspective from the mammal fauna of Switzerland. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 34, 54-61.

VON WITTE G.R. (1962) Zur Systematik der Haselmaus *Muscardinus avellanarius* L. *Bonner zoologische Beiträge*, 13, 312-320.

À propos de l'auteur

Manuel Ruedi a étudié la biologie à l'Université de Lausanne. Il est ensuite parti à Berkeley, en Californie, pour effectuer un post-doctorat sur l'hybridation de rongeurs, avant de revenir en Suisse pour développer des projets sur les chauves-souris. Il travaille aujourd'hui comme conservateur des vertébrés au Museum d'histoire naturelle de Genève. L'évolution des chauves-souris reste son sujet de prédilection.

Impressum

Objectif Faune est l'édition française de la publication périodique Fauna Focus.

Éditeur: Wildtier Schweiz

Winterthurerstrasse 92

CH-8006 Zurich

Tél. +41 (0)44 635 61 31

info@wildtier.ch, www.wildtier.ch

Rédaction: Beatrice Nussberger et Claude Andrist

Administration: Patrik Zolliker

Layout: Claude Andrist

Parution: 4 éditions par année

Disponible sous: www.wildtier.ch/shop



Wildtier
Schweiz