



LE RAT DES MOISSONS

en France

Histoire - Ecologie - Bilan de l'enquête 2013-2017



LE RAT DES MOISSONS (*Micromys minutus* Pallas 1771) EN FRANCE

Histoire, écologie, bilan de l'enquête 2013 - 2017

Rédaction, cartographie : Fabrice Darinot.

Traduction en anglais du résumé : Fabrice Darinot.

Photographie en couverture : *Micromys minutus* femelle © Guillaume Viillard.



Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères

19 allée René Ménard – 18000 Bourges

Tel : 02 48 70 40 03

contact@sfepm.org

www.sfepm.org

Référence bibliographique à utiliser :

Darinot F. 2018 – *Le Rat des moissons (Micromys minutus Pallas 1771) en France – Histoire, écologie, bilan de l'enquête 2013-2017*. Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Bourges, 167 p.

Résumé

Le Rat des moissons (*Micromys minutus* Pallas 1771) est un minuscule mammifère discret et méconnu, qui présente plusieurs particularités. Il a été découvert tardivement et, de façon étonnante, presque simultanément à plusieurs milliers de kilomètres de distance. C'est le plus petit rongeur d'Europe, puisqu'il ne pèse que sept à huit grammes à l'âge adulte. Il fabrique des nids dans les hautes herbes qui ont une forme de boule parfaite. Enfin, son aire de répartition est particulièrement étendue, puisqu'il est présent dans toute l'Eurasie.

C'est une espèce réputée peu étudiée, mais à tort, car le corpus de connaissances issu de la littérature scientifique est important et ancien, bien que dispersé à travers l'Eurasie. Ainsi, la biologie du Rat des moissons est-elle bien étudiée (physiologie, anatomie, métabolisme, élevage des jeunes), mais il est vrai que les connaissances sur son écologie dans la nature nécessitent de plus amples recherches. Ce document vise à rassembler la quasi intégralité des travaux et des études consacrées au Rat des moissons ; seules certaines publications en russe et japonais n'ont pu être consultées.

Au regard des évolutions défavorables observées sur ses populations en Angleterre et en Suisse, la Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères (SFEPM) a souhaité préciser la répartition du Rat des moissons en France grâce à une enquête participative, diffusée en 2013 auprès des associations naturalistes et du grand public. Cette enquête a permis de collecter 6 386 données, qui correspondent à la présence de l'espèce dans 770 communes avant 1984 (date de parution du premier atlas des mammifères de France), puis dans 3 210 communes après 1984, avec seulement 301 communes où l'espèce est présente sur toute la période allant d'avant 1984 à 2017. La majorité des données (93 %) sont issues de l'étude des pelotes de réjection des rapaces, l'observation des nids ou des individus n'ayant fourni que peu de données.

L'enquête confirme qu'en France les habitats du Rat des moissons sont variés, comme cela a déjà été démontré en Angleterre. Toutefois, parmi ces différents habitats, les zones humides apparaissent aujourd'hui comme les habitats préférentiels alors que les cultures de céréales ne jouent plus qu'un rôle secondaire à cause des pratiques agricoles défavorables.

Le Rat des moissons est réparti sur l'ensemble du territoire métropolitain, sauf la Corse et les Alpes-Maritimes, avec des densités variables selon les régions. Il est particulièrement abondant dans l'est de la France et sur un arc allant de la Normandie aux Pays-de-la-Loire jusqu'au Limousin ; il est plus rare dans le midi de la France et dans les régions montagneuses. Sa distribution a peu évolué depuis la parution de l'atlas des mammifères de France de 1984, en dépit d'une absence de donnée dans trois départements : le Val d'Oise, l'Essonne et le Var.

Au vu de sa répartition sur le territoire métropolitain, il ne semble pas nécessaire de faire évoluer le statut du Rat des moissons, tant en termes de protection que de liste rouge. Cependant, la situation mérite d'être réévaluée dans les vingt années à venir, compte-tenu de l'évolution défavorable de ses habitats et en particulier des zones humides. Enfin, grâce à l'engouement qu'il suscite auprès du public, le Rat des moissons pourrait servir d'espèce porte-drapeau utile à la protection des zones humides, aux côtés du Castor d'Europe et du Campagnol amphibie, qui sont deux autres mammifères emblématiques.

Summary

The Harvest mouse (*Micromys minutus* Pallas 1771) is a tiny, quiet and unknown mammal which shows several particularities. It has been discovered late and, surprisingly, almost at the same time thousand of kilometers away. It is the smallest rodent of Europe, as it weights only seven to eight grams at the adult stage. It builds aerial, perfectly ball shaped nests in tall herbs. Last, its distribution range is especially wide, since it lives in the whole Eurasia.

The Harvest mouse is not a little studied species, since the body of knowledge from scientific literature is large and ancient, although scattered through Eurasia. Thus, its the biology is well studied (physiology, anatomy, metabolism, breeding), but it is true that knowledge on its ecology in the wild needs more research. This document gathers almost the entire works and studies about the Harvest mouse; only certain publications in Russian and Japanese were not able to be consulted.

With regard to the observed unfavorable evolutions about its populations in Great Britain and Switzerland, the Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères (SFPEM) wished to precise the Harvest mouse distribution in France, grace to a participative survey that were disseminated in 2013 to naturalist associations and the public at large. This survey allowed to collect 6 386 data which correspond to 770 municipalities before 1984 (the date of first atlas of mammals in France), then 3 210 municipalities after 1984, with only 301 municipalities where the species is present during all the time. Almost all data (93 %) come from pellets of birds of prey, whereas nests or individual observations are scarce.

This survey confirms that the habitats of the Harvest mouse are diverse in France, as it has been already shown in Great Britain. Nevertheless, among these habitats, wetlands appear to be now the preferential habitats, whereas cereal fields only play a secondary role because of unfavorable agricultural practices.

The Harvest mouse is distributed on the whole metropolitan territory, except Corsica and the Alpes-Maritimes department, with various densities according to regions. It is particularly abundant in eastern France and in an area ranging from the Normandie to the Pays de la Loire and the Limousin; it is scarcer in southern France and in the hilly regions. Compared with the distribution established in the first atlas of mammal in France, we do not find any depletion of the Harvest mouse, in spite of a lack of data in three departments: Val d'Oise, Essonne and Var.

If we consider its distribution on the metropolitan territory, it does not seem necessary to make evolve the Harvest mouse status, both in terms of protection and red list. However, the situation has to be re-evaluated in the coming twenty years, because of the degradation of its habitats and especially wetlands. At last, grace to the enthousiasm that it generates in the public, the Harvest mouse could be a flagship species very usefull for the protection of wetlands, with the beaver and the water vole which are two other emblematic species.

Sommaire

Sommaire	7
Introduction	9
1. Le Rat des moissons	
1.1. Origine et systématique	
1.1.1. Origine des <i>Micromys</i>	11
1.1.2. Taxonomie	20
1.2. Répartition dans le monde	22
1.3. Description, anatomie	
1.3.1. Morphologie	23
1.3.2. Particularités anatomiques	24
1.3.3. Données biométriques	26
1.3.4. Morphologie crânienne et denture	29
1.4. Génome	34
1.5. Biologie et physiologie	
1.5.1. Croissance et développement	36
1.5.2. Métabolisme	40
1.6. Ethologie	
1.6.1. Sélection de l'habitat	42
1.6.2. Les nids	54
1.6.3. Rythme circadien	63
1.6.4. Alimentation	66
1.6.5. Traits comportementaux	68
1.6.6. Domaine vital	69
1.6.7. Déplacements et dispersion	72
1.7. Biologie des populations	
1.7.1. Sex-ratio	76
1.7.2. Accouplement et fécondité	76
1.7.3. Durée d'une génération	77
1.7.4. Dynamique de population	77
1.7.5. Maladies	79
1.7.6. Interactions avec d'autres espèces	81

1.8. Méthodes d'inventaire et de suivi	
1.8.1. Indices de présence	87
1.8.2. Techniques d'inventaire	90
1.8.3. Méthodes de suivi standardisées	93
1.8.4. Méthodes de marquage	94
1.9. Le Rat des moissons et l'homme	
1.9.1. Témoignages	98
1.9.2. Le Rat des moissons dans l'imaginaire et la culture	102
1.9.3. Un animal de compagnie ?	106
2. L'enquête 2013-2017 sur la répartition du Rat des moissons en France	
2.1. Organisation de l'enquête	108
2.2. Jeu de données	
2.2.1. Qu'est-ce qu'une donnée ?	109
2.2.2. Vérification des données	109
2.2.3. Représentation cartographique des données	109
2.3. Résultats	
2.3.1. Les données recueillies	111
2.3.2. Historique de la collecte des données	112
2.3.3. Nature des données recueillies	113
2.3.4. Distribution altitudinale de l'espèce	114
2.3.5. Répartition	116
2.3.6. Quelques informations sur les habitats	123
2.4. Discussion : le Rat des moissons en France	
2.4.1. Mise en évidence d'une éventuelle baisse d'occurrence	125
2.4.2. Facteurs de menaces	129
2.4.3. Conserver le Rat des moissons	132
2.4.4. Etat de conservation de l'espèce en France	134
2.4.5. Quel statut pour le Rat des moissons ?	136
Conclusion	138
Bibliographie	139
Remerciements	154

Annexes

- Fiche « Alerte sur le Rat des moissons »
- Liste des habitats favorables au Rat des moissons
- Comment différencier les nids du Muscardin et du Rat des moissons : petit catalogue photographique

Introduction

Le Rat des moissons (*Micromys minutus* Pallas 1771) est un tout petit mammifère qui a été découvert dans les champs de céréales, ce qui lui a valu son nom. C'est le plus petit rongeur d'Europe et il passerait inaperçu dans la nature, sans ses nids en boule accrochés dans les hautes herbes, qui trahissent sa présence.



Rat des moissons © F. Darinot

Le Rat des moissons est une espèce eurasiatique, dont l'aire de répartition est extrêmement vaste puisqu'elle s'étend du Japon à l'Angleterre. Originaire de Chine, il est arrivé en Europe de l'Ouest pendant les dernières glaciations du Quaternaire. Sa découverte par Peter Simon Pallas en Russie fut épique, même si c'est un Anglais, Gilbert White,

qui le premier observa cet animal. Longtemps considéré comme une espèce peu étudiée et méconnue, le Rat des moissons bénéficie aujourd'hui d'un corpus de connaissances assez étoffé. Son mode de vie particulier, avec ses facultés à se déplacer au-dessus du sol dans l'épaisseur de la végétation herbacée et à fabriquer de merveilleux nids en boule, a très tôt attiré la curiosité des biologistes du début du 20^{ème} siècle. De surcroît, il est facile à élever en captivité, d'où un grand nombre d'études sur sa physiologie et son éthologie. Cependant, sa petitesse et ses mœurs plutôt nocturnes rendent difficiles les études en pleine nature, qui demeurent aujourd'hui encore trop rares.

Comme son nom l'indique, le Rat des moissons a longtemps vécu dans les champs de céréales et de nombreuses personnes se souviennent encore d'anecdotes à son propos, pendant les travaux agricoles de leur jeunesse. La modernisation de l'agriculture, à partir des années 1960, a progressivement entraîné sa disparition dans ce type d'habitat. Son déclin est avéré en Suisse et dans certaines régions d'Angleterre. Aujourd'hui, il vit principalement dans les zones humides qui lui fournissent les habitats les plus favorables et qui d'ailleurs constituaient ses habitats originels, avant l'avènement de l'agriculture au Néolithique.

En France, le Rat des moissons est une espèce peu étudiée. Elle mérite pourtant toute notre attention au regard de l'évolution défavorable de ses populations en Europe de l'Ouest. La Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères (SFEPM), après avoir fait paraître une première monographie succincte en 1998 (Butet et Paillat 1998), a souhaité préciser son statut grâce à une enquête nationale, diffusée en 2013 auprès des associations naturalistes et du grand public. C'était l'occasion aussi de réaliser une nouvelle synthèse des connaissances sur son écologie, car le Rat des moissons demeure une espèce étudiée dans des champs disciplinaires assez variés.

Le présent document est à la fois une monographie visant à l'exhaustivité des connaissances sur le Rat des moissons, avec plus de 200 références bibliographiques consultées, ainsi qu'une synthèse de l'enquête de la SFEPM sur la répartition de l'espèce en France. Compte-tenu de tous ces éléments, des recommandations sont apportées pour favoriser sa conservation au niveau national. Comme plusieurs documents déjà réalisés par la SFEPM, celui-ci a vocation à être diffusé librement et peut être repris avec la citation recommandée.



Rat des moissons © J.-M. Bompar

1. Le Rat des moissons

1.1. Origine et systématique

Le Rat des moissons est toujours l'unique espèce du genre *Micromys*, une deuxième espèce étant toutefois en cours de description en Asie du sud-est.

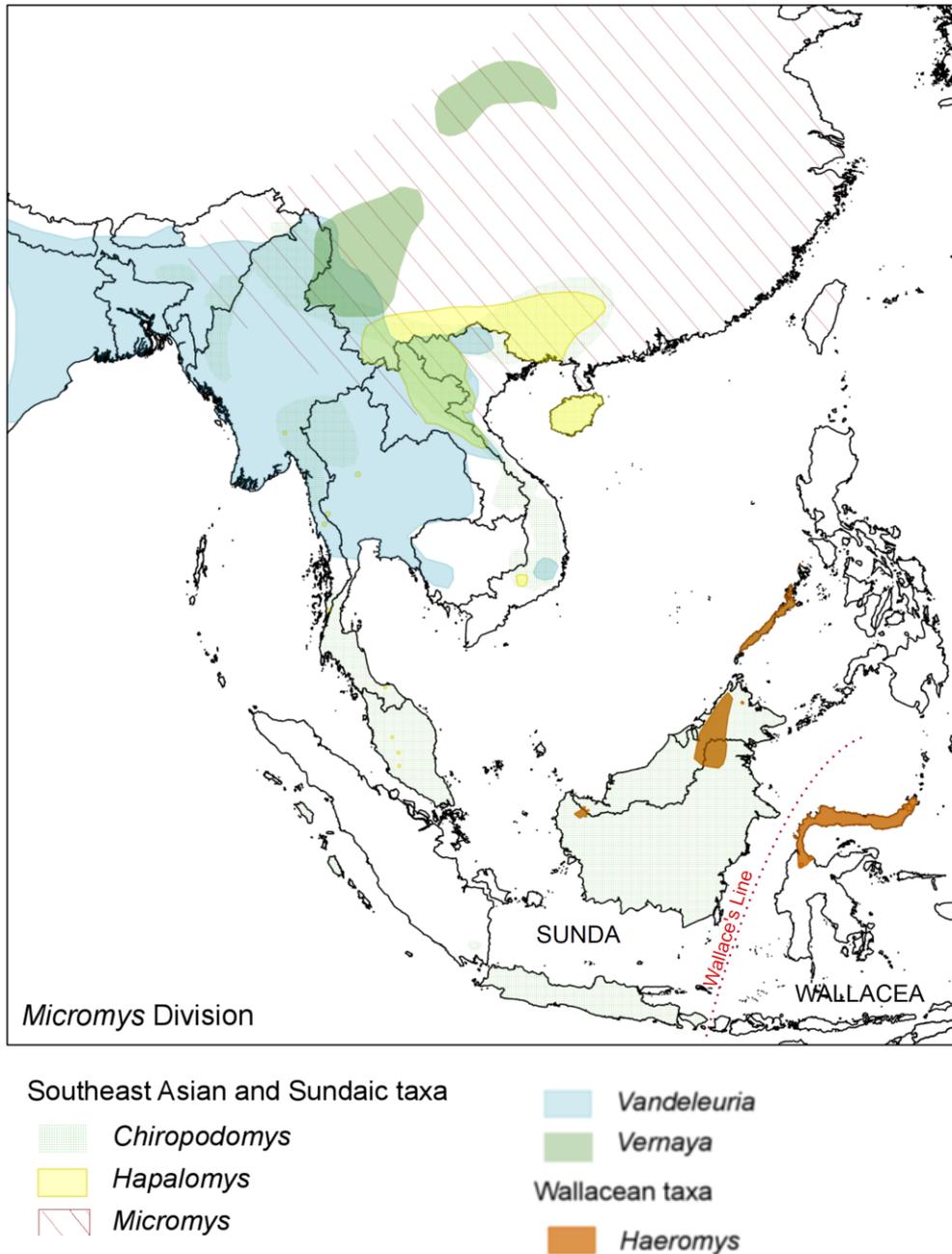
1.1.1. Origine des *Micromys*

Une proximité phylogénétique avec les rats

Les rats et les souris du Paléarctique (sous-famille des Murinés, famille des Muridés) comprennent 584 espèces (Aplin 2006, Misonne 1969, Musser et Carleton 2005). L'origine des Murinés remonte au Miocène moyen (12-16 Ma), comme le suggère le plus vieux fossile (*Antemus mancharensis*) découvert dans les dépôts du Siwalik (Népal) (Wessels 2009). A partir de ce foyer est-asiatique, les Murinés se sont dispersés vers l'Afrique, l'Inde et jusqu'en Europe de l'ouest, en donnant naissance à de multiples radiations.

La phylogénie du Rat des moissons est complexe et elle ne s'est éclaircie que très récemment, grâce aux analyses génétiques. Historiquement, Storch propose en 1987 une diagnose du genre *Micromys* basée sur la morphologie des molaires, qui l'apparentait étroitement au groupe des *Progonomys*, un genre de Muridés largement répandu en Asie au Miocène moyen (8 à 12 Ma). Jusqu'au début des années 1990, les analyses d'ADN mitochondrial codant pour le cytochrome *b* ne permettent pas de résoudre la position phylogénétique du genre *Micromys* par rapport aux autres Murinés, pas plus que les analyses de séquences d'ADN nucléaire. C'est en 1994 que Furano *et al.* montrent que le genre *Micromys* aurait divergé très tôt de la lignée des Murinés, il y a environ 12 Ma, à partir d'un ancêtre commun ressemblant à *Progonomys*.

C'est donc dans le sud-est asiatique que la division *Micromys* est apparue, regroupant des espèces présentant des similitudes dans leur morphologie et leur mode de vie épigé, voire arboré : parmi les caractéristiques morphologiques, sont prises en compte le patron de la morphologie dentaire (les convergences de cuspides sur la molaire supérieure), des caractéristiques du crâne ainsi que la présence ou non d'un hallux (gros orteil) opposable dans les différentes espèces. Jusqu'à très récemment, la division *Micromys* regroupait les genres *Chiropodomys*, *Hapalomys*, *Haeromys*, *Micromys*, *Vandeleuria* et *Vernaya*, (Musser et Carleton 2005), mais les études génétiques viennent de montrer qu'il s'agit d'un regroupement polyphylétique, c'est-à-dire que ces genres ne sont pas issus d'un ancêtre commun (Steppan *et al.* 2005, Michaux *et al.* 2010, Schenk *et al.* 2013, Pagès *et al.* 2016). L'ancienne division *Micromys* devrait maintenant être scindée en quatre divisions monophylétiques : *Chiropodomys*, *Hapalomys*, *Micromys*, et *Vandeleuria* (carte 1).



Carte 1 : Distribution du genre *Micromys* dans l'aire Indo-Pacifique, par rapport aux autres groupes monophylétiques (Pagès et al. 2016)

Un consensus existe aujourd'hui pour faire de cette division (ou genre) *Micromys* un groupe frère de la branche basale des Muridés : la tribu des *Rattini*, qui regroupe les genres *Dacnomys*, *Maxomys*, *Crunomys*, *Melasmothrix* et *Rattus* (Lecompte et al. 2008, Fabre et al. 2013, Pagès et al. 2010 et 2015) (fig. 1). Ainsi, l'ancienne inclusion de *Micromys minutus* à l'intérieur des *Rattini*, proposée par Musser et Carleton (2005), ne tiendrait plus, *Micromys* formant alors un genre monospécifique à part.

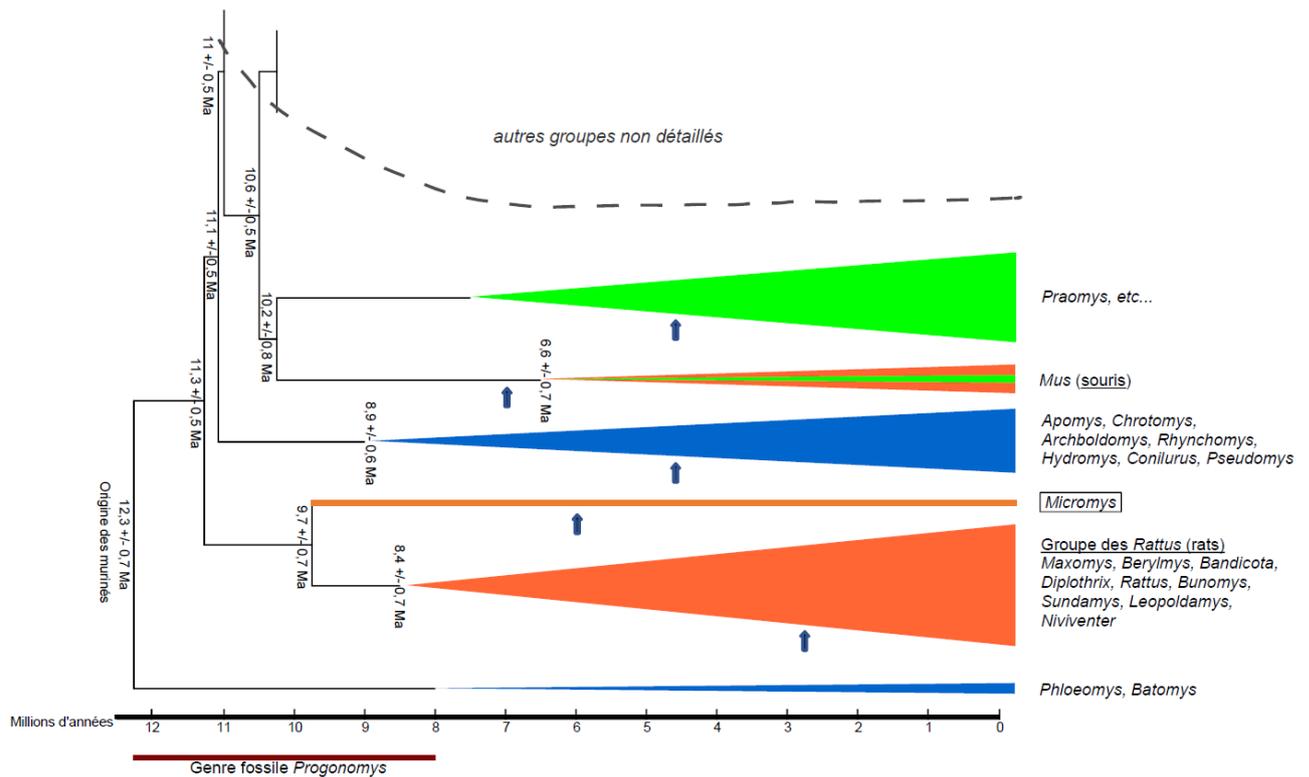


Figure 1 : Chronogramme simplifié des principaux groupes de Murinés. (modifié d'après Lecompte *et al.* 2008)

Pour chaque groupe, le plus vieux fossile est indiqué par une flèche.

En bleu, les genres vivant en Australie et en Asie ; en orange, les genres vivant en Eurasie ; en vert, les genres vivant en Afrique.

***Micromys minutus*, un migrant chinois**

Le genre *Micromys* est apparu au Miocène supérieur (11,6 à 5,3 Ma) en Chine (*Micromys chalceus* Storch 1987, fossile découvert à Ertemte en Mongolie). En Europe, le genre est supposé être apparu à peu près en même temps, c'est-à-dire au Miocène à la limite du Turolien-Ruscinien, il y a 5,5 Ma (*M. paricioi* à Caledas et *M. cingulatus* à Maramena en Espagne), bien que de récentes découvertes suggèrent qu'il soit déjà présent aux premiers temps du Turolien (6,5 Ma). Il s'agit de la première dispersion du genre *Micromys* depuis son foyer originel situé dans l'Asie du sud-est. En Europe, le genre *Micromys* s'est ensuite diversifié pendant le Ruscinien (4 à 5,5 Ma), surtout dans la région méditerranéenne, mais il n'y a pas eu d'évolution des taxons datant du Pliocène vers l'espèce actuelle (Horáček *et al.* 2013). Cas particulier, les fossiles de *M. caesaris* découverts en Espagne ne permettent pas de différencier cette espèce de *M. praeminutus* : *M. caesaris* doit être considéré comme un synonyme de *praeminutus*. Ainsi, en Europe, la grande majorité des fossiles du Pliocène et du Pléistocène inférieur appartiennent à l'espèce *M. praeminutus*.

Au Miocène supérieur et au Pléistocène, le genre *Micromys* évolue différemment en Europe et en Chine où les fossiles appartiennent aux formes *M. chalceus*, *tedfordi* et *minutus* : il s'agit d'évolutions parallèles et indépendantes. Au début du Pléistocène (2,5 Ma, début des grandes glaciations du Quaternaire), la rareté des fossiles en Europe suggère une quasi disparition du genre *Micromys* et ne révèle aucune agrégation qui pourrait indiquer un événement d'expansion

depuis l'est de l'Eurasie ; ces fossiles correspondent plutôt à des populations résidant dans des îlots refuges à travers l'Europe. Puis au Pléistocène supérieur (Vistulien -95 000/-20 000), les fossiles de *Micromys* apparaissent en plusieurs localités d'Europe centrale (Slovaquie, République Tchèque, Hongrie). Ces individus correspondent clairement à l'espèce actuelle, *M. minutus*, qui a migré à travers l'Eurasie depuis le sud-est asiatique (fig. 2). Ainsi, en Europe, il n'y a pas eu d'évolution des taxons du Pliocène vers l'espèce actuelle, les formes *praeminutus/coronensis* du Pliocène et l'espèce *minutus* du Pléistocène final-Holocène étant des entités distinctes (fig. 3).

Cette apparition de l'espèce *M. minutus* en Europe au Vistulien est en accord avec la datation moléculaire réalisée sur le gène du cytochrome *b*, qui indique une expansion de l'espèce vers l'ouest de l'Eurasie à partir de -80 000 ans (Yasuda *et al.* 2005). Cependant, ces auteurs font l'hypothèse de cycles répétés d'expansion-contraction de l'aire de répartition de *M. minutus* à travers l'Eurasie, correspondant aux cycles interglaciaire-glaciaire du Quaternaire, qu'aucune donnée de fossile ou de datation moléculaire ne peut toutefois actuellement supporter.

Les premiers *M. minutus* sont donc apparus en Europe de l'ouest pendant le dernier épisode glaciaire du Würm et avant la déglaciation, à la faveur de refuges périglaciaires non encore totalement décrits (Horáček *et al.* 2015).

La phylogéographie de l'espèce reste à préciser pour l'Europe occidentale, et notamment ses voies de pénétration ainsi que la chronologie de ses déplacements.

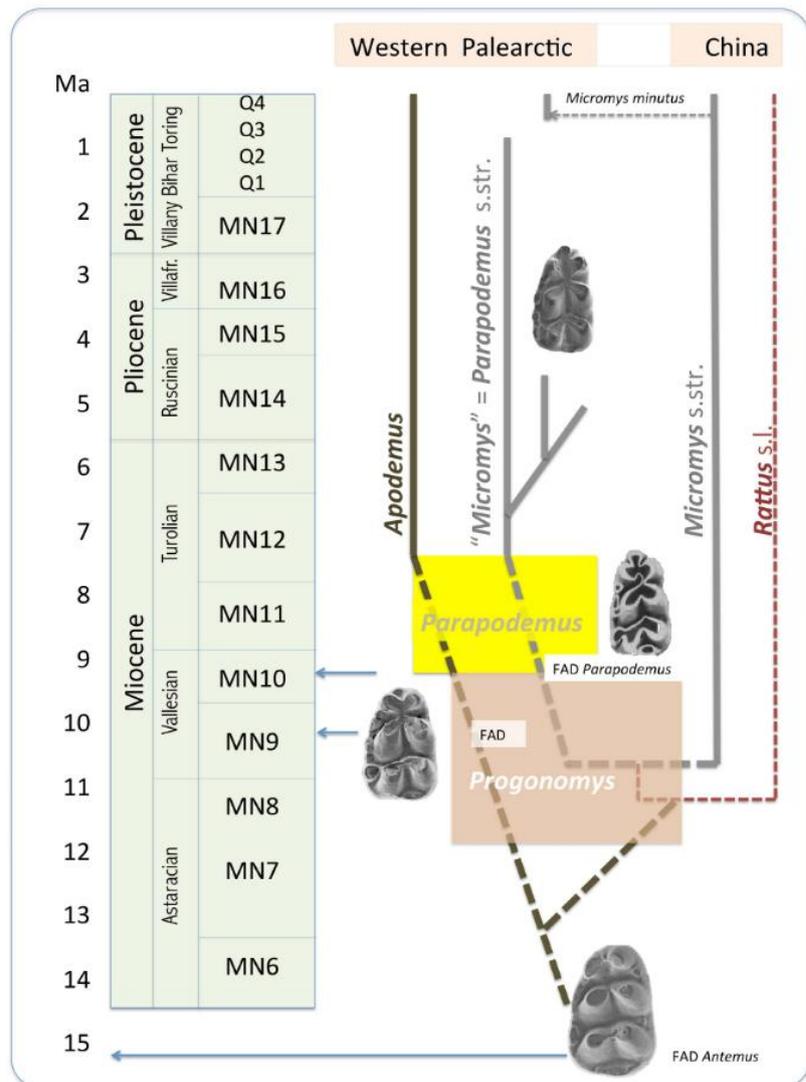


Figure 2 : Paléobiogéographie des *Micromys* par rapport aux proches clades de Murinés (Horáček *et al.* 2013)

Biozones mammaliennes : Q = du Toringien (présent) au Biharien (1,7 Ma) et MN = du Villanien (1,7 Ma) à l'Astracien (14 Ma)

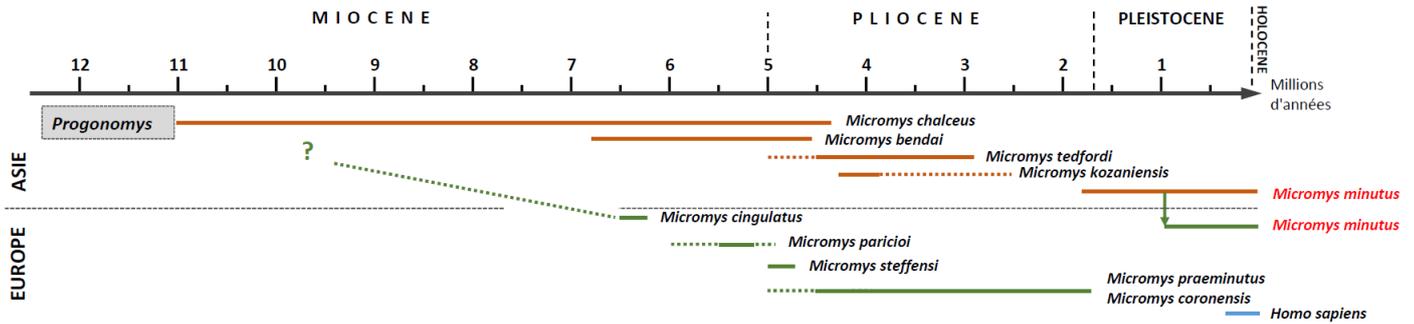


Figure 3 : Chronogramme des fossiles de *Micromys* (d'après Aguilar et al. 2002, Alpasian 2010, Chang-Zhu et al. 1999, Koufos 2006, Minwer-Barakat et al. 2008, Qiang et al. 2003, Qiu et al. 1995, Storch 1987, Sulimski 1964, Vasileiadou et al. 2012, Xiao-Ming et al. 2009, Zhaoqun et al. 2005).

Le Rat des moissons comme espèce

Une découverte épique

En 1768, l'Impératrice de Russie Catherine II ordonne à son académie des sciences d'envoyer des savants capables de lui faire connaître les richesses de son empire. C'est ainsi qu'en compagnie d'autres savants, Peter Simon Pallas, un zoologiste allemand, part de Saint-Pétersbourg le 21 juin de la même année pour un voyage d'étude de six ans et qui le mènera aux confins de l'empire, jusqu'au lac Baïkal et au fleuve Amour. C'est en janvier 1769, alors qu'il passe l'hiver à Simbirsk (aujourd'hui Ulyanovsk), qu'il relate dans son journal de bord sa découverte d'une très petite souris, qu'il nomme alors *Mus minutus* : "*Ces contrées - de la Volga jusqu'à la Sibérie - abondent en différentes espèces de souris qui dévastent les campagnes, surtout deux espèces peu connues (Mus agrarius et Mus minutus), qui se tiennent par troupes dans les meules de blé*". Il publie ce texte dans le premier tome de son récit de voyage en 1771 (Pallas, 1771), puis la description précise de *Mus minutus* en 1778 (Pallas, 1778) : il en est par conséquent son inventeur.



***Mus minutus* (Pallas, 1778 - Novae species quadrupedum)**

Cliché F. Darinot avec l'autorisation du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris

Pourtant, c'est un zoologiste anglais qui observa le Rat des moissons le premier, mais sans le décrire précisément, ni lui donner un nom. Il s'agit de Gilbert White, vicaire et naturaliste réputé en Angleterre, qui relate dans sa correspondance à son ami le biologiste Thomas Pennant, le 22 janvier 1768, l'observation qu'il a faite dans le Hampshire d'une petite souris qui suspend ses

nids aux tiges des céréales, au-dessus du sol (White, 1822). Il suppose que cette souris est le plus petit quadrupède d'Angleterre : "*I measured them, and found that, from nose to tail, they were just two inches and a quarter, and their tails just two inches long*". Bien que Gilbert White ait découvert le Rat des moissons un an avant Peter Simon Pallas, il n'en est pas l'inventeur.

Mus minutus et consorts

Après sa découverte par Pallas en 1771, le Rat des moissons a suscité une étonnante diversité de noms scientifiques, tout au long du 19^{ème} siècle et à travers l'Europe de l'Ouest (carte 2). Bien que Pallas le nomme *Mus minutus* et en donne une description précise, de nombreux zoologistes ne peuvent croire que les animaux qu'ils trouvent à 3 000 km de la Volga puissent être de la même espèce. De surcroît, le Rat des moissons présente une certaine variabilité de couleurs et même de formes qui favorise ce foisonnement taxonomique.

Evidemment, certains zoologistes tels que Johann Christian Von Schreber (1739-1810) et Edmond de Selys-Longchamps (1813-1900) reprennent la dénomination de Pallas. Mais c'est l'alsacien Jean Hermann (1738-1800), qui le premier introduit la confusion en 1804, en décrivant deux nouvelles espèces proches de *Mus minutus* qui fabriquent également des nids globuleux suspendus. Il distingue ainsi *Mus pendulinus* et *Mus soricinus*, cette dernière espèce correspondant à *Mus agrestis minor* décrit par Thomas Pennant en Angleterre et présentant une mâchoire supérieure de forme supposée acuminée. Pendant un demi-siècle, de nombreux naturalistes se sont acharnés à étudier ce *Mus soricinus* qui était une impasse taxonomique. Hermann produit même une troisième espèce, *Mus parvulus* qui n'était apparemment qu'un jeune individu de *Mus minutus*.

Quant à l'anglais Georges Shaw (1751-1813), il décrit en 1801 l'espèce *Mus messorius* qui correspond aux spécimens découverts par Gilbert White en 1767 en Angleterre et communément appelés « harvest mouse ». Shaw distingue cette espèce de *Mus minutus* décrit par Pallas en Russie, mais il suggère intelligemment qu'en réalité ces deux espèces puissent correspondre au même animal. En outre, Shaw reconnaît l'espèce *Mus soricinus* proposée par Hermann. Pieter Boddaert (1730-1795), un naturaliste hollandais, renomme *Mus messorius* en



NID DE RAT NAIN, 1/2 de grand.

Nid de Rat nain, in Gervais (1854)

Mus triticeus. A la suite de Shaw, Anselme Gaëtan Desmarest (1784-1838) reprend le nom de *Mus messorius* pour décrire le Rat des moissons. Frédéric Cuvier, en 1826, reconnaît aussi le nom de *Mus messorius* (Shaw) pour le Rat des moissons, qu'il recommande de ne pas confondre avec le *Mus pendulinus* d'Hermann ; il suit également Hermann en reconnaissant son Rat nain, *Mus soricinus*. Cependant, une lecture attentive de Cuvier ne permet pas d'affirmer que le *Mus campestris* qu'il décrit puisse se rapporter au Rat des moissons, comme beaucoup d'auteurs le mentionnent. Enfin, pour Cuvier, *Mus minutus* correspond au « Rat fauve de Sibérie » décrit par Pallas.

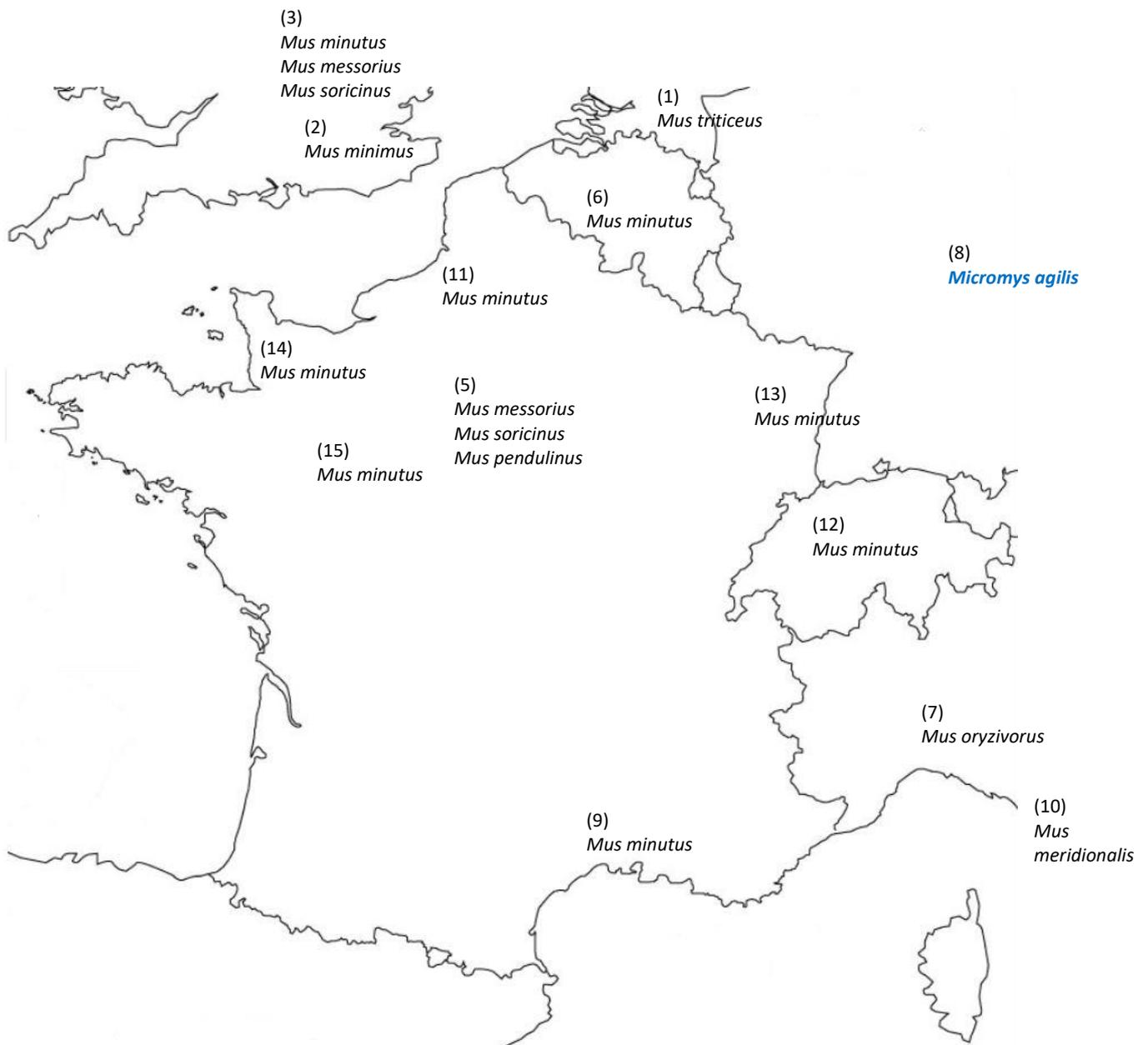
Pour achever cette revue des grands zoologistes du 19^{ème} siècle, il faut citer René-Primevère Lesson qui distingue lui aussi, en 1827, *Mus messorius*, *Mus soricinus* et *Mus minutus*. Et enfin, en 1859, Charles Darwin lui-même utilise le nom de *Mus messorius* dans son célèbre « De l'origine des espèces » pour décrire comment le Rat des moissons utilise sa queue pour grimper, bien qu'elle ne soit pas réellement préhensile d'après lui. On doit l'apparition du nom de genre *Micromys* à Johann Friedrich Anton Dehne (1787-1856), un pharmacien et naturaliste allemand, qui capture en 1841 un Rat des moissons aux environs de Dresde (Allemagne) : il le décrit comme *Micromys agilis*.

La taxonomie du Rat des moissons n'est toujours pas stabilisée au début du 20^{ème} siècle. En 1910, Trouessard énumère encore six taxons selon leur origine en Europe : *Mus minutus*, *Mus minutus agilis*, *Mus minutus campestris*, *Mus minutus minimus*, *Mus minutus pratensis* et *Mus meridionalis*, alors que Martin (1910) ne cite que *Mus minutus*. Cette même année, le mammalogiste irlandais Barrett-Hamilton (1871-1914) déclare que le Rat des moissons ne correspond qu'à une seule espèce, répandue de l'Angleterre au Japon : *Micromys minutus*. En 1912, le grand mammalogiste américain Gerrit Smith Miller (1869-1956) reconnaît deux sous-espèces au genre *Micromys*, à savoir *M. minutus soricinus* pour l'Angleterre et l'Europe de l'ouest, et *M. minutus pratensis* pour la Hongrie et la Roumanie. Dans sa faune de France, Perrier (1924) cite *Mus minutus* mais précise qu'il appartient au sous-genre *Micromys*. Il semble que la taxonomie se stabilise avec Didier et Rode (1935), qui ne reconnaissent que le taxon *Micromys minutus*. Hainard, en 1949, reprend cette dénomination, de même que Van den Brick (1967). Saint-Girons (1973) précise que c'est la sous-espèce *soricinus* décrite par Hermann en

1780 à Strasbourg, à queue relativement courte, qui occupe la France et le Bénélux.



Rat des moissons
(*Micromys minutus*)
par Paul Barruel (1970)



Carte 2 : Différentes espèces, décrites au 19^{ème} siècle en France et dans les pays limitrophes, se rapportant au Rat des moissons (classées par ordre chronologique de description ; leur position sur la carte correspond à la région étudiée par l'auteur, sauf (3) et (5)).

(1) Pieter Boddaert, 1785. (2) Gilbert White, 1789. (3) Georges Shaw, 1801. (4) Jean Hermann, 1804. (5) Frédéric Cuvier, 1826. (6) Edmond de Selys-Longchamps, 1839. (7) De Filippi, 1840. Lombardie. (8) Johann Friedrich Anton Dehne, 1841. Dresde. (9) Jean Crespon, 1844. (10) Oronzion Gabriele Costa, 1844. (11) F. Marcotte, 1860. (12) Victor Fatio, 1869. (13) Charles Gérard, (14) Henri Gadeau de Kerville, 1888. (15) René Martin et Raymond Rollinat, 1898.

A cause de son aire de répartition particulièrement étendue, le Rat des moissons a reçu également une vingtaine de dénominations à travers l'Eurasie, de niveau spécifique ou subs spécifique. Citons *Micromys minutus subobscurus* (Fritsche 1934) dans le nord de l'Allemagne, *Mus minutus fenniae* (Hilzheimer 1911) dans la région de Mäntsälä au sud de la Finlande, *Mus arundinaceus* (Petényi 1882) et *Mus pratensis* (Ockskay 1831) en Hongrie, *Micromys minutus mehelyi* (Bolkay 1925) en Bosnie, *Micromys minutus brauneri* (Martino 1930) en Serbie, *Mus minutus sarepta* (Hilzheimer 1911) de Sarepta sur la rive ouest de la Volga, *Mus minutus ussuricus* (Barrett-Hamilton 1910) proche de la rivière Oussouri dans le sud-est de la Sibérie, *Mus minutus batarovi* (Kastschenko 1910) à Irkoutsk au bord du lac Baïkal, *Mus minutus kytmanovi* (Kastschenko 1910) du lac Baïkal au sud de la Yakoutie, *Mus pygmaeus* (Milne-Edwards 1929) dans le Sichuan en Chine, *Micromys minutus japonicus* (Thomas 1906) dans la région de Kiushiu au Japon, *Micromys minutus aokii* (Kuroda 1922) sur l'île de Tsushima au sud-est du Japon, *Micromys minutus hondonis* (Kuroda 1933) dans la province de Izu au Japon et *Micromys minutus takasagoensis* (Tokuda 1941) à Taïwan.

***Micromys erythrotis*, une nouvelle espèce**

Micromys minutus était la seule espèce du genre *Micromys* jusqu'à ce qu'en 2009, une nouvelle espèce, *Micromys erythrotis* (fig. 4), soit proposée pour le nord du Vietnam et la province du Sichuan en Chine (Abramov et al. 2009). Les auteurs s'appuient sur l'analyse des gènes codant pour le cytochrome b, qui révèle une forte divergence (11,68 %) entre les individus de ces populations et le reste du monde. La morphologie crânienne relativement large, la denture différente et la couleur du pelage plus grise sur le dos vont également dans ce sens, de même que la queue plus longue, qui représente 120 % de la longueur du corps contre 82 à 95 % chez les populations du Paléarctique. Très récemment, en 2015, l'espèce *M. erythrotis* a été confirmée par la technique d'ADN barcoding sur des individus provenant du Sichuan (Chine) (Li et al. 2015). *Micromys* est donc aujourd'hui un genre monophylétique comprenant deux espèces.



Figure 4 : *Micromys erythrotis* ©Alexis Abramov

1.1.2.Taxonomie

Le Rat des moissons est un rongeur myomorphe (chez les myomorphes, les deux muscles masseter médial et latéral sont déplacés vers l'avant, les rendant aptes à ronger), appartenant à la super-famille des Muroïdés, famille des Muridés, sous-famille des Murinés.

Domaine : Biota

Règne : Animalia

Sous-Règne : Eumetazoa (Bütschli 1910)

Infra-Règne : Bilateria (Haeckel 1874)

Infra-Règne : Deuterostomia (Karl Grobben 1908)

Phylum : Chordata (Haeckel 1874)

Sous-Phylum : Craniata (Janvier 1981)

Infra-Phylum : Vertebrata

Super-Classe : Gnathostomata

Cladus : Euteleostomi

Cladus : Sarcopterygii (Romer 1955)

Super-Classe : Tetrapoda Goodrich, 1930

Cladus : Amniota (Haeckel 1866)

Classe : Mammalia (Linnaeus 1758)

Sous-Classe : Theria

Infra-classe : Eutheria

Ordre : Rodentia (Bowdich 1821)

Sous-Ordre : Myomorpha (Brandt 1855)

Super-Famille : Muroidea (Illiger 1811)

Famille : Muridae (Illiger 1815)

Sous-Famille : Murinae (Illiger 1811)

Genre : *Micromys* (Dehne 1841)

Espèce : *Micromys minutus* (Pallas, 1771)



© Jean-Michel Bompar

D'après l'INPN, référentiel taxonomique TAXREF v11.0 (6 décembre 2017)

Actuellement, Fauna Europaea distingue deux sous-espèces, *M. m. danubialis* (Simionescu 1971) et *M. m. minutus* (Pallas 1771), ainsi qu'un synonyme, *Mus minutus* Pallas 1771.

L'INPN reconnaît une seule sous-espèce pour la France : *M. m. minutus* (Pallas 1771).

Remarque : Les critères permettant de reconnaître la sous-espèce *M. m. danubialis* ne sont pas clairs. Au début des années 1970, les Rats des moissons du delta du Danube étaient considérés comme appartenant à une espèce distincte *Micromys danubialis* (Simionescu 1971), mais aucune différence caryotypique n'est ensuite venue confirmer ce taxon (Zima 1983) et les données morphométriques également ne supportent pas cette différenciation au niveau de l'espèce (Zima in Griffiths et al. 2004). En revanche, aucune référence ne permet d'expliquer sur quelles bases repose la distinction de sous-espèce *M. m. danubialis*.



Squelette de *Micromys minutus*
Individu entier scanné à l'Université Montpellier 2 (Institut des Sciences de l'Evolution)
© Pierre-Henri Fabre 2017

1.2. Répartition dans le monde

Une espèce eurasiatique

Le Rat des moissons présente une distribution particulièrement étendue, puisqu'il se rencontre à travers la majeure partie de la zone tempérée d'Europe et d'Asie : c'est une espèce eurasiatique (fig. 5).

Distribution en Asie

En Russie, on le trouve depuis la vallée de l'Ob dans le nord, jusqu'à la côte de la mer Noire au sud, la mer Caspienne et la frontière de l'Azerbaïdjan, depuis le nord du Kazakhstan et le sud de la Sibérie jusqu'au lac Baïkal, de l'est de la Sibérie à la côte Pacifique. Dans l'est de l'Asie, il vit en Corée et en Chine où on le trouve dans certaines régions de Mongolie, du Tibet, de Mandchourie et dans plusieurs provinces au sud du Yunnan et sur l'île de Taïwan. De là il s'étend à travers le nord du Vietnam et de l'Inde. Cependant, certaines anciennes données de Rat des moissons dans ces régions méritent d'être reconsidérées depuis que *Micromys erythotis* a été reconnu comme espèce à part entière. Au Japon, on le trouve sur les îles de Honshu, Kyushu et Shikoku, mais pas Hokkaido.

Distribution en Europe

Le Rat des moissons est présent dans presque toute l'Europe, excepté dans les régions de haute montagne. On le trouve depuis la Finlande vers le cercle polaire jusqu'aux régions méditerranéennes. Il atteint le nord de l'Espagne, des Asturies à la Catalogne, le sud de Naples en Italie et le nord de la Grèce jusqu'aux environs d'Istanbul. En Grande-Bretagne, il trouve sa limite au sud de l'Ecosse ; il est absent d'Irlande.

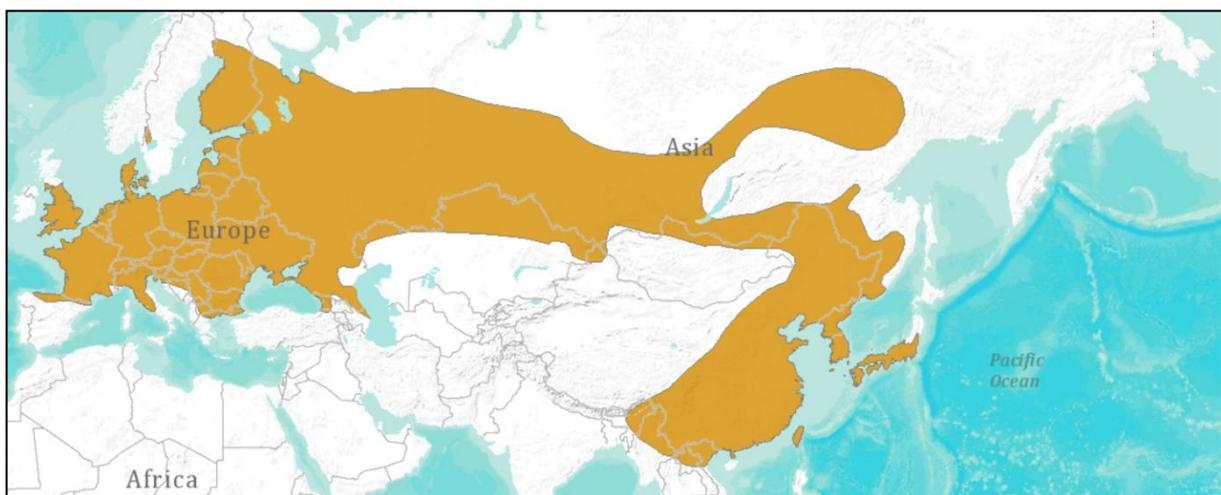


Figure 5 : Répartition du Rat des moissons (*Micromys minutus*) dans le monde © UICN 2017

1.3. Description, anatomie

1.3.1. Morphologie

Le plus petit rongeur d'Europe

Le Rat des moissons est le plus petit rongeur d'Europe, les adultes ne pesant que 6 à 8 grammes. Sa tête rappelle celle d'une souris mais elle est plus ronde, avec un museau plus aplati et des oreilles moins décollées et plus velues. Ses yeux ne sont pas proéminents et bombés comme ceux des mulots, mais plutôt petits (environ 3 mm de diamètre), ronds et noirs. Les oreilles ne sont pas grandes et translucides comme chez les mulots et les souris, mais petites et relativement dissimulées, dépassant seulement un peu du pelage. Elles sont velues et possèdent un grand lobe triangulaire, ou anti-tragus, qui couvre le canal auditif (Harris 1979a). Le bord supérieur est couvert de poils blancs et raides qui servent d'organe tactile.

La longueur de sa queue égale presque la longueur du corps et elle est un peu velue ; elle présente la particularité d'être légèrement préhensile dans le tiers apical, ce qui l'aide à se



© Jacques Gilliéron

déplacer sur les tiges les plus fines. La queue est recouverte de poils sombres et épars dessus, blancs dessous, et elle présente une petite touffe terminale. Elle compte 120 à 150 anneaux sur toute sa longueur (Harris 1979). Si un Rat des moissons est attrapé par sa queue, la peau ne s'en détache pas comme chez les mulots.

La couleur du dos est rousse chez les adultes, plus terne chez les juvéniles qui n'ont pas fait leur première mue. Le ventre est généralement blanc, mais on trouve des individus avec le ventre presque roux, en totalité ou en partie, ou avec une ligne rousse de la gorge à l'abdomen. En général, la démarcation est nette entre la couleur du dos et celle du ventre. Chaque poil de bourre individuellement est bicolore, les deux tiers inférieurs étant gris et le tiers supérieur orange ou roux. Il existe de rares individus albinos, tels que le rapportait déjà Sélis-Longchamps en 1839 : « ...en entier d'un jaune Isabelle très clair, avec une strie dorsale roussâtre fondue à gauche et à droite. Les yeux rouges et la base des poils entièrement blanche, indiquent suffisamment que ce n'est qu'un albinisme. ».

Les femelles possèdent huit mamelles, contre six chez les mulots et 10 chez les souris (Butet et Paillat 1998). Hors période de reproduction, on n'observe pas de dimorphisme sexuel évident, bien que les femelles arborent plus souvent que les mâles une superbe robe rousse. Le seul critère valable repose sur la distance anogénitale, plus grande chez le mâle mais peu facile à estimer sur un animal vivant (Corbet et Harris 1991).

1.3.2. Particularités anatomiques

Prêt pour les acrobaties

L'anatomie des phalanges des pieds du Rat des moissons est très particulière (fig. 6). Le tendon fléchisseur des cinq doigts présente un mécanisme de blocage quand la phalange médiane est pliée, grâce à un épaississement ventral du tendon (Haffner 1996). Ce mécanisme permet au Rat des moissons d'économiser son énergie quand il saisit de fines tiges ou des brindilles. Les coussinets à la surface de la sole plantaire renforcent la stabilité de la prise. En outre, par rapport à la longueur du pied, la longueur des doigts est plus grande chez le Rat des moissons que chez la Souris grise (*Mus musculus*), par exemple, ce qui indique une meilleure aptitude à la préhension (Ishiwaka et Mori 1999). Cette morphologie plantaire pourrait expliquer que le Rat des moissons préfère les végétations riches en fines tiges et évite les roselières matures où le diamètre des tiges de *Phragmites australis* dépasse 7 mm (Piechocki 1958).

Le Muscardin dispose du même mécanisme de blocage du tendon fléchisseur, mais il évolue sur des tiges plus épaisses et il présente une adaptation qui favorise plutôt la pression de la sole plantaire sur le support. Chez le Rat des moissons, ce mécanisme de blocage du tendon n'est présent qu'aux pattes postérieures.

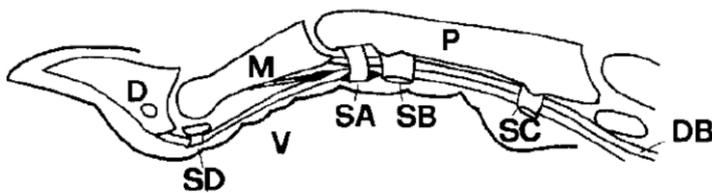


Figure 6 : Mécanisme de blocage du tendon de la deuxième phalange de la patte postérieure. Le contour du doigt et de la griffe est en trait épais, les épaississements des cellules fibro-cartilagineuses et du cartilage des tendons sont en noir. D, phalange distale ; M, phalange médiane ; P, phalange proximale ; DB, tendon du muscle court fléchisseur du doigt ; SA, SB, SC, gaines synoviales ; SD, gaine synoviale de l'os sésamoïde ; V, ligament élastique ventral. (d'après Haffner 1996).

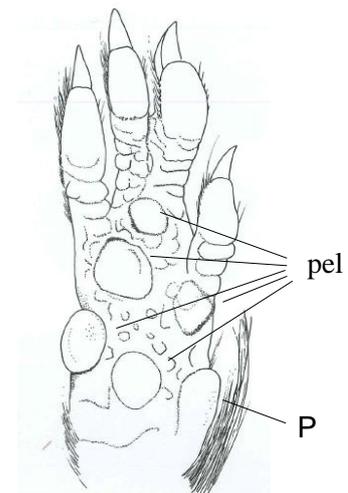


Figure 7 : Main droite de Rat des moissons, vue ventrale ; P, pouce ; pel, pelote (d'après Amori et al. 2008)

Aux pattes antérieures, les mains ont un pouce très réduit et elles présentent cinq tubercules – ou pelotes – qui, avec les doigts, forment une structure opposable fonctionnelle de préhension (fig. 7). Les deux tubercules proximaux, proches du petit pouce, s'opposent aux trois autres tubercules à la base des doigts II-V quand la main saisit une tige mince (Amori et al. 2008).

Une queue semi-préhensile

Le caractère préhensile d'un organe (un membre, la langue ou toute partie du corps d'un animal) est défini par l'application d'une force efficiente sur un objet pour accomplir une tâche (Mackenzie et Iberall 1994). Pour la queue, les études concernent les primates pour lesquels la définition de Emmons et Gentry (1983) est généralement adoptée (Strasser et al. 1998) : « *une queue préhensile peut supporter seule le poids du corps suspendu ; une queue semi-préhensile peut s'enrouler autour d'une branche et supporter une partie, mais pas la totalité, du poids du corps* ».

Par conséquent, chez le Rat des moissons, la queue est semi-préhensile car il n'est pas capable de se suspendre seulement avec elle. Darwin (1859) faisait déjà cette constatation : « *Le professeur Henslow a gardé en captivité quelques Rats des moissons (Mus messorius), dont la queue, qui par sa conformation ne peut pas être placée parmi les queues préhensiles, leur servait cependant souvent à monter dans les branches d'un buisson placé dans leur cage, en s'enroulant autour des branches. ... Si le Rat des moissons avait été plus strictement conformé pour habiter les arbres, il aurait peut-être eu la queue munie d'une structure préhensile, comme c'est le cas chez quelques membres du même ordre.* »

Cette queue lui est très utile. Quand il s'immobilise, il l'enroule autour de fines tiges et elle lui sert alors de cinquième membre, ce qui lui permet de garder ses pattes antérieures libres pour construire son nid, se nourrir ou toute autre activité au-dessus du sol ; quand il descend, il utilise sa queue comme un frein en l'enroulant autour des feuilles ou des tiges (fig. 8) ; quand il grimpe verticalement, le Rat des moissons maintient sa queue raide derrière lui, à la manière d'un balancier.



Figure 8a : Le Rat des moissons peut utiliser sa queue pour se stabiliser © Q. Martinez

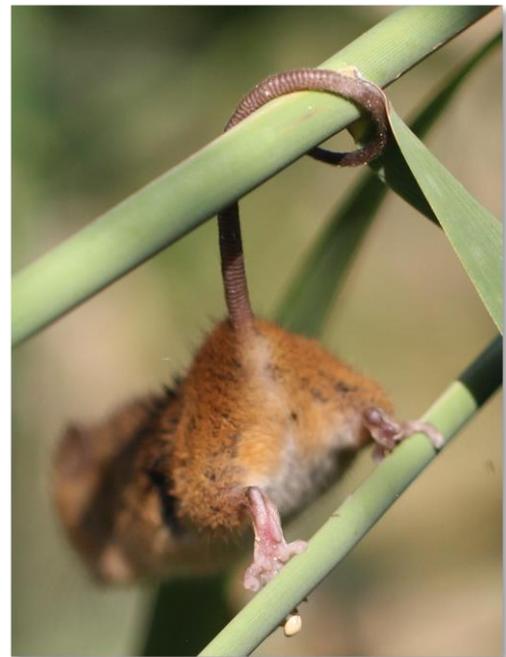


Figure 8b : ... ou comme un frein
© E. Schloesing

Il existe d'autres mammifères en Europe qui possèdent une queue semi-préhensile, à des degrés divers : le Muscardin (*Muscardinus avellanarius*) et la Siciste des bouleaux (*Sicista betulina*) en sont munis et, dans une moindre mesure, le rat noir (*Rattus rattus*) et la Souris grise (*Mus musculus*), qui sont également capables d'appliquer leur queue de façon lâche autour d'un support.

Un cœur d'athlète

Le Rat des moissons possède un véritable cœur d'athlète. Celui-ci est proportionnellement plus gros que celui des mammifères de plus grande taille et, au repos, il est plus lent de 66 % par rapport aux valeurs théoriques applicables à un animal de 7 g (Mover et Ar 1995). Cependant, son rythme cardiaque peut atteindre des pointes à 1 111 pulsations / min, comparables à celles enregistrées chez la Musaraigne pygmée (*Sorex minutus*) qui ne pèse que 4 g (Vornanen 1992).

Un cerveau performant

Le cerveau des mammifères comporte une région impliquée dans la mémoire et la navigation dans l'espace : l'hippocampe. Chez le Rat des moissons, l'hippocampe occupe 16,2 % du volume du télencéphale, soit 4,6 % de plus que chez la Souris grise (*Mus musculus*) (West 1990). Cette particularité du cerveau pourrait indiquer que le Rat des moissons possède des aptitudes spécifiques pour se repérer dans l'espace, ce que certains auteurs mettent en relation avec son mode de vie épigé, avec des déplacements dans les trois dimensions (Schuster et al. 2017).

1.3.3. Données biométriques

Valeurs moyennes

Les données pondérales recensées dans la littérature doivent être prises avec précaution car il n'est pas précisé, en général, si les femelles gestantes et les juvéniles font partie des lots, ce qui peut modifier les moyennes et les limites pondérales des valeurs spécifiques citées. La même remarque s'applique aux juvéniles pour les données de taille des individus (tab.1). En Europe occidentale, le poids moyen des Rats des moissons adultes varie de 6 à 8 g, avec des différences selon les régions et probablement les habitats occupés.

Tableau 1 : Données biométriques moyennes recensées dans la littérature

	n	Moyenne	Limites	Source
Poids (g)	182	6,0	4,3 – 8,2	Southwick (1956)
	137	6,1	4,2 – 10,2	Rowe (1958)
	55	6,3	4,8 – 8,4	Van Bree et Maasen (1962)
	105 *	6,3	3,5 – 9,0	Koskela et Viro (1976)
	32	5,5	4,5 – 6,9	Butet et Paillat (1998)
	37	6,5	n.d.	Padilla (1999)
	10	9,6	7,9 – 10,6	Haberl et Kryštufek (2003)
	298 **	7,9	6,0 – 13,3	Darinot (non publié)
Tête + corps (mm)	182	58,7	52 – 69	Southwick (1956)
	119	57,1	50 – 69	Rowe (1958)
	32	57,9	57 - 70	Van Bree et Maasen (1962)
	21	59,2	48 – 75	Saint-Girons (1973)
	37	58,5	n.d.	Padilla (1999)
	154 ***	62,7	51 – 75	Darinot (non publié)
Queue (mm)	119	53,2	45 – 66	Rowe (1958)
	32	53,1	47 – 65	Van Bree et Maasen (1962)
	21	54,0	39 – 65	Saint-Girons (1973)
	37	51,7	n.d.	Padilla (1999)
	154 ***	59,9	48 – 71	Darinot (non publié)
Pied postérieur (mm)	18	13,7	12 – 15	Saint-Girons (1973)
	32	13,7	12,5 – 15	Van Bree et Maasen (1962)
	37	13,9	n.d.	Padilla (1999)
	154 ***	13,8	11 – 15,3	Darinot (non publié)

* seuls les mâles (adultes et juvéniles) sont conservés. ** seuls les mâles adultes sont conservés (poids ≥ 6 g), les femelles ne figurent pas dans ce tableau car la gestation entraîne de fortes variations pondérales. *** pour les mâles et femelles adultes seulement (≥ 6 g). n.d. donnée non disponible

Valeurs maximales

Trout (1978a) rapporte qu'une femelle gestante peut atteindre un poids de 15,6 g juste avant la mise-bas, mais dans le marais de Lavours (Ain), les poids maximaux relevés sont plus importants.

Tableau 2 : Poids maximum relevés dans le marais de Lavours

	2012	2013	2014	2015
Femelles				
n	32	93	101	97
poids maximum (g)	18	18,5	17	16,2
Mâles				
n	68	106	110	184
poids maximum (g)	12	12	12,7	13,3

Perte de poids hivernale

Le poids des Rats des moissons varie selon la saison. En hiver, certains individus s'amaigrissent considérablement, alors que d'autres non. Dans le marais de Lavours, quelques données pondérales ont été collectées à l'occasion d'une étude hivernale :

- une femelle qui pesait 6,0 g le 23.10.2015 ne pesait plus que 5,0 g le 04.02.2016 (17 % de perte de poids) ;
- une femelle de 6,6 g le 22.10.2015 ne pesait plus que 4,8 g le 01.03.2016 (27 % de perte de poids) ;
- un mâle de 6,2 g le 01.03.2016 prend 1,7 g en cinq jours en passant son temps dans les pièges INRA à manger des graines (fig. 9) !

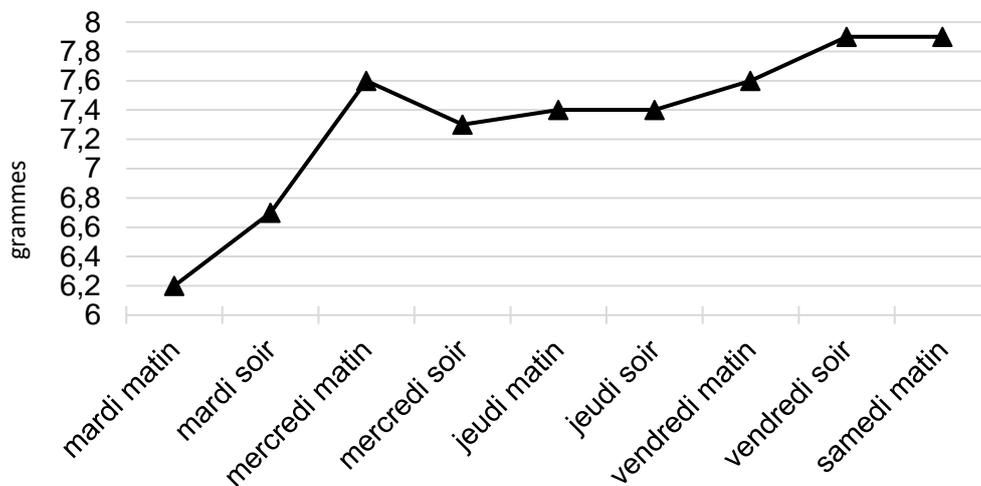


Figure 9 : Evolution du poids du mâle « Q » du mardi 1^{er} au samedi 5 mars 2016, nourri *ad libitum* avec un mélange de graines pour oiseaux d'hiver (marais de Lavours, F. Darinot non publié).

Incertitudes sur l'âge à la maturité sexuelle

La maturité sexuelle chez le Rat des moissons est peu documentée dans la littérature. Elle pourrait dépendre fortement du climat et des ressources alimentaires (Frank 1957). Selon les auteurs, un Rat des moissons devient sexuellement mature à un mois et demi (Sleptsov 1947), à 40 – 50 jours (Piechocki 1958), alors que Trout (1978b) repousse la maturité à 60 jours. En captivité, les femelles sont plus précoces que dans la nature et Harris (1979a) rapporte qu'une femelle a mis bas pour la première fois à l'âge de 52 jours seulement, ce qui signifie qu'elle s'est accouplée à l'âge d'environ 35 jours. Kubik (1952) observe un développement des testicules important aux environs de 40 jours. Les mensurations des Rats des moissons venant d'acquérir la maturité sexuelle varient énormément en Europe. En Finlande, Koskela et Viro (1976) rapportent que la plus petite femelle gestante (avec cinq embryons) sur 123 femelles mesurait 55 mm de long (tête + corps) et pesait 5,5 g. Dans le marais de Lavours, sur 291 femelles, la plus petite femelle gestante mesurait 61 mm et pesait 6,0 g. Il semblerait que les individus sexuellement matures du lac Neusiedl en Autriche soient encore plus gros avec un poids minimal de 7,9 g calculé sur 16 individus (Haberl et Kryštufek 2003) !

1.3.4. Morphologie crânienne et denture

Le Rat des moissons a la grosse tête

Le Rat des moissons possède un crâne assez volumineux relativement à sa taille. La masse de son cerveau représente environ 10 % de sa masse corporelle (Wcislo 2012) : il est aussi lourd que celui d'une Souris grise qui est pourtant trois fois plus grosse (Harris 1979b). Le crâne, typique des Murinés (rats, souris et mulots), est plus allongé que celui des campagnols (Arvicolinés) et présente des apophyses zygomatiques qui s'écartent peu du crâne (fig. 11abc).

Des mesures de force de morsure chez le Rat des moissons ont été pratiquées à l'Institut des sciences de l'évolution (Université de Montpellier, laboratoire de Pierre-Henri Fabre). Calculée sur six individus adultes, pour un poids moyen de 7,1 g, la force de morsure moyenne est égale à 2,17 N +/- 0,38 (P.H. Fabre, non publié). Cette technique est totalement indolore pour les Rats des moissons soumis à ce test (fig. 10).



Figure 10 : Mesure de force de morsure chez un Rat des moissons, réalisée à l'Université Montpellier 2 (Institut des Sciences de l'Evolution, laboratoire de Pierre-Henri Fabre)

© Q. Martinez

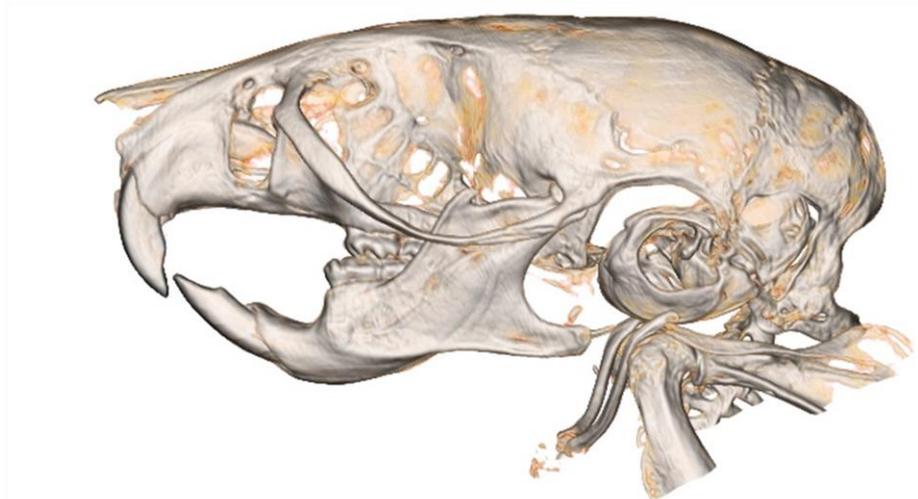


Figure 11 a : Crâne de *Micromys minutus*, vue de profil ; individu scanné à l'Université Montpellier 2 (Institut des Sciences de l'Evolution) © Pierre-Henri Fabre 2017



Figure 11 b : Crâne de *Micromys minutus*, vue de face ; individu scanné à l'Université Montpellier 2 (Institut des Sciences de l'Evolution) © Pierre-Henri Fabre 2017



Figure 11 c : Crâne de *Micromys minutus*, vue dorsale ; individu scanné à l'Université Montpellier 2 (Institut des Sciences de l'Evolution) © Pierre-Henri Fabre 2017

Critères pratiques de détermination

En pratique, certains critères morphologiques sont très discriminants et faciles à utiliser pour reconnaître un crâne de Rat des moissons. Vu la taille d'un crâne de *Micromys*, les confusions les plus communes concernent les souris (*Mus musculus* et *Mus spretus*). Considérons le cas de restes osseux trouvés dans une pelote de réjection d'un rapace.

☉ le crâne est souvent cassé et fragmenté, mais la partie antérieure du crâne reste généralement entière jusqu'à la suture coronale : observer la forme de **l'arcade zygomatique** et la **plaque zygomatique** (fig. 12)

- *le bord antérieur de l'arcade zygomatique est droit ou concave, surtout dans la partie supérieure (Raczynski 1961),*
- *la plaque zygomatique est peu développée et peu distincte, par rapport à la souris par exemple (Poitevin comm. pers.),*
- *l'incisive supérieure ne comporte pas d'encoche, contrairement à la souris*

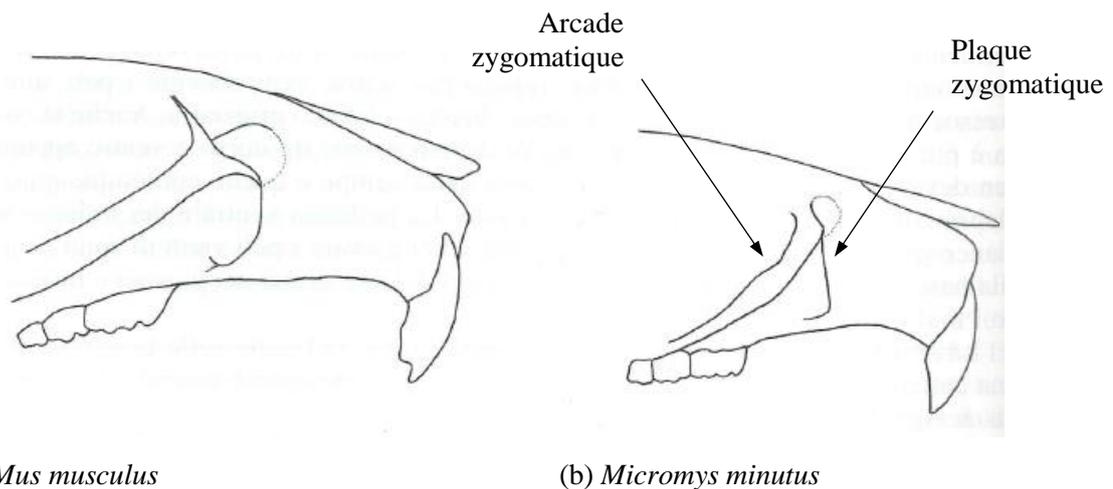


Figure 12 : Vue latérale antérieure d'un crâne de Souris grise (a) et de Rat des moissons (b) (d'après Amori et al. 2008).

☉ Les mandibules sont souvent à part : observer la **1^{ère} molaire inférieure** et le **foramen mandibulaire** (fig. 13)

- *sur la M₁ (1^{ère} molaire inférieure), le premier tubercule est nettement détaché, plus petit que les autres et moins proéminent,*
- *sur le diastème des mandibules, un foramen est très visible en position dorsale ; il est en position latérale intérieure chez la souris (c'est un très bon critère si les dents sont usées !)*

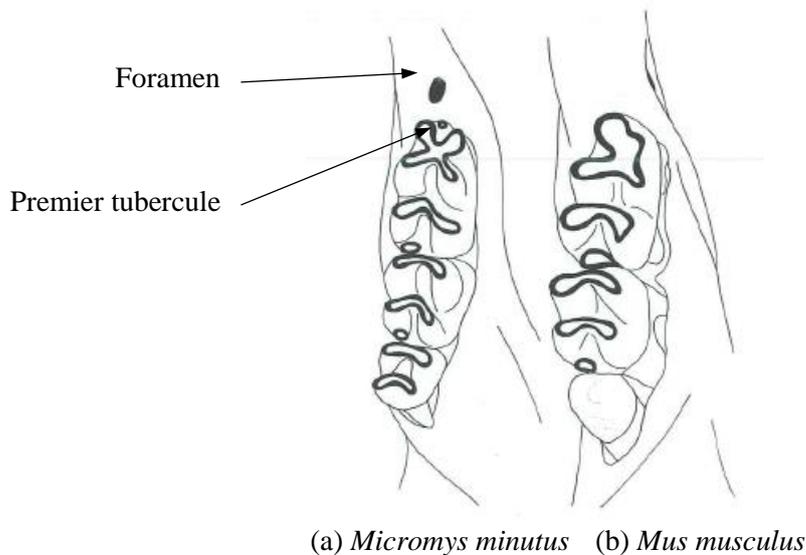


Figure 13 : Demi-mandibule droite de Rat des moissons (a) et de Souris grise (b) (d'après Amori et al. 2008).

☺ Si la partie postérieure du crâne existe, observer **les molaires supérieures** (fig. 14 et 15)

- la rangée de molaires supérieure ne mesure que 2,8 à 3,5 mm chez l'adulte (mais cette longueur varie avec la taille des individus qui sont plus grands dans l'est de l'Europe),
- la première molaire supérieure M^1 possède cinq racines (3 racines chez la souris, 4 chez les mulots) – attention la première molaire inférieure M_1 en possède trois.

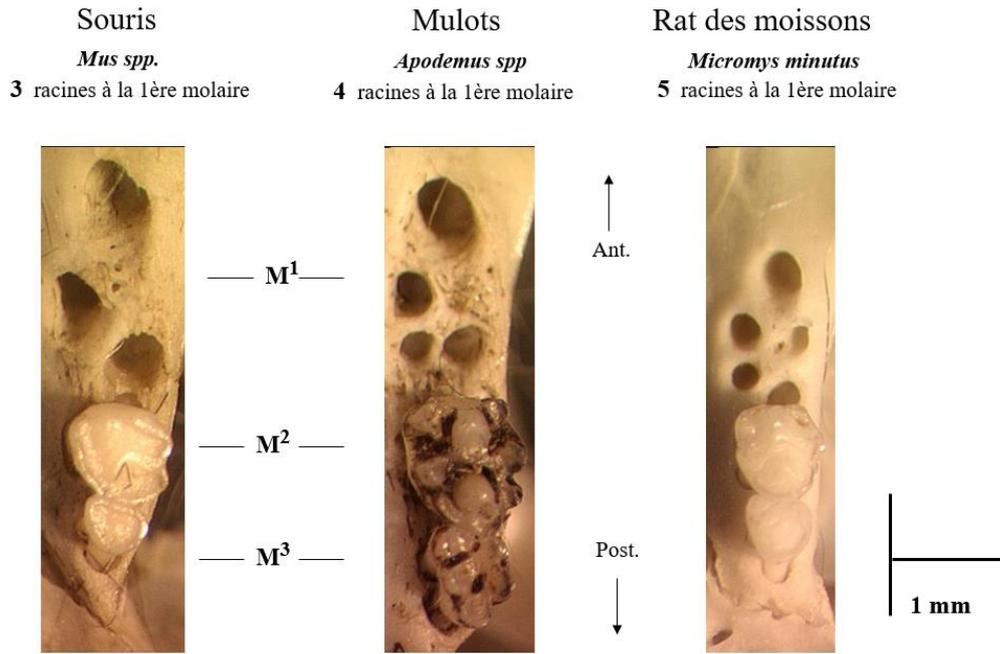


Figure 14 : Empreintes des 5 racines de la M^1 dans l'os de la mâchoire supérieure
Faune-aquitaine.org Version 1.1 (2011)

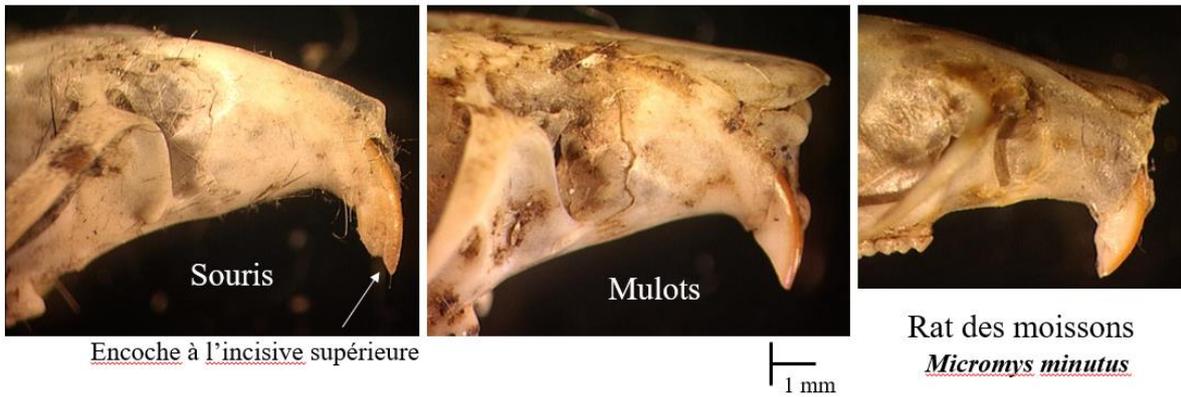
On trouve d'autres critères dans la littérature, mais ils ne sont pas faciles à utiliser :

- les molaires M^1 possèdent un tubercule en position postérieure interne (t7),
- les os pariétaux ne se terminent pas en pointe comme chez la Souris grise (*Mus musculus*), les foramens incisivaires ne dépassent pas la M^1 , large foramen infraorbital, maxillaire sans apophyse latérale (Marchesi et al. 2008).

Rangées dentaires supérieures des petits Muridés



Profil antérieur du crâne de trois Muridés



Mandibules de trois Muridés (Profil interne gauche)

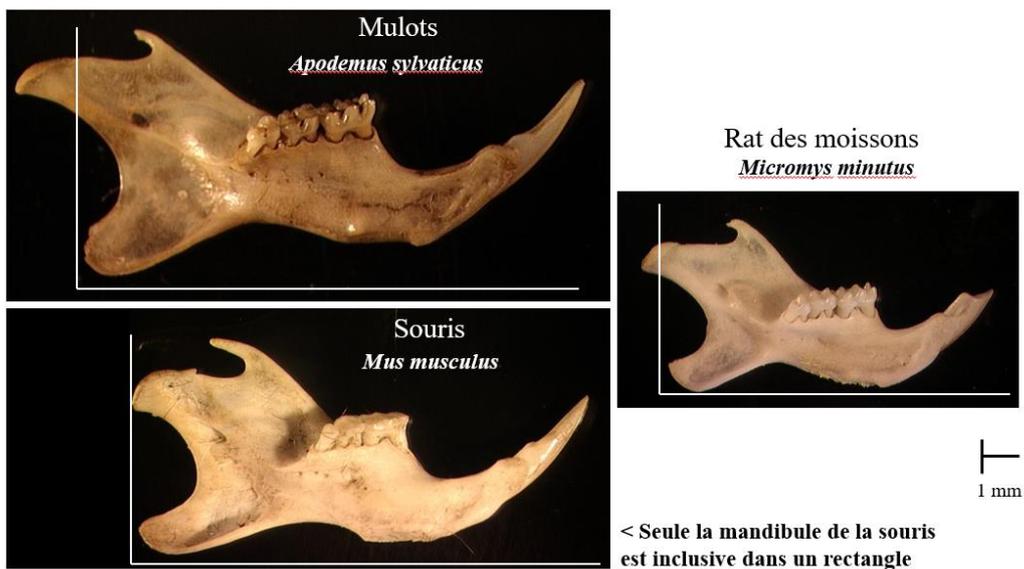


Figure 15 : Comparaison du crâne et de la denture de mulot, souris et Rat des moissons (collection privée de Alain Butet, avec son autorisation)

1.3. Génome

Caryotype

Le Rat des moissons possède 68 chromosomes, c'est-à-dire que $2N$ (nombre diploïde) = 68 (Jüde 1981) : c'est l'un des plus élevés parmi les rongeurs. En effet, chez les Murinés, le nombre diploïde moyen est 40 et seulement 4 % des espèces ont un nombre diploïde supérieur à 60 (Lin et al. 2013). Le caryotype comporte 1 paire de longs chromosomes métacentriques, 1 paire de petits chromosomes submétacentriques et 31 paires de chromosomes acrocentriques (Fig. 16). Les chromosomes X et Y sont acrocentriques.

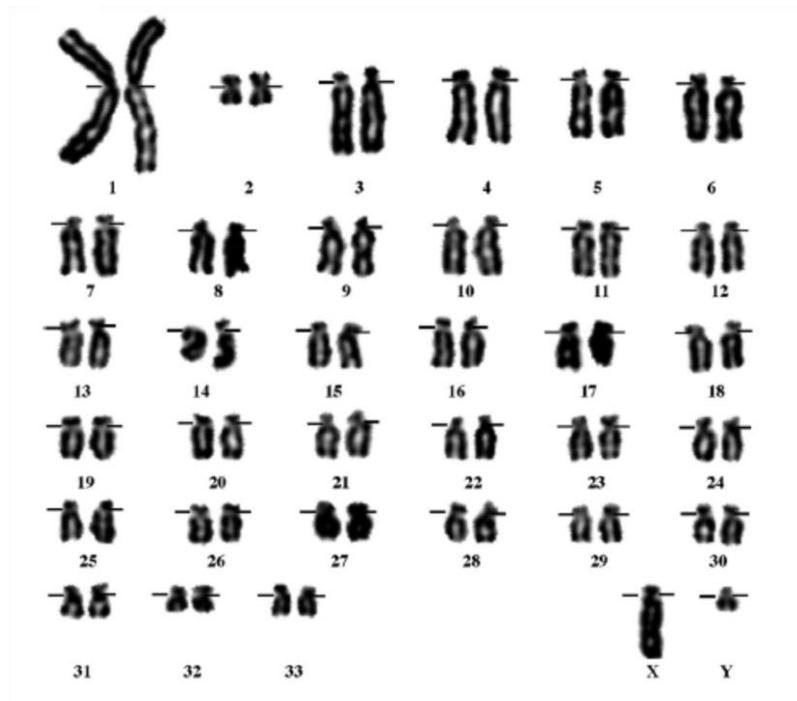


Figure 16 : Caryotype de *Micromys minutus* avec position des centromères (Lin et al. 2013)

Un génome encore méconnu

La base de données de séquences génétiques Genbank (www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank) contient 221 séquences de *Micromys minutus* en avril 2017. Parmi ces séquences, 83 concernent le gène du cytochrome *b* mitochondrial, 74 la région de contrôle de l'ADN mitochondrial et seulement 22 sont des microsatellites (auxquels il faut ajouter les neuf microsatellites décrits par Lepetitcorps, Darinot, Arnal et Montgelard au CEFÉ à Montpellier en 2016 – non publié). Par comparaison, Genbank comporte 1 620 séquences d'ADN de *Microtus arvalis* et 1 842 586 séquences de *Mus musculus* : le génome du Rat des moissons reste donc à découvrir.

Le génome complet de l'ADN mitochondrial du Rat des moissons a été séquencé par Jing et al. (2015) : sa taille est de 16 232 paires de bases et il se compose de 33,6 % d'adénine, 29,1 % de thymine, 24,8 % de cytosine et 12,5 % de guanine.

Des outils moléculaires balbutiants

Peu d'outils moléculaires ont été développés pour l'étude des populations de rat des moissons. Les gènes codant pour le cytochrome b (1140 pb) et pour la région de contrôle (842-851 pb) ont été les premiers étudiés, dans des échantillons répartis sur toute l'aire de répartition, de l'Europe de l'Ouest jusqu'au Japon (Yasuda et *al.* 2005) : le but était d'étudier la phylogéographie de l'espèce. Pour la génétique des populations, les microsatellites sont encore peu utilisés, avec l'identification d'un petit nombre de loci polymorphes. Ainsi, Jiang et Lin (2009) ont-ils décrit sept microsatellites dans une population de Taiwan ; en 2016, Lepetitcorps, Darinot, Arnal et Montgelard ont décrit neuf nouveaux microsatellites issus d'individus d'Allemagne et de France. Aucun autre outil moléculaire n'existe actuellement, même si certains laboratoires envisagent d'utiliser le polymorphisme nucléotidique, qui correspond à la variation d'une seule paire de bases du génome et qui a donné la méthode des SNP, en plein essor actuellement.

1.4. Biologie et physiologie

1.5.1. Croissance et développement

Des nouveaux nés minuscules

Les Rats des moissons naissent aveugles et complètement nus, avec une peau rose et ridée. Ils sont minuscules : ils pèsent entre 0,6 et 1 g, la longueur tête et corps mesure 22 mm, la queue 9 mm et le pied postérieur 5 mm (Paillat et Butet 1988). Théoriquement, il est possible de sexer les individus, puisque la distance ano-génitale est de 1,5 mm chez le mâle et de 1 mm chez la femelle. La tête est grosse, les oreilles sont comprimées en arrière et la queue est repliée sous le ventre. Si les nouveaux nés sont pris en main au cours des deux premiers jours, ils peuvent crier très fort, après quoi ils demeurent silencieux même s'ils sont dérangés (Harris 1979a).

Un développement accéléré

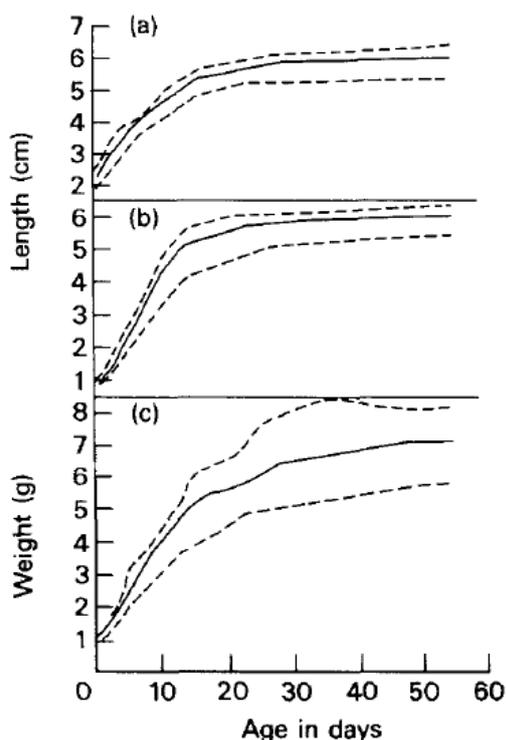


Figure 17 : Accroissement de la taille du corps (a), de la longueur de la queue (b) et du poids (c) (Trout 1978a)

Le développement d'un jeune Rat des moissons est plus rapide que celui d'une Souris grise ou d'un mulot sylvestre ; l'augmentation quotidienne de son poids est d'environ 15 % au cours des deux premières semaines de leur vie (fig. 17). A l'âge d'un jour, le jeune Rat des moissons a pris une couleur bleu-gris foncé sur le dos et sur le dessus de la tête, avec une couleur plus claire sur les flancs et un ventre rosâtre. Le canal auditif est clos et l'animal ne peut entendre (Trout 1978a). Bien que le rat nouveau-né soit nu, il possède quelques minuscules poils sur les lèvres qui doivent être sensibles et qui lui servent probablement à trouver les tétines de sa mère (Harris 1979a).

Le deuxième jour, le dos du jeune Rat des moissons se couvre d'un duvet sombre et de petites écailles, et quelques poils clairs apparaissent sur le ventre.

Le troisième jour, les poils commencent à apparaître. Les jeunes sont capables de ramper dans le nid.

Le quatrième jour, la tête et le dos sont couverts de poils brun orangé et les écailles sont toujours visibles sur la peau. Les écailles deviennent visibles sur la queue. Le conduit auditif s'ouvre. Le jeune est capable de crier s'il est dérangé.

Au cinquième jour, le dos est recouvert d'un court pelage brun mais la peau est toujours écaillée. Le pelage est blanc sur le ventre et les flancs. A ce stade, le jeune a doublé de poids et ses mouvements sont plus assurés. Bien qu'il soit encore aveugle, il peut courir sur de courtes distances, tout tremblant.

Le sixième jour, la partie centrale du ventre se couvre d'une fourrure claire. Le jeune commence à faire des mouvements de toilette en frottant ses yeux et son nez avec ses deux pattes antérieures. Il est maintenant capable de réaliser de petits sauts et de s'éjecter du nid en urgence et de grimper dans la végétation alentour. Entre six et onze jours, mais parfois avant, les jeunes peuvent adopter une posture rigide qui permet à leur mère de les transporter si elle doit les déplacer vers un autre nid. Cette rigidité est provoquée par la femelle quand elle les attrape par la peau entre ses dents ; on peut aussi la déclencher quand on saisit un jeune entre pouce et index (Harris 1979a). La mère tient normalement le jeune par le dos ou le cou, mais parfois elle le saisit par un autre endroit du corps. Quand elle le repose, le jeune va demeurer raide pendant plusieurs secondes, un comportement qui peut être utile à la femelle si elle doit ajuster sa prise pendant le transport.

A sept jours, le ventre est complètement recouvert de fourrure et à huit jours la face interne de ses membres devient aussi velue. La plupart des jeunes acquièrent la vision au huitième jour. L'extrémité des incisives traverse la gencive, les incisives inférieures en premier. Le jeune Rat des moissons commence à devenir menaçant quand il est dérangé, allongé sur son dos et exhibant ses dents ; en même temps, il peut exécuter des mouvements de grattage avec ses pattes. A ce stade, les Rats des moissons pèsent entre 2 et 2,5 g et mesurent de 26 à 35 mm de la tête à la base de la queue, celle-ci mesurant 20 mm.

Bien que la femelle continue à allaiter ses petits jusqu'à ce qu'elle les abandonne, à neuf jours elle commence aussi à les nourrir avec des aliments solides, par régurgitation (Ishiwaka et Mōri 1998). La femelle ne possède pas d'adaptation morphologique pour stocker des aliments dans sa bouche, comme les abajoues des tamias et des hamsters, et ces aliments régurgités proviennent directement de l'estomac. Ce mode d'alimentation des jeunes est complémentaire de la lactation et peut réduire la dépense énergétique chez la femelle allaitante.

A onze ou douze jours, les jeunes sortent du nid : leurs mouvements sont sûrs, la queue fonctionne comme un balancier et peut s'accrocher aux tiges des végétaux. Ils commencent aussi à se gratter et à faire leur toilette avec leurs pattes antérieures. Bien qu'ils continuent à téter et à prendre de la nourriture mâchée par leur mère, ils commencent à manger de la verdure et des graines molles. Ils se mettent aussi à boire de l'eau. Le jeune Rat des moissons répond maintenant à de nombreux stimuli, comme des bruissements qui le poussent à se jeter au sol et à se disperser à travers la végétation dense. Quand la perturbation cesse, ils remontent dans leur nid.

Agés de quinze ou seize jours, les jeunes deviennent indépendants. Ils mesurent 85 % de leur taille adulte et pèsent 65 % de leur poids adulte. Le taux de croissance a diminué de moitié par rapport aux deux semaines précédentes et à ce stade la femelle arrête de les allaiter ; ses glandes mammaires cessent d'être actives. Elle peut alors être gestante d'une nouvelle portée et elle abandonne les jeunes. Elle sélectionne un nouveau site pour la future portée, souvent proche du précédent, et commence à construire un nouveau nid de mise-bas. Pendant ce temps, les jeunes Rats des moissons sont de plus en plus actifs en dehors du nid, mangeant beaucoup de feuilles et buvant davantage d'eau pour compenser le manque de lait. Les jeunes restent encore près du nid un jour ou deux, puis ils finissent par se disperser, vers l'âge de 17-18 jours. Les molaires

sont alors complètes (Trout 1978a). Il est possible qu'à la fin de sa gestation, la femelle repousse les jeunes loin du lieu de nidification, mais cela reste à vérifier.

Une queue rapidement opérationnelle

La période d'allaitement étant brève (15 ou 16 jours), les jeunes Rats des moissons doivent rapidement acquérir leur aptitude à grimper aux tiges. Cela se fait par étapes : mains préhensiles à 3-7 jours, pieds préhensiles à 6-9 jours, position quadrupède à 6-11 jours, queue semi-préhensile à 10-11 jours (fig. 18) et redressement à 10-12 jours (Ishiwaka et Mori 1999). Ainsi, les jeunes Rats des moissons sont-ils capables de grimper aux tiges avant la fin de leur allaitement.

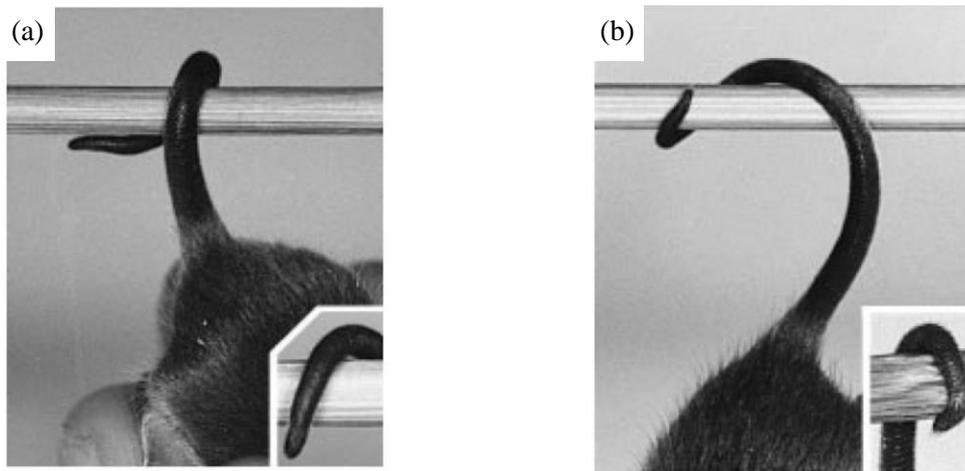


Figure 18 : Test de la préhension de la queue (Ishiwaka et Mori 1999). A sept jours (a), l'extrémité de la queue du jeune Rat des moissons ne touche pas la tige, alors qu'elle est en contact à 10 jours (b).

La mue, un phénomène complexe

Les Rats des moissons nouveaux-nés acquièrent leur première fourrure à huit jours, puis la première mue du juvénile survient à l'âge d'un mois et peut durer de deux semaines à deux mois (Viro et Koskela 1978). La première mue vers le pelage adulte peut générer soit un pelage d'été, ou d'hiver, selon la saison à laquelle est né l'individu. Cependant, les naissances étant plus nombreuses en été et au début de l'automne, on trouve surtout des individus qui effectuent leur première mue d'adulte vers un pelage d'hiver.

Chez les femelles, la mue n'intervient généralement pas pendant la gestation et l'allaitement, à cause de l'action des hormones ; on peut ainsi observer un retard de mue des femelles par rapport aux mâles en automne.

Chez le Rat des moissons, le modèle de mue est différent de celui de la majorité des autres Muridés : les modèles céphalique (la mue part de la queue et progresse vers la tête) et caudal (la mue va dans le sens opposé) prédominent contrairement au modèle dorsal (la mue se répand depuis l'échine dorsale), plus commun. La mue progresse en chevron ou en ligne, donnant lieu à des pelages bicolores chez les individus qui acquièrent leur première fourrure d'adulte (fig. 19) !



Figure 19 : Mue céphalique d'un mâle de 8,3 g. Marais de Lavours, 24 octobre 2015. © F. Darinot. La flèche indique le sens de progression de la mue, le pelage juvénile étant plus terne

Conséquence de la mue d'automne, le pelage d'hiver est plus long de 9 à 15 % que le pelage d'été et 15 % plus dense, ce qui favorise la thermorégulation (Viro et Koskela 1978).

Une vie courte

L'espérance de vie maximale en captivité est de cinq ans (Trout 1978b), alors que dans la nature, elle serait de 16-18 mois (Kubik 1952). Dans le marais de Lavours, une femelle capturée le 01.04.2014 (7,9 g) est reprise un an plus tard, le 28.04.2015 (9,8 g) : comme elle était forcément née avant l'hiver 2013-14, elle était donc âgée de 18 mois au minimum ! Cependant, la durée de vie moyenne depuis la naissance ne serait que de six mois pour la majorité des individus (Trout 1978b). La survie en hiver reste à préciser, car les valeurs rapportées par certains auteurs, 1,1 % (Kubik 1952) et 4,4 % (Koskela et Viro 1976), paraissent incompatibles avec la pérennité d'une population.

1.5.2. Métabolisme

Plus c'est petit, plus ça consomme d'énergie !

Le métabolisme et les besoins énergétiques du Rat des moissons ont été détaillés par Smirnov (1957a, b), Cross (1967), Grodzinski et Gorecki (1967), Gorecki (1971) et Tegowska (1991). Le rapport de la surface sur le volume chez le Rat des moissons est très défavorable. En effet, la surface corporelle d'un Rat des moissons adulte est estimée à 38 cm² (Gorecki 1971), pour une masse moyenne de 7 g. Si l'on considère que la masse volumique d'un animal est égale à 1, le volume du corps est égal à 7 cm³. Par conséquent, le rapport de la surface sur le volume atteint la valeur de 5,4, alors que chez le Mulot à collier (*Apodemus flavicollis*) par exemple, qui pèse 30 g, ce rapport est d'environ 2,5. Le budget énergétique quotidien d'un rat des moissons est élevé, égal à 1,07 kcal / g / jour. Les Rats des moissons n'hibernent pas en hiver et ils restent actifs, mais Gorecki (1971) estime que le budget énergétique quotidien varie peu entre l'hiver et l'été, car les dépenses en énergie sont aussi fortes : en été, les individus dépensent autant d'énergie pour se reproduire qu'en hiver pour la thermorégulation, en prenant comme hypothèse qu'ils s'abritent dans un environnement à 0 °C.

La petitesse du Rat des moissons est un handicap pour le maintien de sa température corporelle, et notamment de son cerveau (Tegowska 1991). En effet, chez les mammifères, la température cérébrale est d'autant plus dépendante de la température extérieure que la masse corporelle est faible. Chez le Rat des moissons, la température du cerveau peut varier de 34,3 à 37,4 °C, quand la température extérieure passe de 15 à 30 °C. A titre de comparaison, chez le Lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*), cette température varie seulement d'un dixième de degré, passant de 39,3 à 39,4 °C. Par ailleurs, chez un mammifère pesant quatre grammes, quand la différence de température entre le corps et l'extérieur est de 10 °C, le maintien de sa température corporelle nécessite un apport d'énergie estimé à 138,6 kJ/h, ce qui signifie qu'il utilise 0,0138 g de graisse pendant 1 h, soit 0,35 % de sa masse corporelle (Hansel et al. 1973). Ceci est en accord avec Cross (1967), qui estime qu'un Rat des moissons doit ingérer quotidiennement de 1,04 à 2,30 kcal/g de masse corporelle en moyenne. Le Rat des moissons présente donc des besoins énergétiques élevés, ce qui peut expliquer qu'il soit actif même le jour (Butet et Paillat 1998).



Figure 20 : Rat des moissons entrant dans un nid (4 janvier 2017, 22:59, température de l'air 0° C) © F. Darinot

Il faut limiter les pertes de chaleur

Les micromammifères limitent la perte de chaleur en s'exposant aux rayons du soleil, en se regroupant pour favoriser la thermorégulation et en construisant des nids. La réduction de la température corporelle peut aussi contribuer à diminuer les pertes de chaleur. Chez le Rat des moissons, la thermorégulation sociale en hiver est attestée par certaines observations de terrain, mais elle ne semble pas obligatoire. Il faut aussi se souvenir des témoignages anciens, alors que les paysans faisaient encore des meules de paille dans les champs : il n'était pas rare qu'ils trouvent plusieurs Rats des moissons agglutinés sous la paille quand ils enlevaient les dernières meules tardivement. Saint-Girons (1955) relate le même genre d'expérience : en avril 1950, elle a capturé une dizaine de ces animaux en enlevant les dernières fourchées d'une meule de paille (blé et avoine). Les nids construits en été peuvent être réutilisés en hiver, même par des individus isolés, mais pas en continu (fig. 17). Ainsi, dans une roselière, les individus semblent utiliser plusieurs nids répartis dans leur domaine vital. Cependant, la majorité des nids aériens restent vides en hiver (obs. pers.). En hiver, en période de gel, le regroupement de plusieurs Rats des moissons dans un nid a été reporté par différents auteurs comme Linnik (1936) et Sleptsov (1947).

Bien que la petite taille du Rat des moissons soit un handicap pour le maintien de sa température corporelle, il est capable de résister à des températures extrêmement basses comme en témoigne son aire de répartition et en particulier sa présence dans le nord de l'Europe et en Russie. En France aussi, des observations faites dans le marais de Lavours (Ain) en janvier 2017 révèlent que le Rat des moissons peut survivre à des températures de -14 °C la nuit et -2 °C le jour, pendant six jours consécutifs. Des prospections nocturnes dans une roselière à cette période ont montré que des individus se tiennent immobiles, accrochés à des tiges de Phragmites à environ 1,50 m de hauteur, pendant plusieurs minutes (fig. 21). Les pertes de chaleur doivent être considérables à ce moment-là.

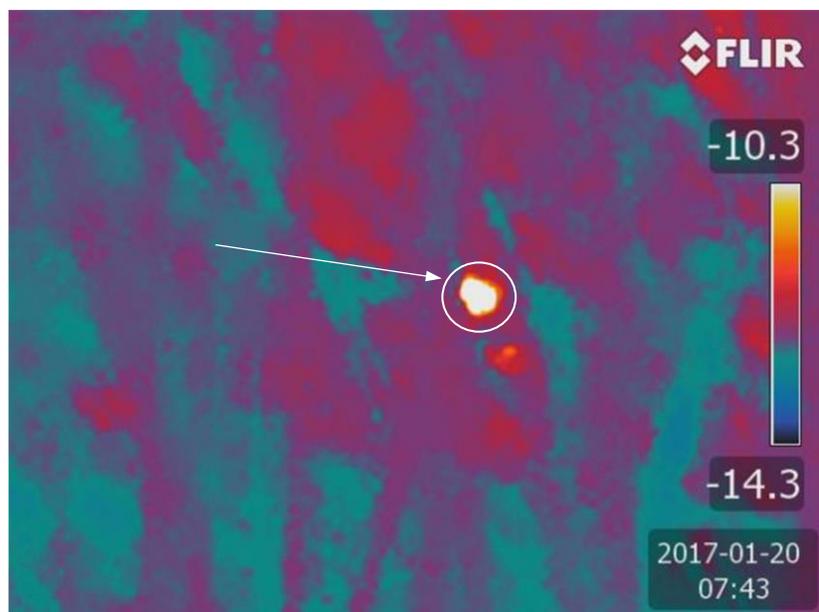


Figure 21 : Rat des moissons à 1,50 m de haut sur une tige de Phragmite à 3 m de distance, température de l'air -14 °C , fin de nuit, 20 janvier 2017 © F. Darinot

La tache thermique correspond à un objet beaucoup plus chaud que son environnement. Sur cette seule indication, il est impossible d'identifier un Rat des moissons. Cette mesure doit être comparée à des résultats de piégeage dans la roselière, pour en déduire qu'il s'agit d'un Rat des moissons.

1.6. Ethologie

1.6.1. Sélection de l'habitat

Qu'entend-on par « habitat » ?

Pour une espèce, un habitat est le lieu où vivent les individus ; il est désigné par son environnement spatial aussi bien biotique qu'abiotique (Sordello et al. 2011). Pour les auteurs anciens, la découverte d'individus de Rat des moissons ou de ses nids suffisait à identifier ses habitats. A partir du milieu du 20^{ème} siècle, un certain nombre d'études sur la biologie de l'espèce et une meilleure connaissance de la dynamique des populations, incluant des résultats issus de la génétique, ont permis d'enrichir la définition de son habitat. Le Rat des moissons étant capable de grands déplacements (plusieurs hectomètres par jour), il faut raisonner à l'échelle du paysage, qui inclut un ensemble d'habitats élémentaires plus ou moins favorables à la nidification, ou qui sont simplement des voies de passage, ou bien des habitats temporaires pour une partie de l'année. L'agencement de ces habitats élémentaires fournit l'habitat d'un individu, puis d'une population, et conduit enfin à l'habitat de l'espèce par comparaison entre les populations. A cet égard, l'étude des pelotes de réjection n'est d'aucun secours pour identifier l'habitat du Rat des moissons. L'observation de nids en un lieu ne suffit pas, il faut recourir à d'autres techniques comme le piégeage, la télémétrie, etc... Faute d'études suffisantes, beaucoup reste à découvrir sur les habitats utilisés par le Rat des moissons qui, tous ensemble, constituent son « habitat d'espèce ».

Premiers habitats reconnus

Le Rat des moissons fut découvert dans les champs de céréales en Angleterre (White 1822) et en Russie (Pallas 1771). Les auteurs du début du 19^{ème} siècle méconnaissent cet animal à qui ils attribuent plusieurs noms latins ; ils font des champs de céréales son habitat principal et citent d'autres habitats erronés, comme « les endroits rocailleux » (Cuvier 1826 et Lesson 1827 pour *Mus messorius*). Mais dès la deuxième moitié du 19^{ème} siècle, les zoologistes élargissent l'éventail d'habitats : bien qu'ils continuent à faire référence aux champs de céréales, nombreux sont ceux qui citent aussi les jardins, les tréflières, les prairies bordées par les eaux, les grèves où croissent les joncs et les roseaux (Gérard 1871), les marais (Bouvier 1891), les taillis, les fourrés (Martin et Rollinat 1894) et les roseaux (Gadeau de Kerville 1888), voire les touffes de Canche cespiteuse (*Deschampsia cespitosa*), les hautes herbes au bord des étangs, les fourrés de Ronce (*Rubus fruticosus*), d'Oseille (*Rumex acetosa*), d'Epilobe et de Clématite (Barrett-Hamilton 1910). Son nom vernaculaire « Rat des moissons » apparaît très tôt (Cuvier 1826, Lesson 1827, Gervais 1854), mais il ne fait pas l'unanimité et d'autres dénominations sont utilisées comme « Souris naine » (Gérard 1871, Gadeau de Kerville 1888, Bouvier 1891) et « Rat nain » (Crespon 1844, Gervais 1854, Gadeau de Kerville 1888, Martin et Rollinat 1898).

Diversité des habitats potentiels

En Angleterre, pas moins de 43 habitats ont été identifiés, sur la base de la présence de nids (Harris 1979b). Les milieux herbacés denses et peu perturbés sont les plus fréquentés par le Rat des moissons, comme les haies, les ronciers, les bordures de champs cultivés, les roselières, les marais.



Figure 22 : Jeune peupleraie avec magnocariçaias favorable au Rat des moissons... pourvu qu'elle ne soit pas broyée trop tôt ! © F. Darinot

Les jeunes plantations d'arbres avec une végétation herbacée dense lui conviennent aussi (Moore et *al.* 2003), tout particulièrement les jeunes peupleraies en zone humide (fig. 22). Les clairières qui résultent d'une coupe forestière, colonisées par les hautes graminées, si elles ne sont pas trop éloignées d'une population de Rat des moissons, peuvent également l'attirer (Juškaitis et Remeisis 2007). De façon étonnante, l'espèce est présente également dans des milieux très anthropisés, mais de manière anecdotique, comme les bords de routes et de voies ferrées (fig. 23 a et b), les jardins, les golfs, les berges d'étangs et de gravières... Le Rat des moissons peut se développer en contexte urbain dans de grandes villes comme à Bristol (Angleterre) ou Varsovie (Pologne) (Dickmann, 1986 ; Źmihorski et Rejt Ł., 2007), mais aussi à Lyon, comme le révèle l'enquête de la SFEPM. On le trouve alors dans les cimetières, les parcs et les jardins, mais surtout en périphérie des villes.



(a)



(b)

Figure 23 : (a) Fossé routier avec végétation hygrophile accueillant des nids et (b) Voie ferrée désaffectée avec talus herbeux accueillant des nids © F. Darinot

Les zones humides, habitat originel du Rat des moissons

Dès le milieu du 20^{ème} siècle, des auteurs comme Frank (1957) rappellent que le Rat des moissons était présent avant l'apparition des cultures de céréales au Néolithique. Pour leur part, Teagle (1964) et Clarke (1973) considèrent que les groupements de macrophytes des zones humides constituent probablement ses habitats originels, ce que reprend Saint-Girons (1981). Böhme (1978) cite comme milieux primaires les associations à Calamagrostide, Massette (*Typha latifolia*) et laïches (*Carex spp.*). Pour de nombreux auteurs contemporains, les végétations humides et denses constituent aujourd'hui l'habitat principal du Rat des moissons. Amori et al. (2008) font du *Phragmitetum* son habitat optimal, incluant les cariçaies et les végétations des bords d'eau douce, des marais et des tourbières (fig. 24). Cependant, les roselières matures avec des tiges trop grosses ne lui sont pas favorables (Piechocki 1958), car il les saisit moins facilement et se déplace moins bien (Karantanis et al. 2016). Le Rat des moissons préfère les roselières mélangées à des laïches et des graminées, voire des roselières pas trop hautes (Surmaki et al. 2005) (fig. 25). Dans la plaine du Pô, Canova (1992) a mis en évidence l'attrait des roselières et des drains où l'espèce est présente, par rapport à d'autres milieux comme des boisements à Saule blanc (*Salix alba*) et Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*), des peupleraies, des prairies de fauche et des haies où elle est absente. En Suisse, Blant et al. (2012) identifie les cariçaies (*Magnocaricion*) des bordures d'étangs de faible profondeur (avec en particulier *Carex acutiformis*) ou des rives de lacs et de cours d'eau lents, comme le milieu le plus colonisé par le Rat des moissons ; les phragmitaies avec diverses grandes laïches et les phalaridaies le long des cours d'eau sont favorables également. Le Solidage (*Solidago gigantea*) qui envahit bon nombre de milieux palustres est toléré, mais il ne doit pas devenir dominant dans la végétation, entraînant alors l'abandon de l'habitat par le Rat des moissons. En revanche, les roselières terrestres et les cariçaies résiduelles trop sèches, avec une végétation de moins de 50 cm, ou encore les marais à petites laïches (Parvocariçaie) ne conviennent pas au Rat des moissons (Blant et al. 2012). De la même manière, les laïches trop raides comme la Laïche paniculée (*Carex paniculata*) qui peut former d'énormes touradons en bordure de lacs et d'étangs, ainsi que les joncs raides des marais salés méditerranéens (*Juncus maritimus* et *J. acutus*) sont très défavorables à l'espèce qui ne peut en aucune manière les utiliser pour fabriquer ses nids.



Figure 24 : Phragmitaie riche en *Carex acuta*, un habitat optimal pour le Rat des moissons © F. Darinot

Plus généralement, l'importance des zones humides en tant qu'habitat est révélée par le taux de prédation par les rapaces qui peut atteindre des valeurs très élevées dans certaines grandes zones humides européennes (Darinot 2016) : le Rat des moissons représente 42 % des proies dans la réserve de biosphère du Delta du Danube (Roumanie), 24,8 % dans les prairies humides et les rizières du Parc naturel de Sesia (Italie), 22,1 % dans les marais de la Réserve naturelle de Monticchie près du Pô (Italie) et 17,9 % dans les marais du Delta de l'Axios (Grèce).



Figure 25 : Le marais de Prodon au bord de la Versoix (Ain), un bel habitat pour le Rat des moissons © J. Gilliéron

Les champs de céréales, un habitat secondaire presque abandonné

Aujourd'hui, les champs de céréales ainsi que les rizières ne constituent que des habitats secondaires (Amori et *al.* 2008). Plus précisément, le Rat des moissons est présent autour des cultures, dans les haies et les bandes enherbées, alors que les champs eux-mêmes comportent peu d'individus et ne sont pas favorables à la nidification, à cause des moissons qui interviennent au moment du pic de reproduction (Perrow et Jordan 1992). Les bordures de champs avec une végétation herbacée épaisse sont donc très importantes pour le maintien de l'espèce (Čanády 2013). En Angleterre, il est admis que les changements de pratiques agricoles de ces dernières décennies ont supprimé de grandes surfaces d'habitats favorables où le Rat des moissons était autrefois abondant (Harris et *al.* 1995). Par exemple, l'espèce est bien répartie dans le Suffolk (Angleterre) sauf dans les régions de céréaliculture intensive sans bandes enherbées. En Bretagne, Millan de la Pena et *al.* (2003) ont également montré que la baisse de connectivité des habitats et l'ouverture des paysages sont préjudiciables au Rat des moissons, dont les fréquences relatives baissent avec l'intensification de l'agriculture (fig. 26). Aujourd'hui, seules les zones humides permettent le maintien de noyaux de population stables dans les paysages agricoles (Perrow et Jowitt 1995, Meek 2011). Ces populations ont probablement évité la disparition de l'espèce dans de nombreuses régions d'agriculture intensive. Par ailleurs, le maintien de la connectivité des bords de champs au sein d'une exploitation agricole permet la survie des populations de Rat des moissons, particulièrement quand les champs sont à proximité d'habitats humides (Jüdes 1981, Kuroe et *al.* 2011). Cette situation, décrite en Angleterre (Meek 2011), est également valable en France (fig. 27).

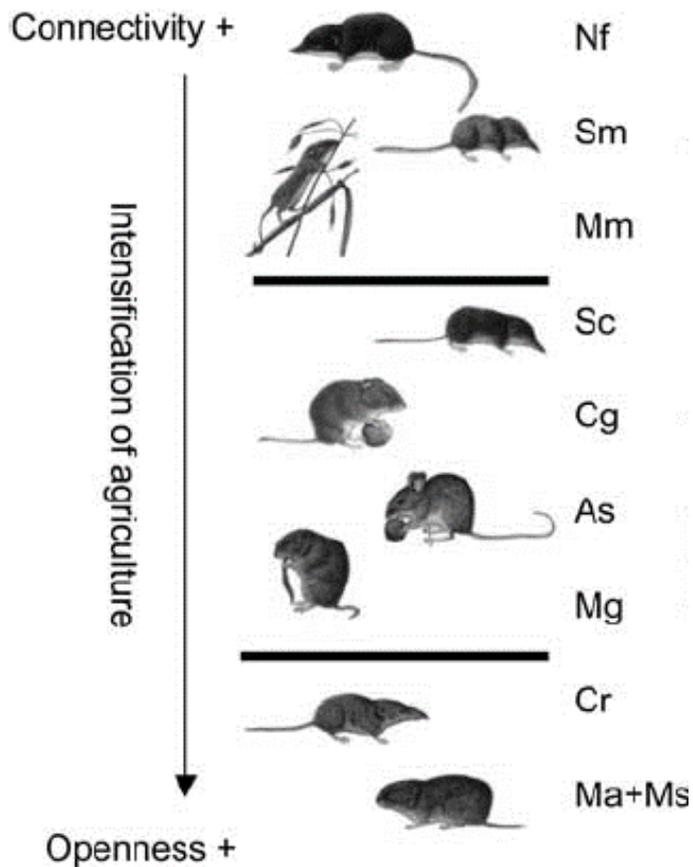


Figure 26 : Abondance des espèces de petits mammifères en fonction de l'intensification agricole des paysages de bocage en Bretagne. (d'après Millán de la Peña et al. 2003, modifié)

Nf *Neomys fodiens*, Sm *Sorex minutus*, Mm *Micromys minutus*, Sc *Sorex coronatus*, Cg *Clethrionomys glareolus*, As *Apodemus sylvaticus*, Mg *Microtus agrestis*, Cr *Crociodura russula*, Ma+Ms *Microtus spp.*

Le Rat des moissons présente les fréquences les plus élevées dans les bocages peu intensifiés alors que la Musaraigne musette et certaines espèces de campagnols répondent positivement à la progression des cultures.

Une récente méta-analyse, menée sur 15 209 restes de *Micromys minutus* issus de pelotes de réjection en Europe, confirme la faible potentialité en habitats des zones agricoles en général pour le Rat des moissons (Darinot 2016) : dans les régions d'agriculture intensive, le Rat des moissons est beaucoup moins abondant dans les pelotes (0,1 % en moyenne) que dans les régions riches en zones humides par exemple (8,8 % en moyenne).



Figure 27 : Cet ourlet de phragmitaie en zone de céréaliculture intensive comporte plusieurs nids de Rats de moissons parce qu'il est relié à des zones humides (Dombes) © F. Darinot

Le bocage, un habitat intermédiaire

Tout comme les plaines céréalières, le bocage et les régions de polyculture ont beaucoup évolué au cours des dernières décennies, en France comme dans d'autres pays européens. Les haies et les habitats herbeux interstitiels ont régressé à mesure que l'espace était optimisé pour la mécanisation, le remembrement des terres agricoles a uniformisé l'ancienne mosaïque de parcelles.

Dans une remarquable étude du bocage atlantique qui date d'avant ces bouleversements, Saint-Girons (1955) nous rappelle qu'en été, toutes les espèces des champs, des talus et même des bois se retrouvaient dans les prés et les cultures de céréales si celles-ci étaient riches en mauvaises herbes. Le Rat des moissons était absent des talus à la belle saison, tandis qu'il fréquentait les champs de céréales et les prairies ; il ne se rencontrait jamais dans les cultures de plantes sarclées. Aujourd'hui encore, le bocage peut fournir un habitat favorable au Rat des moissons (Paillat et Butet 1998).

En Angleterre et en Slovaquie, le Rat des moissons vit dans les haies et les fourrés de Prunelier (*Prunus spinosa*), de Ronce (*Rubus fruticosus*), d'Aubépine (*Crataegus monogyna*), de Cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*), avec de l'Ortie (*Urtica dioïca*) et surtout de la Baldingère (*Phalaris arundinacea*) qui permet la fabrication des nids (Bence et al. 2003, Canády 2013). Le Rat des moissons affectionne aussi les jachères établies pour la faune sauvage, parfois à des fins cynégétiques, surtout si elles contiennent du Millet (Meek 2011). Bien qu'aucune étude ne supporte cette hypothèse, il semble quand même que la proximité de l'eau soit importante pour le Rat des moissons, y compris dans le bocage (Gilliéron *comm. pers.*) (fig. 28).



Figure 28 : Petit habitat rivulaire (ruisseau) avec nids dans un paysage agricole défavorable (Bourgogne sud) © F. Darinot

Les cultures de maïs

Harris (1979b) note que le Rat des moissons vit dans la plupart des champs de céréales, à l'exception du Maïs (*Zea mays*). Cette question a été approfondie par Saint-Girons (1981), qui part d'un constat contradictoire : dans certaines régions de France, la proportion du Rat des moissons dans les pelotes de réjection demeure constante en dépit de la raréfaction des prairies permanentes, de l'assèchement des zones humides et des perturbations liées à la mécanisation de l'agriculture. Dans ces régions, elle observe une corrélation significative ($p = 0.03$) entre la superficie des cultures de maïs et le pourcentage de restes de Rat des moissons dans les pelotes, mais elle n'en déduit pas que les champs de maïs sont bien des habitats pour l'espèce. En effet, comme Harris, elle n'a pas trouvé de nid dans les cultures de maïs, malgré des recherches à vue et des piégeages à l'intérieur des champs et dans les talus de bordure.



Figure 29 : Champ de maïs dans la plaine du Rhône, hostile à la survie du Rat des moissons

© F. Darinot

La problématique des cultures de maïs comme habitat du Rat des moissons est cruciale, car il serait regrettable et faux de laisser croire que ce type de culture, dévastatrice pour les zones humides, puisse être favorable à l'espèce (fig. 29). Les résultats de l'enquête de la SFEPM montrent que le Rat des moissons est capable de fabriquer son nid avec des feuilles de maïs, si et seulement si, il peut les mélanger avec d'autres feuilles de graminées (*Phragmites australis*, *Phalaris arundinacea*, *Setaria viridis*...) ou de grandes laïches poussant au même endroit (fig. 30) ; ces conditions sont rares à cause des traitements herbicides et se retrouvent uniquement en bordure de champ, plus fréquemment s'il y a des fossés. Il est donc exceptionnel de trouver des nids de Rat des moissons dans les champs de maïs. A cet égard, en Alsace, Hommay et Wilhelm (2014) rapportent qu'aucun nid de cette espèce n'a été trouvé en douze années de recherches du Grand hamster (*Cricetus cricetus*) dans les champs de maïs.



Figure 30 : Nid en bordure de champ de maïs, marais de Lavours © F. Darinot

En revanche, les bandes enherbées et les bords de champs délaissés peuvent offrir d'excellents habitats pour la nidification de l'espèce, ou simplement comme corridors, surtout dans les zones humides où la végétation naturelle se reconstitue vite (fig. 31).

Ce ne sont donc pas les champs de maïs qui sont favorables au Rat des moissons, mais bien les vestiges de la végétation hygrophile qui se développait dans les zones humides détruites par la maïsiculture et qui est toujours présente en périphérie des parcelles cultivées.



Figure 31 : Bande enherbée à Pied-de-coq (*Echinochloa crus-galli*) entre deux parcelles de maïs (pas de nid mais circulation de Rats des moissons) © F. Darinot

Les rizières

Jusqu'au milieu du 20^{ème} siècle, le Rat des moissons trouvait des conditions de vie favorables dans certaines rizières d'Europe : dans la plaine du Pô (Italie), dans la plaine de Szged (sud de la Hongrie), dans le bassin de la Maritza (Bulgarie) et très probablement en Camargue. En revanche, l'espèce semble avoir toujours été absente des rizières espagnoles situées dans la région de Valence, les deltas de l'Ebre, du Ter et du Guadalquivir. Dans les rizières de la vallée du Pô comme en Hongrie et en Bulgarie (Babudieri et Austoni 1953, Mitov et al. 1960), le Rat des moissons, comme d'autres rongeurs, était responsable de la leptospirose. Les Rats des moissons vivaient sur les talus et les terrains autour des rizières, jusqu'à ce que le riz soit assez haut pour qu'ils puissent y construire leur nid. Ils migraient alors dans les champs et commençaient à se reproduire, vers la fin du mois de juin. Le nombre de Rats des moissons augmentait rapidement et ils excrétaient avec leur urine une bactérie spirochète (*Leptospira bataviae*) qui se retrouvait alors dans l'eau des rizières. Cette bactérie infestait les paysans par voie cutanée et causait une maladie appelée « fièvre des rizières », ou leptospirose. Les nouveaux ouvriers contractaient plus fréquemment cette maladie que ceux qui travaillaient depuis longtemps dans les rizières et qui avaient développé une immunité au leptospire (Harris 1979a).

En Camargue, la présence historique du Rat des moissons dans les rizières n'est pas documentée, bien que la leptospirose affecte depuis longtemps les travailleurs, surtout les repiqueurs (Martin et al. 1980) ; le Rat surmulot (*Rattus norvegicus*) et le Ragondin (*Myocastor coypus*) sont les vecteurs identifiés. Des prospections récentes dans les rizières camarguaises n'ont pas permis de trouver de nid, même en bordure de champ à proximité d'une végétation palustre épaisse (Poitevin et Darinot 2015 non publié). Néanmoins, on ne peut exclure que le Rat des moissons ait été présent autrefois dans les rizières de Camargue.

Tolérance aux perturbations

Les habitats du Rat des moissons peuvent être affectés de détériorations qui influencent la répartition des individus. En Angleterre, Harris (1979b) estime que 12 % des sites occupés sont détruits chaque année. Il peut s'agir d'habitats artificiels comme les champs moissonnés et leurs bordures fauchées, les haies agricoles taillées, les bords de routes débroussaillés. Harris a montré que le Rat des moissons est capable de recoloniser rapidement ces habitats, comme ce talus d'autoroute dans l'Essex qui a été occupé par l'espèce l'année suivant sa construction, dans une végétation composée de hautes graminées, d'épilobes, de cardères et de chardons. Les Rats des moissons sont en effet connus pour être de rapides coloniseurs, tout comme le Mulot sylvestre (Churchfield et al. 1997).

Certains habitats naturels sont éphémères par nature, comme les habitats soumis aux inondations. Ce sont souvent des habitats extrêmement favorables comme les cariçaies, les roselières et les phalaridaies. Le Rat des moissons est capable de supporter des conditions d'hydrologie dont seuls les mulots, mais dans une moindre mesure, et les musaraignes aquatiques peuvent s'accommoder également. Son mode de vie épigé lui permet de rester dans ces habitats même lorsqu'ils sont inondés : le volume de végétation qui émerge de l'eau et la durée de la submersion détermineront alors sa capacité à se maintenir en place. Dans une roselière du marais de Lavours, une lame d'eau de 20 centimètres de profondeur au mois de juillet, pendant 10 jours, ne perturbe aucunement la population de Rats des moissons installée, alors que les mulots sylvestres désertent la roselière.

Hata (2011) fait l'hypothèse que les nids peuvent être construits dans des végétations basses si la hauteur des inondations est peu élevée, même si leur fréquence est grande. Il n'est pas certain qu'une règle puisse être définie car tout dépend des caractéristiques de mise en eau des habitats : débordements d'un cours d'eau fréquents ou accidentels, à des périodes de l'année régulières ou non, dûs aux précipitations ou à la fonte du manteau neigeux, voire mise en eau par d'autres phénomènes (résurgences, karst...). Dans le marais de Lavours, certains nids construits dans des cariçaies à 50 centimètres du sol peuvent être noyés par des inondations de printemps exceptionnelles. Une observation faite dans le marais de l'Etournel (Ain) peut laisser penser que le Rat des moissons serait capable d'adapter la hauteur des nids en fonction des inondations

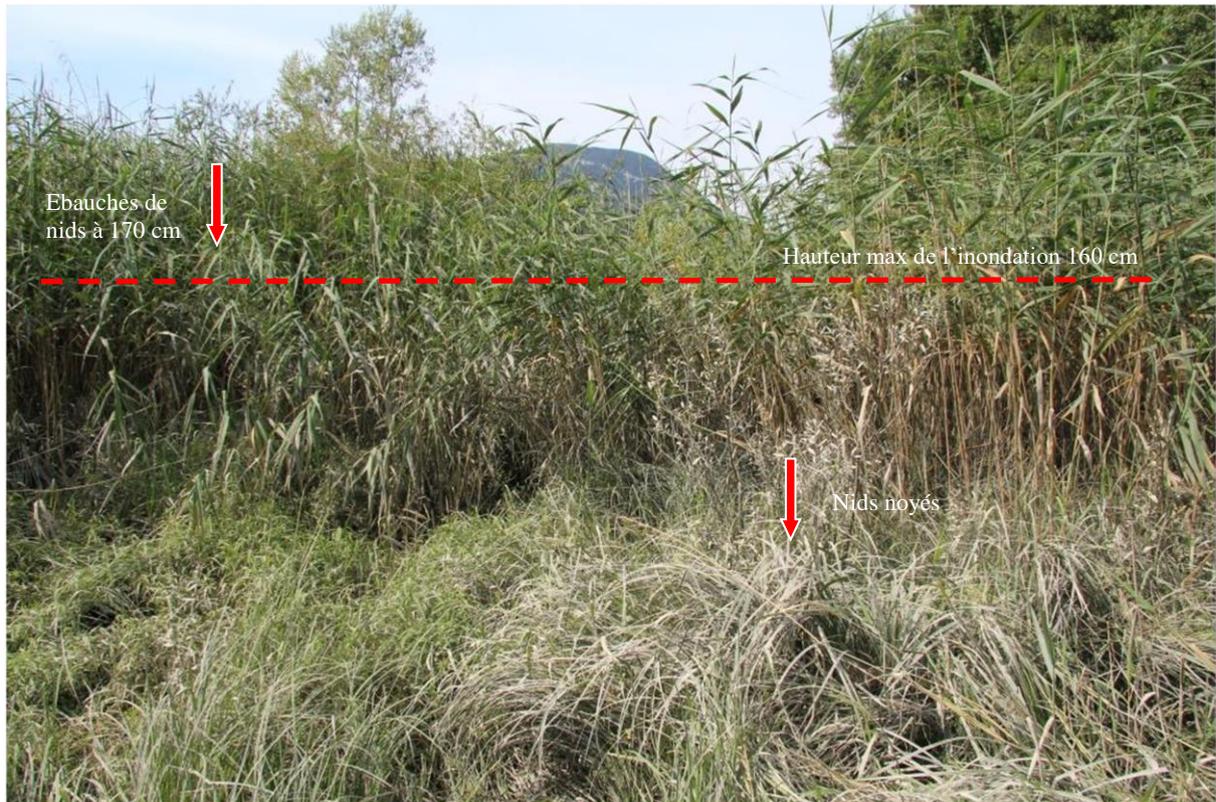


Figure 32 : Nids inondés et ébauches de nids à 1,70 m de hauteur, marais de l'Etournel (Ain), juillet 2014 © F. Darinot

qu'il a vécues (fig. 32). Sur une berge du Rhône, en juillet, toute la végétation est recouverte d'un dépôt de limon jusqu'à 1,60 mètre de hauteur, issu d'une crue récente du fleuve. Tous les nids situés dans la cariçaie sont noyés (aucun cadavre n'a été retrouvé à l'intérieur), tandis que deux ébauches de nids fraîches sont trouvées à 1,70 mètre de hauteur sur des roseaux (*Phragmites australis*) de plus de 3,50 mètres. Les Rats des moissons ont-ils tenté de construire des nids de substitution au-dessus de l'inondation ?

Cependant, la tolérance du Rat des moissons aux inondations a ses limites. Il semblerait que les habitats totalement submergés chaque année ne lui conviennent pas, sauf si des corridors efficaces et des refuges périphériques existent. Le rôle des corridors a été mis en évidence par Meek (2011), dans un paysage agricole du Suffolk (Angleterre) : la connectivité des habitats s'y révèle plus importante encore que le type d'habitat pour la nidification de l'espèce. Cela s'applique certainement aux habitats inondés, comme semble le montrer une étude de la répartition du Rat des moissons dans l'immense marais de Cerknica (Slovénie, F. Darinot non

publié). Dans ce marais de 38 km² qui se transforme en lac en hiver, aucun nid n'a été trouvé dans de magnifiques cariçaies, roselières mélangées et phalaridaies, pourtant propices à l'espèce (fig. 33). Un seul nid a été trouvé à l'extrémité sud-est du marais, au bord de la rivière Stržen, dans une phalaridaie connectée à des roselières de bordure hors d'eau. Bien que ces prospections doivent être poursuivies, la rareté du Rat des moissons dans ce marais réside certainement dans le manque de refuges périphériques et de connectivité avec les habitats inondés.



Figure 33 : Nid dans une phalaridaie submergée par 2 à 3 m d'eau chaque hiver, marais de Cerknica (Slovénie), juillet 2017 © F. Darinot

En résumé

Le Rat des moissons est capable d'utiliser une grande variété d'habitats, avec des exigences différentes en fonction de son activité.

- pour la nidification et l'élevage des jeunes : il recherche une végétation dense avec de longues feuilles pour lui permettre de construire ses nids → les zones humides sont aujourd'hui les milieux les plus riches pour ce type de végétation ;
- pour ses déplacements : il préfère les végétations herbacées denses mais il s'accommode aussi de prairies fauchées, de linéaires de haies, de talus et de fossés, voire de lisières forestières ou de certains types de landes → la connectivité de ces habitats est très importante pour le maintien des populations ;
- pour l'hivernage : on connaît mal ses habitats d'hiver, qui ne sont pas forcément les mêmes qu'en été.

Et hors d'Europe, où vit le Rat des moissons ?

L'aire de répartition du Rat des moissons s'étend sur 11 000 kilomètres d'une extrémité à l'autre de l'Eurasie, mais, en dépit d'une grande variété d'habitats potentiels, on le trouve toujours dans des végétations denses et non boisées, mésophiles à hygrophiles, de composition floristique variable en fonction de la région considérée.

En Russie, le Rat des moissons vit bien sûr dans les grandes plaines alluviales continentales, comme celle de la Volga où Pallas l'a découvert. Mais il a récemment été trouvé aussi dans des régions steppiques de Russie, comme dans la région de Saratov au nord de la mer Caspienne, le long de petites rivières (Oparina et *al.* 2011). Le Rat des moissons n'est pas une espèce typique de la steppe (Formozov 1966), mais il peut y faire des incursions à partir d'habitats préférentiels plus fermés. Dans les plaines de Sibérie orientale, dans la région de Novosibirsk, le Rat des moissons est absent de la toundra et de la taïga, mais il vit dans la steppe boisée et autour des champs, surtout s'il y a des « arbres » (Ravkin et *al.* 2011) : sans précision des auteurs, on peut penser que le Rat des moissons recherche surtout les lisières et les haies associées à ces « arbres ».

Sur les contreforts de l'Himalaya, dans la province du Sichuan (Chine), le Rat des moissons vit dans les cultures en terrasses et monte jusqu'à 2 950 mètres d'altitude (Vaniscotte et *al.* 2009). Au Japon, le Rat des moissons vit surtout dans les plaines alluviales, mais aussi dans les prairies semi-naturelles, les jachères et sur les digues (Hata 2011). Il affectionne certaines végétations rivulaires qui ressemblent à nos phragmitaies, où les plantes dominantes sont le Roseau de Chine (*Miscanthus sacchariflorus*, *M. sinensis*), le Riz sauvage de Mandchourie (*Zizania latifolia*), le Sorgho d'Alep (*Sorghum halepense*) et le Roseau commun (*Phragmites australis*). Il est aujourd'hui assez rare dans les rizières.

1.6.2. Les nids

Le Rat des moissons est renommé pour sa capacité à fabriquer des nids qui sont une des constructions les plus complexes réalisées par un rongeur. Plusieurs auteurs ont spécifiquement étudié ces nids, qui ont très tôt attiré la curiosité des naturalistes (Szunyoghy 1953, Frank 1957, Harris 1979a, Ishiwaka et al. 2010, Čanády 2012, 2013). Chez le Rat des moissons, les mâles comme les femelles sont capables de fabriquer des nids. On trouve des nids de mise-bas et d'élevage, que seule la femelle fabrique, et des nids de repos faits par les deux sexes. Les nids d'hiver sont moins bien connus.

Nid printanier et estival de mise-bas et d'élevage des jeunes

Le nid d'élevage prend la forme d'une boule qui peut atteindre 12 centimètres de diamètre. La femelle le construit la nuit (Frank 1957), uniquement au-dessus du sol dans les herbes vertes. Pour cette raison, ils ne sont pas réalisés avant fin avril ou début mai, quand la croissance de la végétation est bien avancée, pour atteindre un pic en septembre ; si la météo est clémente, la fabrication des nids peut se poursuivre jusqu'en décembre (fig. 34).

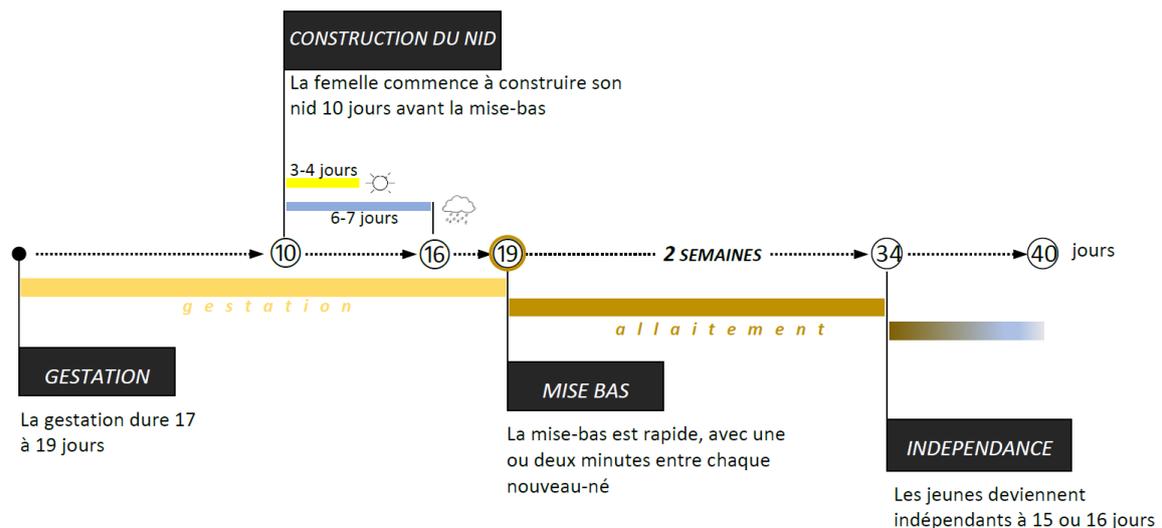


Figure 34 : Déroulement d'un cycle de reproduction chez le Rat des moissons (d'après Claraprieto.com 2015, modifié)

Parfois, deux ou trois nids sont construits avant que l'un d'entre eux ne soit choisi pour la mise-bas, et dans la nature de nombreux nids de type "élevage" ne montrent aucun signe d'utilisation par une portée. En captivité, la fabrication d'un nid se fait normalement en une nuit, bien qu'une femelle soit capable de le réaliser en deux ou trois heures ; dans la nature, le processus est plus long et il dépend des conditions météorologiques.

La hauteur du nid d'élevage au-dessus du sol a été étudiée par plusieurs auteurs (Szunyoghy 1953, Kminiak 1968, Bence et al. 2003, Surmacki et al. 2005, Hata et al. 2010, Hata 2011). La position du nid dépend principalement de la taille des plantes utilisées pour la construction,

avec toutefois une forte variabilité. Chez les plantes qui forment des touradons comme la Molinie bleuâtre (*Molinia coerulea*) et la Laïche élevée (*Carex elata*), le nid est bas (moins de 50 cm). Dans les hautes cariçaies à Laïche des marais (*Carex acutiformis*) et à Laïche grêle (*C. acuta*), Szunyoghy (1953) relève une hauteur moyenne des nids de 70 à 80 cm au-dessus du sol. Chez les plantes plus grandes qui possèdent une tige florifère rigide et feuillue, comme les céréales, le Roseau (*Phragmites australis*), la Baldingère (*Phalaris arundinacea*), le nid est situé entre le premier tiers et la moitié de la tige. Cependant, Kminiak (1968) relève une hauteur moyenne des nids de seulement 37,6 cm au-dessus du sol dans une roselière de l'ouest de la Slovaquie. Certains nids peuvent se trouver à plus 1,20 m du sol dans de grands roseaux, quelques-uns ayant été observés à 1,70 m dans une roselière au bord du Rhône à l'Étournal (Ain, Darinot *obs. pers.*).

Quand il fabrique un nid d'élevage dans une herbe aux tiges raides, le Rat des moissons commence par mordre la tige dans sa longueur, de manière à la rendre plus souple pour pouvoir l'incliner plus facilement (Harris 1979a). Agrippé à la tige par ses pattes postérieures et sa queue, il saisit alors une feuille proche avec ses pattes antérieures et la mord, ses incisives se déplaçant le long des nervures principales (fig. 35). Il rejette alors la tête en arrière, déchirant ainsi la feuille dans sa longueur, généralement à partir de sa moitié jusqu'à son extrémité. Parfois, la lacération peut être faite en un seul mouvement, mais avec les longues feuilles, le Rat des moissons doit répéter l'opération en plusieurs endroits. Le travail est achevé quand l'extrémité de la feuille est transformée en une série de fines bandelettes, chacune ne contenant qu'une seule nervure. La feuille reste attachée à la tige, et en principe seules les feuilles vertes sont utilisées.



Figure 35 : Jeune feuille de Roseau (*Phragmites australis*) dilacérée © F. Darinot

Toujours dans la même position, le Rat des moissons dilacère ainsi plusieurs feuilles. Il les tire ensuite et entrelace mollement leur extrémité effilochée pour constituer l'infrastructure du nid. Dans cet état, le nid a une apparence fragile et désordonnée ; il faut attendre les dernières étapes de la construction pour qu'il acquiert la forme compacte et sphérique d'un nid parfait. En réalité, les jeunes femelles, dans leurs premières tentatives de construction d'un nid, ne parviennent souvent pas à ce niveau de perfection et abandonnent le travail : on peut ainsi trouver dans la nature des ébauches de nid, facilement reconnaissables (fig. 36).

Les Rats des moissons plus expérimentés continuent le travail de l'intérieur, en tirant un grand nombre de lanières de feuilles à travers la structure du nid, en les mordillant puis en les incorporant à la paroi par de rapides mouvements de leurs pattes antérieures. Toutes ces feuilles dilacérées restent attachées à leur tige, ce qui explique qu'un nid de Rat des moissons ne puisse être retiré en tirant dessus ; en principe, le nid n'est pas construit autour de la tige elle-même.



Figure 36 : Ebauche de nid sur Roseau (*Phragmites australis*) © L. Bompar



Figure 37 : Nid fabriqué avec des feuilles de laïches et un apport de feuilles de diverses dicotylédones © F. Darinot

Quand la structure du nid est complète, il est garni avec de fines lanières de feuilles, réparties parfois en deux ou trois couches distinctes, les plus délicates lanières étant disposées au milieu du nid. Ce matériel de garniture est obtenu en tirant un grand nombre d'extrémités de feuilles dilacérées à l'intérieur du nid, qui sont encore une fois finement incisées ; ou bien, si le Rat des moissons manque de feuilles, il va quitter le nid, en couper de nouvelles sur les plantes les plus proches et les rapporter. Une fois construit, le nid est solide, la cavité centrale étant prête à accueillir la portée. Il arrive que d'autres matériaux soient incorporés à la paroi du nid (fig. 37), tels que des plumes d'oiseaux, de petites feuilles entières, des inflorescences de phragmites... La loge interne peut être tapissée des fruits plumeux d'épilobes qui améliorent encore le confort du nid (Gilliéron com. pers.)

Il n'y a pas d'entrée particulière dans le nid, le Rat des moissons traversant la paroi en un, deux ou trois endroits. Cela ne lui pose aucune difficulté et l'élasticité naturelle des feuilles entrelacées permet au trou de se refermer. Quand le nid contient les jeunes, la femelle évacue toute crotte et répare tout dommage à la structure. Quand ils sont finalement délaissés par leur mère, les jeunes restent dans le nid ou à proximité pendant un jour ou deux ; il y a alors accumulation des crottes et le nid paraît défait. C'est à ce moment que des trous dans la paroi apparaissent sans être réparés.

Puisque chaque nid d'élevage n'est utilisé que pour une seule portée, il ne sert que pendant environ trois semaines. Toutefois, des Rats des moissons solitaires peuvent réutiliser d'anciens nids d'élevage pour s'abriter, même occasionnellement en hiver. D'autres espèces de micromammifères, en particulier le Mulot sylvestre, la Musaraigne musette et la Musaraigne pygmée, peuvent occuper de vieux nids d'élevage.



Figure 38 : Beau nid dans une cariçaie à choin noirâtre (*Schoenus nigricans*) et gentiane des marais (*Gentiana pneumonanthe*) © J. Gilliéron

Structure d'un nid d'élevage

La femelle du Rat des moissons utilise un nombre variable de feuilles pour construire un nid. A l'extrême, Harris (1979a) rapporte qu'un seul nid a nécessité 71 feuilles de laîches de 18 pieds différents, et pour un autre, construit dans de l'avoine, 70 feuilles de 35 pieds différents. Szunyoghy (1953) est plus précis car il distingue deux couches dans un nid d'élevage. Dans une cariçaie, la couche externe de deux nids était composée de six feuilles et 18 feuilles. A l'intérieur, il y a un noyau plus dense et finement dilacéré, parfois composé d'herbes différentes, qu'il est aisé de retirer. Celui-ci renferme la chambre qui peut être finement tapissée d'inflorescences de Roseau (*Phragmites australis*).

Les nids de repos

Les nids qui ne servent pas à la reproduction sont probablement construits tout au long de l'année dans des situations diverses, souvent à même le sol (Harris 1979a). En été, ils peuvent être trouvés dans le même type de végétation que les nids d'élevage, parfois à la base des herbes et des touradons de laîches. Ces nids non-reproductifs sont construits très rapidement par les mâles ou les femelles, souvent en une demi-heure, et servent d'abri temporaire. Ils sont plus petits, d'environ six centimètres de diamètre. Les feuilles d'herbacées qui les composent n'ont pas forcément été préalablement lacérées avant d'être tressées. Ces nids ne comportent pas de chambre intérieure, ce qui explique que leur paroi soit plus fine et qu'ils soient flasques en apparence (Harris 1979a).

Des nids suspendus pour l'hiver ?

Quelques auteurs indiquent que le Rat des moissons fabrique des nids pour passer l'hiver, mais en réalité ces nids sont très difficiles à trouver dans la nature. Aucune description détaillée de ces nids d'hiver n'existe dans la littérature, sauf chez Barrett-Hamilton (1910) qui relate la découverte du professeur Schlegel : « ... qui eut la chance de trouver des nids d'hiver de Rat des moissons sur une grande digue près de Leyden, Hollande. Ceux-ci, composés de mousse, étaient attachés aux tiges de plusieurs roseaux et ressemblaient, en plus fusiforme, aux nids de rousserolle effarvate. Leur hauteur était de 15 à 30 cm (6 to 12 inches), leur profondeur de 7,5 à 10 cm (3 to 4 inches) ; ils étaient accrochés à environ 30 cm au-dessus de l'eau, sans entrée visible... Dans certains cas, des nids désertés de phragmite aquatique ont été adaptés par l'ajout d'un couvercle en herbe. La colonie était constituée d'environ cinquante nids, et en été ceux-ci sont remplacés par les structures globulaires habituelles, de la taille moyenne d'un poing, avec une petite ouverture circulaire près du sommet. ». Cette description laisse perplexe, vu les dimensions extrêmes de ces nids, d'autant qu'elle n'a pas été confirmée par d'autres auteurs ; l'adaptation des nids de phragmites aquatiques avec un couvercle d'herbe est tout aussi originale. Dans le marais de Lavours, beaucoup de nids construits en été sont encore en place en hiver et ils prennent souvent une forme allongée ; ce sont parfois de gros nids (jusqu'à 14 cm dans leur longueur), mais pas toujours. Des observations directes ont prouvé que les Rats des moissons les utilisent, de façon épisodique (fig. 39), de même que d'autres espèces comme le Troglodyte mignon (*Troglodytes troglodytes*).



Figure 39 : Rat des moissons rentrant dans un nid en roselière, le 02.01.2017 (noter la forme allongée du nid). © F. Darinot

Dans le mode de fabrication des nids, les feuilles sont dilacérées et entrelacées, ce qui implique qu'elles doivent être souples et fraîches. Par conséquent, il semble impossible que le Rat des moissons construise des nids suspendus après la saison de végétation quand les feuilles s'assèchent et deviennent cassantes. D'ailleurs, en terrarium, les Rats des moissons ne parviennent pas à fabriquer de beaux nids suspendus quand les herbes qu'on leur met à disposition sont sèches : ils forment alors des nids plus ou moins globuleux sur le sol ou dans le sol, avec une multitude de fragments de feuilles sèches. Ceci nous amène à penser que ce que les auteurs appellent « nids d'hiver » ne sont en réalité que des nids construits pendant la saison de végétation (printemps-automne) qui sont réutilisés en hiver. C'est probablement ce type de nid que Reichholf (2003) a trouvé au bord de l'Inn, en février 1988 (Autriche) : les deux nids composés de feuilles de Baldingère étaient situés près du sol, contre des branches de saule coupées par un castor.

Des nids dans la litière du sol

Quelques observations réalisées soit en pleine nature, soit en enclos à l'extérieur, soit encore en terrarium permettent d'affirmer que le Rat des moissons, dans certaines conditions, est capable de fabriquer des nids dans la litière qui recouvre le sol.

Au Japon, Ishiwaka et *al.* (2010) ont ainsi trouvé un grand nombre de nids au sol, qu'ils attribuent avec certitude à *Micromys minutus*. Ces nids ont été mis à découvert après des brûlages de printemps dans des formations à Roseau de Chine (*Miscanthus sinensis*) et Bambou (*Pleioblastus chino*). D'après des dosages de SiO₂ et Mg contenus dans les feuilles qui composent les nids, ceux-ci auraient été construits entre septembre et mars. Les auteurs estiment que les Rats des moissons ont passé l'hiver dans ces nids, qui ont été occupés longtemps compte-tenu du grand nombre de crottes. Certains nids étaient connectés à des terriers en-dessous. Toutefois, la position des nids n'est pas clairement décrite dans l'article et les auteurs

eux-mêmes se demandent si ce n'est pas plutôt l'épaisse couche de feuilles sèches de bambou qui serait attractive pour l'espèce. De surcroît, les nids eux-mêmes ne sont pas décrits, ni même comparés à des nids aériens.

En Angleterre, Banks (1975) a observé plusieurs nids construits dans une épaisse litière de Baldingère (*Phalaris arundinacea*) qu'il avait disposée dans un enclos dans son jardin. Dans ce compost formé de brisures de baldingère, épais de 30 cm, les Rats des moissons avaient creusé des galeries et formé des nids faits de feuilles déchiquetées, parfois à 25 cm de profondeur. Plusieurs mises-bas ont eu lieu de septembre à octobre dans ces nids souterrains.



Figure 40 : Nid sphérique souterrain (à gauche) et nid sphérique aérien (à droite) construits par le même Rat des moissons (Ishiwaka et Masuda 2017)

Une dernière expérience, réalisée en terrarium au Japon par Ishiwaka et Masuda (2017, comm. pers.), confirme que la femelle de Rat des moissons est capable de construire des nids ellipsoïdes ou sphériques dans la litière végétale (fig. 40). La femelle apporte des fragments de feuilles de l'extérieur vers l'intérieur du nid et les plaque contre la paroi du nid. L'épaisseur de la litière, le type de sol et son humidité, ainsi que la présence d'autres rongeurs à proximité, influencent la forme et la structure des nids souterrains.

Autres cachettes hivernales

D'autres cachettes hivernales sont rapportées par certains auteurs, malheureusement sans précisions suffisantes pour toutes les « authentifier ». Dès l'automne, les Rats des moissons logeaient dans les meules de paille (blé et avoine) et de foin (Saint-Girons 1955, Harris 1979a). Ils pouvaient ensuite pénétrer dans les granges quand la paille et le foin étaient rentrés pour l'hiver. De nombreux témoignages écrits ou oraux attestent de ce comportement, qui appartient maintenant au passé. Harris rapporte aussi d'autres cachettes étonnantes comme des trous de digues, sous les pierres et les branches au sol, mais aussi au-dessus du sol dans des nids d'oiseaux comme le Bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*). Il est probable que le Rat des moissons soit capable d'utiliser les nids d'autres rongeurs comme le Campagnol agreste (*Microtus agrestis*) qui vit aussi dans les marais et qui fabrique de gros nids sur le sol (*obs. pers.*). Il peut s'abriter, au moins temporairement, dans les nids de Cisticole des joncs (*Cisticola juncidis*) comme cela a été observé dans le marais de Mireval (Hérault) en octobre 2013 (Poitevin et Bompar, non publié). En revanche, il paraît impossible que le Rat des moissons creuse lui-même un terrier dans le sol, comme cela est parfois écrit : sa constitution lui permet juste de creuser la litière meuble, quand elle existe.

Le Rat des moissons est-il le seul micromammifère à fabriquer des nids ?

Beaucoup de micromammifères fabriquent des nids, mais très peu les construisent en hauteur accrochés à la végétation. Dans nos campagnes, les mulots (*Apodemus sylvaticus*, *A. flavicollis*) confectionnent des nids souterrains qu'ils tapissent de feuilles, de mousse et d'herbes, tout comme le Campagnol des champs (*Microtus arvalis*) et le Campagnol terrestre (*Arvicola*

terrestris). Le Campagnol agreste (*Microtus agrestis*) fabrique de gros nids globuleux à la surface du sol, encastrés au pied des touffes d'herbe ; ils atteignent 20 cm de large et leur paroi épaisse est très isolante (Redman et al. 1999). En Europe, seuls le Rat des moissons et le Muscardin (*Muscardinus avellanarius*) fabriquent des nids aériens. En effet, des espèces arboricoles comme la Siciste des bouleaux (*Sicista betulina*), le Loir (*Glis glis*) et le Léroty (*Eliomys quercinus*) utilisent des cavités dans les arbres qu'ils tapissent de végétation, formant ainsi un nid plus ou moins globuleux, mais ces nids ne sont pas accrochés à la végétation. Quant au Muscardin, son nid est légèrement plus gros que celui du Rat des moissons et il est fabriqué avec des matériaux rapportés et non avec les herbes enracinées ; il est posé à la fourche de branches ou de fortes tiges, parfois jusqu'à trois mètres de hauteur.

Dans le monde, on connaît très peu de petits mammifères capables de fabriquer des nids aériens (Wilson et al. 2016, 2017). Dans le sud de l'Afrique, le Dendromus de Henglin (*Dendromus mystacalis*), un rongeur de la famille des Nesomyidés qui pèse entre quatre et onze grammes, construit des nids faits d'herbes entrelacées à un mètre au-dessus du sol. Ce dendromus ressemble beaucoup au Rat des moissons et il vit comme lui dans des végétations herbacées denses. En Amérique du sud, l'Oryzomys du Brésil (*Holochilus brasiliensis*) est un rongeur de la famille des Cricétidés qui vit dans les zones humides. En dépit de son poids plus important (130 à 370 g), il construit aussi de gros nids ovoïdes accrochés à la végétation, quelques centimètres au-dessus de l'eau : ces nids peuvent mesurer jusqu'à 22,5 cm (Sauthier et al. 2010). D'autres Cricétidés du genre *Oligoryzomys* qui vivent en sympatrie avec l'Oryzomys du Brésil construisent des nids aériens plus petits, mesurant 18 cm de long, accrochés plus haut dans la végétation. Il existe certainement d'autres espèces de micromammifères susceptibles de construire des nids aériens, mais force est de constater que le comportement de bon nombre d'espèces reste à découvrir, en particulier dans les régions tropicales et équatoriales humides.



Nid de Rat des moissons, vue d'artiste © Jill Barklem, 1980

1.6.3. Rythme circadien

Actif essentiellement la nuit

Chaque espèce de mammifère possède son propre rythme d'activité, avec des temps de repos et de nourrissage espacés à intervalles réguliers. Le rythme d'activité du Rat des moissons a très tôt été étudié, surtout en captivité (Smirnov 1957, Saint-Girons 1959, Gelmroth 1959, Cross 1970, Gorecki 1971). Chez cette espèce, tous ces auteurs s'accordent sur la grande variabilité individuelle des rythmes circadiens. Le Rat des moissons est actif de jour comme de nuit, mais davantage la nuit (Cross 1970). En captivité, deux pics d'activité ressortent clairement (fig. 41), l'un au crépuscule et l'autre au lever du jour (Trout 1978b).

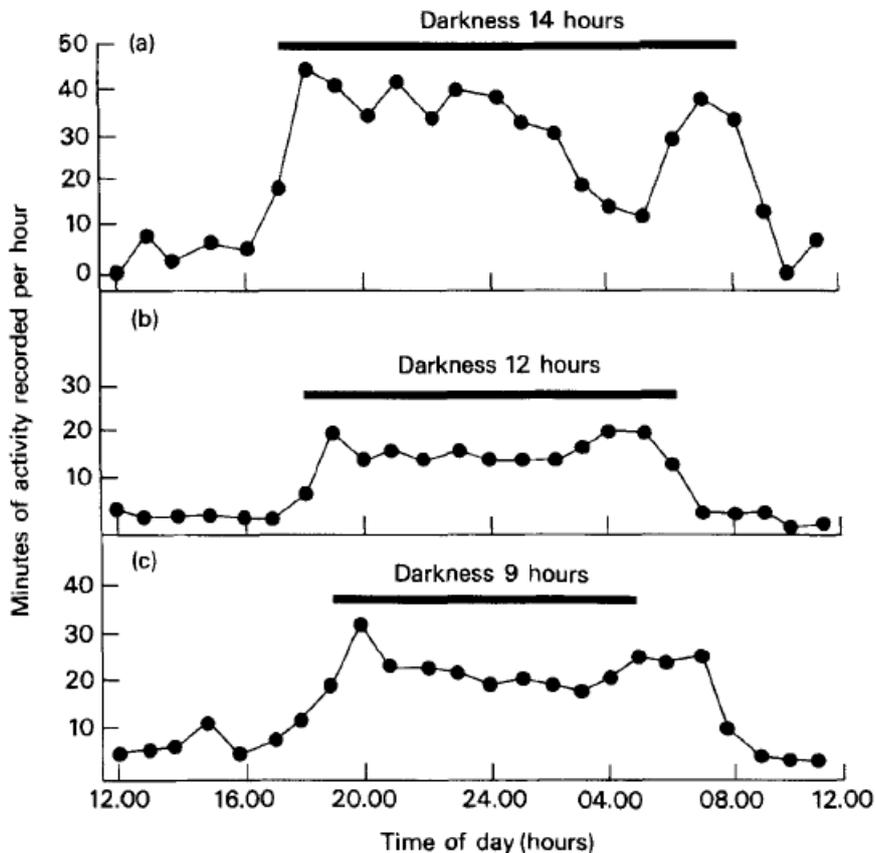


Figure 41 : Cycles d'activité circadienne chez le Rat des moissons en captivité, d'après (a) Smirnov (1957), (b) Cross (1970) et (c) Gelmroth (1969) (in Trout 1978b)

Récemment, la technologie des pièges-photos a permis l'enregistrement *in natura* de l'activité des Rats des moissons (fig. 42). Les animaux sont photographiés à un poste de nourrissage sur piquet, où des graines sont offertes *ad libitum*. Le nombre d'occurrences des individus est comptabilisé chaque heure : il reflète l'intensité de l'activité des individus qui sont attirés par les graines. Cependant, un biais peut exister entre l'hiver où le manque de nourriture pousse les Rats des moissons à utiliser davantage les graines offertes que l'été, quand ils peuvent plus facilement trouver leur nourriture dans leur environnement.

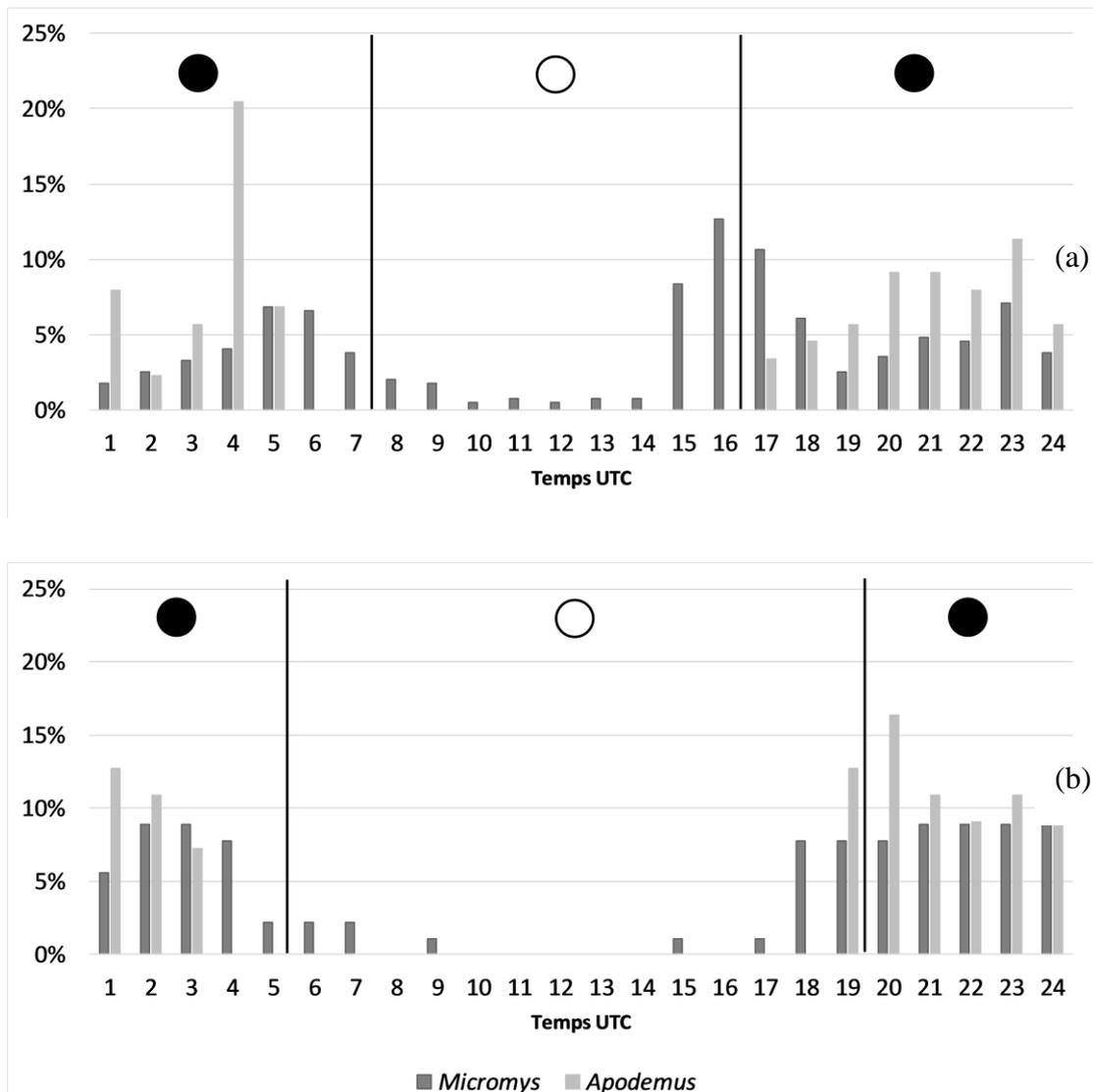


Figure 42 : Rythme d'activité du Rat des moissons et du Mulot sylvestre en décembre (a) et en août (b), dans une roselière du marais de Lavours. (résultats obtenus avec deux pièges-photos installés pendant 10 jours consécutifs en décembre 2016 et 1 piège-photos sur 10 jours consécutifs en août 2017).

En hiver, avec des jours longs de neuf heures, on retrouve les deux pics d'activité précédemment décrits par les auteurs, à l'aube et surtout en fin de journée ; une troisième période d'activité semble exister vers minuit. En été, avec des jours de 14 heures, le rythme d'activité du Rat des moissons semble assez constant tout au long de la nuit. Ceci contredit l'observation de Cross (1970), qui relève des périodes d'activité plus longues et plus espacées pendant les jours courts. Par ailleurs, on remarque que le Rat des moissons est bien actif en journée, surtout en hiver : le manque de nourriture et des besoins en énergie accrus le forcent probablement à allonger le temps consacré à la recherche de nourriture. Par comparaison, le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*) est franchement nocturne.

En captivité, le Rat des moissons présente des périodes de repos qui peuvent excéder quatre heures et la durée moyenne entre les prises de nourriture est de 18 minutes (Cross 1970). Cette durée diminue avec la taille chez les mammifères et chez la Souris grise (*Mus musculus*), par exemple, elle est de 45 à 90 minutes.

Des nuits bien remplies

La nuit n'est pas seulement consacrée à la recherche de nourriture. C'est à ce moment que le Rat des moissons effectue ses plus grands déplacements, et cela dès le crépuscule, hiver comme été (obs. pers.). Il effectue aussi des trajets en pleine journée, mais sur des distances moins grandes. C'est également la nuit que la femelle construit son nid (Frank 1957).

Pas de répit en hiver

Le Rat des moissons n'hiberne pas en hiver, bien au contraire. Plusieurs témoignages rapportent qu'autrefois il émergeait des meules de paille lors des belles journées d'hiver, pour s'exposer au soleil (Trout 1978b). Les données issues des pelotes de réjection confirment qu'il est actif en hiver, même quand le manteau neigeux est épais (Canova 1989). Il n'hésite pas à se déplacer sur la glace et à traverser de petites pièces d'eau (moins d'un mètre de large), même par grand froid (Darinot obs. pers.). Au cœur des nuits les plus glacées (- 14 °C), plusieurs individus ont été détectés par caméra thermique, accrochés à des tiges de roseau : les performances de ce petit animal sont incroyables (Darinot obs. pers.).



Rat des moissons © Alain Seitz

1.6.4. Alimentation

Un régime alimentaire varié

La nourriture du Rat des moissons est très variée et l'animal est véritablement omnivore (Dickman 1986, Okutsu et al. 2012). En captivité, les Rats des moissons vont consommer une grande variété de graines, comme de l'avoine, du blé et du millet, des fruits d'arbustes comme les cynorrhodons, les cenelles et les mûres. Ils rongent avidement l'écorce des branches de saule qu'on leur présente, mais pas de toutes les espèces : ils aiment l'écorce du Saule blanc (*Salix alba*) et du Saule cendré (*S. cinerea*), mais pas du Saule fragile (*S. fragilis*). Ils attrapent et mangent aussi de nombreux insectes, dont des papillons de nuit, des chenilles, des mouches et des criquets ; les parties chitineuses et dures des insectes ne sont pas ingérées (Harris 1979a). Les Rats des moissons en captivité chassent les insectes grâce à leur vue et à leur ouïe. Par ailleurs, ils sont cannibales puisqu'ils consomment les cadavres de leurs congénères morts naturellement ou des suites de combats quand ils sont en surnombre. En captivité, leurs aliments préférés sont, dans l'ordre : insectes, graines, baies et feuilles vertes.

Le goût du Rat des moissons pour la viande est bien connu. En Allemagne, en Rhénanie du Nord-Westphalie, les Rats des moissons pouvaient infester autrefois les garde-manger où ils étaient appelés localement les “souris du lard” (cité par Harris 1979a) ; ce comportement est néanmoins étrange, car normalement le Rat des moissons ne rentre pas dans les habitations. Certains auteurs rapportent que le Rat des moissons, comme le Muscardin, est un prédateur des œufs de Rousserolle effarvate (*Acrocephalus scirpaceus*) dans les roselières (Honza et al. 2010).



Figure 43 : Tige de roseau ouverte par un Rat des moissons

© F. Darinot

coups de bec pour se nourrir des larves d'insectes qu'elle renferme. Quant à lui, le Rat des moissons ronge les tiges pour accéder aux larves (Darinot, obs pers.). Les larves des diptères *Lipara*, qui provoquent des terminaisons en forme de cigare sur les roseaux (fig. 44), sont très appréciées des Rats des moissons (Tom Reader, University of Nottingham, comm. pers.). Dans le marais de Lavours, un rapide échantillonnage de 25 tiges de roseau, prises au hasard dans une roselière dense, a fourni 58 larves dont 53 de *Tetramesa phragmitis*, un Hyménoptère

Dans son milieu naturel et en particulier dans les zones humides, le Rat des moissons trouve une ressource importante dans les tiges creuses de Roseau (*Phragmites australis*), qui abritent quantité de larves d'insectes (fig. 43). Cette ressource est cruciale pour les animaux en hiver. On connaît le comportement des oiseaux et notamment des mésanges bleues et des bruants des roseaux qui ouvrent la tige à

Eurytomidae (fig. 45). Une chenille beaucoup plus grosse de *Chilo phragmitella*, un papillon hétérocère de la famille des *Crambidae*, a aussi été trouvée (fig. 46). Cette abondance permet d'expliquer en partie la survie du Rat des moissons dans la roselière en hiver alors que la ressource en graines a disparu.

Outre les éléments déjà cités, Dickman (1986) identifie dans les fecès de Rats des moissons vivant à Oxford (Angleterre) des restes de mousses, de mollusques, d'araignées et de matériel racinaire en faible quantité. La plupart des invertébrés étaient des larves et des imagos de coléoptères (*Scarabaeidae*, *Chrysomelidae*, *Coccinellidae*) ; des poils de Rat des moissons ainsi que de Campagnol agreste (*Microtus agrestis*) ont également été retrouvés. Plus généralement, la diversité d'alimentation du Rat des moissons mériterait d'être mieux étudiée dans la nature, et en particulier les changements de régime alimentaire selon les saisons.



Figure 44 : Larve de *Lipara* sp. (diptère) dans une tige de roseau
© F. Darinot



Figure 45 : Larve de *Tetramesa phragmitis* dans une tige de roseau
© F. Darinot



Figure 46 : Larve de *Chilo phragmitella* dans une tige de roseau © F. Darinot

Une peste pour l'agriculture ?

En temps normal, les Rats des moissons n'occasionnent pas de dégâts aux cultures. Cependant, plusieurs auteurs rapportent des cas de pullulation avec de sérieuses conséquences sur les champs de céréales (Harris 1979a). Par exemple, en 1917 et 1918, dans la région du Schleswig-Holstein, au nord de l'Allemagne, l'espèce a causé des dégâts considérables aux récoltes, surtout après que le grain ait été rentré dans les granges. En 1949, le Rat des moissons a également attaqué les récoltes en Thuringe (Allemagne) : les pertes sur le seigle s'élevèrent à 40 à 90 %. Ils s'attaquèrent aussi au blé, ainsi qu'à l'orge et à l'avoine dans une moindre mesure. Pendant la dernière guerre mondiale, les Rats des moissons ont été considérés comme une peste pour

l'agriculture en Russie, surtout dans l'Oural, l'ouest et l'est de la Sibérie. Aujourd'hui encore, l'espèce est identifiée comme un ravageur des cultures de céréales dans le district de Primorsky (région de Saint Pétersbourg, Russie) (Karlik 2009). En France, on ne trouve pas mention de ce type de ravages dans la littérature. Bouvier (1891) indique dans sa faune des mammifères de France que « la souris des moissons » est rare chez nous et par conséquent les dégâts sont peu sensibles.

Inversement, les Rats des moissons peuvent bénéficier à l'agriculture dans la mesure où ils consomment certains ravageurs des céréales. Ils mangent le Puceron russe du blé (*Diuraphis noxia*) et boivent avidement le miellat qu'il excrète (Harris 1979a). Au Japon, Ishiwaka et Masuda (2008) ont testé le Rat des moissons dans la lutte biologique contre une noctuelle asiatique (*Mythimna separata*) ravageuse du riz, dont il mange les larves.

1.6.5. Traits comportementaux

Capacités sensorielles

L'ouïe est très développée chez le Rat des moissons. Un bruit anormal ou des vibrations entraînent l'arrêt immédiat de l'activité, et l'animal peut rester quelques instants en alerte avant de vivement s'enfoncer dans la végétation (Frank 1957). Effrayé, il descend rapidement le long d'une tige ou bien il peut même directement sauter par terre : c'est le cas, par exemple, quand un nid est dérangé. Grâce à la télémétrie, la distance de fuite est estimée à deux mètres, même quand le Rat des moissons se trouve à l'intérieur d'un nid (Darinot obs. pers.).

Vocalisations

Les cris des jeunes dans le nid ont été analysés par Zippelius (1974). Des émissions ultrasoniques ont été enregistrées entre 43 et 114 kHz, mélangées avec des sons audibles. Les jeunes peuvent émettre ces sons quand ils ont froid, ou faim, ou quand ils sont effrayés (Trout 1978b). Les adultes aussi poussent des cris perçants quand ils sont en difficulté (par exemple quand on les saisit). Pendant la reproduction, le mâle approche la femelle en émettant des petits cris d'appel auxquels elle répond par des « tseck », jusqu'à ce qu'elle soit prête à s'accoupler. Lors d'aggressions entre individus, le volume sonore peut être considérable par rapport à la taille des animaux.

Marquage olfactif

En captivité, le Rat des moissons pratique le marquage olfactif, mais on ne connaît pas encore son utilité : délimitation d'un territoire, marquage de routes ... ? De toute évidence, les zones de marquage sont fortement inspectées par tout nouvel individu introduit dans une cage d'élevage (Paillat et Butet 1986). Lors de leurs déplacements, les mâles comme les femelles déposent souvent une goutte d'urine sur leur support (Gilliéron comm. pers.). Ce marquage olfactif est connu chez les mammifères comme un des moyens pour se repérer lors des grands mouvements d'exploration à l'intérieur de leur domaine vital (Benhamou et Bovet 1989). Chez le Rat des moissons, il pourrait permettre de comprendre comment une femelle est capable

d'effectuer des allers-retours de plusieurs centaines de mètres dans une roselière inondée, de nuit, à partir d'un point focal où se trouve un nid (Darinot obs. pers.).

Simulacre de mort

Le Rat des moissons est capable de simuler la mort dans des cas extrêmes (comportement de thanatose), quand il ne peut plus échapper à un prédateur. Ce comportement a été observé chez un mâle adulte capturé avec un piège INRA non vulnérant et relâché dans une petite cage en plastique (Darinot obs. pers.) : après de multiples tentatives pour échapper à la main du biologiste qui voulait le saisir, il s'est brusquement couché sur le flanc, dans une immobilité parfaite. Mais moins d'une minute après, le calme étant revenu, il s'est remis à courir en tous sens dans le fond de la cage. La thanatose est rare chez le Rat des moissons, car elle n'a été observée qu'une fois sur plus de 1 000 individus capturés de la même manière (Darinot obs. pers.).

1.6.6. Domaine vital

Définition

Dans sa définition initiale, un domaine vital est « *la surface traversée par l'individu pendant ses activités normales de recherche de nourriture, de reproduction et de soin aux jeunes. Des sorties occasionnelles hors de la zone, telles que des explorations dans la nature, ne devant pas être considérées comme faisant partie du domaine vital* » (Burt 1943). Cette définition n'a cessé d'évoluer et aujourd'hui plusieurs auteurs considèrent le domaine vital comme une carte mentale directement liée à l'hippocampe des animaux (Powell 2012, Powell et Mitchell 2012, Spencer 2012). L'animal maintiendrait continuellement son domaine vital à jour en fonction des ressources du milieu (nourriture, possibilités de se reproduire, cachettes...) et son domaine vital reflète son comportement dans un environnement complexe et évolutif. L'animal peut modifier l'utilisation de son environnement au cours du temps et il devient alors possible d'identifier différents domaines vitaux selon chaque période d'activité (Powell et Mitchell 2012). Toutefois, aucun de ces domaines vitaux ne possède de frontières biologiques et de nombreux auteurs considèrent qu'il est vain et non pertinent de calculer une aire pour chacun d'eux (fig. 47).



Fig 47 : De retour au domaine vital © Guillaume Viallard

L'étude des domaines vitaux des micromammifères n'est pas aisée. Elle repose sur le piégeage (capture-marquage-recapture) ou sur la télémétrie, avec des émetteurs miniatures embarqués par l'animal, qui donne de meilleurs résultats en ne limitant pas la capacité de mouvement des individus. Différentes méthodes permettent ensuite de calculer l'aire du domaine vital. La méthode du « minimum convex polygon » (MCP) qui a été longtemps utilisée tendait à sous-estimer la surface occupée par l'animal à cause des problèmes de bordure et ne permettait pas de prendre en compte l'utilisation différentielle de l'espace à l'intérieur de l'enveloppe. C'est pourquoi la méthode « kernel » est aujourd'hui utilisée, car elle repose sur une probabilité de présence de l'animal en différents points de l'espace et elle permet de s'affranchir des problèmes de bordure.

Domaines vitaux estivaux

Dans la littérature, le domaine vital du Rat des moissons est peu documenté. Trout (1978) avance un domaine vital de 400 m² (300 à 400 m²) pour les mâles et 350 m² pour les femelles (200 à 800 m²). Serrano-Padilla (1998) relève 288 m² pour les mâles et 302 m² pour les femelles.

Mesure par CMR

De nouvelles données proviennent du marais de Lavours, basées sur le piégeage (CMR) et la télémétrie (tab. 3). De mars à octobre 2015, 321 individus adultes et 123 juvéniles de Rats des moissons ont été capturés, ce qui correspond à 1 418 captures. Après une inondation exceptionnelle en mai qui a sévèrement réduit le nombre de Rats des moissons dans la roselière, la population augmente rapidement, pour atteindre 200 individus / ha en octobre. La surface et l'emplacement du domaine vital des individus varient au cours de la saison, couvrant en moyenne 1 464 m² +/- 481 m² (fig. 48). Il a également été démontré que certains Rats des moissons se retrouvent deux étés de suite au même « emplacement », sans pouvoir préciser davantage s'il s'agit du même domaine vital. Toutefois, l'estimation des domaines vitaux par la méthode CMR comporte trop de biais pour être fiable : il faut alors recourir à la télémétrie.

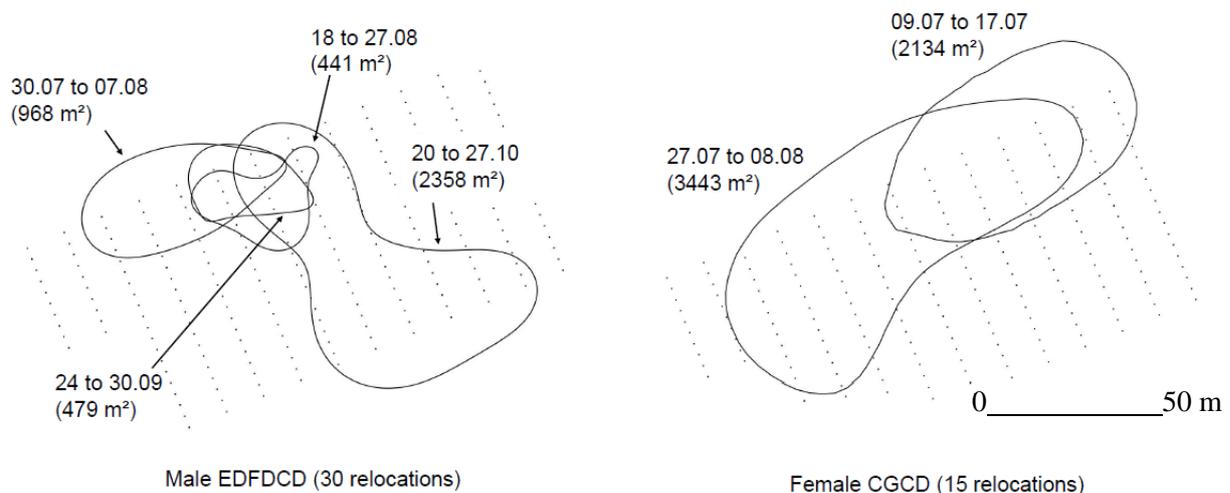


Figure 48 : Evolution des domaines vitaux de deux Rats des moissons dans une grille de pièges de 7 200 m², au cours de l'été 2015. Calcul des domaines vitaux avec la méthode Kernel. Marais de Lavours (Ain).

Mesure par télémétrie

La taille moyenne des domaines vitaux mesurée par télémétrie est supérieure à celle mesurée avec la CMR (tab. 3). Si l'on inclut les points extrêmes liés à des mouvements d'exploration (hypothèse Kernel haute), la surface moyenne des domaines vitaux est égale à 5 477 m² +/- 2 389 m².

Tableau 3 : Caractéristiques des domaines vitaux et des déplacements des 17 Rats des moissons suivis par radiopistage dans le marais de Lavours (hypothèse basse / haute Kernel : calcul de l'aire du domaine vital avec la méthode Kernel, respectivement sans / avec les points extrêmes ; enveloppe MCP : calcul de l'aire du domaine vital avec la méthode MCP avec les points extrêmes).

n°	Date capture	Nb positions	Sexe	Poids (g)	Surface domaine vital (m ²)			Distance parcourue (m)		
					Hypothèse basse Kernel	Hypothèse haute Kernel	Enveloppe MCP	Totale	Maximale journalière	Moyenne journalière
1	03.10.12	28	M	7	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2	11.06.13	1	F	13	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3	12.06.13	7	M	7,3	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4	18.06.13	1	M	7	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5	19.11.13	7	F	9	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6	17.08.15	17	M	8,2	NA	NA	NA	NA	NA	NA
7	09.02.17	1	F	7,4	NA	NA	NA	NA	NA	NA
8	14.02.17	17	F	7	2638	8777	17930	1564	421	196
9	15.03.17	14	M	7,5	1170	12543	35975	1131	216	126
10	22.03.17	19	M	7,3	1652	4419	8410	582	186	53
11	11.04.17	11	F	8,8	1462	1462	942	NA	NA	NA
12	05.09.17	26	M	7,6	3627	3627	4010	578	176	72
13	05.09.17	38	F	6,9	978	1170	2118	759	236	58
14	21.09.17	18	M	7,4	NA	NA	NA	NA	NA	NA
15	18.10.17	15	M	5,9	NA	NA	NA	NA	NA	NA
16	31.10.17	5	M	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
17	18.03.18	25	M	6,5	5315	11361	15402	935	281	85
	total	250								
	Moyenne	14,71			2163	5477	11131	854	245	90
	Ecart-type	10,56			1619	4778	11784	393	85	54

La surface du domaine vital des mammifères est corrélée à la taille corporelle quand les variables sont exprimées en log₁₀ (Lindstedt et al. 1986). Comparativement à son poids, la taille du domaine vital du Rat des moissons paraît beaucoup plus grande que celle d'autres mammifères. Le caractère disperseur de l'espèce en est une des raisons. Par exemple, le Campagnol agreste (*Microtus agrestis*) qui est cinq fois plus gros (20-48 g) qu'un Rat des moissons mais qui est un médiocre disperseur, aurait un domaine vital de 1000 à 1500 m² (Borowski 2003, Quéré et Le Louarn 2011), alors que le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvestris*) qui est seulement trois fois plus gros mais qui disperse activement, (18-30 g) possède un domaine vital qui peut atteindre 8000 m² dans une roselière (Canova et al. 1993). L'étude des domaines vitaux du Rat des moissons n'en est qu'à ses débuts, et les progrès de la télémétrie pour les petits animaux devraient apporter beaucoup de surprises pour cette espèce comme pour d'autres.

Domaine vital hivernal

En hiver, Slepsov (1947) et Rowe (1958) rapportent que les Rats des moissons se regroupent en colonies de plus d'une centaine d'individus dans les meules. Il semblerait donc que l'espèce soit solitaire pendant la saison de reproduction, puis qu'elle manifeste un comportement plus social en hiver afin de diminuer les pertes de chaleur. Il arrive ainsi qu'en hiver, on dérange des nids d'où sortent plusieurs Rats des moissons (Wilhelm comm. pers.), ce qui est impossible à la belle saison. Cependant, aucune étude n'existe encore sur l'occupation de l'espace en hiver par le Rat des moissons. On ne sait même pas vraiment où il vit et un champ expérimental complet s'offre aux naturalistes et aux biologistes.

1.6.7. Déplacements et dispersion

Capacités de déplacement

Les capacités de déplacement des Rats des moissons sont encore largement méconnues. Plusieurs auteurs suspectent que les individus puissent se déplacer sur de grandes distances, notamment au moment des moissons et des inondations (Trout 1978). Pendant longtemps, Trout (1976) était le seul à avoir mis en évidence des déplacements d'individus adultes sur plus de 100 mètres, grâce à du piégeage avec CMR.

Plus récemment, des expériences de télémétrie ont pu être tentées sur le Rat des moissons grâce à la miniaturisation des émetteurs :

- dans la Petite Camargue Alsacienne (France), il a ainsi été montré qu'un mâle et une femelle sont capables de parcourir plus d'une centaine de mètres en quelques jours (Durrer et *al.* 2006) ;
- en février 2017, une femelle parcourt des allers-retours de 200 à 400 mètres pendant la nuit, dans une roselière inondée du marais de Lavours ; en fin de nuit, celle-ci regagne un secteur précis où elle passe la journée dans le même nid ou à proximité (fig. 50).

Le plus grand déplacement d'un Rat des moissons enregistré semble être celui d'un mâle ayant parcouru 1,2 km (distance euclidienne) en 18 mois, en traversant une rivière et une route départementale dans le marais de Lavours. Plus généralement, dans ce marais, il a été montré que des déplacements d'une centaine de mètres sont fréquents, tant chez les mâles que les femelles, de jour comme de nuit, en toute saison.

Concernant les distances maximales parcourues, il est certain que l'on sous-estime encore largement les capacités de déplacement des Rats des moissons, comme de tous les petits mammifères. Ses performances sont tout à fait comparables à celles d'autres espèces de faible poids (tab. 4).

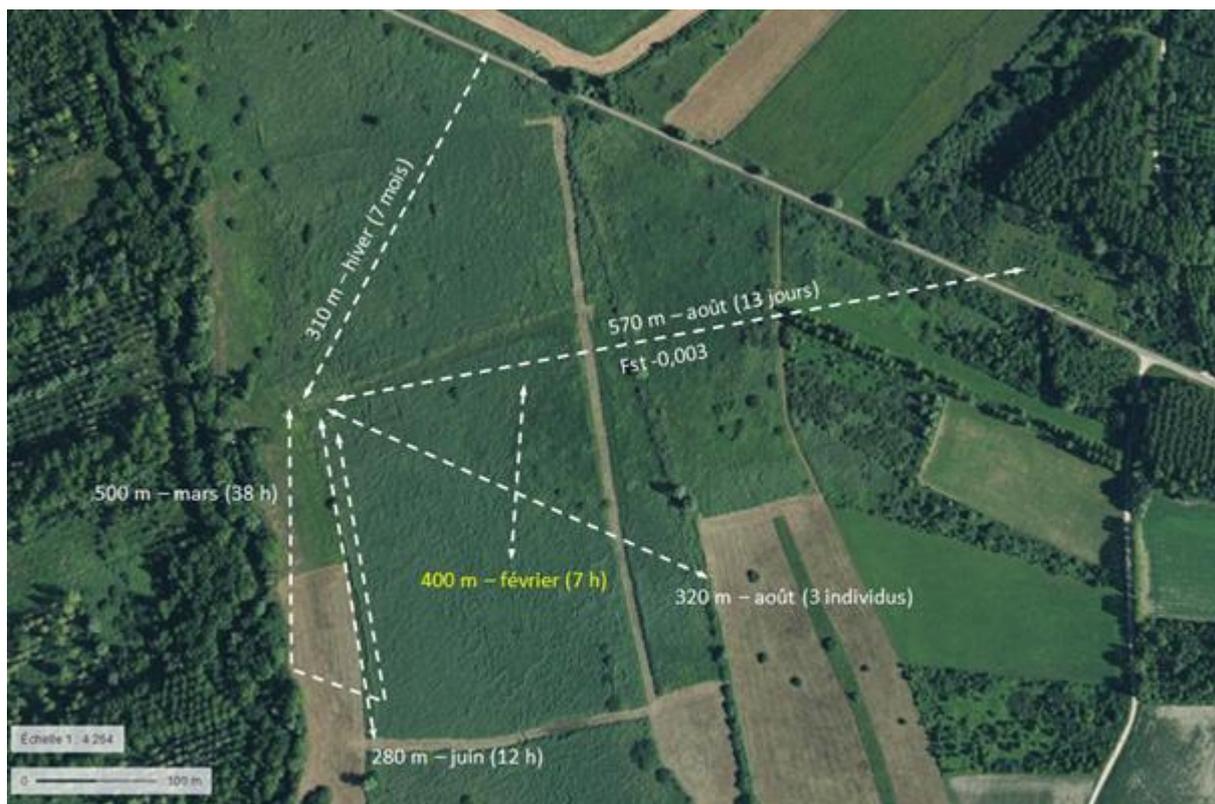


Figure 49 : Parcours et distances maximales relevées pour plusieurs Rats des moissons dans une roselière du marais de Lavours (Darinet, non publié)

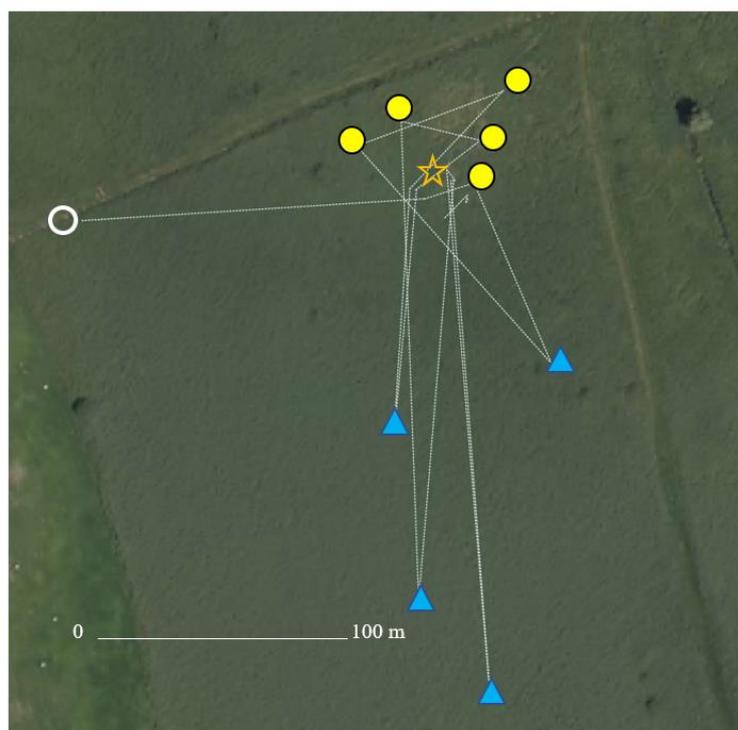


Figure 50 : Déplacements de la femelle 150.443 du 14 au 21 février 2017 dans une roselière inondée de 20 cm d'eau (Darinet, non publié)

Cercle blanc : capture-relâcher ; étoile : nid ; cercles jaunes : positions de jour ; triangles bleus : position à minuit

Tableau 4 : Distances maximales parcourues par différentes espèces de micromammifères.

Région	Espèce	Poids	Distance maximale parcourue	Durée	Références
France, Rhône-Alpes	Rat des moissons (<i>Micromys minutus</i>)	7 g	570 m	13 jours	Darinot (non publié)
France, Rhône-Alpes	Rat des moissons (<i>Micromys minutus</i>)	7 g	1200 m	18 mois	Darinot (non publié)
Pologne, Varsovie	Mulot rayé (<i>Apodemus agrarius</i>)	15 - 25 g	> 1 000 m	5 j	Liro et Szacki 1987
Pologne, Varsovie	Campagnol roussâtre (<i>Myodes glareolus</i>)	35 - 45 g	> 1 000 m	5 j	Liro et Szacki 1987, Kozakiewicz 1993
Angleterre, Oxfordshire	Mulot sylvestre (<i>Apodemus sylvaticus</i>)	18 - 35 g	927 +/-433 m	1 nuit	Tew et Macdonald 1993
Angleterre, Suffolk	Mulot sylvestre (<i>Apodemus sylvaticus</i>)	19 - 35 g	2 500 m	1 nuit	Tew 1988
Finlande	Campagnol agreste (<i>Microtus agrestis</i>)	20 - 40 g	500 m (à la nage)	non précisé	Pokki 1981
Amérique du nord, Yukon	Souris sylvestre (<i>Peromyscus maniculatus</i>)	10 - 24 g	> 3 044 m	15 jours	Jung et al. 2005, Rehmeier et al. 2004
Amérique du nord, Massachusetts	Souris à pattes blanches (<i>Peromyscus leucopus</i>)	15 - 25 g	14 730 m	1 mois	Maier 2002
Amérique du nord, Kansas	Souris occidentale des moissons (<i>Reithrodontomys megalotis</i>)	9 - 22 g	3 200 m	non précisé	Clark et al. 1988
Australie	<i>Pseudomys hermannsburgensis</i>	12 g	6 820 m	non précisé	Dickman et al. 1995

Dispersion efficace

La capacité de déplacement des individus est un des paramètres qui influent sur la dispersion efficace d'une espèce, avec la qualité des habitats et la structure sociale des populations. Par définition, la dispersion efficace est un mouvement d'individus suivi de reproduction, qui conduit à un mélange des gènes. Ainsi, la dispersion efficace ne se résume-t-elle pas à un simple déplacement. C'est un phénomène très important pour le maintien de populations situées dans des environnements instables, comme un marais inondé ou un champ de céréales moissonné, car il permet la recolonisation de nouveaux habitats et donc la survie de l'espèce localement. Puisqu'il est quasiment impossible de suivre un individu et d'observer sa reproduction, l'étude de la structure génétique des populations est le seul moyen pour inférer l'existence d'une dispersion efficace.

S'agissant de dispersion, tout reste à découvrir chez le Rat des moissons. Trout (1978) observe une dispersion des jeunes pouvant aller jusqu'à 90 m du nid de naissance ; néanmoins, nous ne sommes pas sûrs du sens que cet auteur donne à « *dispersal* ». Dans le marais de Lavours, l'étude de la structure génétique de plusieurs groupes d'individus répartis à travers le marais révèle l'existence d'une unique population, sur une superficie d'au moins 24 km². Elle est limitée par les reliefs qui bordent le marais et par le Rhône, qui est probablement infranchissable dans sa forme actuelle pour un Rat des moissons. Les Rats des moissons sont génétiquement semblables dans l'ensemble du marais, ce qui s'explique par d'importants flux de gènes entre les individus en différents lieux du marais. Ceci montre le rôle de la dispersion efficace qui permet le brassage des gènes, avec des individus qui sont capables de parcourir des distances suffisantes pour aller se reproduire avec leurs voisins. Par comparaison, Gauffre et al. (2008) ont montré que le Campagnol des champs (*Microtus arvalis*) est capable de former une population génétiquement homogène, s'étalant sur 500 km² dans un paysage agricole de Poitou-Charentes. Cependant, très peu d'études existent actuellement sur la taille des populations de micromammifères et sur la dispersion.

Dans le marais de Lavours, les distances de dispersion varient de 93 m (95% IC : 70 - 96 m) à 138 m (95% IC : 103 - 143 m), en fonction de la méthode de calcul utilisée. Chez les rongeurs, les distances de dispersion moyennes varient de quelques mètres en enclos, à plus de 2 km dans une métapopulation (moyenne = 163 m, médiane = 31 m) (Le Galliard et al. 2012). Si l'on considère que la distance de dispersion est liée à la masse corporelle chez les mammifères (Jenkins et al. 2007), les capacités de dispersion chez le Rat des moissons semblent assez élevées par rapport aux mammifères en général (Sutherland et al. 2000). A titre d'exemple, chez le Campagnol des champs (*Microtus arvalis*) qui est quatre fois plus gros qu'un Rat des moissons mais qui ne présente pas de grandes capacités de dispersion (Heckel et al. 2005), la distance de dispersion moyenne est inférieure, étant égale à 88 m (95% IC : 76–110 m) dans un paysage agricole intensif de l'Ouest de la France (Gauffre et al. 2008).

1.7. Biologie des populations

1.7.1. Sex-ratio

Le sex-ratio est le rapport du nombre de mâles et de femelles au sein d'une population, pour une génération ou dans la descendance d'un individu. C'est un indice difficile à mesurer dans les études de terrain, dans la mesure où les biais dûs aux techniques de recensement des individus peuvent être importants (Bryja et al. 2005). Chez le Rat des moissons, les différentes études, qui indiquent un sex-ratio oscillant entre 0,46 à 0,56 (Trout 1978), tendent à montrer un équilibre entre les sexes.

1.7.2. Accouplement et fécondité

Saisonnalité

Chez le Rat des moissons, la reproduction ne commence vraiment que lorsque la végétation est suffisamment développée pour permettre l'établissement des nids (Butet et Paillat 1998). En Europe occidentale, en plaine, on peut observer les premiers nids dès le mois de mai, bien que les mâles puissent être sexuellement actifs dès mars (Rowe 1958). En Russie, Sleptsov (1947) a également trouvé des femelles gestantes en mars. La reproduction atteint un pic de juillet à septembre et peut se poursuivre jusqu'en décembre, selon les conditions météorologiques (Trout 1977, Harris 1979b). Cependant, la survie des jeunes nés tardivement n'est pas assurée à cause du froid et de l'humidité qui vont s'amplifier à mesure que l'automne avance. Par ailleurs, on ne sait rien de l'évolution du taux de femelles gestantes au cours de la saison de reproduction.

Le connaître, c'est l'aimer

Certains auteurs considèrent que le Rat des moissons est une espèce solitaire, qui n'aime pas la compagnie de ses congénères (Rowe et Taylor 1964, Trout 1978). En effet, les femelles occupent des domaines vitaux qui se recouvrent peu, de même qu'en période de reproduction et pendant l'élevage des jeunes elles ne tolèrent aucun mâle adulte ni juvénile à proximité de leur nid (Frank 1957, Piechocki 1958). Il n'y a pas de dimorphisme sexuel entre individus, et les femelles peuvent même être plus grosses que les mâles. Par conséquent, les mâles ne contraignent pas les femelles à s'accoupler, et les femelles en oestrus choisissent préférentiellement des mâles qu'elles connaissent pour se reproduire (Brandt et Macdonald 2011). Inversement, hors oestrus, elles passent plus de temps à proximité de mâles inconnus. Cette tendance à rechercher des partenaires familiers est une constante chez les espèces de rongeurs solitaires, comme chez le Rat-kangourou géant (*Dipodomys ingens*), le Hamster doré (*Mesocricetus auratus*) ou la Gerbille de Mongolie (*Meriones unguiculatus*).

Natalité

La taille des portées varie de 2 à 12 embryons avec une moyenne de 4,8 à 5,3 embryons, selon les régions étudiées, l'âge des femelles et la saison (Butet et Paillat 1998). Une femelle peut être à la fois allaitante et gestante (Trout 1976). Il semblerait qu'une proportion importante des femelles adultes ne se reproduisent pas, comme le révèlent les études de populations menées dans le marais de Lavours (Darinet, non publié). Par ailleurs, beaucoup de femelles ne se reproduisent qu'une fois : en Russie, Sleptsov (1947) rapporte que 64 % n'ont qu'une seule portée, 33 % deux, 2 à 8 % trois et moins de 2 % quatre portées. La femelle construit un nouveau nid à chaque mise-bas, distant de deux à trois mètres du précédent.

1.7.3. Durée d'une génération

La durée d'une génération est définie de plusieurs manières et elle peut être calculée avec différentes formules (UICN 2013). Nous prendrons ici l'une des définitions les plus courantes : « *la durée d'une génération est donnée par l'âge moyen des parents de la cohorte actuelle* » (UICN 2012). Il s'agit donc du temps moyen entre deux générations consécutives dans la généalogie d'une population. C'est une caractéristique essentielle chez une population animale, à ne pas confondre avec l'espérance de vie, ni avec la longévité potentielle d'un organisme. Chez le Rat des moissons, la durée d'une génération est égale à trois mois.

1.7.4. Dynamique de population

Densité

La méthode la plus fiable pour estimer les effectifs de Rat des moissons dans un habitat donné repose sur le piégeage, avec marquage, lâcher et recapture des individus (CMR). En effet, le dénombrement des nids ne reflète que très imparfaitement les effectifs d'une population, comme cela a été démontré en Angleterre (Riordan et al. 2009). Par ailleurs, le piégeage doit combiner des pièges au sol et des pièges montés sur piquets pour capturer les individus qui se déplacent dans la végétation au-dessus du sol en été (Nordvig et al. 2001).

Les études démographiques qui reposent sur le piégeage sont rares, et aucune combinant pièges au sol et surélevés n'a encore été menée sur plusieurs années d'affilée. Les résultats publiés doivent donc être interprétés avec prudence. Ainsi, les résultats de Trout (1976) avec piégeage au sol révèlent d'importantes variations saisonnières de densité, allant de 17 à 233 individus / hectare selon les années en Angleterre (fig. 51). Cependant, l'efficacité du piégeage des Rats des moissons en été avec des pièges posés par terre est mise en doute par plusieurs auteurs, ainsi que Trout lui-même le rapporte (1978) : les effectifs observés décroissent en été, sans explication. On observe le même phénomène chez le Mulot sylvestre, plus difficile à capturer en été (Butet 1994, Butet et Paillat 1997).

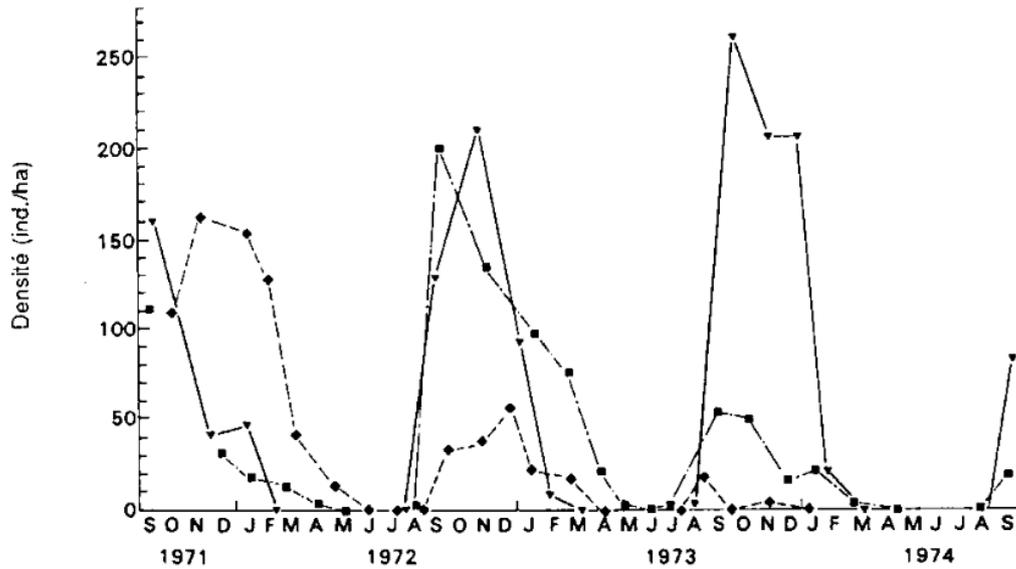


Figure 51 : Variations saisonnières et inter-annuelles des populations de Rats des moissons dans des friches herbacées du sud de l'Angleterre (d'après Trout 1976).

Les études menées dans le marais de Lavours avec des pièges surélevés ne mettent pas en évidence de baisse de densité estivale (fig. 52). En revanche, l'habitat étant inondé en hiver, les effectifs diminuent beaucoup, puis remontent au début du printemps (Darinot, non publié). Le pic de densité est atteint en septembre, avec des densités variant de 230 à plus de 1 000 individus / ha. Ces effectifs sont compatibles avec les estimations de Trout (1976), qui extrapole la densité de 80-176 nids / ha à une production de 424 à 933 jeunes / ha, ainsi que celles de Sleptsov (1947) avec 398 nids / ha et 1910 jeunes / ha (Butet et Paillat 1998).

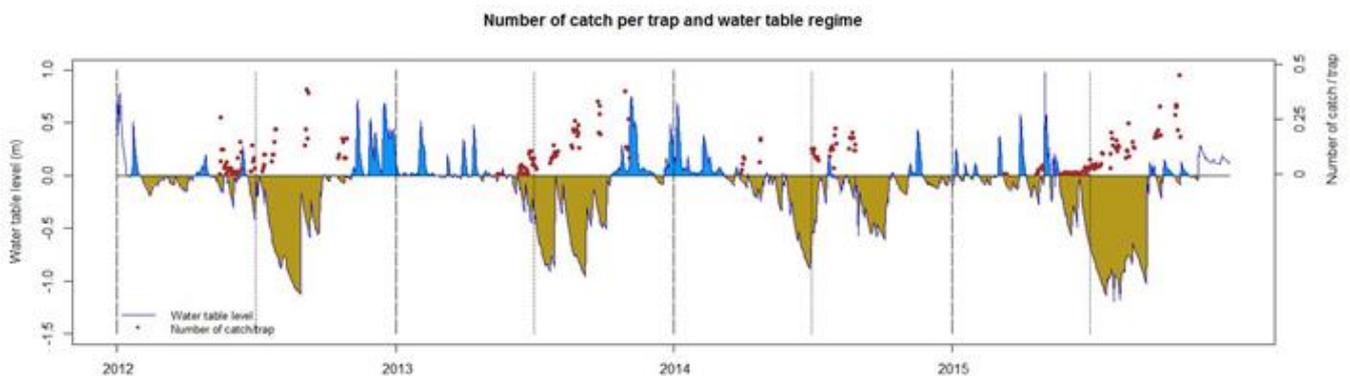


Figure 52 : Variations saisonnières et inter-annuelles de la densité de Rats des moissons (nombre d'individus pour 1 000 m²) dans une roselière du marais de Lavours (Ain) (Darinot, non publié).

Au bord du lac Neusiedl (Autriche), Haberl et Krystufek (2003) ont relevé des densités de 64 à 93 individus / ha en novembre avec deux tiers de juvéniles, et de 45 individus / ha en mars.

Les effectifs de Rats des moissons sont connus pour fluctuer de façon importante d'une année à l'autre, mais aucune étude basée sur des captures n'existe encore pour quantifier ce phénomène.

1.7.5. Maladies

Pathologies du Rat des moissons

Les pathologies du Rat des moissons ne font pas l'objet d'études particulières, hormis certaines tumeurs qui existent aussi chez l'homme. Ils peuvent être porteurs de papillomavirus responsables de tumeurs cutanées (fig. 53) et pulmonaires, des papillomatoses et des carcinomes (Sundberg et al. 1998). Ces papillomatoses ont été décrites chez plusieurs espèces



de rongeurs comme le Hamster, le Cochon d'Inde, les gerbilles, les rats et souris de laboratoire, les porc-épics américains et le Rat africain (*Mastomys natalensis*) (Doorslaer et al. 2007). L'homme est aussi un hôte des papillomavirus et la recherche médicale utilise le Rat des moissons comme modèle pour la connaissance du génome de ces virus.

Figure 53 : Papillomatose cutanée sur la queue d'un Rat des moissons (O'Banion et al. 1988)

Un vecteur de maladies pour l'homme

Comme beaucoup de rongeurs, le Rat des moissons est un vecteur potentiel de plusieurs zoonoses, c'est-à-dire de maladies transmises à l'homme. Cependant, aujourd'hui, l'importance sanitaire de cette espèce est mineure (Butet et Paillat 1998). En effet, ses densités de population n'étant jamais très élevées dans la nature, sauf dans certains habitats particuliers, le Rat des moissons ne joue pas un rôle efficace de réservoir à pathogènes.

En Slovaquie, il a été montré que les Rats des moissons peuvent être parasités par des nématodes (vers ronds) du genre *Toxocara*, habituellement portés par les chats (*Toxocara cati*) et les chiens (*Toxocara canis*), responsables chez l'homme de toxocarose. La transmission des œufs de *Toxocara* depuis le Rat des moissons à l'homme n'a cependant jamais été mise en évidence.

Les Rats des moissons sont porteurs de plusieurs espèces de tiques : *Ixodes ricinus*, *I. trianguliceps*, *Haemaphysalis inermis*. Ces tiques sont susceptibles de véhiculer le virus de l'encéphalite à tiques ainsi que les bactéries responsables de la maladie de Lyme et de la neoehrlichiose. En République Tchèque, la tique *Haemaphysalis inermis*, qui recherche les habitats humides, transmet très rapidement le virus de l'encéphalite à tique au Rat des moissons

qui devient alors un hôte vertébré et un réservoir pour ce pathogène (Nosek et *al.* 1981). Plus généralement en Europe, les larves et la nymphe de la tique *Ixodes ricinus*, qui est le vecteur principal de ce virus, utilisent le Rat des moissons comme hôte parmi d'autres rongeurs (Mihalca et Sándor 2013) ; ainsi en France, l'hôte principal de *Ixodes ricinus* est le Campagnol des champs (*Microtus arvalis*) (L'Hostis et *al.* 1996). Concernant la maladie de Lyme, il semblerait que la prévalence de la bactérie *Borrelia burgdorferi*, responsable de cette pathologie, soit faible chez le Rat des moissons par rapport à d'autres micromammifères (Frandsen et *al.* 1995). En Slovaquie, Svitáľková et *al.* (2016) ont montré que le Rat des moissons peut être porteur de la bactérie *Neoehrlichia mikurensis*, responsable de la neoehrlichiose.

En Asie du sud-est, le Rat des moissons est un réservoir mineur pour le virus Hantaan, un hantavirus responsable de fièvres hémorragiques foudroyantes (Klein et *al.* 2015). Il peut être porteur de la bactérie *Orientia tsutsugamushi*, responsable de la fièvre fluviale du Japon, aussi appelée typhus des broussailles (Hubálek et Rudolf 2011), transmise à l'homme par un acarien du genre *Leptotrombidium*. En Finlande, le même genre de fièvre hémorragique, mais plus bénigne et non létale, est dû au virus Puumala qui peut être porté par le Rat des moissons (Berger 2017).

Certains auteurs rapportent que le Rat des moissons peut être porteur de la bactérie de la peste (*Yersinia pestis*) en Chine (Hubálek et Rudolf 2011, Yang et Anisimov 2016) ; cependant nous n'avons trouvé aucune publication scientifique relative à ce sujet. S'agissant de la tularémie, transmise par la bactérie *Francisella tularensis*, aucun article scientifique ne mentionne le Rat des moissons comme réservoir de cette bactérie, bien que les rongeurs et les lagomorphes soient régulièrement infectés.

Le Rat des moissons a joué un rôle plus important dans la transmission de la leptospirose à l'homme. Jusqu'au milieu du 20^{ème} siècle, il était un réservoir majeur des leptospires dans les rizières du sud de l'Europe (Bulgarie, Croatie, Roumanie, Italie). En Bulgarie, c'était un des réservoirs principaux pour *Leptospira bataviae*, alors que d'autres rongeurs tels que le Campagnol des champs (*Microtus arvalis*), le Campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*) et la Souris grise (*Mus musculus*) étaient des réservoirs pour d'autres souches de leptospires (Mitov et *al.* 1966). Aujourd'hui, les cas de leptospirose chez les riziculteurs ont considérablement régressé, grâce aux nouvelles méthodes de culture qui limitent le contact des travailleurs avec l'eau ; ainsi, en Italie, le taux de morbidité est passé de 3 000 à 12 000 cas en automne dans les années 1960, à une disparition presque totale dès les années 1980 (Ciceroni et *al.* 1988). Il est probable que ces nouvelles pratiques de culture aient également fait régresser le Rat des moissons dans les rizières d'Europe.

1.7.6. Interaction avec d'autres espèces

- **Prédation**

Une grande diversité de prédateurs

Le Rat des moissons est au menu de nombreux prédateurs, du fait de sa petite taille, de la diversité des habitats qu'il occupe et de son rythme d'activité nocturne mais également diurne. Il n'a pas de prédateur exclusif, carnivore ou rapace, et il représente toujours une faible proportion de leur régime alimentaire, sauf dans certains habitats particuliers comme certaines grandes zones humides où il peut représenter 40 % des proies de la Chouette d'Athéna (*Athene noctua*) (Darinet 2016). Chez les rapaces, trois espèces sont des prédateurs majeurs du Rat des moissons : la Chouette effraie (*Tyto alba*), le Hibou moyen-duc (*Asio otus*) et la Chouette hulotte (*Strix aluco*). La part représentée par le Rat des moissons varie entre 1,6 % et 3 % des proies chez ces espèces. En Europe, sur 15 209 proies retrouvées dans les pelotes de réjection, 90 % ont été prédatées par ces quatre rapaces et la Chouette effraie à elle seule est responsable de 64 % du total. Cependant, le régime alimentaire de certains rapaces susceptibles de prédater le Rat des moissons demeure très méconnu : la Buse variable, le Milan royal, le Busard des roseaux et le Busard Saint-Martin. Par ailleurs, la fragilité du crâne autorise à penser que sa consommation est peut-être sous estimée par la méthode d'analyse des pelotes.

Chez les carnivores, le Putois d'Europe (*Mustela putorius*) semble être le prédateur principal, mais la rareté de la littérature sur le sujet ne permet pas de conclusion définitive. Le Chat domestique, le Chat forestier, le Renard, la Martre, la Fouine, le Putois et même le Chacal doré sont des prédateurs identifiés, avec une part du Rat des moissons dans leurs proies variant de 1,3 % à 4,8 %. Fait remarquable, les carnivores semblent être des prédateurs plus efficaces que les rapaces : en Champagne-Ardenne, le Rat des moissons représente 2,2 % des proies de mammifères dans les estomacs et les fèces de carnivores (sur 16 663 proies), contre 1,2 % dans les pelotes de rapaces (sur 626 340 proies) : la différence est significative (test de Mann-Whitney). Trout (1978) avait déjà suspecté ce déséquilibre et supposait que la végétation dense dans laquelle se déplacent les Rats des moissons défavorise les rapaces contrairement aux carnivores qui furètent dans les herbes et ont plus de chances de trouver des individus, ainsi que des nids.

Les serpents sont d'autres prédateurs identifiés, comme la Vipère péliade (*Vipera berus*), la Couleuvre à collier (*Natrix natrix*) et la Couleuvre verte et jaune (*Hierophis viridiflavus*). En revanche, aucun article scientifique ne mentionne le Crapaud commun (*Bufo bufo*), bien que des images de crapaud en train de manger un Rat des moissons circulent sur internet.

Les taux de prédation reflètent la disponibilité des proies et ils renseignent indirectement sur leur abondance dans un milieu donné. Ainsi, la prédation du Rat des moissons est-elle nettement plus élevée dans les zones humides que dans les autres habitats, milieux agricoles compris : cela confirme qu'aujourd'hui les zones humides constituent son habitat principal.

Une proie de substitution, surtout en hiver

Plusieurs auteurs indiquent que le Rat des moissons fournit une ressource de substitution quand les proies principales se raréfient. En Finlande, Mikkola & Tornberg (2014) ont montré que même le Hibou grand-duc (*Bubo bubo*), le plus grand rapace nocturne, peut se reporter en hiver sur le Rat des moissons en dernier recours. Celui-ci est plus vulnérable aux rapaces en hiver, du fait de sa propension à se déplacer sur la neige alors que les campagnols et les musaraignes restent sous le manteau neigeux (Halonen et al. 2007). Par exemple, en Finlande, la proportion des micromammifères dans les réserves de la Chevêchette d'Europe (*Glaucidium passerinum*) diminue beaucoup après les chutes de neige, sauf pour le Rat des moissons. En Slovénie, dans le marais de Ljubljana, la proportion de Rat des moissons dans les proies d'une femelle de Chouette de l'Oural (*Strix uralensis*) atteint 11,8 % en hiver. En Roumanie, Benedek et Sîrbu (2010) ont montré que le Campagnol des champs, qui est la proie principale du Hibou moyen-duc (*Asio otus*), se raréfie dans son régime alimentaire et qu'il est remplacé par le Rat des moissons. En Italie, Canova (1989) apporte des précisions sur le comportement alimentaire du Hibou moyen-duc, pour lequel la proportion de Rats des moissons dans les proies augmente avec l'épaisseur de neige, variant de 4,5 % en l'absence de manteau neigeux, à 9,4 % pour moins de 15 cm de neige jusqu'à 22,1 % au-delà de 15 cm (fig. 54).



Figure 54 : Trou de micromammifère dans la neige
© F. Darinot

• **Compétition**

Selon la saison, le Rat des moissons utilise différents compartiments de l'habitat herbacé et se trouve en contact avec différents micromammifères. En hiver et au début du printemps, il se déplace plutôt par terre et il utilise le même espace que les autres rongeurs terrestres. Par exemple, en hiver, le Campagnol roussâtre (*Myodes glareolus*) peut se trouver en compétition pour la nourriture avec le Rat des moissons, mais les deux espèces utilisent des espaces distincts, le Campagnol roussâtre ne supportant pas l'odeur du Rat des moissons (Ylönen 1990).



Figure 55 : Compétition pour la nourriture entre un Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*) (de profil) et un Rat des moissons (Marais de Lavours, Ain)

Quand la végétation devient assez haute et dense, le Rat des moissons se déplace souvent en hauteur, mais pas exclusivement, échappant ainsi à la concurrence avec la majorité des autres rongeurs. Toutefois, il se trouve en compétition avec le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvestris*), à son détriment, devant alors lui céder la place (Churchfield et al. 1997) (fig. 56). Cette exclusion entre Mulot sylvestre et Rat des moissons a clairement été observée dans une roselière du marais de Lavours, au cours de la saison de reproduction (Darinot, non publié). Cependant, Haberl et Kryštufek (2003) font état d'une capture dans un même piège d'un mâle adulte de Rat des moissons et d'une femelle adulte de Mulot sylvestre, ce qui montre que les contacts sont possibles. Un suivi au piège photo sur une place de nourrissage dans le marais de Lavours a clairement mis en évidence la domination du Mulot sylvestre, mais aussi l'opiniâtreté des Rats des moissons qui ne se découragent pas face aux attaques des mulots, et qui parviennent finalement par se faire une place sur le lieu de nourrissage, au moins pour les plus gros d'entre eux (fig. 55). Le Campagnol agreste (*Microtus agrestis*) est capable aussi de grimper dans les hautes herbes et les grandes laïches, mais aucun cas de compétition n'a été mis en évidence.

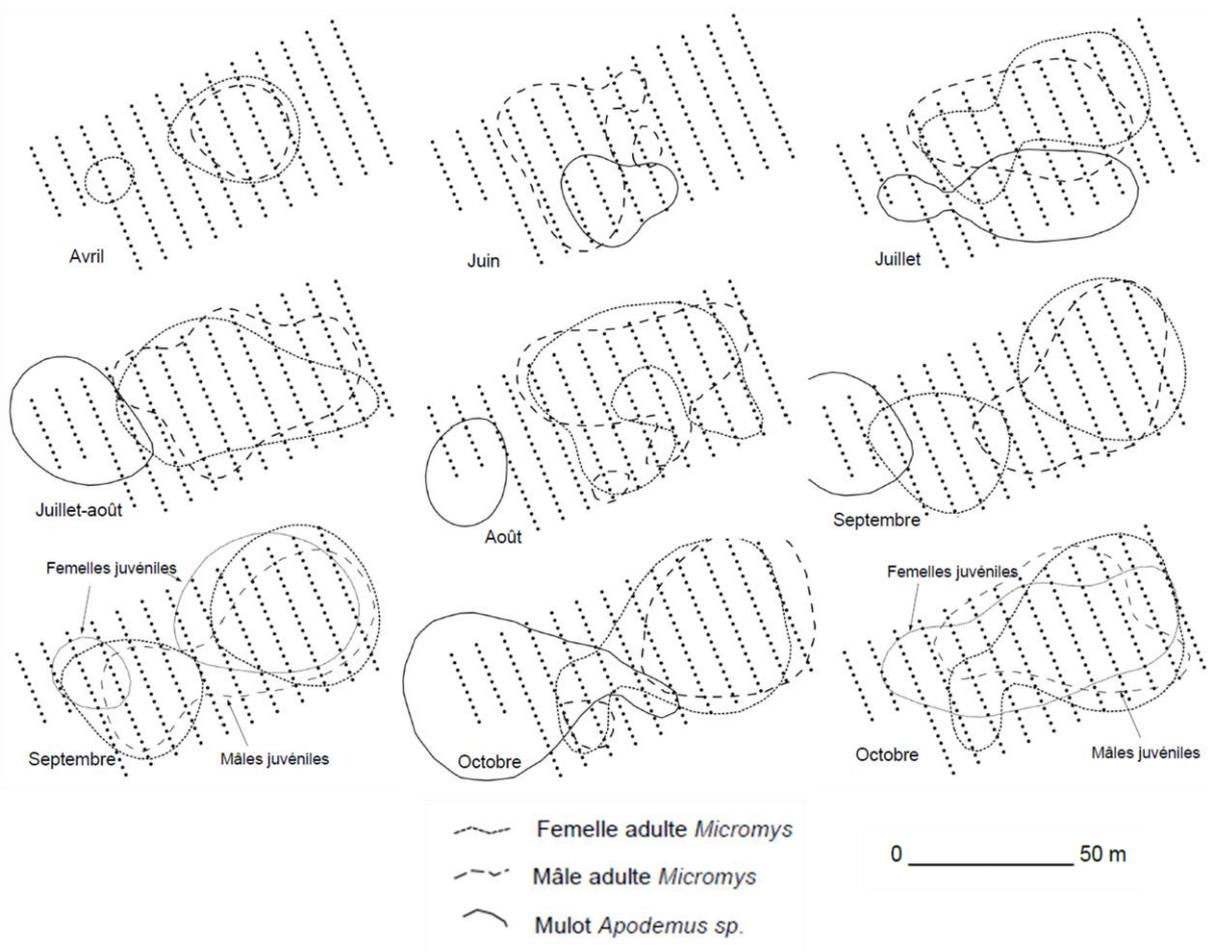


Figure 56 : Partage de l'espace (compétition) entre les Rats des moissons et les mulots pendant la saison de reproduction (Marais de Lavours, Ain).

Les enveloppes représentent les aires de présence de 320 individus marqués de Rats des moissons et de mulots non marqués, au sein d'une grille de 7 200 m², d'avril à octobre 2015. Les enveloppes ont été calculées avec la méthode Kernel.

- **Sympatrie**

Inversement, le Rat des moissons peut vivre dans le même habitat que d'autres micromammifères comme le Muscardin (*Muscardinus avellanarius*), avec lequel il partage le même mode de vie épigé (Juškaitis et Remeisis 2007) ; tous deux peuvent installer leurs nids dans le même endroit, avec néanmoins des exigences différentes, le Muscardin préférant les jeunes ligneux pour établir son nid et le Rat des moissons, les hautes herbes (fig. 57). Tous deux peuvent également construire leurs nids dans les roselières, ce qui implique d'être très vigilant dans l'identification des nids !



Figure 57 : Muscardin (*Muscardinus avellanarius*) © wikipedia

Il arrive que le Castor d'Europe (*Castor fiber*) aussi vive dans les mêmes habitats rivulaires que le Rat des moissons et même crée des habitats qui lui sont favorables. Ainsi, en coupant des saules sur les berges, il crée des placettes dégagées qui sont ensuite colonisées par des graminées comme la Baldingère (*Phalaris arundinacea*), qui peut former une végétation dense et attractive pour les Rats des moissons (Reichholf 2003).

Bien que cela ne soit pas documenté, le Rat des moissons vit très probablement en sympatrie avec les campagnols aquatiques que sont le Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*) (fig. 58) et le Campagnol terrestre forme aquatique (*Arvicola terrestris terrestris*). Certains habitats rivulaires à forte végétation herbacée (fig. 59) doivent certainement permettre à la fois la construction des nids aériens des Rats des moissons et servir d'abri aux campagnols qui circulent dessous (Rigaux 2015).



Figure 58 : Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*) © Jean-Michel Bompar



Figure 59 : Habitat du Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*) © Pierre Rigaux

• Commensalisme

Certaines espèces profitent des Rats des moissons, ou plutôt de leurs nids, apparemment sans les déranger (bien que cela reste à démontrer) : il s'agit de commensalisme. En hiver, la Musaraigne musette (*Crocidura russula*) mais également le Troglodyte mignon (*Troglodytes troglodytes*), s'abritent dans leurs nids. Comme chez les oiseaux, les nids de Rat des moissons hébergent de nombreux invertébrés, et ce d'autant plus que le nid est gros (Krawczyk et al. 2015). On trouve des arthropodes comme des Arachnides (araignées, acariens et pseudoscorpions), des collemboles, des insectes (coléoptères, diptères, hémiptères, hyménoptères, lépidoptères, psocoptères, puces et des thrips). Les acariens, particulièrement *Tyrophagus longior*, ainsi que les puces et notamment *Megabothris turbidus*, sont les plus nombreux. Le Thrips des céréales (*Limothrips denticornis*), une peste pour l'agriculture, est connu pour migrer aussi dans les nids de Rat des moissons (Fedor et al. 2010). En vieillissant, les nids abandonnés deviennent plus humides et les fibres végétales commencent à se décomposer ; de nouveaux cortèges d'invertébrés exploitent alors ce nouvel habitat, avec l'apparition de cloportes et d'annélides.

• Parasitisme

Comme tous les rongeurs, le Rat des moissons est porteur de nombreux endo- et ectoparasites. Son mode de vie le met en contact avec certains parasites qui vivent dans l'eau, comme les leptospires. Il est à noter que le Rat des moissons apparaît rarement dans les études qui concernent les parasites des rongeurs, et le recensement des organismes qui l'infestent est loin d'être exhaustif.

Parasites des intestins (Dubinsky et al. 1995, Michev et al. 1998, Tinnin et al. 2011)

- Cestodes : *Hymenolepis diminuta*, *Rodentolepis microstoma*, *Rodentolepis fraterna*, *Taenia taeniaeformis*
- Nématodes : *Strongyloides ratti*, *Syphacia petruszewiczi*, *Syphacia stroma*, *Syphacia vanderbrueli*, *Toxocaris* sp., *Trichinella spiralis* (Zaleśny et al. 2006)
- Trématodes : *Plagiorchis elegans* (Michev et al. 1998)
- Sporozoaires : *Eimeria micromydis* (Michev et al. 1998)

Parasites des reins

- Bactéries : *Leptospira ictero-haemorrhagiae*, *L. bataviae*, *L. pomona*, *L. mini* (Hubálek et Rudolf 2011)

Parasites du pelage

- Arachnides

. Acariens : *Myobia micromydis* (Lukoschus et Driessen 1970), *Radfordia multivaga*, *R. lemnina* spp. *micromys* (Fain et Lukoschus 1977)

. Poux : *Polyplax gracilis*, *Hoplopleura longula*

Parasites de la peau

- Arachnides

- . Tiques *Ixodes ricinus* (Mihalca et Sándor 2013), *I. trianguliceps* (Randolph 1975), *Haemaphysalis inermis* (Nosek et al. 1981)

- Insectes

- . Puces : aucune puce n'est spécifiquement associée au Rat des moissons (George 1975). Ont été identifiées : *Amalaraeus penicilliger mustelae*, *Ceratophyllus (Emmareus) garei*, *Ctenophthalmus nobilis nobilis*, *Dasypsyllus gallinulae gallinulae*, *Hystrichopsylla talpae talpae*, *Megabothris (Gebiella) turbidus*, *Megabothris walkeri*, *Nosopsyllus fasciatus*, *Palaeopsylla soricis soricis* (Philp 1962, George 1975, Rayment 1995).

1.8. Méthodes d'inventaire et de suivi

1.8.1. Indices de présence

Le Rat des moissons est un petit animal très discret et il est exceptionnel de l'observer dans la nature. Dans certaines conditions et avec beaucoup de patience, on peut cependant faire de belles observations. Le plus simple pour détecter sa présence est encore de rechercher ses nids, très faciles à trouver, pour autant que l'on sache où chercher !

Les nids d'été

Comment trouver un nid d'été de Rat des moissons ?

- 1) Ses habitats sont variés mais ils ont tous en commun de présenter une végétation herbacée dense et haute : les feuilles longues sont indispensables à la construction du nid. Dans une région où le Rat des moissons est abondant, même un habitat de quelques dizaines de m² peut contenir des nids ; en revanche, s'il est rare, il n'utilisera que des habitats étendus, de plusieurs centaines de m² voire plusieurs hectares. La connectivité des habitats déterminera aussi la répartition des nids.

Dès que la végétation semble favorable, il faut chercher les nids, sans préjugés sur le type de végétation, hygrophile ou non, anthropique ou naturelle, avec ou sans ligneux

- 2) Dans un habitat favorable, le Rat des moissons choisira l'endroit où la végétation est la plus haute et dense (fig. 60 et 61).

Il faut commencer la recherche dans les endroits où la végétation est la plus haute et dense.



Figure 60 : Dans cette moliniaie au bord d'un champ de maïs, les deux seuls nids se trouvent dans une touffe de laïches.



Figure 61 : Dans cette cariçaie assez basse, le seul nid se trouve dans une touffe plus haute mélangée à des roseaux.

- 3) Une femelle construit un nid pour chaque nouvelle portée, distant des précédents de quelques mètres.

Quand un nid est trouvé, toujours en chercher d'autres dans un rayon de 2-3 m.

- 4) Les nids d'été sont de plus en plus nombreux à mesure que la saison de reproduction avance : leur nombre est maximal en septembre-octobre. Par ailleurs, ils sont relativement solides et ils se conservent souvent jusqu'en hiver.

C'est en septembre-octobre que l'on a le plus de chances de trouver des nids, même si on peut en trouver presque toute l'année.

**Les herbes sont coupantes et dangereuses pour les yeux !
Se protéger les mains avec des gants et les yeux avec des lunettes !**

Empreintes

Les empreintes de Rat des moissons sont si petites et l'animal est si léger que ses empreintes sont rarement visibles dans la boue ; en outre, elles se différencient mal de celles de la souris (*Mus sp.*) et des musaraignes (fig. 62). Par conséquent, les pièges à traces ne sont pas adaptés au Rat des moissons.

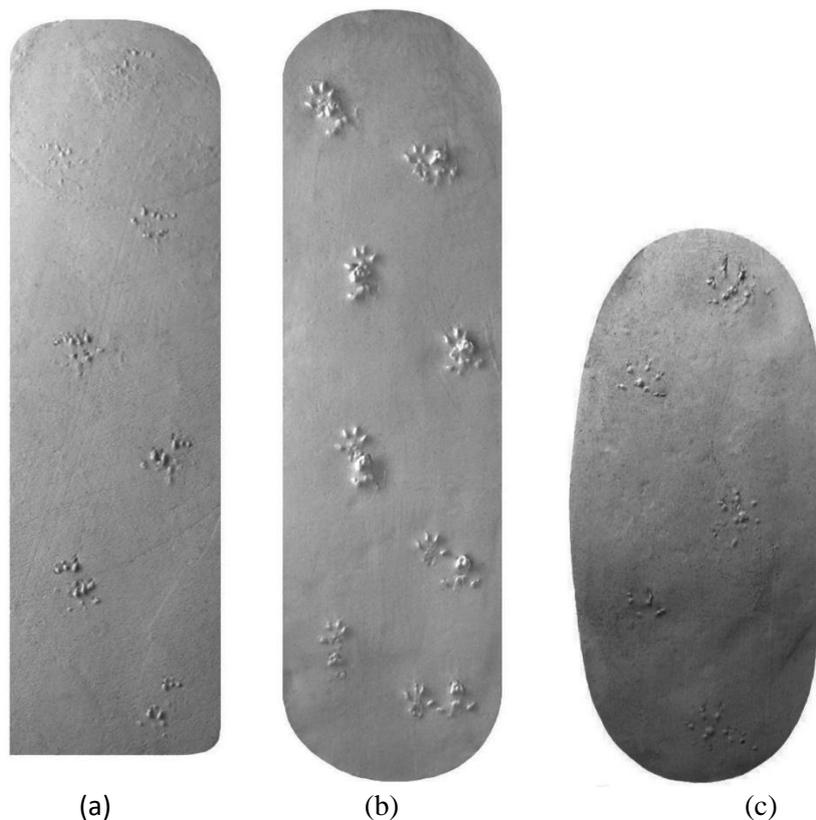


Figure 62 : Moulage d'empreintes de Rat des moissons *Micromys minutus* (a), de Souris grise *Mus musculus* (b) et de Musaraigne musette *Crocidura russula* (c). Les échelles sont identiques pour les trois moulages. © Jacques Morel

Crottes

Bien que les crottes de Rat des moissons soient les plus petites crottes de rongeur en Europe, il n'est pas aisé de les distinguer de celles d'animaux pourtant plus gros comme les mulots ou les campagnols.



Figure 63 : Extraction de l'ADN de biopsies d'oreilles de Rat des moissons (centrifugation) © F. Darinot

Il est maintenant possible d'identifier l'espèce grâce à l'ADN contenu dans la crotte et ainsi de détecter la présence du Rat des moissons (Morris et al. 2013). En 2017, plusieurs laboratoires en Europe réalisent ce test en routine, sous forme de prestations qui s'élèvent à quelques dizaines d'euros par échantillon (fig. 63). On peut même connaître le régime alimentaire des individus en identifiant l'ADN des proies ingérées !

Emissions sonores

Les Rats des moissons communiquent peu par émissions vocales, beaucoup moins par exemple que le Campagnol agreste (*Microtus agrestis*). C'est pendant l'accouplement que les animaux émettent le plus de petits cris excités. Il est cependant illusoire de compter sur les sons pour détecter la présence de l'espèce. En revanche, on sait que les jeunes au nid communiquent avec leur mère par ultrasons, sur une gamme de fréquences entre 83 et 114 kHz (Harris 1979a). Il serait intéressant de rechercher ce genre d'émission avec des détecteurs à chauves-souris. Enfin, l'activité même du Rat des moissons peut produire des sons comme le grignotage des tiges de roseaux pour la recherche des larves. Dans une roselière, la nuit, tandis que les oiseaux sont au repos, seuls les Rats des moissons et peut-être les mulots sont capables de grignoter les tiges. Il est alors très facile de les entendre.



Figure 64 : Emilie Howard-Williams entraîne Tui à reconnaître l'odeur du Rat des moissons © Moulton College

Odeur

La recherche des Rats des moissons avec un chien dressé a été tentée en Angleterre (Beer 2015). Le chien, une femelle Retriever de 18 mois, est capable de distinguer l'odeur d'un Rat des moissons des autres rongeurs (fig. 64). L'application dans la nature reste à mener.

1.8.2. Techniques d'inventaire

Outre les indices de présence que l'on peut glaner au hasard des prospections, il est possible de recourir à diverses techniques d'échantillonnage, certaines étant capables de fournir des données quantitatives sur les effectifs de Rats des moissons.

Tubes de nourrissage (Bait tubes)

Des tubes en PVC de 5 cm de diamètre et 20 cm de long sont garnis de graines et disposés sur le sol ou montés sur des piquets (fig. 65). Ils sont ensuite vérifiés à intervalle régulier et les fèces laissées par les mammifères ayant mangé les graines sont récoltées et conservées au congélateur avant d'être analysées au laboratoire où l'ADN permettra d'identifier l'espèce.

Dans un souci de standardisation de la méthode, The Mammal Society recommande de placer les tubes par trois, tous les 10 m le long d'un transect de 100 m.



Figure 65 : Bait tube

Balles de tennis

Cette méthode imaginée par Warner et Batt (1976) consiste à attirer les Rats des moissons dans des nids artificiels fabriqués avec des balles de tennis usagées (fig. 66). Un trou est pratiqué dans la balle qui est montée sur un piquet à 30 – 50 cm du sol. Des graines sont disposées dans les balles, sans apport d'herbe. Le contenu des balles est ensuite vérifié tous les cinq jours pour détecter la présence de fèces de Rat des moissons.

En 1996, The Mammal Society a lancé The Harvest Mouse Tennis Ball National Survey, dans 13 sites avec des grilles de 50 balles de tennis. Seulement 1 balle a été occupée par un Rat des moissons, alors que plusieurs nids étaient trouvés dans la végétation dans la même zone. Outre ce manque d'efficacité, la méthode comporte également un problème lié à la taille du trou, qui doit être suffisamment petite pour ne pas laisser entrer des mulots.



Figure 66 : Balle de tennis sur piquet
© F. Darinot

Cette méthode est en définitive une variante des tubes de nourrissage, mais la forme du contenant, sphérique comme un nid de Rat des moissons, n'augmente pas son efficacité.

Tubes collecteurs de poils (Hair tubes)

Ces tubes en PVC de 100 mm de long avec un diamètre de 28 mm permettent de collecter les poils des petits mammifères qui y pénètrent, grâce à un adhésif situé à l'entrée du tube, en haut. Ils peuvent être bricolés ou achetés dans le commerce. Des clés de détermination des poils de mammifères permettent ensuite d'identifier l'espèce qui est rentrée dans le tube (Teerink 2003), bien qu'il ne soit pas toujours possible d'aller au-delà du genre. A titre d'exemple, Perrow et Jordan (1992) ont mis en œuvre une étude des micromammifères dans un paysage agricole en utilisant 5 800 tubes collecteurs de poils, sur 23 hectares. Le Rat des moissons a été contacté dans presque tous les habitats, sauf ceux pâturés. Selon ces auteurs, il pourrait être possible d'estimer les densités de population si une corrélation était établie entre la proportion des tubes visités et la densité réelle mesurée avec CMR.

Pièges photographiques

Les pièges photographiques permettent de photographier et de réaliser de courtes vidéos de Rat des moissons dans son milieu naturel (fig. 67). Ces pièges photos sont équipés de détecteur de mouvement couplé à un détecteur infrarouge et ils ont une distance de mise au point minimale inférieure à un mètre, adaptée aux petits mammifères. Cependant, il est quasiment impossible de différencier entre eux les individus photographiés et cette technique n'est pas quantitative.



Figure 67 : Piège photographique installé devant un poste de nourrissage (marais de Lavours) © F. Darinot

Pièges non vulnérants

Les pièges non vulnérants de type INRA, Ugglan, Sherman ou Longworth présentent l'avantage de fournir des données quantitatives sur les populations de Rat des moissons. Chez cette espèce, la position des pièges, par terre ou surélevée, conditionne l'efficacité du piégeage en été : plusieurs auteurs ont soulevé le problème des pièges au sol, comme Trout (1978) qui observe une diminution des effectifs de Rat des moissons en été, sans aucune explication. Bien que le piégeage surélevé ait été testé avec succès il y a déjà quarante ans (Warner et Batt



Figure 68 : Piège INRA sur piquet avec sa casquette imperméable, février 2016 (marais de Lavours)

© F. Darinot

1976), ce n'est que récemment que ce design est de nouveau essayé, avec différents modèles de pièges et à différentes saisons (Nordvig et al. 2001, Kettel et al. 2015, Vogel & Gander 2015). Toutes ces études montrent que l'efficacité du piégeage des Rats des moissons est meilleure avec des pièges surélevés, bien que les résultats ne soient pas toujours significatifs (tab. 5). Un autre avantage aux pièges surélevés est qu'il sélectionne les espèces susceptibles d'être capturées, ce qui peut être intéressant quand on se focalise sur l'étude du Rat des moissons. Les pièges étant moins saturés, la probabilité de capturer l'espèce recherchée est améliorée. Selon la nature de la végétation, plus ou moins dense, les mulots (*Apodemus sylvaticus* et *A. flavicolis*), le Campagnol agreste (*Microtus agrestis*) et certaines musaraignes comme la Musaraigne musette (*Crocidura russula*) peuvent aussi se faire prendre dans des pièges surélevés.

Tableau 5 : Comparaison de l'efficacité de différents types de pièges dans la littérature

Période de piégeage	Végétation	Type de piège	Nombre de <i>Micromys</i> capturés		Nb de nuits-piège	Taux de succès du piégeage	Référence
			Surélevé	Par terre			
Septembre 1998	Végétation embroussaillée, avec de hautes herbes, dans un paysage agricole mixte	Ugglan	13	3	776	2 %	Nordwig & al. 2001
Novembre 1998, 1999; Mars 1999, 2000	Roselière haute et dense	Ugglan spécial mouse trap	No trap	181	1500	12 %	Haberl & Kryštufek 2003
Printemps-automne 1997 / été-automne 1998	Paysage agricole mixte	Ugglan	No trap	492	15500	3.2 %	Jensen & Hansen 2003
		Ugglan	No trap	364	13400	2.7 %	
Été-automne 1999							
Juillet-août 2002 and 2003	Roselière et broussailles	Sherman	No trap	2	640	0.3 %	Scott & al. 2008
Décembre 2008 – Janvier 2009	Paysage agricole mixte	Non précisé	8	11	960	2 %	Riordan & al. 2009
Mars 2013, Septembre-octobre 2013 et février-mars 2014	Végétation de roseau, baldingère, marisque et <i>Carex panicea</i>	Longworth modifié	21	13	240	14.2 %	Vogel & Gander 2015
Janvier-février et avril-mai 2014	Roselière inondée	Longworth et Jordan	108	0	1751	6.2 %	Kettel et al. 2015
Juin-juillet 2012; Juin-septembre 2013; juin-août 2014	Roselière inondée	I.N.R.A.	1105	424	11260	13.6 %	Darinot (non publié)

Il existe plusieurs façons de surélever les pièges, mais la plus efficace et la plus facilement reproductible consiste à les poser sur une planchette en bois fixée à un fin piquet dépassant du sol de 50 cm (fig. 68). Compte-tenu de la morphologie du Rat des moissons, le diamètre du piquet ne doit pas être trop important pour qu'il puisse l'agripper ; sinon, il faut l'aider en disposant une tige de roseau en biais, du sol à la planchette.

1.8.3. Méthodes de suivi standardisées

Il n'existe pas actuellement de méthode de suivi standardisé des populations de Rats des moissons. En outre, la méthode utilisée dépend d'abord des objectifs visés :

- comparaisons d'abondance relative entre habitats ou divers secteurs d'un même habitat ;
- estimation d'une densité absolue à l'hectare ;
- validation de présence qualitative ;
- quelle est l'échelle spatiale visée ? (du local au paysage ou à la région).

Dénombrement des nids

Les mammalogistes anglais ont testé plusieurs méthodes depuis la fin des années 1990. La méthode la plus utilisée en Angleterre consiste à compter les nids aériens pendant la saison de reproduction. Le comptage s'effectue le long de transects de longueurs différentes selon les régions et les participants ; la longueur standard proposée par The Mammal Society est de 100 m, sur 2 m de large. Le transect est subdivisé en 10 segments où la prospection doit durer entre 5 et 10 min.

Cependant, Riordan *et al.* (2009) ont montré qu'il n'y a pas de relation significative entre le nombre de nids et la taille de la population. Par ailleurs, il n'y a pas de relation entre la présence des nids et la longueur des transects, ce qui suggère que la distribution des nids à une échelle fine est groupée (Poulton et Turner 2009). Enfin, absence de nid ne signifie pas absence de Rats des moissons, ce que révèle l'utilisation de pièges dans certains habitats exempts de nids (Darinot, obs. pers.).

Capture-marquage-recapture

La seule méthode réellement efficace pour le suivi standardisé des populations de Rat des moissons repose sur le piégeage avec marquage individuel, puis recapture des individus (CMR). En attendant le calibrage d'autres techniques (tubes de nourrissage, tubes collecteurs de poils), seul le piégeage donne des résultats quantitatifs comparables d'un site à l'autre (fig. 69).



Figure 69 : Un piège INRA et son pensionnaire
© F. Darinot

Cependant, aucune standardisation n'est encore proposée pour le nombre de pièges à installer, par unité de surface ou de longueur, et pour la durée (nuits-pièges). Il faut reconnaître que l'utilisation des pièges comporte plusieurs inconvénients, qui peuvent être rédhibitoires pour des petites associations mammalogistes :

- les pièges sont assez chers (une vingtaine d'euros pour un piège INRA, 80 euros pour un piège Longworth) et il en faut beaucoup pour obtenir des résultats satisfaisants ;

- le suivi nécessite de relever les pièges plusieurs fois par 24 heures ;
- la manipulation et le nettoyage des pièges peut prendre du temps.

Analyse des pelotes de réjection

A l'échelle régionale, l'étude des pelotes de réjection demeure la meilleure méthode pour apprécier la variation des populations de Rat des moissons, comme d'autres micromammifères. Cependant, l'échelle à laquelle se pratique l'échantillonnage doit être prise en compte dans l'analyse des taux de capture (Darinot 2016). Echantillonner sur une aire étendue, comme une région, conduit à lisser les fréquences moyennes du Rat des moissons dans les pelotes, à cause de la diversité des habitats en présence, plus ou moins favorables à l'espèce. Par exemple, le pourcentage moyen de Rat des moissons dans les pelotes de Chouette effraie est égal à 1,4 % dans toute la région Rhône-Alpes pour 55 515 proies de petits mammifères sur 43 698 km² (Rolland 2011). Dans cette région, ce taux atteint 3 % (pour 7 183 proies sur 1 000 km²) dans la Dombes, avec un paysage riche en zones humides (Aulagnier et *al* 1980). Enfin, le pourcentage s'élève à 24,2 % (pour 434 proies) à Birieux, un petit village de la Dombes, entouré de nombreux étangs et de vastes roselières favorables au Rat des moissons (Aulagnier et *al* 1980).

1.8.4. Méthodes de marquage

Il peut être utile de marquer les individus capturés lors de simples sessions de piégeage, effectuées dans le cadre d'inventaire, afin d'estimer la densité de la population : les individus capturés sont-ils toujours les mêmes, ou bien s'agit-il de nouveaux individus ? Dans le cadre de la méthode « capture-marquage-recapture », c'est même absolument indispensable. Comment marquer un Rat des moissons ? Il n'y a que deux méthodes efficaces.

Marquage par tonte du pelage

C'est la méthode la plus simple, absolument indolore pour le Rat des moissons. Il s'agit de faire des marques en différents endroits du pelage pour reconnaître les individus. Ces marques sont faites par tonte du pelage, ou plus exactement en coupant avec des ciseaux fins les poils de l'animal (fig. 70). Inutile d'essayer les rasoirs électriques portatifs, conçus pour les poils de nez ou d'oreilles, ils sont totalement inopérants avec des poils aussi fins que ceux d'un micromammifère ! La combinaison des parties de pelage tondues permet de marquer une grande quantité d'individus : la grille proposée ci-après offre 107 combinaisons par sexe (tab. 6). Certaines combinaisons doivent être évitées pour le bien être des animaux, en particulier celles qui conduisent à tondre un individu sur la totalité d'un flanc. De même, les femelles gestantes ne devraient être tondues qu'en un seul endroit afin de les manipuler le moins possible.



Figure 70 : Marque du pelage par tonte aux ciseaux © F. Darinot

Tableau 6 : 107 combinaisons de marques par tonte du pelage (T tête, Q queue, EG épaule gauche, ED épaule droite, FG flanc gauche, FD flanc droit, CG cuisse gauche, CD cuisse droite)

MÂLES / FEMELLES													
T	TEG	TEGED	TEDFG	TFGFD	TFDCG	TCGCD	EG	EGED	EGEDFG	EGFGFD	EGFDCG	EGCGCD	
	TED	TEGFG	TEDFD	TFGCG	TFDCD			EGFG	EGEDFD	EGFGCG	EGFD	EGEDCG	EGFGCD
	TFG	TEGFD	TEDCG	TFGCD				EGCG	EGEDCD				
	TFD	TEGCG	TEDCD					EGCD					
	TCG	TEGCD											
	TCD												
Q	QEG	QEGED	QEDFG	QFGFD	QFDCG	QCGCD	ED	EDFG	EDFGFD	EDFDCG	EDCGCD		
	QED	QEGFG	QEDFD	QFGCG	QFDCD			EDFD	EDFGCG	EDFD	EDFD		
	QFG	QEGFD	QEDCG	QFGCD				EDCG	EDFGCD				
	QFD	QEGCG	QEDCD					EDCD					
	QCG	QEGCD											
	QCD												
TQ	TQEG	TQEGED	TQEDFG	TQFGFD	TQFDCG	TQCGCD	FG	FGFD	FGFDCG	FGCGCD			
	TQED	TQEGFG	TQEDFD	TQFGCG	TQFDCD			FGCG	FGFD				
	TQFG	TQEGFD	TQEDCG	TQFGCD				FGCD					
	TQFD	TQEGCG	TQEDCD										
	TQCG	TQEGCD											
	TQCD												
							FD	FDCG	FDCGCD				
								FDCD					
							CG	CGCD					
								CD					

Les marques faites par tonte du pelage peuvent se voir très longtemps, même après le renouvellement des poils lors de la mue (fig. 71). Pour cela, il est important de couper les poils de bourre à ras de la peau, en faisant toutefois attention de ne pas couper la peau qui est très fine.



Figure 71 : Sur cette femelle tondu CuisseDroite en avril 2014 et recapturée en avril 2015, les poils de jarre roux ont repoussé au milieu des poils de bourre gris. © F. Darinot

Marquage par transpondeur

La radio-identification, désignée par le sigle RFID pour « radio frequency identification », permet de mémoriser et de récupérer des données à distance en utilisant des marqueurs appelés transpondeurs, ou puces RFID en français. Le transpondeur lui-même est passif (il ne comporte pas de source d'énergie) ; c'est le lecteur qui est actif, en émettant une radiofréquence qui active le transpondeur devant lui, en leur fournissant à courte distance l'énergie dont il a besoin. L'intérêt du marquage par transpondeur réside dans son absolue précision et sa durée, contrairement à la tonte qui peut s'effacer quand les poils repoussent.

Pour un Rat des moissons, il faut choisir un transpondeur miniaturisé à l'extrême : actuellement, les plus petits mesurent huit millimètres (fig. 72). Avec un peu d'entraînement, il est tout à fait possible d'injecter le transpondeur sous la peau du cou d'un Rat des moissons sans anesthésie (fig. 73) : le mouvement doit être rapide et sûr pour ne pas blesser l'animal. Après injection, il n'est pas nécessaire de suturer l'orifice ainsi créé, il cicatrise de lui-même. En dépit d'une relative facilité de mise en œuvre, cette technique doit être réservée aux études



Figure 72 : Longueur d'un transpondeur © F. Darinot



Figure 73 : Injection d'un transpondeur sur un mâle de Rat des moissons (déjà marqué flanc droit) © F. Darinot

scientifiques menées dans le cadre de programmes de recherches et ne devrait pas être banalisée. En effet, les animaux sont malgré tout soumis à un stress intense et ils vivent ensuite indéfiniment avec un corps étranger.

Sur le plan juridique, cette technique est encadrée par la directive européenne 2010/63/UE relative à l'expérimentation animale, qui concerne la recherche susceptible « *de causer une douleur, une souffrance, une angoisse ou des dommages durables équivalents ou supérieurs à ceux causés par l'introduction d'une aiguille* ». Par ailleurs, selon le code rural, une procédure expérimentale concerne « *toute utilisation, invasive ou non, d'un animal à des fins expérimentales ou à d'autres fins scientifiques ou à des fins éducatives* » (article R214-89). Le marquage par transpondeur est donc une activité scientifique soumise à autorisation et doit être pratiqué par un personnel qualifié (Arrêté du 1^{er} février 2013 relatif à l'acquisition et à la validation des compétences des personnels des établissements utilisateurs, éleveurs et fournisseurs d'animaux utilisés à des fins scientifiques).

Autres méthodes de marquage

Du fait de sa petite taille, les boucles auriculaires ne sont pas adaptées au Rat des moissons. L'amputation des phalanges, qui était une méthode d'identification utilisée autrefois dans nombre d'études scientifiques, est à proscrire absolument. Le marquage coloré du pelage avec des feutres, même indélébiles, des encres ou des pigments est totalement inefficace car le Rat des moissons l'effacera rapidement en se toilettant. Le marquage du pelage par le froid est un procédé très peu utilisé, bien qu'efficace, parce qu'il nécessite de transporter de l'azote liquide ou tout autre réfrigérant sur le terrain (Hadow 1972). Enfin, le tatouage est une technique qui peut être tentée sur un Rat des moissons, mais qui reste d'un intérêt limité pour cette espèce : en effet, le tatouage doit être pratiqué sur une partie du corps sans pilosité, ce qui restreint considérablement les possibilités chez un aussi petit animal (fig. 74).



Figure 74 : Tatouage du bord intérieur de la main droite avec une encre noire vétérinaire, appliquée avec une aiguille de seringue.

© F. Darinot

1.9. Le Rat des moissons et l'homme

1.9.1. Témoignages

Le Rat des moissons est aujourd'hui une espèce très discrète et difficile à observer dans la nature, mais il était autrefois fréquent dans les campagnes et les paysans le connaissaient bien. De nombreuses personnes se souviennent encore de lui, quand ils étaient enfants ou jeunes adultes et qu'ils allaient faire les foins ou récolter les céréales.



Figure 75 : Localisation des témoignages sur le Rat des moissons (fond de carte Géoportail).

La petite taille de cette « souris », sa couleur, ses nids en boule ne laissent aucun doute à ces personnes sur son identité, même s'ils ne connaissent presque jamais son véritable nom. Plusieurs témoignages ont été recueillis dans la région Rhône-Alpes (fig. 75), qui révèlent une réelle proximité de l'homme avec le Rat des moissons jusque dans les années 1960. Lors des entretiens, une photo de Rat des moissons et un nid étaient présentés à l'interlocuteur pour qu'il n'y ait pas de confusion sur l'espèce.

- **Entretien réalisé en juin 2012 avec Mme Denise Favier ① sur la carte**

Mme Favier est née en 1933 et réside à Bantanges (Saône-et-Loire) ; l'entretien a été mené par Camille Favier, sa petite-fille, lors de son stage de Master 1 sur l'écologie du Rat des moissons dans le marais de Lavours.



Récit

Au temps où elle fauchait les parcelles des Molaises, il y avait un grand étang de pêche et une mare pour abreuver les vaches. Maintenant les deux ont été comblés, il ne reste qu'une mare temporaire à l'emplacement de l'étang. Le Rat des moissons était visible lors des moissons du blé et d'un mélange orge/avoine/seigle qui était donné au bétail, mais jamais lors des fauches. Les moissonneurs voyaient surtout des nids, petits, ronds, avec de minuscules trous d'entrée (« *Nous, les enfants on essayait de regarder dedans, mais le trou était si petit qu'on n'y arrivait pas* »). Parfois, on voyait des souris qui s'enfuyaient. Beaucoup étaient tuées par la moissonneuse, qui était alors tirée par un cheval. Les gens les trouvaient jolies et ne cherchaient pas à les tuer. Ils étaient abondants : « *On était sûr d'en voir chaque jour de moisson* ». On ne les voyait pas en rentrant les meules de céréales. Toutefois, cette tâche étant celle des hommes, il faudrait peut-être demander à un ancien moissonneur pour en être sûr. Les Rats des moissons n'étaient jamais observés près des maisons, ni dans les granges.

- **Entretien réalisé en juin 2012 avec M. Jean Chauville ②**

M. Jean Chauville est né en 1942 et réside à Rancy (Saône-et-Loire) ; l'entretien a été mené par Camille Favier.



Récit

M. Chauville est encore en activité : il cueille la laîche dans les prairies en bord de Seille pour rempailler les chaises. En allant couper la laîche, il voit une dizaine de nids par an et de temps en temps un Rat des moissons qui s'enfuit. Il les appelle « *les p'tit jaunes* ». Il écrase les nids avec son pied car « *ils abîment la laîche* » : en construisant leurs nids, ils mélangent les feuilles mortes et les vivantes, ce qui l'oblige à trier. Il observe des nids posés sur les touradons dans les laîches et d'autres accrochés en hauteur dans les joncs (*Phragmites australis* ?). Il ne pense pas que les Rats des moissons puissent nager et il dit qu'on ne peut pas en trouver lorsqu'il y a de l'eau au sol.

- **Entretien réalisé en juillet 2012 avec M. Jean Perrimbert ③**

M. Jean Perrimbert est né en 1937 et réside à Vongnes (Ain) ; l'entretien a été mené par Fabrice Darinot et Camille Favier, lors de son stage de Master 1 sur l'écologie du Rat des moissons dans le marais de Lavours.



Récit

Dans les années 1950, les rangs de vigne étaient plus espacés (7 - 8 mètres) et dans « *l'enrayure* » on semait du blé : il a vu des Rats des moissons dans ces blés. Et sur 70 cm de chaque côté du rang de vigne, on fauchait l'herbe : la faucheuse était tirée par un

bœuf ou un cheval, avec une espèce de râteau qui faisait des « *javelles* ». On voyait alors des Rats des moissons et des nids dans ces bandes fauchées. Dans le marais (le marais de Lavours) aussi, il se souvient avoir vu des Rats des moissons, quand ils faisaient les foins. Mais il lui semble qu'il y en avait plus dans les roseaux que dans la blache¹ qui se couche facilement. Son père fauchait les roseaux pour en faire des stores aux fenêtres. La blache coupée était rassemblée en « *cuchons* » quand elle était suffisamment sèche, mais ces *cuchons* ne restaient pas longtemps dehors car ils prenaient l'humidité du marais. Il ne se souvient pas avoir vu de Rat des moissons dans les *cuchons*, mais plutôt des campagnols (M. Perrimbert connaît bien la nature). Après 1950, la superficie de marais fauché a diminué. D'après lui, les Rats des moissons ne rentraient pas dans les granges, mais « *d'autres rats se servaient !* ».

- ***Entretien réalisé en juillet 2012 avec M. Robert Pilloud*** ③

M. Robert Pilloud est né en 1928 et réside à Ceyzérieu (Ain) ; l'entretien a été mené par Fabrice Darinot et Camille Favier.



Récit

M. Pilloud voyait régulièrement des nids de Rat des moissons lorsqu'il allait faucher la blache, depuis les années 30 (il était enfant) jusqu'aux années 1950. Il voyait des dizaines de nids dans les prés, mais il croyait que c'était des nids d'oiseaux. Les prés étaient situés dans le marais de Lavours. Il fauchait à la main et c'était difficile dans la blache, ou à l'aide d'une faucheuse tractée par des animaux de trait, en août. Il ne se souvient pas avoir vu de Rat des moissons entrer dans les granges.

- ***Entretien réalisé en octobre 2013 avec M. Bruandet*** ②

M. Bruandet est né en 1945 et réside à Bantanges (Saône-et-Loire) ; l'entretien a été mené par Fabrice Darinot et Elodie Tonnot (EPTB Saône-Doubs). Il s'agit d'une rencontre fortuite dans sa peupleraie.



Récit

M. Bruandet reconnaît immédiatement le nid de Rat des moissons que nous lui présentons. Il en a toujours vu dans les prés fauchés au bord de la Seille. Mais dans la suite de ses propos, il confond plusieurs espèces sous le terme de « *rat* » : campagnols, Rat des moissons, mulots. Pendant les inondations, ces « *rats* » se déplacent vers les terrains plus hauts et plus secs, mais il en a vu aussi qui se réfugiaient sur des arbres et qui en mangeaient l'écorce.

- ***Entretien réalisé en juin 2016 avec M. Fernand Collet*** ④

M. Fernand Collet est né en 1931 et réside à Saint-Jean-de-Maurienne (Savoie) ; l'entretien a été mené par Fabrice Darinot et Lucie Bompar, lors de son stage de Licence pro sur l'écologie du Rat des moissons dans le marais de Lavours.

¹ la blache est un terme local qui comprend un ensemble d'herbes, de laïches et de joncs qui poussent dans les marais



Récit

« Je suis né en 1931. Quand j'étais enfant, l'été, on allait à l'alpage à La Toussuire, là-haut dessus, et à l'automne on redescendait pour pâturer les prés en bas et on mettait les vaches à l'écurie pour l'hiver. On trouvait ces petits rats lorsqu'on battait le blé, c'est-à-dire le froment qui servait à faire la farine pour le pain. On avait du froment, du seigle et de l'avoine. L'avoine c'était pour les bêtes, le mulet, et le seigle et le froment c'était pour le pain. Le seigle faisait une paille plus longue qu'on utilisait pour mettre dans les paillasses, les matelas ça n'existait pas ! Mais j'aimais bien. On labourait avec le mulet et une petite charrue. La moisson se faisait toujours à la faux, mais il fallait commencer à l'envers pour poser l'andain contre ce qui est debout. C'était plus facile à prendre pour les « cueilleuses » qui étaient en général des femmes. Elles formaient des gerbes d'un bon mètre, les épis tous du même côté et elles les attachaient ensuite trois par trois pour former des « dames », pour que les gerbes puissent sécher debout, dans le champ. Les terres n'étaient pas longues à cause de la pente, une dizaine de mètres au plus : c'était des « longes ». Après on rentrait les dames dans la grange et puis l'hiver on les battait, d'abord avec la machine à essence puis à électricité. Les rats étaient dans les gerbes et il fallait couper les liens pour les passer à la machine ; c'est à ce moment qu'ils sortaient des gerbes, ces petits rats noirs². Ils sautaient et allaient se planquer dans le foin. Ils devaient manger quelques grains, mais ça faisait partie des pertes ! Et puis ils étaient gros comme le petit doigt, ça ne faisait pas de gros dégâts. Les moissons avaient lieu fin août, début septembre, puis on engrangeait, et c'était l'hiver qu'on battait le blé. Du coup les petits rats passaient l'hiver au chaud dans la grange ! On trouvait aussi des nids dans le foin dans la grange, là-haut sous les ailes du toit. Mais dans le foin c'était surtout des souris qu'on trouvait, elles étaient plus grosses et plus grises. Au chef-lieu il y avait entre 1 mètre et 1,50 mètre de neige en hiver, et ça gelait dur, alors ces petits rats devaient attendre la fin de l'hiver dans la grange. Ils avaient cette grande queue, mais ils étaient plus foncés. On les a toujours appelés « rats ». Mon grand-père les attrapait par la queue et il les mettait dans la bouche comme ça tout vivants, pour nous amuser ! Quand on faisait les moissons on ne les voyait pas, ils étaient bien planqués. Mais je pense qu'ils montaient dans les gerbes quand on les laissait sécher dans les champs, pour se tenir au chaud. Après on ne les voyait plus, jusqu'à ce qu'on défasse les liens des gerbes. La grange était au-dessus de l'habitation et les champs étaient tout morcelés. Les terres les plus hautes étaient pour le seigle, vers 1200 mètres d'altitude, alors que le froment montait seulement jusqu'au village. On faisait aussi les foins pour les bêtes, mais dans l'herbe c'était pas pareil, l'humidité restait et les petits rats préféraient les blés. On avait aussi de la blache, une espèce d'herbe qui poussait dans les coins humides ; ça venait haut comme ça (plus d'un mètre) mais c'était bon pour les petites bêtes qui n'avaient point de lait. En patois c'était de la « laie ». Les arcosses sont des petits buissons en haute altitude, on s'en servait pour se chauffer. Là-haut aussi il y avait des petits rats, qui se promenaient dans les branches³. Aujourd'hui, ces champs sont devenus des pâturages ; il y en a encore un ou deux en bas vers Jarrier pour du blé. C'est bien possible que ces petits rats aient disparu parce que c'était les champs qui les attiraient. »

² Détail intéressant : grâce à la photo, nous sommes sûrs que M. Collet parle bien de Rats des moissons, mais il maintient qu'ils étaient noirs ! Sa mémoire lui jouait-elle des tours ou bien s'agissait-il d'une variété de Rat des moissons plus sombre ?

³ Il s'agissait probablement du Muscardin (*Muscardinus avellanarius*).

Puis on se rend en voiture à Fontcouverte pour voir l'emplacement des anciennes terres. Nous ne voyons que quelques prés pâturés, beaucoup de taillis et des constructions à la place des champs. Les « petits rats » ont certainement disparu...

1.9.2. Le Rat des moissons dans l'imaginaire et la culture

Représentations anciennes

Aucune mention d'un animal pouvant rappeler le Rat des moissons n'a été trouvée dans les études historiques sur les bestiaires du Moyen-Age. D'ailleurs le plus souvent, les rats et les souris, au sens large, sont confondus et désignent le même animal.

L'ami des enfants

C'est en Angleterre, où Gilbert White l'a découvert, que le Rat des moissons commence à intéresser les auteurs de littérature enfantine, au milieu du siècle dernier. Il semblerait que le premier ouvrage soit « *The inquisitive Harvest mouse* », de Noel Barr en 1949. Aujourd'hui, l'Angleterre reste le pays où le Rat des moissons est le plus populaire auprès des enfants (fig. 76). En Allemagne aussi, la littérature enfantine met en scène la vie à la campagne du courageux petit rongeur, avec son nid en boule accroché aux tiges de céréales. En France, quelques articles sur la biologie de l'espèce sont parus dans des revues pédagogiques, comme Wapiti (août 1998).

Le Rat des moissons est aussi un sujet de dessin pour les enfants (fig. 77), soit sous forme de maquette à colorier, soit dans les régions où il est abondant, sous forme d'expression libre comme ce dessin d'enfant près de la Réserve de Lake Moszne (Pologne).

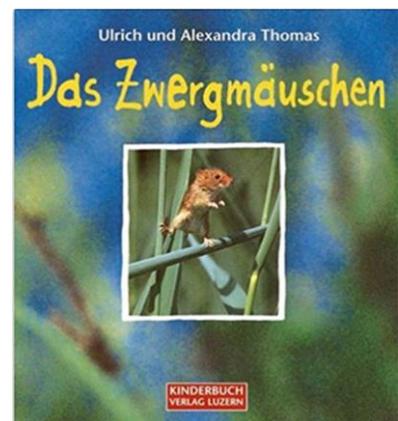
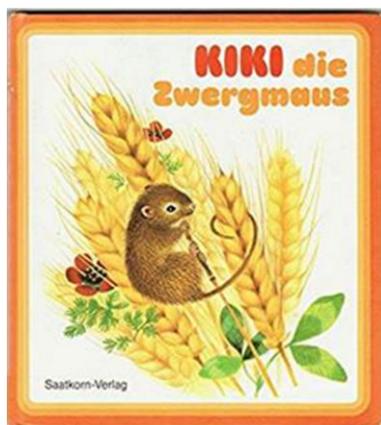
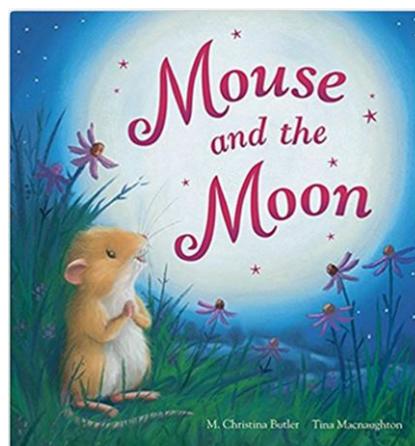
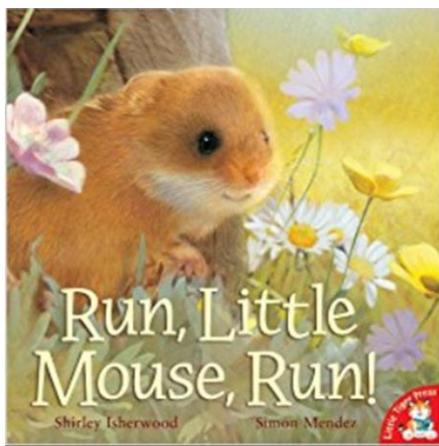
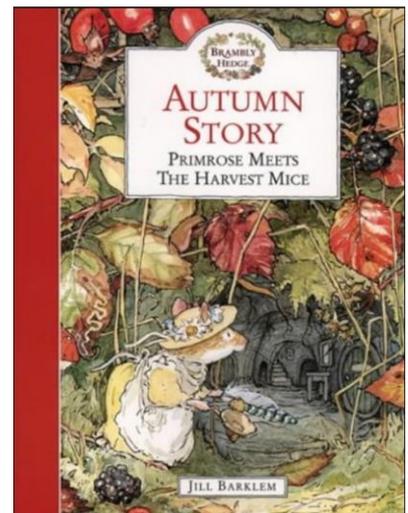
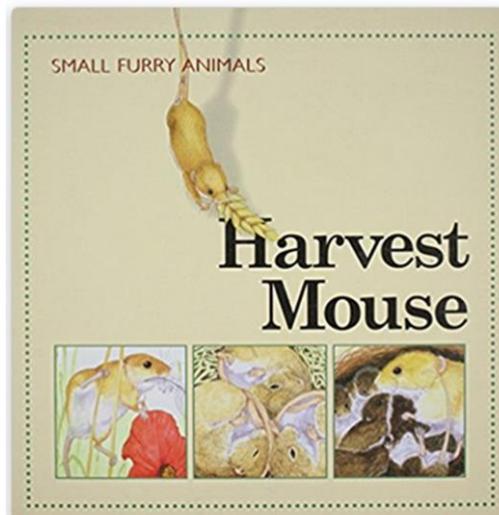
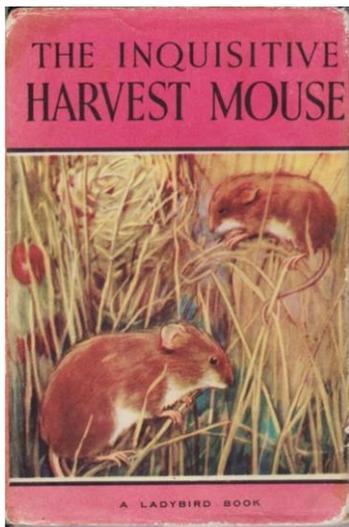


Figure 76 : Quelques couvertures d'ouvrages mettant en scène le Rat des moissons et destinés au jeune public.



Figure 77 : Dessins d'enfant prenant le Rat des moissons comme sujet, libre ou à colorier.

Un sujet pour les artistes

Le Rat des moissons est aussi un sujet d'inspiration pour les artistes, et pas seulement en Angleterre. Peinture, dessin, sculpture, broderie, bronzes, poterie, on le retrouve sous de multiples formes (fig. 78 et 79).



Figure 78 : Aquarelle représentant un Rat des moissons
© RNN Saint Denis du Payré



Figure 79 : Sculpture de Rat des moissons et de son nid sur bois d'érable champêtre © Dominique Rautureau

Un soupçon de vulgarisation...

Piechocki (1958) est le premier à consacrer un ouvrage entier au Rat des moissons ; il est réédité en 2001. En 1979, un film scientifique est réalisé pour la BBC sous la direction scientifique de Stephen Harris, dont sera tiré l'ouvrage « *Secret life of the Harvest Mouse* », second ouvrage de vulgarisation dédié à l'espèce. Plus récemment, en 2009, les photographes Jean-Louis Klein et Marie-Luce Hubert réalisent une série de superbes photographies sur la vie du Rat des moissons, qui feront l'objet de plusieurs articles dans la presse anglo-saxonne et française (fig. 80). Photogénique, acrobatique, amusante, cette espèce connaît alors un regain d'intérêt auprès du grand public. En 2013, l'espèce est en couverture de la revue « *Nature* ». En 2016, Jacques Perrin lui consacre une séquence dans son film « *Les saisons* », de même que la BBC dans son documentaire sur la nature « *Planet Earth II* ».



Figure 80 : Quelques reportages et articles scientifiques sur le Rat des moissons (National Geographic 2012, en haut à gauche ; BBC's Planet Earth 2 © Chadden Hunter/BBC NHU, en bas à gauche ; Nature 2013)

Le Muséum de Genève lance une alerte sur la conservation de la « souris » des moissons en 2008, sous l'impulsion de Manuel Ruedi, conservateur de la section zoologie. En France, les espaces naturels s'emparent du sujet : la réserve naturelle nationale du Marais de Lavours organise une exposition sur le Rat des moissons et les petits mammifères des marais, tandis que la réserve naturelle nationale de Saint-Denis du Payré met en place de nouveaux panneaux pédagogiques, certains ayant pour thème notre petit animal.

1.9.3. Un animal de compagnie ?

C'est un fait connu des terrariophiles, les Rats des moissons sont très faciles à élever en captivité ; il suffit de consulter les nombreux sites sur internet dédiés à son élevage pour le vérifier (fig. 81).

Que dit le droit ?

En France, la détention d'animaux sauvages en captivité est régie par le code de l'environnement et ses textes d'application. Ces dispositions complètent les règles particulières de protection des espèces animales sauvages interdisant ou réglementant certaines activités : espèces animales protégées sur le territoire français, espèces protégées au niveau européen et espèces visées par la convention CITES (source : le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire). Les élevages d'agrément concernent exclusivement les particuliers (éleveurs amateurs) qui ne détiennent que des espèces sauvages courantes en captivité, relativement faciles d'entretien et en nombre limité. Ils dérogent au code de l'environnement, articles L. 413-1 à L. 413-5 et ses textes d'application, prévus pour les établissements d'élevage.

En France, le Rat des moissons n'est pas protégé : il ne figure pas dans l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire, et il ne bénéficie d'aucune protection au titre de la Convention de Berne (1979) ou de la Directive Habitats-Faune-Flore (1992). Par conséquent, il n'est pas interdit pour un particulier de détenir en élevage quelques Rats des moissons, achetés auprès d'élevages ou prélevés dans la nature.

Considérations éthologiques

Les plus récentes études montrent que le Rat des moissons possède un domaine vital très étendu, de plus d'un hectare chez certains individus, et qu'il effectue souvent de grands déplacements, sur plusieurs centaines de mètres. Quelles peuvent être les conséquences sur son comportement d'un enfermement dans une cage de 1 m³ ou moins, toute sa vie durant ?

Par ailleurs, en période de reproduction, le Rat des moissons a un comportement solitaire, surtout les femelles qui ne tolèrent plus d'autres individus près du nid. Les terrariums créent des conditions de promiscuité qui exacerbent les interactions agressives, avec comme conséquences des attaques et des blessures corporelles, pouvant aller jusqu'au cannibalisme quand la surpopulation est trop forte.

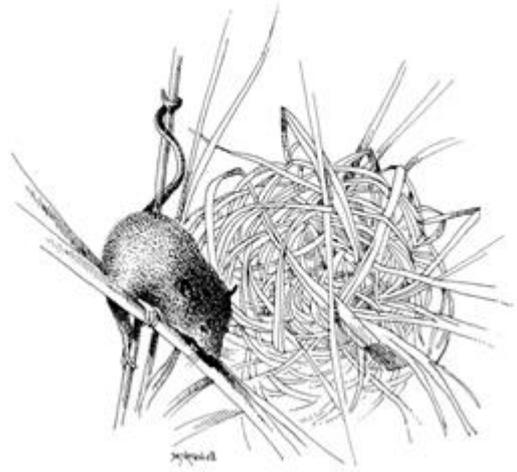


Figure 81 : Une cage d'élevage de Rat des moissons© hamstercentral.com

Un peu d'éthique...

Compte-tenu des propos ci-dessus, et comme pour bien d'autres espèces sauvages, le Rat des moissons n'a pas sa place dans les terrariums. Quiconque étudie l'espèce dans la nature et connaît son état corporel « normal », est frappé par le mauvais état sanitaire des individus enfermés dans de petits terrariums : poil terne, regard moins vif, blessures fréquentes et surtout obésité due au manque d'exercice et à une nourriture trop abondante.

Bannissons les élevages de Rat des moissons à la maison !



Rat des moissons © Grande Cariçaie (Suisse)

2. L'enquête 2013-2017 sur la répartition du Rat des moissons en France

Le Rat des moissons est en déclin dans de nombreuses régions d'Europe. C'est une espèce peu étudiée en France, dont la répartition méritait d'être précisée afin de mieux évaluer son statut de conservation. C'est pourquoi en 2013, la Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères a lancé une enquête nationale auprès des associations naturalistes et du grand public afin de préciser sa répartition et si possible mettre en évidence une éventuelle régression en France.

2.1. Organisation de l'enquête

Une démarche participative

Afin d'établir la répartition de l'espèce la plus exacte, l'étude a tenté de compiler de façon exhaustive toutes les observations disponibles en France. Trois méthodes ont été utilisées :

- une enquête « *Alerte sur le Rat des moissons* » a été lancée en novembre 2013 par la SFPEM, destinée principalement aux associations naturalistes, avec une fiche téléchargeable (annexe 1) sur son site internet et relayée dans la revue « Mammifères sauvages » ;
- un courrier a été adressé à tous les parcs nationaux, parcs naturels régionaux, conservatoires d'espaces naturels, réserves naturelles et muséums de France métropolitaine pour savoir si l'espèce est présente sur leur territoire ou dans leur collection (avec relance téléphonique) ;
- une recherche de la mention de l'espèce en France a été menée dans les articles scientifiques, les rapports d'études, les ouvrages anciens sur internet et à la bibliothèque section « mammifères-oiseaux » du Muséum National d'Histoire Naturelle, ainsi que sur le site de l'INPN pour les ZNIEFF.

Par ailleurs, le coordinateur de l'enquête a contacté spécifiquement de nombreuses associations naturalistes par courriels et téléphone. Enfin, des prospections de terrain ciblées sont venues compléter les données précédentes (Camargue, Hautes-Alpes, Ain).

La liste de toutes les structures et des personnes qui ont participé à l'enquête se trouve en annexe.

Durée de l'enquête

Le recueil des données a duré quatre ans, de mai 2013 à août 2017. Un grand nombre de structures ont répondu la première année, suivies par les naturalistes individuels qui ont souvent découvert l'enquête « par hasard » ; enfin, les deux dernières années ont été consacrées à relancer les dernières associations départementales qui détenaient des données. Il faut préciser que la coordination de l'enquête a reposé sur du bénévolat, ce qui explique aussi que le rendement n'ait pas toujours été optimal...

2.2. Jeu de données

2.2.1. Qu'est-ce qu'une donnée ?

Dans cette enquête, une donnée correspond à la présence du Rat des moissons dans une commune au cours d'une année : il peut s'agir d'un ou plusieurs individus (vivants, morts ou sous forme d'ossements), ou d'un ou plusieurs nids ou de traces. Il s'agit donc d'une donnée synthétique, qui peut correspondre à une seule donnée brute, ou à plusieurs données brutes synthétisées en une seule, étant entendu qu'alors on retient la ou les donnée(s) la (les) plus fiables.

Chaque donnée doit comporter, en principe : l'auteur, la date (l'année suffit), la commune (avec code INSEE), le type de donnée. En réalité, les données collectées sont de format assez disparate, depuis celles extraites des bases de données d'associations naturalistes avec une multitude de champs, jusqu'à la simple liste des observations d'un naturaliste, liste manuscrite qu'il faut saisir sur tableur. La littérature scientifique fournit en général des données suffisamment précises pour être utilisées dans cette enquête.

2.2.2. Vérification des données

Les données collectées sont vérifiées soit par le coordinateur de l'enquête, qui retourne parfois auprès de l'auteur pour avoir des précisions, soit par la structure naturaliste qui met ses données à disposition de la SFEPM. La majorité des données sont fournies par l'analyse des pelotes de réjection des rapaces et celles-ci sont considérées comme fiables, même si des erreurs d'identification sont toujours possibles. Les données issues d'observations de nid sont plus rares mais aussi davantage sujettes à erreur, la confusion avec les nids de Muscardin étant possible pour un observateur inexpérimenté : les données de nid ont été plus spécialement vérifiées.

2.2.3. Représentation cartographique des données

Puisque la précision de la localisation des observations varie beaucoup d'une source à une autre, le plus petit dénominateur commun retenu pour la restitution cartographique est le territoire communal. Cependant, afin de ne pas biaiser la lecture de la carte, c'est le point centroïde de la

commune qui est représenté et non toute la superficie communale, qui donnerait l'impression que l'espèce occupe une aire plus grande qu'elle n'est en réalité. Sur la carte, la présence du Rat des moissons dans les communes est donc représentée par un point. Cette méthode homogénéise la cartographie des données, mais elle présente néanmoins l'inconvénient de perdre des informations telles que les surfaces de présence de l'espèce, les effectifs ou les localisations précises des observations.

Afin d'estimer l'évolution de la répartition du Rat des moissons, l'année de parution de l'atlas des mammifères de France (1984) a été retenue comme année de référence afin de comparer la situation de l'espèce avant et après cette date.

2.3. Résultats

2.3.1. Les données recueillies

Analyse du jeu de données

Au total, 9 079 données brutes de Rat des moissons ont été collectées. Parmi elles, 2 167 données seront agrégées en une seule donnée synthétique : ce sont soit des observations multiples, faites dans une même commune la même année mais dans des lieux-dits différents de la commune, soit des doublons quand il s'agit des mêmes observations reprises dans plusieurs bases de données. Après tri, il reste 6 914 données, dont 528 ne sont pas datées. Au final, il reste 6 386 données qui correspondent à la présence du Rat des moissons dans une commune, au cours d'une année.

6 386 données de présence validées

Six sources principales de données ont été sollicitées, mais les associations ont fourni à elles seules 90 % de l'ensemble des données (tab. 7). Il faut remercier tous les participants à l'enquête, et en particulier les naturalistes amateurs qui ont souvent dû retrouver et mettre en forme leurs données archivées. Toutes les données brutes issues des différents contributeurs sont conservées à la SFEPM sous forme de fichiers informatiques.

Tableau 7 : Origine des données de l'enquête

1. Associations	5 907
2. Naturalistes	234
3. Gestionnaires d'espaces naturels	84
4. CNRS	81
5. Bibliographie	42
6. Muséums	38
TOTAL	6 386

Exhaustivité de l'enquête

Nous n'avons certainement pas eu accès à la totalité des données de Rat des moissons existantes en France, car il est probable que tous les naturalistes n'aient pas eu connaissance de cette enquête. Par ailleurs, il est regrettable que certains naturalistes aient refusé de partager leurs données, parfois des lots importants. Les données contenues dans les formulaires des ZNIEFF ne sont pas exploitables dans cette étude car les communes et les dates ne sont pas suffisamment renseignées. En outre, l'INPN recense 350 ZNIEFF (type I et II) comprenant le Rat des moissons, mais une consultation aléatoire des formulaires d'une vingtaine d'entre elles révèle l'absence de l'espèce ; cette source de donnée n'est pas fiable.

2.3.2. Historique de la collecte des données

La plus ancienne donnée de Rat des moissons en France date de 1778, elle correspond à un spécimen collecté à Strasbourg, dans la forêt rhénane du Neuhof, et conservé au Muséum de la ville sous le nom de *Mus minutus*. Cette donnée est tout à fait remarquable car elle survient seulement huit années après la description de l'espèce par Peter Simon Pallas en Russie.



Figure 82 : Spécimen de Rat des moissons conservé au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris © F. Darinot

Viennent ensuite plusieurs citations dans la faune du Maine-et-Loire publiée en 1828 par Millet de la Turtaudière (conservé au Muséum d'Angers) ; le nom vernaculaire de l'espèce est bien « Rat des moissons », mais son nom scientifique n'est pas clairement établi. En effet, l'auteur le nomme « *Mus messorius* Shaw. », bien qu'il précise que « *le Mus minutus* Pall., ainsi que le *Mus soricinus* Herm., pourraient bien s'y rapporter. ». L'auteur indique que « *cette espèce, moins grande que la souris et une des plus petites du genre rat, habite les champs, les moissons, les prairies et les taillis... On la rencontre assez communément dans les blés dont les chaumes sont forts et rapprochés, de même que sur les grosses touffes d'herbes des prairies, surtout celles qui bordent l'Authion ; ainsi que sur les haies et même dans les taillis et les champs de genêts. Après les moissons et les foins coupés, ce petit rat se retire sous des tas de chaume, ainsi que dans les paillers ou bien dans des trous qu'il se creuse en terre* ».

Le Muséum Victor Brun de Montauban conserve une femelle de Rat des moissons (répertoriée variété Nankin) datant de 1857, avec la mention suivante, qui laisse perplexe : "Après l'avoir gardée en cage plus d'un an, je l'accouplais avec une souris grise. Bientôt après, elle fit une nichée de 12 petits sur lesquels elle mourut au bout de 3 ou 4 jours". Quant au Muséum National d'Histoire Naturelle, outre les spécimens collectés en France (fig. 82), il conserve deux

spécimens provenant de la province du Sichuan en Chine, prélevés en 1986. Aujourd’hui, dix muséums en France possèdent au total 93 spécimens de Rat des moissons en collection, ce qui est très peu.

Il faut attendre le début des années 1970 pour que le nombre de données augmente véritablement (fig. 83) ; elles sont fournies par une dizaine de naturalistes à travers le pays et sont presque toutes issues de pelotes de réjection. Au milieu des années 1980, les données de Rat des moissons sont en forte progression : faut-il y voir l’effet stimulant de la parution de l’atlas des mammifères de France sur les naturalistes ? De 1975 à 2017, la pression d’observation n’est pas constante : le nombre de données annuelles varie dans des proportions de un à sept, de façon cyclique, avec une période d’environ douze ans. Ces évolutions sont essentiellement le résultat des atlas départementaux ou régionaux, initiés par les structures naturalistes, qui dynamisent à chaque fois les recherches de terrain et l’études des pelotes de réjection.

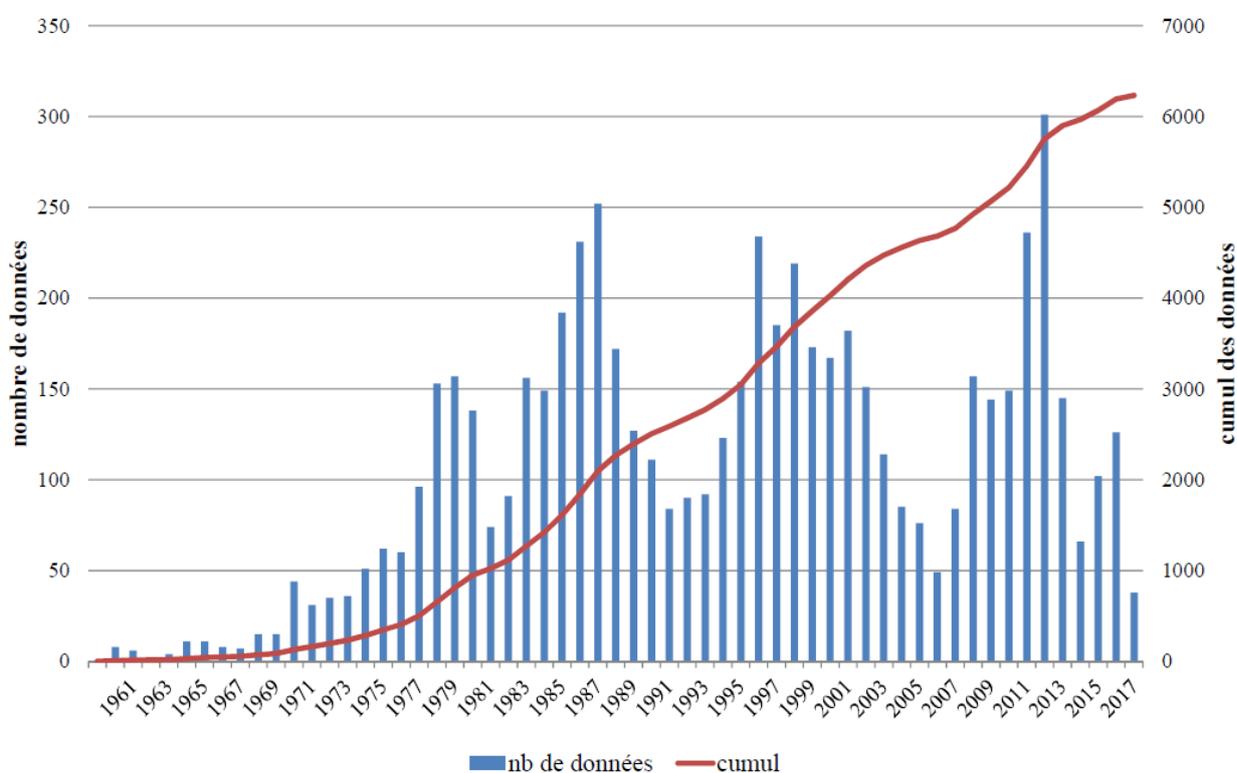


Figure 83 : Historique de la collecte des données de Rat des moissons en France (les doublons ont été éliminés, les données antérieures à 1960 ne sont pas représentées ni les données non datées)

2.3.3. Nature des données recueillies

La majorité des données sont issues des ossements contenus dans les pelotes de réjection des rapaces (93 % des données), le reste provenant de l’observation de nids (4 %), des restes contenus dans les fèces et les estomacs des carnivores (2 %) et des animaux vus vivants ou morts (1 %). Ainsi, les nids si caractéristiques du Rat des moissons fournissent très peu de données, bien que ce soit la façon la plus facile de détecter sa présence en un lieu. Les observations d’empreintes et de pistes sont anecdotiques et l’on peut douter de leur validité à cause des risques de confusion avec d’autres micromammifères. Une observation

particulièrement originale ressort de l'ensemble : dans la Marne, une Pie-grièche grise a été observée en train d'empaler un Rat des moissons sur une branche de saule cassée ! Enfin, malheureusement, quelques cadavres de Rat des moissons ont été retrouvés dans des canettes abandonnées.

Les pelotes analysées proviennent de la Chouette effraie, de la Chouette hulotte, de la Chevêche d'Athéna, du Hibou moyen-duc, du Hibou des marais, du Busard Saint-Martin, du Busard cendré, de la Buse variable, du Faucon crécerelle et du Milan royal. Le Rat des moissons représente en moyenne 1,72 % des proies contenues dans les pelotes (tous rapaces confondus), ce qui est en accord avec les données compilées à l'échelle de l'Europe (Darinot 2016). Cependant, ce taux peut atteindre 19,75 % chez le Faucon crécerelle (sur un lot de 162 proies), 22,73 % chez le Busard Saint-Martin (sur un lot de 66 proies), 27,06 % et 18,90 % chez l'Effraie (sur des lots respectivement de 85 et 852 proies). Ces variations reflètent l'abondance des Rats des moissons en un lieu donné mais également l'accessibilité des proies.

Les ossements de Rat des moissons peuvent également être identifiés dans les fèces de plusieurs carnivores, bien que cette technique soit peu répandue : le Renard, la Fouine, la Martre, le Chat sauvage et même la Genette sont des prédateurs de l'espèce. Les jabots des rapaces et les estomacs des carnivores, en général récupérés au bord des routes et des autoroutes, ont également apporté quelques ossements de Rat des moissons. Par ailleurs, le Chat domestique représente aussi un prédateur de Rat des moissons, et quelques données lui sont attribuables quand il les rapporte à la maison.

Dans la base de données de Champagne-Ardenne, l'étude des ossements contenus dans les fèces et les pelotes apporte d'intéressantes informations sur l'efficacité des prédateurs. Afin d'éliminer les petits lots de fèces et de pelotes où la fréquence du Rat des moissons pourrait paraître surévaluée, on ne garde que les lots contenant beaucoup de proies, c'est-à-dire avec un total de proies supérieur à la valeur médiane (respectivement 337 et 43). Les restes de Rat des moissons représentent en moyenne 2,23 % du total des proies contenues dans les fèces (sur 13 663 proies), contre 1,18 % dans les pelotes (sur 626 340 proies). La différence est significative (Test de Mann-Whitney sur deux échantillons à variances inégales, $z = 5,98$ avec $p < 0,001$) et l'on peut dire que les fèces contiennent davantage de restes de Rat des moissons que les pelotes. Les carnivores sont-ils plus efficaces que les rapaces pour chasser les Rats des moissons ? Leur mode de chasse "immergé" dans la végétation épaisse les met-il davantage en contact avec leurs proies ? Cette dernière hypothèse rejoint l'observation de Trout (1978), qui estime que l'affinité du Rat des moissons pour les couverts végétaux denses limite sa disponibilité pour les rapaces.

2.3.4. Distribution altitudinale de l'espèce

La distribution altitudinale est calculée d'après l'altitude des communes où l'espèce a été contactée, sans tenir compte du nombre de fois où elle y a été contactée.

En France, 90 % des données de Rat des moissons correspondent à des altitudes inférieures à 400 m (fig. 84). Au-delà de 400 m d'altitude, le nombre de données de Rat des moissons diminue rapidement. Les résultats peuvent être légèrement biaisés car c'est l'altitude moyenne

de la commune qui a été retenue et non l'altitude précise du lieu d'observation, rarement renseignée : pour les communes de montagne, l'amplitude altitudinale est généralement importante et dépasse parfois 2 000 m. On constate que le Rat des moissons peut vivre à des altitudes assez élevées puisque plusieurs observations d'individus ou de nids proviennent de La Godivelle (Puy-de-Dôme, 1 220 m d'altitude), Savines-le-Lac et Embrun (Hautes-Alpes, respectivement 1 160 et 1 325 m), Les Pontet (Doubs, 1025 m). La donnée la plus élevée se situe peut-être à Réallon, mais étant issue de pelotes de réjection collectées dans le clocher de l'église (1400 m), l'altitude précise de l'habitat du Rat des moissons est inconnue. Dans les Hautes-Pyrénées, des ossements ont été trouvés dans des pelotes à Barèges, Luz-Saint-Sauveur, Beaucens, Laruns (Pyrénées-Atlantiques), des communes qui s'étagent respectivement entre 677 – 3 194 m, 1 070 – 3 087 m, 434 – 2 637 m et 458 – 2 973 m d'altitude. Un spécimen ancien a été collecté à Bonneval-Tarentaise, sans précision du lieu ; l'altitude moyenne de cette commune est 1 020 m.

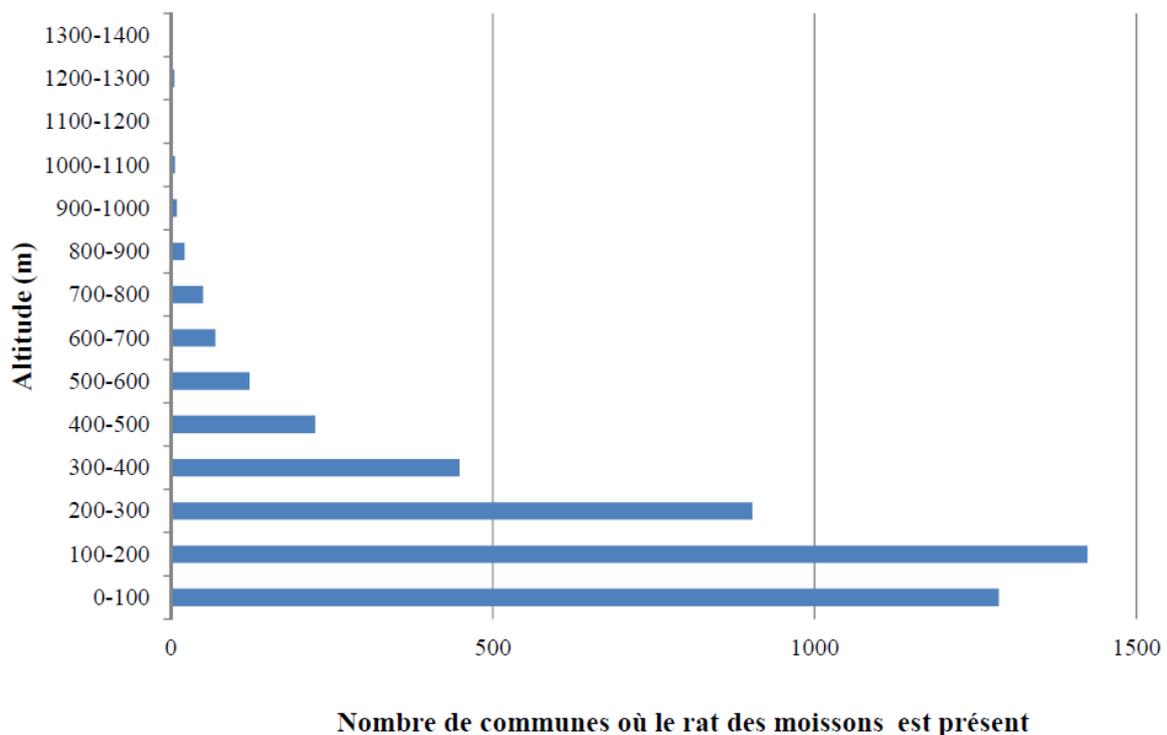


Figure 84 : Distribution altitudinale du Rat des moissons en France

Rappelons que les records d'altitude mondiaux pour le Rat des moissons proviennent de la province du Sichuan, en Chine, sur les contreforts de l'Himalaya, comme en témoignent un spécimen issu de la commune de Kangding à 2 600 m d'altitude (spécimen n°1870-594 du MNHN) et six individus capturés par Aurélie Vaniscotte (Vaniscotte et *al.* 2009) au-dessus de 2 950 m d'altitude dans des cultures en terrasses.

En réalité, c'est la qualité de la végétation qui détermine la présence de l'espèce davantage que l'altitude, bien que les deux soient liés. Ainsi, dans les Hautes-Alpes, les nids de Savines-le-Lac et Embrun ont été trouvés dans des phragmitaies de quelques centaines de m², avec une strate herbacée riche en grandes laïches et très favorable à la fabrication des nids aériens. Au-delà de 1 400 m d'altitude, les prés de fauches les plus denses et leurs ourlets pourraient peut-être constituer des habitats convenables pour l'espèce.

2.3.5. Répartition

Vue d'ensemble

Sur les 6 386 données de présence validées, 4 880 sont postérieures à l'année 1984, année de parution de l'atlas des mammifères sauvages de France (Fayard 1984). Ces données correspondent à 3 210 communes où le Rat des moissons est présent, soit 9 % des communes de métropole, Corse non comprise. Ainsi, l'espèce occupe actuellement toute la France métropolitaine, à l'exception de la Corse, des Alpes-Maritimes et d'une partie de l'Ile-de-France (fig. 85). Il vit dans certaines îles atlantiques comme l'île d'Oléron, l'île de Ré et l'île de Noirmoutier ; en revanche, il semble absent de Belle-Ile. Le Rat des moissons se répartit à travers les régions de façon plus ou moins dense et homogène, mais cette répartition reflète parfois davantage l'effort de prospection que l'effet de facteurs environnementaux. Il est particulièrement abondant en Alsace et dans tout le quart nord-est de la France (à l'exception du massif des Vosges) jusqu'en Bourgogne, dans le quart nord-ouest du pays et en particulier en Poitou-Limousin, dans les Pays-de-la-Loire et en Normandie. Il est plus rare dans les régions montagneuses, surtout dans les Alpes et les Pyrénées, et il devient sporadique dans le sud de la France.

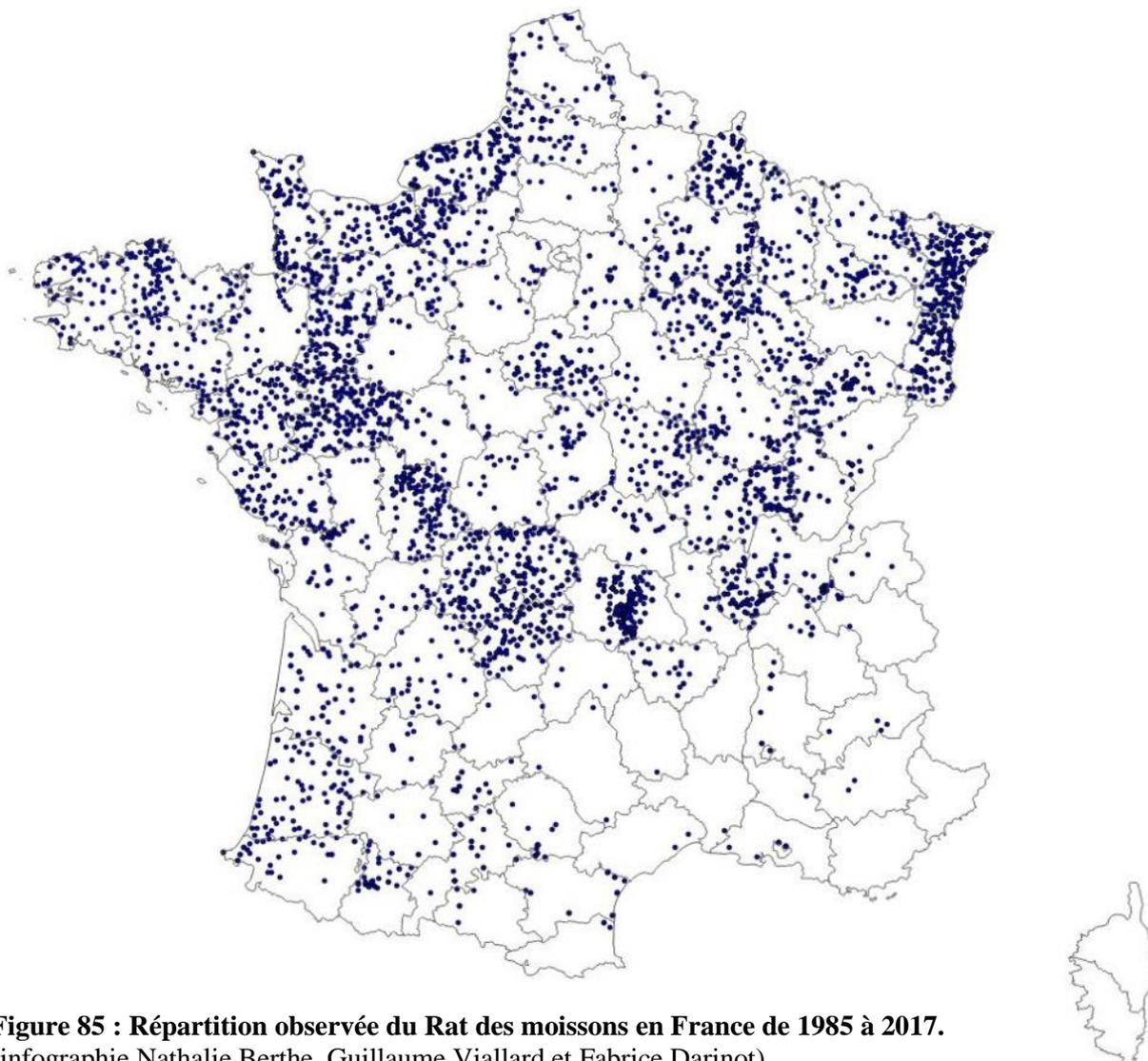


Figure 85 : Répartition observée du Rat des moissons en France de 1985 à 2017.
(infographie Nathalie Berthe, Guillaume Viillard et Fabrice Darinot)

Détail de la distribution par régions

Une analyse détaillée par régions permet d'affiner la distribution de l'espèce. Le découpage régional antérieur à la réforme territoriale de 2015 est utilisé pour cette analyse, puisque c'est le découpage que l'on retrouve dans tous les atlas régionaux de mammifères (fig. 86).

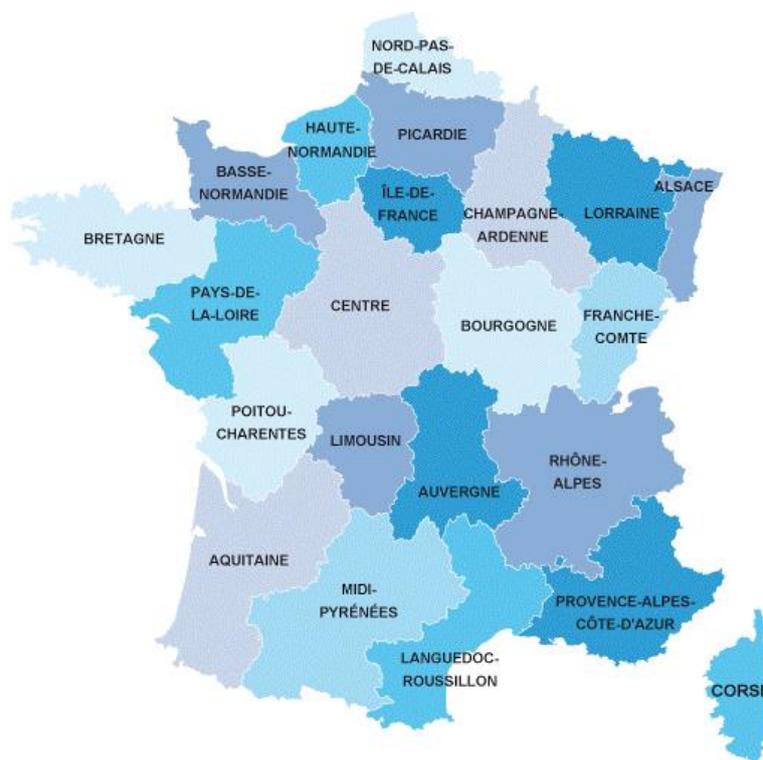


Figure 86 : Carte des régions de France avant la réforme territoriale de 2015.

- **Régions dans lesquelles le Rat des moissons est commun**

Alsace

L'Alsace est la région qui fournit le plus grand nombre de données : le Rat des moissons y est commun, en populations localement abondantes mais fragmentées (Hommay et Wilhelm 2014). Cependant, certaines régions comme le Sundgau, le Jura alsacien, l'Alsace Bossue et les fonds de vallées vosgiennes livrent peu de données. Le pourcentage de communes où il est présent a peu changé depuis les années 1980. Cependant, l'évolution de l'agriculture et des paysages n'est globalement pas favorable à l'espèce dont les populations ont certainement diminué.

Champagne-Ardenne

En Champagne-Ardenne (LPO Champagne-Ardenne 2012), le Rat des moissons est commun et surtout abondant dans les régions boisées avec un paysage ouvert comme l'Argonne, le Barrois forestier et la Brie forestière. Il est aussi présent dans les reliques de marais des petites vallées de Champagne crayeuse.

Bourgogne

En Bourgogne, l'espèce est assez bien répartie en Saône-et-Loire, en Côte-d'Or et dans la Nièvre, mais elle semble plus rare dans l'Yonne. Dans la Nièvre, où le réseau hydrographique est dense, le Rat des moissons est très commun (Bourand 1994). A l'est de la Bourgogne, le Rat des moissons est présent dans de nombreuses communes de la Bresse louhannaise, de la Bresse chalonnaise et dans la plaine du val de Saône en Côte-d'Or ; il est aussi commun depuis le Morvan (Sirugue 1995) jusqu'au Nivernais central. En revanche, il semble rare dans le Charollais, l'Autunois, le plateau de Langres et tout le département de l'Yonne. Globalement, à l'échelle de la Bourgogne, l'espèce semble plutôt bien se maintenir. Son statut mériterait tout de même d'être précisé dans certains secteurs exempts de données récentes en dépit d'un réseau hydrographique dense comme dans l'Autunois, le Bourbonnais, le Brionnais et la Puisaye.

Normandie

Le Rat des moissons occupe l'ensemble de la Normandie continentale (Groupe Mammalogique Normand 1988 et 2004). Son statut ne semble pas s'être modifié depuis Gadeau de Kerville (1888) qui l'indiquait présent dans toute la Normandie, mais peu commun en général. Il ne semble pas menacé, surtout que l'enfrichement des coteaux, consécutif à la déprise agricole, pourrait le favoriser. L'espèce est absente des îles de Chausey et des îles anglo-normandes où les milieux lui sont peu favorables.

Bretagne

Le Rat des moissons est présent dans l'ensemble de la Bretagne, sauf sur les îles (Groupe mammalogique Breton 2015). Sa fréquence dans les pelotes varie de 1 à 5,5 % selon l'intensification du bocage breton dû au remembrement, à la conversion des prairies en cultures et à la raréfaction des zones humides (Butet *comm. pers.*). L'évolution des paysages agricoles pourrait lui être défavorable, comme en Loire-Atlantique où la proportion de l'espèce dans le régime alimentaire de la Chouette effraie est passé de 5,4 % à 2,8 % entre 2003 et 2012. Dans le Morbihan, le Rat des moissons est présent sur l'ensemble du territoire mais il semble toutefois absent des îles du Golfe (Lédan et Mézac 2010).

Pays-de-la-Loire

Le Rat des moissons est commun dans toute la région à l'exception de la Sarthe où le nombre de données est faible ; il s'agit peut-être un biais dû à un défaut de prospection, car l'espèce devient subitement commune dès qu'on passe dans les départements de la Mayenne et du Maine-et-Loire, à l'ouest. Dans le Maine-et-Loire et plus particulièrement en Anjou, où les roselières sont rares, Pailley (1991) notait qu'il était lié à la culture des céréales qui occupent environ le quart de la surface agricole utile : cela constitue plutôt une exception à l'échelle de sa distribution nationale, car il est avéré qu'il ne vit plus dans les champs de céréales. Le Rat des moissons est encore aujourd'hui commun dans le Maine-et-Loire ainsi que dans la Mayenne (Noël 2003).

Limousin

Le Rat des moissons est présent dans presque la totalité du Limousin et le nombre de données a considérablement augmenté depuis 1984. On le trouve à toutes les altitudes, depuis Saint-Viance (140 m) jusqu'à Meymac Ouest (890 m) ; le bocage cultivé et la proximité de points

d'eau lui est favorable (Indelicato 2000). Néanmoins, le plateau de la Xaintrie, au sud-est de la Corrèze, ne comporte aucune donnée : cette région est contiguë au Cantal, au Tarn et à l'Aveyron, où l'espèce semble rare. Ce n'est pas l'altitude qui explique cette absence, car le Rat des moissons est bien présent sur le plateau de Millevaches (GMHL 2000).

- **Régions dans lesquelles la distribution du Rat des moissons est contrastée**

Picardie

Le Rat des moissons est commun dans tous les départements du littoral atlantique, de la Somme jusqu'à la Manche, mais il semble se raréfier vers l'intérieur du pays. En Picardie il est considéré comme assez commun (Maillier 2004) mais sa distribution est contrastée, depuis la Somme où le nombre de données a augmenté, jusqu'à l'Oise et l'Aisne où l'espèce semble plus rare. Est-ce dû à un manque de recherches ? Dans l'Oise, c'est l'hypothèse de Bas (1998), qui considère que l'espèce est potentiellement présente dans tout le département. Dans la Somme, en 1860, Marcotte précisait que « *le Rat des moissons était assez commun dans les champs et qu'il avait l'habitude de vivre dans les blés* ». Robert et Triplet (1983) considèrent « *qu'il était commun dans les champs de céréales jusque vers les années 1965 dans le sud-est amiénois ; depuis, on ne l'y rencontre qu'occasionnellement, puisqu'il s'est réfugié dans des milieux transitoires comme les haies, les talus et les lisières forestières* ». Ces auteurs estiment que le Rat des moissons reste néanmoins commun dans la Somme, ce qui est surtout vrai proche du littoral.

Rhône-Alpes

En Rhône-Alpes, le Rat des moissons est assez commun en plaine jusqu'à 500 m d'altitude. Dans le Rhône, il est commun dans l'ensemble du département (Ariagno 1976, Ariagno et al. 1981, Faugier et Bulliffon 2017). Dans l'Ain, il est particulièrement abondant en Dombes (Darinot obs. pers.), comme cela était déjà mentionné dans le précédent atlas et même auparavant (Aulagnier et al. 1980). Le cas de la Dombes, avec ses nombreux étangs et ses chenaux bordés de végétation favorable au Rat des moissons, mérite d'être développé. De récentes analyses génétiques réalisées sur des individus de Birieux révèlent une richesse allélique et un taux d'hétérozygotes nettement plus élevés que ceux mesurés dans d'autres populations établies elles aussi dans des habitats favorables (marais de Lavours, méandres du Rhône, marais riverains du lac de Neuchâtel et proches du lac Léman) : ceci reflète l'existence d'une population très forte en Dombes, probablement très étendue et avec de nombreux échanges de gènes entre les noyaux de population, résultant d'une bonne connectivité des habitats à l'échelle du paysage (Darinot non publié). L'histoire de la Dombes permet de supposer que les populations de Rat des moissons ont toujours été denses, depuis le Moyen-Âge et même avant. En effet, les étangs actuels ont été creusés par les moines au 12^{ème} siècle à la place d'anciens marécages, qui eux-mêmes devaient probablement offrir des habitats favorables à l'espèce.

La situation du Rat des moissons est sans doute plus préoccupante dans le val de Saône où le nombre de données a chuté depuis 1984, peut-être en lien avec une modification des pratiques culturales. Dans la Drôme, il est connu dans l'ouest du département au bord de l'Isère et de la Drôme, dans la plaine de Valence et dans le Tricastin. Son statut mérite d'être précisé dans la Loire où il était autrefois plus commun : Aulagnier et al. (1983) relevaient même une « *forte proportion de Micromys minutus dans les pelotes en provenance des gorges de la Loire* ». En

Ardèche, le Rat des moissons semble avoir toujours été rare, puisqu'il n'y a qu'une seule donnée récente à Mars (code INSEE 07151) alors que jusqu'en 1989, il n'était connu que de Baix, Vernoux et Ussel (Faugier et *al.* 1989). Dans les départements alpins, c'est en Isère que l'espèce est la plus commune, étant surtout présente dans le nord du département, plus riche en cultures céréalières et en zones humides, comme dans la plaine de la Bièvre et le Grésivaudan (Brunet-Lecomte et Noblet 2013). En Savoie et en Haute-Savoie, l'espèce est peu commune même en plaine (APEGE 1986), mais elle mériterait d'être davantage recherchée. L'atlas régional ne donne aucune indication sur son évolution en Rhône-Alpes (Grillo 1997).

Auvergne

Cantuel (1949) notait que « *dans le Massif Central, le Rat des moissons n'est assez commun que dans le Puy-de-Dôme, l'Allier et la Haute-Vienne ; partout ailleurs, et dans le Cantal notamment, il paraît rare* ». Brugière (1986) confirmait sa rareté, voire son absence, des reliefs du Cantal, du Gévaudan et du Velay. C'est tout récemment que la connaissance de la distribution du Rat des moissons en Auvergne s'est améliorée. Rigaux (2015) indiquait encore que la répartition de l'espèce demeurait assez méconnue, les données provenant uniquement de l'Allier, de la plaine et des plateaux du Puy-de-Dôme ainsi que de l'extrémité nord-ouest de la Haute-Loire. Depuis, on l'a trouvée le long de la Loire plus à l'est, ainsi que dans l'ouest du Cantal. Le renforcement des prospections en Auvergne devrait encore apporter des découvertes sur la distribution du Rat des moissons dans cette région. Signalons au passage sa présence aux Sagnes de la Godivelle (1 200 m), dans le Puy-de-Dôme, qui représente une altitude extrême pour l'espèce en France.

Poitou-Charentes

Dans cette région, Gélin en 1910 estimait que le Rat des moissons était peu abondant. En 1991, Saint-Girons et *al.* relevaient une distribution différente selon les départements : ainsi, en Charente-Maritime, le Rat des moissons était-il commun à l'exception des îles de Ré et d'Aix où l'espèce est absente. Puis, étrangement, le nombre de données postérieures à 1984 a considérablement chuté dans ce département, même si l'espèce a récemment été découverte sur l'île de Ré. Le Rat des moissons est plus abondant dans les régions de tuffeau, dans les plaines vallonnées boisées et de champs ouverts (Prévost et Gailledrat 2011).

Aquitaine

En Aquitaine, le Rat des moissons est présent dans tous les départements, mais il est moins commun toutefois en Dordogne, en Lot-et-Garonne et dans les piémonts pyrénéens, peut-être à cause d'un manque de prospection (Roué 2015).

Lorraine

Dans cette région, Schwaab et *al.* (1993) estimaient que le Rat des moissons était omniprésent. Sa répartition était pourtant inégale, avec une relative rareté dans la Meuse. Aujourd'hui, il demeure une espèce commune dans cette région (Fève 2006), même si sa situation reste contrastée : le nombre de données a augmenté dans la Meuse et diminué dans les Vosges. Ceci reflète probablement davantage un effort de prospection variable qu'une réelle évolution des populations. Plus inquiétant, Fève (2006) suggère que le Rat des moissons pourrait être en déclin dans les secteurs d'agriculture intensive.

- **Régions où le Rat des moissons est plus rare**

Franche-Comté

En Franche-Comté, comme dans d'autres régions montagneuses, l'espèce est plus commune en plaine qu'en altitude (Morin 2011). On l'observe toutefois jusqu'à 900-1 000 m, notamment autour du lac de Saint-Point (Doubs), et il serait intéressant de rechercher sa présence à proximité d'autres lacs et tourbières, y compris sur le plus haut plateau.

Ile-de-France

Les données étaient très rares en Ile-de-France avant 1984, mais ne reflétaient sans doute pas la réalité de la répartition du Rat des moissons puisqu'elles ont récemment augmenté dans les Yvelines et la Seine-et-Marne. Dans ce dernier département, l'espèce est donnée pour relativement commune (Lustrat 2006), avec une présence notamment en forêt de Fontainebleau (Lustrat 1998). La situation de l'espèce est probablement plus critique dans le Val d'Oise et l'Essonne, ce qui reste néanmoins à vérifier. Dans Paris et la petite couronne (Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis et Val-de-Marne), aucun Rat des moissons n'a jamais été observé, et il est vrai qu'aujourd'hui l'urbanisation ne lui laisse plus beaucoup de chances de survie. La recherche des nids au bord des cours d'eau les plus préservés serait quand même intéressante à mener.

Nord - Pas-de-Calais

Dans le Nord – Pas-de-Calais, les données de Rat des moissons sont plus abondantes dans le département du Nord (Fournier 2000). Il serait à rechercher dans les vallées de la Canche et de l'Authie, ainsi que dans les marais arrière-littoraux.

Centre

Dans le Centre, aucun atlas régional n'existe encore et il est impossible d'établir des tendances évolutives pour le Rat des moissons. L'espèce faisait l'objet de peu d'observations avant 1984. La situation s'est nettement améliorée dans le Loiret mais demeure inchangée dans les autres départements, peut-être à cause d'un défaut de prospection ; en effet, étrangement, l'espèce devient commune dès qu'on entre dans les départements voisins de la Vienne et du Maine-et-Loire. Dans le Loiret, le Rat des moissons est surtout présent dans le sud du département, mais rarement rencontré en Beauce (Loiret Nature Environnement 2012). En Sologne, jusque dans les années 1970, le Rat des moissons était commun (Chaussard et *al.* 1976), puis seulement cinq données sont recueillies de 1986 à 1992 (Serveau 1993). Dans l'enquête SFPEM, les données sont particulièrement rares en Eure-et-Loir, bien que Dhuicque et *al.* (1998) le considère assez commun à commun dans le Perche et la vallée du Loir.

Midi-Pyrénées

En Midi-Pyrénées comme en Rhône-Alpes, le Rat des moissons est surtout connu en plaine, bien qu'il soit présent aussi en altitude. L'atlas régional (Lefebvre 2012) indique que « *les fluctuations de densité combinées à la pression d'observation variable dans le temps ne permettent pas de dégager de tendances évolutives* ». Le Rat des moissons n'a semble-t-il jamais été commun dans le Lot et l'Aveyron. Dans ce dernier département, il était autrefois

mentionné dans la région de Saint-Affrique (Poitevin et *al.* 1986). Aujourd'hui, seules trois données issues de pelotes viennent confirmer sa présence : une dans le sud dans la commune de Brusque et deux sur les contreforts de l'Aubrac aux environs de Huparlac et de Graissac. Dans le Tarn, l'espèce semble assez rare ; on la connaît à Ronel, ainsi que dans la région de Sorèze et dans les monts de Lacaune (Groupe Ornithologique du Tarn 1985).

Languedoc-Roussillon

En Languedoc-Roussillon, le Rat des moissons n'a jamais été commun, sauf dans les Pyrénées-Orientales dans les fonds de vallée humides et autour des étangs côtiers (Fons et *al.* 1980), et aussi des étangs languedociens (Fons et *al.* 1982). Il semble avoir régressé autour de ces derniers, bien que cette raréfaction mérite d'être confirmée par des prospections ciblées. La rareté des données récentes dans ce département pourrait laisser croire à un déclin de l'espèce, qu'il conviendrait de préciser en retournant prospecter dans les communes où il était mentionné. En Lozère, l'espèce n'était pas mentionnée (Destre et *al.* 2000). Un individu aurait été capturé sur le plateau karstique du Poujoulet, près de Marvejols à 800 m d'altitude, mais l'animal n'ayant pas été conservé, l'identification n'est pas confirmée (Destre et *al.* 2000). En 2016, un nid a été trouvé dans le sud du département mais de récentes prospections n'ont pas permis de confirmer la présence de l'espèce. Le littoral languedocien mériterait d'être davantage prospecté car il est probable que le Rat des moissons y soit plus commun qu'il n'y paraît.

Provence-Alpes-Côte d'Azur

En Provence-Alpes-Côte d'Azur, le Rat des moissons se rencontre presque uniquement dans la vallée du Rhône et pour l'essentiel en Camargue, l'étang de Berre constituant sa limite orientale (Bayle 2016). En Camargue, sa distribution est inégale, probablement à cause d'un manque de prospection en Petite-Camargue, mais aussi à cause de la répartition des roselières et des champs de céréales (Scher in Poitevin et *al.* 2010). Il semble particulièrement abondant dans deux secteurs : les marais du Vigueirat et le secteur du mas de Cabassole. Il serait également intéressant de vérifier sa présence autour des rizières, avec des prospections ciblées dans les exploitations conduites en agriculture biologique en particulier. Quelques rares observations ponctuelles sont issues des Hautes-Alpes (vallée du Buëch, versant nord du lac de Serre-Ponçon) et des Alpes de Haute-Provence (rive gauche de la Durance). C'est en Provence-Alpes-Côte d'Azur que le record d'altitude pour le Rat des moissons est atteint, à Réallon (Hautes-Alpes), avec une donnée issue d'une pelote de réjection trouvée dans le clocher de l'église qui culmine à 1 450 m (D. Combrisson, *comm. pers.*) : la Chouette effraie l'a probablement capturé en contrebas de l'église, où plusieurs petites roselières sont favorables à l'espèce, à moins que ce ne soit dans les prés de fauche (prospections Darinot 2014). Une donnée isolée provient d'Esparron dans le Var, où l'espèce n'a pas été recontactée récemment, tandis que, dans les Alpes-Maritimes, l'espèce n'a jamais été mentionnée. La situation du Rat des moissons mériterait d'être précisée en Provence-Alpes-Côte d'Azur, qui constitue une limite pour sa répartition en France. Sa présence le long de la Durance et du Buëch nécessite en particulier de plus amples recherches.

2.3.6. Quelques informations sur les habitats

Davantage que l'étude des pelotes de réjection qui correspondent à un terrain de chasse étendu, c'est la découverte des nids qui permet de préciser quels sont les habitats occupés par l'espèce, voire l'observation directe d'individus sur le terrain.

En France, les habitats du Rat des moissons sont variés, comme cela a déjà été démontré en Angleterre (Harris 1979). Le plus souvent, les nids se situent dans des zones humides, dans les marais, autour des étangs, le long des cours d'eau dans des phalaridaies, des cariçaies, des phragmitaies voire des jonçaies. Un nid a même été trouvé dans les baldingères (*Phalaris arundinacea*) se développant au milieu d'une peupleraie (PNR Marais Poitevin). Les mégaphorbiaies à Reine des prés (*Filipendula ulmaria*), les massifs de Solidage (*Solidago gigantea*), d'Ortie (*Urtica dioica*) et d'Eupatoire chanvrine (*Eupatorium cannabinum*) sont également favorables, à condition que des graminées soient en mélange pour la confection des nids. En revanche, la végétation des berges de roubines en Camargue semble défavorable au Rat des moissons, car elle n'offre pas de feuilles assez souples pour la confection des nids.

En situation plus sèche, les haies, les ronciers, les bordures de prairies de fauche, les ourlets le long des chemins et des champs sont plusieurs fois cités, mais toujours avec la présence de hautes herbes. Quelques observations témoignent de la présence de nids en bordure de champs de maïs (Nord - Pas de Calais, Orne, Marais Poitevin, Loir-et-Cher), un nid ayant même été construit avec une feuille de maïs mélangée à des feuilles de graminées. Ces mentions sont à rapprocher de l'hypothèse que Saint-Girons (1981) faisait quant à la présence du Rat des moissons dans les zones de maïsiculture, qui pourraient lui être favorables : ce ne sont pas les champs en eux-mêmes qui fournissent des habitats favorables mais plutôt leur bordure quand s'y développent suffisamment de graminées pour la fabrication des nids, ce qui est rarement le cas, vu le soin qu'apportent les agriculteurs au désherbage des parcelles. Des nids ont également été observés dans d'autres cultures : champs de millet (Maine-et-Loire, Loir-et-Cher), champ de chicorée (Nord - Pas de Calais) et champ de lin (Eure). Cependant, l'étude n'a permis de collecter que cinq observations de nid dans un champ de blé (Calvados, Orne et Eure). Il ne s'agit certainement pas d'un biais d'observation car en Angleterre, par exemple, le Rat des moissons est aujourd'hui présent autour des cultures, dans les haies et les bandes enherbées, alors que les champs eux-mêmes comportent peu d'individus : ils ne permettent plus la nidification à cause des moissons qui interviennent au moment du pic de reproduction (Perrow et Jordan 1992). L'enquête apporte tout de même une observation d'un Rat des moissons juché au sommet d'un épi de blé (Bourgogne) ! D'autres cultures demeurent favorables à l'espèce, comme la luzerne, mais il ne parvient à se maintenir que si les parcelles sont récoltées par roulement (Hommay et Wilhelm 2014).

L'espèce semble capable d'utiliser des habitats réduits, en contexte anthropisé, comme des haies arbustives au milieu de cultures intensives (Rhône), des mares temporaires avec végétation herbacée en contexte agricole intensif (Ain), des bords de voie ferrée dans des ronciers avec graminées (Rhône), des bermes d'autoroute entre boisement et prairie (Rhône). En contexte plus naturel, certains habitats sont étonnants : dunes à argousiers (Nord - Pas de Calais), baccharidaie (*Baccharis halimifolia*) colonisant une phragmitaie (RNR du marais de Pampin, Charente-Maritime), lande à éricacées et graminées (forêt de Rambouillet, Yvelines et Orne). Un individu a même été trouvé dans son nid, dans une haie d'ifs à deux mètres de haut (Aube).

On sait que le Rat des moissons peut vivre en contexte urbain, dans de grandes villes comme Bristol (Angleterre) ou Varsovie (Pologne) (Dickmann 1986, Źmihorski et Rejt 2007). L'enquête révèle ainsi la présence de l'espèce à Reims, où des restes de trois individus ont été trouvés dans des pelotes de Hibou moyen-duc, sur le campus de la faculté de sciences qui comporte de grands espaces verts ; toutefois, rien ne prouve que le Rat des moissons vive à cet endroit, car ce campus est situé en périphérie de la ville, à 300 m d'une plaine céréalière. Strasbourg livre sept observations de nids, dont quatre sont localisés à huit kilomètres au sud du centre-ville dans des friches en bordure de voie ferrée et de route. Il ne s'agit donc pas vraiment d'un contexte urbain, mais ces observations sont intéressantes car elles sont très proches de la forêt rhénane du Neuhof qui avait fourni la première donnée de Rat des moissons en 1778. Franchement étonnante, l'observation d'un nid en plein centre de Lyon, dans le jardin Jean Couty (quartier de La Confluence, 2^{ème} arrondissement) constitue probablement une situation extrême pour notre petit rongeur.

Dans la campagne, il peut s'approcher assez près des habitations pourvu que la végétation lui soit favorable : plusieurs cas font mention de chats rapportant des Rats des moissons à la maison, ou de nids découverts au fond du jardin, voire même d'individu pris dans un piège-cage dans un poulailler (Maine-et-Loire) !



Les meules, fin de l'été – Claude Monet (1890-1891) Un habitat temporaire qui n'existe plus...
Wikimedia Commons

2.4. Discussion : le Rat des moissons en France

Un des objectifs de l'enquête était la mise en évidence d'une éventuelle raréfaction du Rat des moissons en France, comme cela a pu être constaté en Angleterre et en Suisse. Il paraissait évident de prendre l'année 1984 comme point de référence, puisque c'est l'année de parution du premier atlas des mammifères sauvages de France (Fayard 1984). Cependant, à cause des conditions d'échantillonnage, la comparaison diachronique de la répartition de l'espèce, avant et après 1984, ne renseigne que de manière incomplète sur son évolution spatiale. En effet, la pression d'observation a augmenté au cours du temps et les prospections couvrent de mieux en mieux le territoire grâce aux atlas départementaux et régionaux réalisés ces dernières décennies. Par ailleurs, il y a rarement une continuité dans les prospections et peu de localités sont suivies sur le long terme.

2.4.1. Mise en évidence d'une éventuelle baisse d'occurrence

L'état des connaissances avant 1984

La première carte de répartition du Rat des moissons en France nous est fournie par Le Louarn et Saint-Girons (1977) (fig. 87). Elle repose essentiellement sur l'analyse des pelotes de réjection de rapaces et en particulier celles de la Chouette effraie. Les auteurs indiquent que le Rat des moissons « *habite toute la France* », bien qu'il soit absent de certaines îles de l'Atlantique et de la Corse.

La répartition de l'espèce sera grandement affinée sept années plus tard, avec la parution de l'atlas des mammifères sauvages de France (Fayard 1984), édité par la SFEPM.

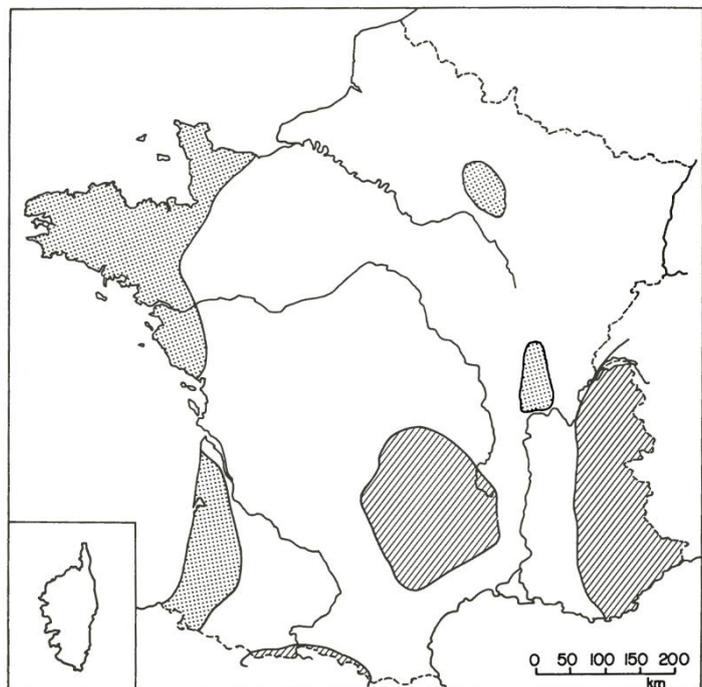


FIG. 43. — Répartition du Rat des moissons.

▨ Très rare ou absent ▨ zone d'abondance relative

Figure 87 : Première carte de répartition du Rat des moissons en France (Le Louarn et Saint-Girons 1977)

Dans notre enquête, 1 506 données valides ont été recueillies avant 1984. Elles couvrent toutefois le territoire de manière moins uniforme que les 827 stations portées sur la carte de répartition de l'espèce dans l'atlas SFPEM (fig. 88). Il est donc fort probable qu'un certain nombre de données nous aient échappé, certaines faisant certainement partie des 698 données non datées.

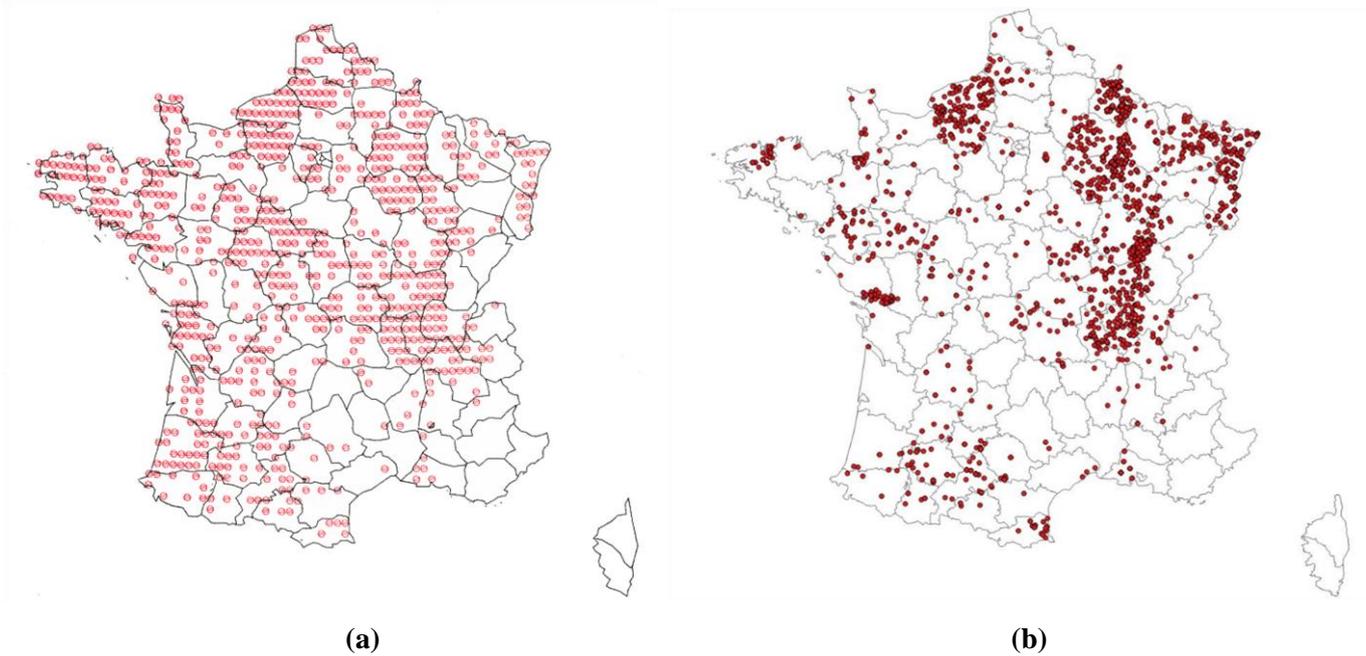


Figure 88 : Données de Rat des moissons en France récoltées avant 1984, telles qu'elles apparaissent dans l'atlas SFPEM de 1984 (a) et d'après les données récoltées dans cette enquête (b). Certaines données concernent les deux cartes.

En effet, sur ces 698 données non datées, 506 sont issues du fichier général de la SFPEM et sont pour la plupart antérieures à 1984, au vu des observateurs et de leur période d'activité. Elles ont très certainement été utilisées dans l'atlas de la SFPEM : si on les intègre à notre jeu de données, les différences entre les deux cartes s'amointrissent (fig. 89).

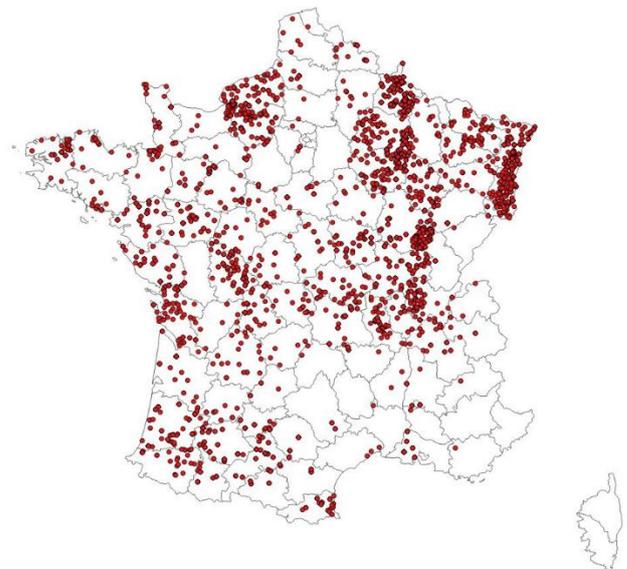


Figure 89 : Données de Rat des moissons en France avant 1984 dans cette enquête, incluant les 690 données non datées.

Evolution de la répartition connue du Rat des moissons

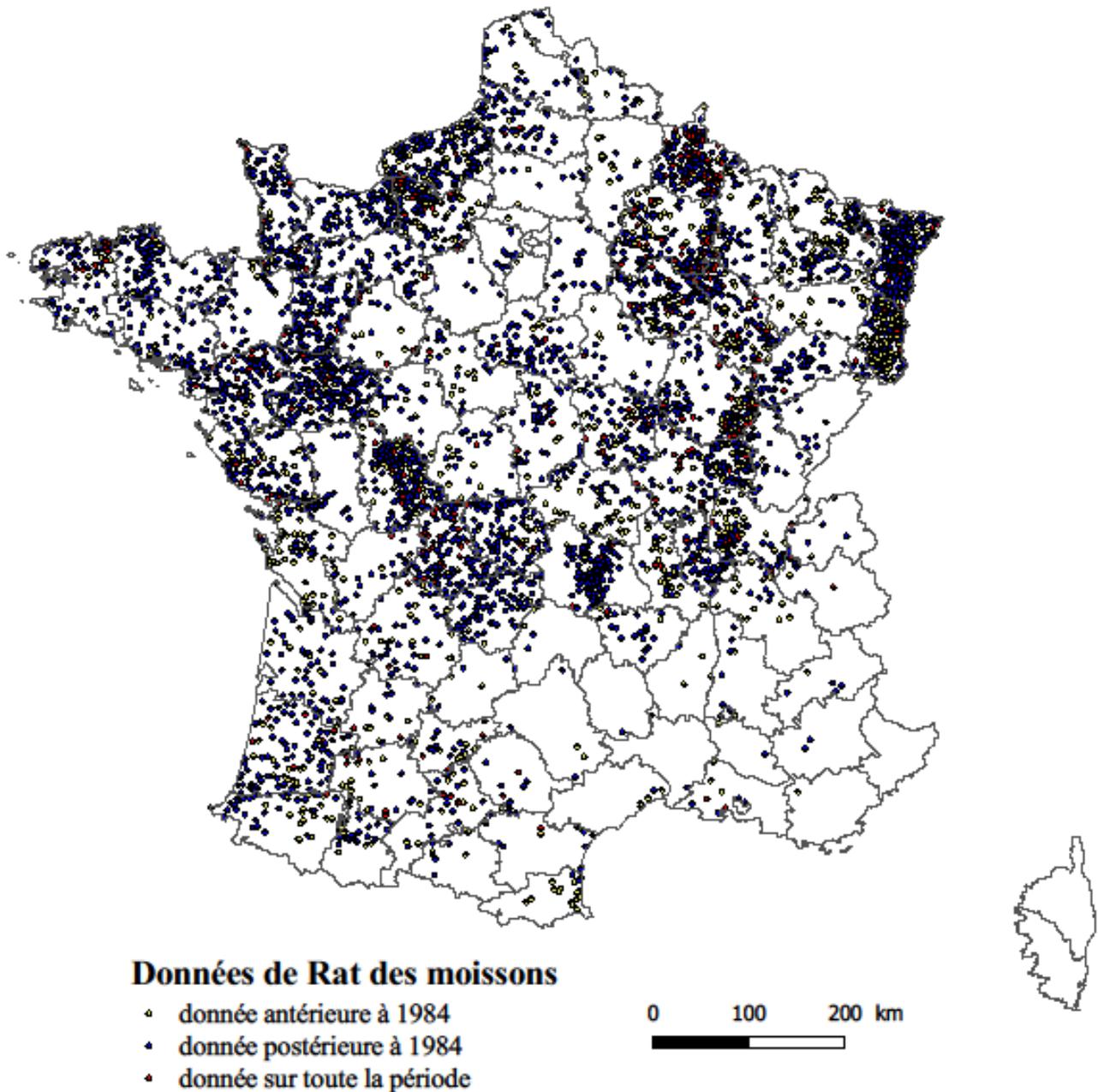


Figure 90 : Répartition connue du Rat des moissons en France avant / après 1984.

Après 1984, le nombre de communes où est observé le Rat des moissons augmente fortement (fig. 90 et tab. 8). On voit ici le résultat du travail de terrain des naturalistes, des structures associatives de protection de la nature et des gestionnaires d'espaces naturels, qui ont amélioré la connaissance de l'espèce. Le Rat des moissons se maintient dans tous les départements, à l'exception du Val d'Oise (95), de l'Essonne (91) et du Var (83) où il n'a pas été recontacté.

Tableau 8 : Nombre de données recueillies et nombre de communes où le Rat des moissons est présent, par rapport à l'année 1984

	Avant 1984	Après 1984	En commun avant / après 1984
Nombre de données valides recueillies (1 donnée = 1 observation de l'espèce / commune / an)	1 506	4 880	1 446
Nombre de communes où le Rat des moissons est présent	770	3 210	301

Sur les 4 281 communes où le Rat des moissons est présent, 3 210 sont de nouvelles localités et seulement 301 communes étaient déjà connues avant 1984. Que devient l'espèce dans les 469 communes restantes ? Il serait très utile de concentrer les futures prospections dans ces localités pour mieux cerner l'évolution de l'espèce. On signalera aussi le cas de certaines localités où le Rat des moissons est connu depuis fort longtemps, comme à Griesheim-Près-Molsheim (67172) où il est contacté de 1826 à 1980 et à Beaupréau (49023), de 1828 à 2008.

Focus sur la région Champagne-Ardenne

Concernant l'évolution des effectifs, même si ce n'est pas l'objet de l'enquête, l'analyse de certaines bases de données peut localement apporter des informations intéressantes. C'est le cas des fichiers mis à disposition par la LPO Champagne-Ardenne, concernant les départements des Ardennes (08), de l'Aube (10), de la Marne (51) et de la Haute-Marne (52), qui totalisent ensemble 8 806 *Micromys* identifiés sur 689 117 proies contenues dans les pelotes, les jabots, les fèces et les estomacs des prédateurs, de 1960 à 2003 (fig. 91).

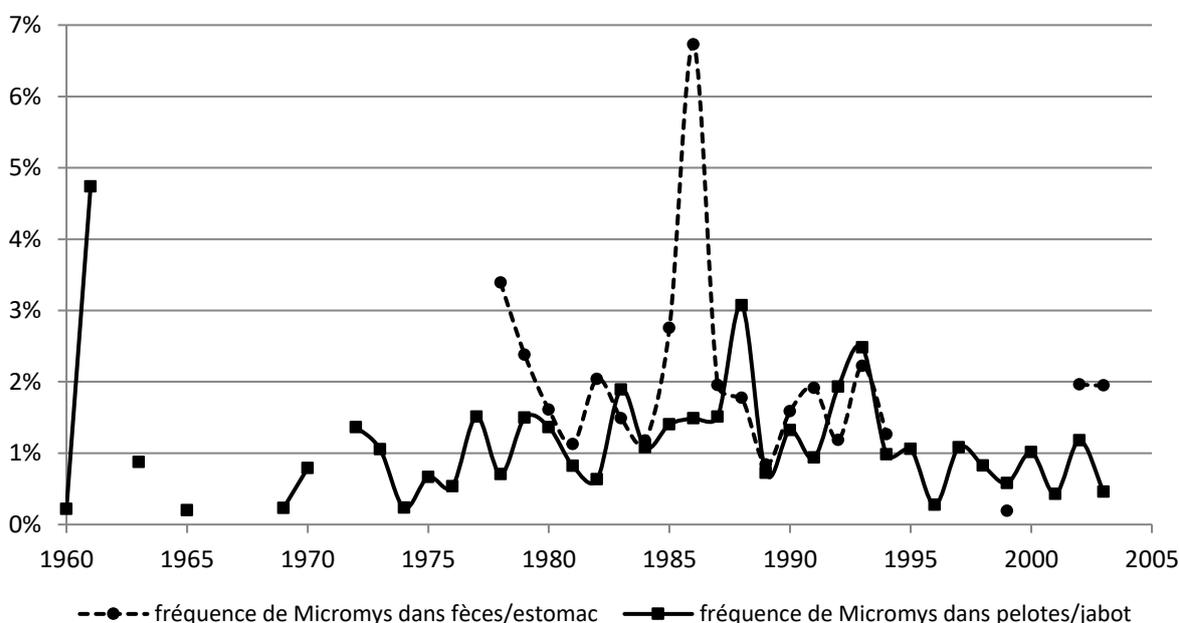


Figure 91 : Fréquence de *Micromys minutus* dans les pelotes/jabots et fèces/estomacs, dans les Ardennes, l'Aube, la Marne et la Haute-Marne de 1960 à 2003 (la fréquence est calculée sur la somme des proies supérieure à la médiane (= 335), pour éliminer les petits lots où la fréquence de *Micromys* est exagérément élevée).

Sur cette chronique exceptionnellement longue, on n'observe pas de diminution de la fréquence du Rat des moissons dans les pelotes, donc *a priori* pas de déclin de l'espèce dans ces départements. Le caractère cyclique des fréquences reste à interpréter au regard de l'évolution de la fréquence des autres proies contenues dans les pelotes. Cette tendance évolutive ne doit toutefois pas être généralisée à l'ensemble du territoire métropolitain où les évolutions sont forcément contrastées.

2.4.2. Facteurs de menaces

Le Rat des moissons est si discret et méconnu qu'il ne fait pas l'objet de destruction le visant directement. Il est essentiellement menacé par les modifications de ses habitats, en contexte agricole, périurbain et dans les zones humides.

Destruction des habitats

Dans les paysages agricoles, un certain nombre d'habitats favorables au Rat des moissons ont subi ou subissent encore des destructions. Des milliers de kilomètres de haies vives ont été supprimés avec les remembrements de 1960 à la fin des années 1990. Les prés trop humides où peut se développer une végétation favorable à l'espèce sont encore trop souvent drainés. La conversion d'anciennes prairies et notamment de prairies humides en champ de céréales existe encore aujourd'hui. Les Rats des moissons ne sont pas les seuls à pâtir de ces pratiques détestables, tout un cortège de flore, d'insectes et de vertébrés typiques de ces milieux sont anéantis avec lui.

L'urbanisation et le développement des infrastructures routières détruisent certains habitats interstitiels du Rat des moissons, essentiels à la connectivité des populations à l'échelle du paysage. Le commentaire suivant, issu de l'enquête, illustre ce propos : « *A Talmont-Saint-Hilaire (Vendée), l'aménagement d'un contournement routier en 2009 a entraîné la destruction de la dernière station de Rat des moissons, au pied d'une haie, dans une matrice agricole intensive* ». Les zones commerciales et les zones industrielles en périphérie des villes sont souvent construites à l'emplacement d'anciens marais, entraînant la disparition de l'espèce (fig. 92). Force est de constater que la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 qui vise à préserver les écosystèmes aquatiques, les sites et les zones humides, ne parvient pas à empêcher ces aménagements.



Figure 92 : Zone commerciale de Belley (Ain) © F. Darinot

Fragmentation des habitats

La connectivité des habitats est aussi importante pour le maintien des populations de Rat des moissons que la qualité des habitats eux-mêmes (Meek 2011). Or l'aménagement du territoire conduit à la fragmentation des habitats du Rat des moissons, généralement sans connectivité possible entre les patchs de populations (Blant *et al.* 2012, Gilliéron 2017). Si les populations sont trop petites, elles courent le risque de subir un goulet d'étranglement génétique, avec une augmentation de la consanguinité qui peut conduire à terme à leur disparition. Les exemples sont nombreux, comme à Pringy (Haute-Savoie), où l'espèce se maintient dans une minuscule roselière enserrée entre des axes routiers et des lotissements, vestige d'un paysage agricole autrefois ouvert et connecté (fig. 93).



Figure 93 : Station de Rat des moissons à Pringy (Haute-Savoie) en 2015 (a) et reportée dans le paysage de 1937 (b). Cartes issues de Géoportail.

Dans le Pays de Gex (Ain) et plus largement dans le bassin genevois, Gilliéron (2017) a mis en évidence l'importance des menaces qui pèsent sur presque toutes les populations de Rats des moissons. La plupart des stations constituent des zones de repli, sans véritable connexion apparente entre elles, mais où les populations résiduelles trouvent néanmoins des milieux de substitution sub-optimum, souvent fortement dégradés et menacés à très court terme par l'aménagement du territoire, l'urbanisation, l'agriculture intensive, le réseau routier ou par l'envahissement des néophytes (fig. 94).

Détérioration de la qualité des habitats

Les habitats du Rat des moissons sont soumis à de nombreuses détériorations d'origine humaine, qui n'ont rien de commun avec les perturbations naturelles comme les inondations qui peuvent affecter les zones humides. Corollaire de l'aménagement du territoire, la réduction de la surface des habitats, sans aller jusqu'à leur destruction totale, entraîne une réduction de la taille des populations qui peut avoir des effets néfastes sur leur pérennité (voir ci-dessus). En France, il semblerait que les habitats soient le plus souvent de taille réduite (moins d'un hectare), les grands habitats d'une seule pièce étant rares. On trouve ces vastes habitats dans les grands marais de plaine et autour de certains lacs, où les populations de Rat des moissons atteignent des densités très fortes.

L'eutrophisation des habitats à cause des apports d'azote agricole entraîne la prolifération de plantes nitrophiles qui dégradent la qualité des habitats du Rat des moissons. Ceci est particulièrement visible dans les marais où se développent l'Ortie (*Urtica dioica*) et le Solidage (*Solidago gigantea*), d'autant plus que les marais sont asséchés. Le Rat des moissons tolère ces plantes tant qu'elles restent minoritaires dans le cortège floristique, ce qui est rarement le cas, ou de façon transitoire. De la même manière, l'extension des plantes exotiques invasives comme la Renouée du Japon (*Fallopia japonica*) ou la Balsamine (*Impatiens glandulifera*), le long des cours d'eau, fait régresser la végétation rivulaire herbacée naturelle et supprime l'habitat du Rat des moissons.

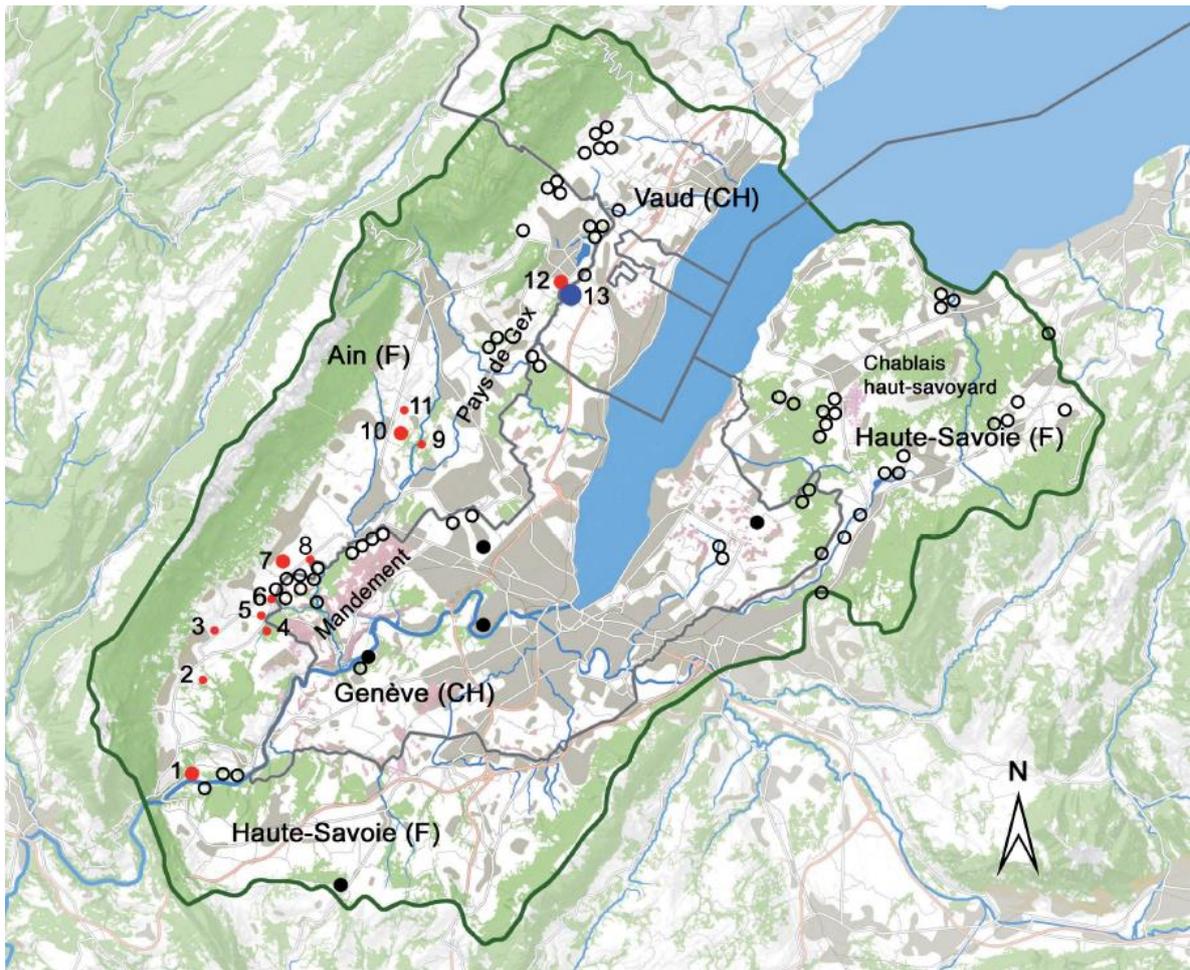


Figure 94 : Localisation des stations de Rat des moissons dans le bassin genevois (Gilliéron 2017).

Points rouges : stations découvertes en 2016 ; point bleu : station du Bataillard (connue depuis 1966) ; points noirs : stations historiques mais douteuses ; cercles : sites prospectés sans succès.

Grand point : population peu menacée, point moyen : population menacée, petit point : population très menacée.

En principe, l'utilisation de tout traitement chimique est interdite à moins de cinq mètres des cours d'eau, des étangs ou des points d'eau (Arrêté ministériel du 12/09/2006). Dans la pratique, l'épandage des phytocides pour désherber les bords de fossés dans les parcelles agricoles existe toujours. C'est justement dans cette végétation que peut se développer le Rat des moissons, et ces linéaires de fossés constituent par ailleurs d'excellent corridors pour l'espèce.

Le pâturage trop près des berges dégrade la végétation rivulaire et réduit l'habitat du Rat des moissons : ce constat s'applique à toutes les espèces vivant dans ce type de végétation et notamment au Campagnol amphibie (Rigaux 2015).

Enfin, les fortes densités de sangliers peuvent être très néfastes à la survie du Rat des moissons : en hiver, le piétinement de la végétation et la prédation ont alors un impact très fort sur ses populations. Hommay et Wilhelm (2014) rapportent qu'en Alsace, sur l'île de Gerstheim, les inondations de 1999 ont fait disparaître le sanglier, ce qui a bénéficié au Rat des moissons dont le nombre de nids est passé de 15 en 1998 à 95 en 1999 ; dès le retour du sanglier en 2003, les effectifs ont chuté à nouveau à 12 nids.

2.4.3. Conserver le Rat des moissons

Des mesures concrètes

Les mesures favorables à la conservation du Rat des moissons sont connues. En premier lieu, il faut identifier et préserver les populations sources installées dans les zones humides, ce sont elles qui permettront la recolonisation des habitats périphériques (Meek 2011). En Angleterre, ces populations sources ont permis d'éviter la disparition complète de l'espèce dans plusieurs zones d'agriculture intensive (Suffolk et Norfolk) (Perrow et Jowitt 1995). Toutes les mesures qui visent à protéger les zones humides vont dans ce sens et elles bénéficient aussi à l'ensemble des biocénoses en place. En contexte agricole, le maintien de bandes enherbées autour des



Figure 95 : Cette bande enherbée est écrasée par le passage des tracteurs et ne convient pas au Rat des moissons, qui vit pourtant non loin de là (Azé, Saône-et-Loire) © F. Darinot

parcelles cultivées permet l'installation du Rat des moissons et favorise la connectivité des habitats. Jüdes (1981) a montré que le maintien de ces bandes enherbées conduit à l'accroissement des populations, d'autant plus quand les champs sont proches de zones humides. Ces bandes enherbées doivent être composées de végétation dense et haute, mais sans plantes exotiques, sans entretien mécanique ou chimique jusqu'en automne (fig. 95). Leur mise en place dépend aussi de la proportion de prairies par rapport aux cultures dans l'exploitation : ainsi, une exploitation contenant beaucoup de prairies n'a-t-elle pas l'obligation d'implanter ces bandes dans les parcelles de cultures bordant des cours d'eau. Les bandes enherbées favorisent aussi nombre d'oiseaux et d'insectes qui sont autant d'auxiliaires de culture : l'agriculteur y trouve son compte. En France, la loi Grenelle II (loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010) impose le maintien ou l'installation de bandes enherbées larges d'au moins cinq mètres le long de cours d'eau et de plans d'eau, en cohérence avec les bonnes conditions agricoles et environnementales de la Politique Agricole Commune. En revanche, aucune obligation n'existe en l'absence de cours d'eau.

Préconisations pour une gestion conservatoire

Quelques expérimentations de gestion des marais à but conservatoire pour le Rat des moissons ont été menées en Suisse, où l'espèce s'est beaucoup raréfiée. Dans les prairies marécageuses de la Grande Cariçaie (Lac de Neuchâtel), un entretien parcellaire par fauche hivernale annuelle, ou biennale voire triennale, réalisée en alternance sur plusieurs parcelles, paraît adapté à la conservation des populations de l'espèce (Vogel et Gander 2014).

Blant et *al.* (2012) proposent un ensemble de mesures de gestion conservatoire :

- inventorier précisément l'espèce et ses besoins en habitat dans chaque site occupé (surface utilisée, densité et localisation des nids, type d'habitat) ;
- assurer un monitoring annuel prenant en compte les effets de gestion et d'entretien des milieux ;
- réaliser une fauche alternée sur un rythme d'au moins trois ans dans les marais et laisser des bandes en friche, moins souvent entretenues ;
- effectuer la fauche de préférence d'octobre à mars pour ne pas porter atteinte aux nids occupés et à l'habitat estival ; éviter de faucher les touradons, car ils servent souvent de refuge au Rat des moissons ;
- laisser dans les lisières et autres surfaces moins intéressantes du marais des tas de branchages et de litière, ou des andins de roseaux comme refuge. Cette mesure probablement primordiale pour améliorer la survie hivernale de l'espèce est également utile à beaucoup d'autres animaux ;
- lutter contre l'envahissement par le solidage et les autres néophytes dans les sites protégés.

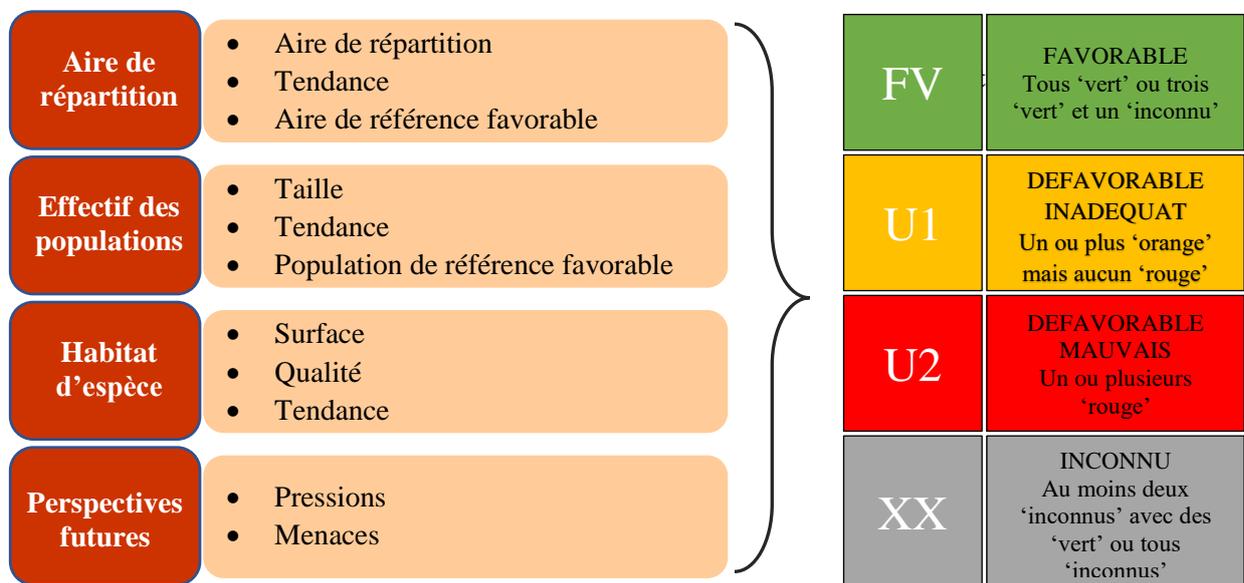
Vers un observatoire des populations ?

Contrairement à d'autres animaux, comme les papillons, les poissons de rivière, les oiseaux et certains grands mammifères, les populations de micromammifères ne bénéficient d'aucun suivi à long terme. Il serait très utile de mettre en place un réseau permanent d'observatoires pour la collecte des pelotes de rapaces nocturnes, qui permettrait de suivre les tendances évolutives des populations de micromammifères en général, et du Rat des moissons en particulier.

2.4.4. Etat de conservation de l'espèce en France

Au sens de la Directive Habitat-Faune-Flore, l'état de conservation favorable constitue l'objectif global à atteindre et à maintenir pour les espèces d'intérêt communautaire. Il peut être décrit comme une situation où une espèce prospère (aspects qualitatifs et quantitatifs), où les perspectives quant à la vitalité des populations de l'espèce sont favorables et où les éléments écologiques intrinsèques des écosystèmes d'accueil sont propices. L'évaluation de l'état de conservation inclut des éléments de diagnostic basés sur l'état présent et les évolutions futures de cet état, basées sur des menaces prévisibles et évaluables (INPN 2018).

L'évaluation de l'état de conservation du Rat des moissons en France est réalisée selon le protocole européen et les critères utilisés pour le calcul de cet état de conservation sont présentés ci-dessous. Cette évaluation doit d'abord être faite à l'échelle de chaque région biogéographique, puis synthétisée à l'échelle de la France.



D'après Bensettiti et Puisauve 2015

		Région Atlantique	Région Continentale	Région Alpine	Région Méditerranéenne	Synthèse métropole
Aire de répartition	• Surface					
	• Tendance					
	• Aire de référence favorable					
Effectif des populations	• Taille					
	• Tendance					
	• Population de référence favorable					
Habitat d'espèce	• Surface					
	• Qualité					
	• Tendance					
Perspectives futures	• Pressions					
	• Menaces					
Synthèse par régions biogéographiques						

- (1) Légère diminution en Ile-de-France, Poitou-Charentes, Picardie, voire Bretagne
(2) Perte d'habitat due aux pratiques agricoles et détérioration des zones humides
(3) Détérioration due à la fragmentation des habitats
(4) Poursuite de la perte et de la dégradation des habitats

• Conclusion

Etat de conservation « **Défavorable inadéquat** » en France.

2.4.5. Quel statut pour le Rat des moissons ?

- **Statut actuel**

Réglementation

Le Rat des moissons n'est pas une espèce réglementée, ni au niveau européen, ni en France au titre de l'Arrêté du 23 avril 2007.

Il n'est pas inclus dans la liste des mammifères nuisibles aux cultures (Arrêté du 31 juillet 2010, annexe B).

Il ne fait pas non plus partie des espèces chassables (Arrêté du 26 juin 1987).

Listes rouges

Monde

Liste rouge mondiale de l'UICN (évaluation 2008 et 2016)

LC

Liste rouge européenne de l'UICN (évaluation 2007)

LC

France

Liste rouge des mammifères continentaux de France métropolitaine (UICN 2009 et 2017)

Régions

Liste rouge des mammifères menacés en Alsace (2014)

LC

Liste rouge des mammifères sauvages d'Auvergne (2015)

DD

Liste rouge des mammifères hors Chiroptères de Bourgogne (2015)

NT

Liste rouge et Responsabilité biologique régionale Mammifères de Bretagne (2015)

DD

Liste rouge des mammifères de la région Centre (2013)

DD

Liste rouge des mammifères de Haute-Normandie (2013)

LC

Liste rouge de la faune menacée en Picardie (2016)

LC

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

LC : Least Concern, préoccupation mineure

DD : Données insuffisantes

NT : Quasi menacé

Listes d'espèces déterminantes

Le Rat des moissons est une espèce déterminante dans l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Floristique et Faunistique (ZNIEFF) de Bretagne (2004) et d'Ile-de-France (2018).

- **Vers une évolution de son statut ?**

Le Rat des moissons, une espèce porte-drapeau

A travers la préservation du Rat des moissons, c'est la conservation des zones humides qui est visée. Son allure sympathique, son mode de vie étonnant avec ses nids en boule si parfaits touchent le public qui raffole de photos sur papier glacé. Le Rat des moissons a tout pour servir d'espèce porte-drapeau utile à la protection des zones humides, aux côtés du Castor d'Europe

et du Campagnol amphibie qui sont deux autres mammifères emblématiques. Pour cela, il faut une communication intelligente et fondée scientifiquement, capable de susciter l'adhésion d'un large public. En Angleterre, le Rat des moissons est très médiatisé et les gens s'impliquent dans la recherche des nids lors de sessions organisées par les associations naturalistes. En France, nos structures associatives ont aussi un grand rôle à jouer, pour la connaissance du Rat des moissons et la protection de ses principaux habitats, les zones humides.

Vous aimez le Rat des moissons, protégez les zones humides !



© Daily Mail 2010

Propositions concernant le statut du Rat des moissons

Réglementation

Bien qu'il soit dans un état de conservation « Défavorable inadéquat », le Rat des moissons présente encore une bonne répartition sur le territoire métropolitain et il ne semble pas pertinent de faire évoluer son statut juridique vers une protection de l'espèce au plan national. Néanmoins, sa situation mérite d'être réévaluée dans les vingt années à venir, compte-tenu de l'évolution défavorable de ses habitats et en particulier des zones humides, ce qui amènera peut-être alors à reconsidérer son statut juridique.

Listes d'espèces déterminantes pour les ZNIEFF

Au vu de la biologie de l'espèce et de son affinité étroite pour les zones humides, il semble pertinent et utile de l'intégrer dans les listes d'espèces déterminantes des ZNIEFF lors de leurs futures révisions.

Conclusion



Au terme de cinq années de collecte de données, cette enquête participative initiée par la SFEPM témoigne d'une forte implication des structures associatives, des naturalistes et des gestionnaires d'espaces naturels.

Une fois synthétisées, ces données permettent d'affiner l'état de conservation du Rat des moissons en France métropolitaine au début des années 2000. C'est une espèce discrète mais toujours bien présente, surtout dans les zones humides et beaucoup moins dans les cultures, en dépit de son nom. Concernant l'évolution de sa distribution, le même constat s'impose dans presque toutes les régions, même celles où il demeure encore très commun : le Rat des moissons s'est raréfié au cours des dernières décennies, même s'il est difficile de préciser l'ampleur de cet amoindrissement. A cet égard, il ressort un déficit en longues séries de données collectées en un même lieu, indispensables à toute véritable analyse de l'évolution des populations. La recherche des nids devrait également être promue auprès des naturalistes, car c'est la méthode la plus simple et la plus efficace pour détecter la présence de l'espèce. Cas particulier et préoccupant, le statut du Rat des moissons mérite d'être précisé dans l'Essonne, le Val d'Oise et le Var, où il pourrait avoir disparu.

© G. Viillard

Dans les décennies à venir, il conviendra de rester vigilant sur l'évolution de la distribution du Rat des moissons, compte-tenu de la dégradation continue des zones humides qui constituent aujourd'hui son habitat principal. Enfin, quelques mesures concrètes mériteraient d'être tentées pour renforcer la protection de l'espèce. Il serait ainsi utile d'intégrer le Rat des moissons dans les espèces déterminantes pour les ZNIEFF, de tenter des expérimentations avec le monde agricole pour le maintien de véritables bandes enherbées, de même que de promouvoir le Rat des moissons comme espèce porte-drapeau en faveur de la protection des zones humides. Son statut juridique mériterait d'évoluer vers une protection au niveau national. Dans toutes ces actions, le rôle des structures de protection de la nature et des gestionnaires d'espaces naturels est essentiel.

Bibliographie

- Abramov A. V., Meschersky I. G. et Rozhnov V. V., 2009 – On the taxonomic status of the harvest mouse *Micromys minutus* (Rodentia: Muridae) from Vietnam. *Zootaxa* 2199 : 58-68.
- Aguilar J. P., Crochet J. Y., Hebrard O., Le Strat P., Michaux J., Pedra S. et Sigé B., 2002 – Les micromammifères de Mas Rambaut 2, gisement karstique du Pliocène supérieur du Sud de la France. *Géologie de la France* 4 : 17-37.
- Alpaslan F. S., Ünay E. et Ay F. 2010 – The rodentia and lagomorpha (Mammalia) from the early Pliocene from İğdeli (Gemerek, Sivas) : biochronological and paleogeographical implications. *Fen. Bilimleri* 31 (1) : 1-29.
- Amori G., Contoli L. et Nappi A. 2008 – Fauna d'Italia. Mammalia II. Ed. Calderini 736 p.
- APEGE 1986 – Livre rouge des espèces de vertébrés menacés de Haute-Savoie. Groupe Ornithologique Savoyard-FRAPNA : 53 p.
- Aplin K. P., 2006 – Ten million years of rodent evolution in Australasia: Phylogenetic evidence and a speculative historical biogeography. In Merrick, Archer, Hickey et Lee (Eds) *Evolution and biogeography of Australasian vertebrates* pp. 707-744.
- Ariagno D. 1976 – Essai de synthèse sur les mammifères sauvages de la région Rhône-Alpes. *Mammalia* 40 (1) : 125-210.
- Ariagno D., Aulagnier S., Broyer J., Brunet-Leconte P. 1981 – Les mammifères du département du Rhône. *Le Bièvre* 3 (2) : 191-224.
- Aulagnier S., Broyer J., Brunet-Lecomte P., Coquillard H., Destre R. et Erome C. 1980 – Comparaison de la faune micromammalienne de la Dombes et de la plaine du Forez. *Le Bièvre* 2 (2) : 131-142.
- Aulagnier S., Coquillard H. et Brunet-Lecomte P. 1983 – Les mammifères du département de la Loire. *Bull. Soc. Linn. Lyon* 52 (4) : 94-104.
- B**abudieri B. et Austoni M. 1953 – The Leptospiroses in Italy. *Pathologie und Bakteriologie* 16 : 514-520.
- Banks C. 1975 – Harvest mice (*Micromys minutus*) underground breeding in captivity. *The Bedfordshire Naturalist* 28 : 44-45.
- Barrett-Hamilton G. E. H., 1910 – A history of British mammals. Vol. II Land mammals. London 748 p.
- Bas E. 1998 – Atlas des mammifères sauvages de l'Oise. C.P.I.E. Pays de l'Oise, Verberie : 122 p.
- Bayle P. 2016 – Le Rat des moissons (*Micromys minutus*), in LPO PACA, GECM et GCP – Les mammifères de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Ed. Biotope, Mèze : 266-267.
- Beer A.-J. 2015 – In search of the micro-mouse. *BBC Wildlife* : 62-66.
- Bence S. L., Stander K. et Griffiths M. 2003 – Habitat characteristics of Harvest mouse nests on arable farmland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 99 : 179-186.
- Benedek A.M. et Sîrbu I. 2010 – Dynamics of *Asio otus* L., 1758 (Aves: Strigiformes) winter-spring trophic regime in western plain (Romania). *Trav. Mus. Natl. Hist. Nat. "Grigore Antipa"* 53: 479-487.

- Benhamou S. et Bovet P. 1989 – How animals use their environment: a new look at kinesis. *Anim. Behav.* 38 : 375-383.
- Bensettiti F. et Puissauve R. 2015 – Résultats de l'évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces dans le cadre de la directive Habitats-Faune-Flore en France. Rapportage « article 17 ». Période 2007-2012. MNHN-SPN, MEDDE, Paris, 204 p.
- Berg L. et Berg A. 2008 – Nest site selection by the dormouse *Muscardinus avellanarius* in two different landscapes. *Ann. Zool. Fennici* 35 : 115-122.
- Berger S. 2017 – Infectious diseases of Finland. GIDEON Informatics Ed. Los Angeles 366 p.
- Bertrand A. 1990 – Deuxième atlas préliminaire des mammifères de l'Ariège. Association des Naturalistes de l'Ariège : 52 p.
- Blant M., Marchesi P., Descombes M. et Capt S. 2012 – Nouvelles données sur la répartition de la souris des moissons (*Micromys minutus* Pallas, 1771) en Suisse occidentale et implications pour la gestion de son habitat. *Revue suisse de Zoologie* 119 (4) : 485-500.
- Boddaert P., 1785 – Elenchus animalium, Vol. I. Rotterdam, 174 p.
- Böhme W. 1978 – *Micromys minutus* (Pallas, 1778) – Zwergmaus. In: Niethammer et Krapp (eds), Handbuch der säugetiere Europas, Bd 1, Nagetiere I, akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden : 290-304.
- Borowski W. 2003 – Habitat selection and home range size of field voles *Microtus agrestis* in Słowiński National Park, Poland. *Acta Theriologica* 48 (3) : 325–333.
- Bourand M. 1994 – Atlas départemental des mammifères de la Nièvre. Observatoire Nivernais de l'Environnement : 185 p.
- Bouvier A. 1891 – Les mammifères de la France. Georges Carré Ed., Paris : 642 p.
- Bowman J., Jaeger J. A. G. et Fahrig L. 2002 – Dispersal distance of mammals is proportional to home range size. *Ecology* 83 (7) : 2049-2055.
- Brand C. et Capber F. (coord.). Atlas de répartition des mammifères d'Alsace. Collection Atlas de la Faune d'Alsace. Strasbourg, GEPMA : 744 p.
- Brandt R. et Macdonald D. W. 2011 – To know him is to love him? Familiarity and female preference in the harvest mouse, *Micromys minutus*. *Animal Behaviour* 82 : 353-358.
- Bree P. J. H. et van Maasen A. W. P. 1962 – Over een winterpopulatie van de dwergmuis, *Micromys minutus* (Pallas, 1778) uit Midden-Limburg. *Naturhistorisch Maanblad*, 51 : 121-124.
- Brugière D. 1986 – Atlas de répartition des mammifères dans l'Allier, l'Aveyron, le Cantal, la Haute-Loire, la Lozère et le Puy-de-Dôme. Centre Ornithologique Auvergne, Clermont-Ferrand : 182 p.
- Brunet-Lecomte P. et Noblet J.-F. 2013 – Les micromammifères du département de l'Isère (Rhône-Alpes, France) : répartition par district naturel. *Bull. mens. Soc. linn. Lyon* 82 (7-8) : 133-146.
- Bryja J., Nesvadbová J., Heroldová M., Jánová E., Losík J. et Tkadlec E. 2005 – Common vole (*Microtus arvalis*) population sex ratio: biases and process variation. *Can. J. Zool./Rev. can. zool.* 83 (11) : 1391-1399.
- Burckhardt D. et Barruel P., 1970 – Mammifères d'Europe. Tome I. Ed. Silva Zürich 132 p.
- Burt V. H. 1943 – Territoriality and home range as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24 : 346-352.
- Butet A. 1994 – Nutritional conditions and annual fluctuations in *Apodemus sylvaticus* populations. *Russian Journal of Ecology* 25 (2) : 111-119.
- Butet A. et Paillat G., 1997 – Insectivores et rongeurs de France : le mulot sylvestre *Apodemus sylvaticus* (Linné, 1758). *Arvicola* 9 (2) : 7-23.
- Butet A. et Paillat G. 1998 – Insectivores et rongeurs de France : le Rat des moissons - *Micromys minutus* (Pallas, 1771). *Arvicola* 10 (2) : 29-41.

- C**anády A. 2012 – Contribution to the knowledge of *Micromys minutus* and *Muscardinus avellanarius* distribution in eastern Slovakia based on the survey of summer nests in 2010-2012 (Rodentia). *Lynx*, n. s. (Praha) 43 (1-2) : 5-15.
- Canády A. 2013 – Nest dimensions and nest sites of the harvest mouse (*Micromys minutus* Pallas, 1771) from Slovakia: a case study from field margins. *Zoology and Ecology*, Vol. 23 (4) : 253-259.
- Canova L. 1989 – Influence of snow cover on prey selection by long-eared owls *Asio otus*. *Ethol. Ecol. Evol.* 1: 367-372.
- Canova L. 1992 – Distribution and habitat preference of small mammals in a biotope of the north Italian plain. *Italian Journal of Zoology* 59 (4) : 417-420.
- Canova L., Maistrello L. et Emiliani D. 1993 – Comparative ecology of the Wood mouse *Apodemus sylvaticus* in two differing habitats. *Z. Säugetierkunde* 59 : 193-198.
- Cantuel P. 1949 – Faune des Vertébrés du Massif Central de la France. Paul Lechevallier Ed., Paris : 400 p.
- Catzefflis F.M., Aguilar J.-P., Jaeger J.-J., 1992 – Muroid rodents: phylogeny and evolution. *Trends Ecol. Evol.* 7 : 122–126.
- Chang-Zhu J., Yoshinai K. et Hiroyuki T. 1999 – Pliocene and early Pleistocene insectivore and rodent faunas from Dajushan, Qipanshan and Haimao in North China and the reconstruction of the faunal succession from the late Miocene to middle Pleistocene. *J. of Geosciences* 42 (1) : 1-19.
- Chaussard J.P., Epain C., Hesse J. et Perthuis A. 1976 – Mammifères de Sologne. Institut International d’Ethnoscience.
- Churchfield S., Hollier J. et Brown V. K. 1997 – Community structure and habitat use of small mammals in grasslands of different successional age. *Journal of Zoology, London* 242 : 519-530.
- Ciceroni L., Pinto A. et Cacciapuoti B. 1988 – Recent trends in human leptospirosis in Italy. *Eur. J. Epidemiol.* : 49-54.
- Clark B. K., Kaufman D. W., Kaufman G. A., Finck E. J. et Hand S. S., 1988 – Long-distance movements by *Reithrodontomys megalotis* in tallgrass prairie. *The American Midland Naturalist* 120 (2) : 276-281.
- Clarke M. 1973 – Harvest mice in Herdfordshire. *Grebe* 1 : 77-80.
- Corbet G. B. et Harris S. 1991 – The handbook of British mammals-Third edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK for The Mammal Society 602 p.
- Crespon J., 1844 – Faune méridionale. Tome premier. Nîmes 320 p.
- Cross R.M. 1970 – Activity rhythms of the Harvest mouse, *Micromys minutus* (Pallas). *Mammalia* 34 : 433-450.
- Cross R.M., 1967 – Studies on the ecology, physiology and taxonomy of the Harvest mouse, *Micromys minutus* (Pallas). Unpubl. Ph.D. Thesis, Univ. Southampton.
- Cuvier F., 1826 – Dictionnaire des sciences naturelles, tome 44. Strasbourg, 526 p.
- D**allaporta E. et Touzé A. 2012 – Inventaire des micromammifères de la Dombes du sud (01). Université Lyon I, mémoire de Licence pro ATIB : 58 p.
- Darinot F. 2016 – The harvest mouse (*Micromys minutus* Pallas,1771) as prey : a literature review. *Folia Zoologica* 65 (2) : 117-134.
- Darwin Ch. 1856 – On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life. John Murray Ed. London, 502 p.
- De Filippi in Atti della seconda riunione degli scienziati italiani tenuta in Torino nel settembre del 1840. Torino, 397 p.

- Dehne A., 1841 – *Micromys agilis*, *Kleinmaus*, ein neues Säugethier der Fauna von Dresden, aus der Ordnung der Nager. Published by the author. Hoflößnitz near Dresden, 12 p.
- Desmarest A. G., 1822 – Mammalogie ou description des espèces de Mammifères, seconde partie. Paris, 276 p.
- Destre R., d'Andurain P., Fonderflick J. et Parayre C. 2000 – Faune sauvage de Lozère. Les vertébrés. ALEPE : 256 p.
- Dhuicque V., Rideau C. et Vittier J. 1998 – Les mammifères sauvages du Perche et de la vallée du Loir. Perche Nature : 140 p.
- Dickman C. R., Predavec M. et Downey F. J. 1995 – Long-range movements of small mammals in arid Australia : implications for land management. *Journal of Arid Environments* 31 : 441-452.
- Dickmann C.R. 1986 – Habitat utilization and diet of the Harvest mouse *Micromys minutus*, in an urban environment. *Acta Theriol.* 31 : 249-256.
- Didier R. et Rode P., 1935 – Les Mammifères de France. *Arch. Hist. nat.* 10 : 1-398.
- Doorslaer K., Rector A., Jenson A.B., Sundberg J.P., Van Ranst M. et Ghim S.J. 2007 – Complete genomic characterization of a murine papillomavirus isolated from papillomatous lesions of a European harvest mouse (*Micromys minutus*). *Journal of General Virology* 88 : 1484-1488.
- Dubinsky P., Havasiová-Reiterová K., Petko B., Hovorka I. et Tomasovicová O. 1995 – Role of small mammals in the epidemiology of toxocarasis. *Parasitology* 110 : 187-193.
- Durrer H., Eckle S. et Amrhein V. 2006 – Die Zwergmaus (*Micromys minutus*) in der Petite Camargue Alsacienne (Saint-Louis, Haut-Rhin, Frankreich) : Inventar und Raumverhalten – mit Kleinsäugeraufnahme. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel* 9 : 123-131.

Emmons L. H. et Gentry A. H. 1983 – Tropical forest structure and the distribution of gliding and prehensile-tailed vertebrates. *The American Naturalist* 121 : 513-524.

Fabre P. H., Pagès M., Musser G. G., Fitriana Y. S., Fjeldsa J., Jennings A. *et al.* 2013 – A new genus of rodent from Wallacea (Rodentia: Muridae: Murinae: Rattini) and its implication for biogeography and indo-pacific rattini systematics. *Zoological Journal of the Linnean Society* 169 : 408-447.

Fain A. et Lukoschus F.S. 1977 – Nouvelles observations sur les Myobiidae parasites des rongeurs (Acarina : Prostigmates). *Acta Zoologica et Pathologica Antverpiensa* 69 : 11-98.

Fatio V., 1869 – Faune des vertébrés de la Suisse. Volume I Histoire naturelle des Mammifères. Genève et Bâle : 410 p.

Faugier Ch. et Bulliffon F. 2017 – Les Murinés de la région Rhône-Alpes : état des connaissances. *Le Bièvre* 27 : 50-59.

Faugier Ch., Issartel G. et Jacob L. 1989 – Animaux sauvages de l'Ardèche – Mammifères. Groupe Vivarois d'Etudes et de Recherches sur les Vertébrés : 150 p.

Fayard A., Saint Girons M.-C. et Duguy R. 1984 – Atlas des mammifères sauvages de France. Société française pour l'étude et la protection des mammifères et Muséum National d'Histoire Naturelle : 299 p.

Fedor P., Hammersteinová I., Doričová M. et Sierka W., 2010 – When cereal pests migrate to nests. *Journal of Insect Science* 10 : 13.

Fève F. 2006 – Mammifères sauvages de Lorraine. Ed. Serpenoise : 272 p.

Fons R., Libois R. et Saint-Girons M.-C. 1980 – Les micromammifères dans le département des Pyrénées-Orientales. *Vie et Milieu* 30 (3-4) : 285-299.

- Fons R., Saint-Girons M.-C., Libois R. et Orsini P. 1982 – *Micromys minutus* (Pallas 1771), le Rat des moissons. Documents pour un atlas zoogéographique du Languedoc-Roussillon n°25 : 4 p.
- Formozov A. N. 1966 – Adaptive modifications of behavior in mammals of the Eurasian steppes. *Journal of Mammalogy* 47 (2) : 208-223.
- Fournier A. 2000 – Les Mammifères de la Région Nord - Pas-de-Calais : Distribution et écologie des espèces sauvages et introduites, Période 1978-1999. Groupe Ornithologique et Naturaliste du Nord Pas de Calais, Lille : 188 p.
- Frandsen F., Bresciani J. et Hansen H.G. 1995 – Prevalence of antibodies to *Borrelia burgdorferi* in Danish rodents. *Acta pathologica, microbiologica, immunologica Scandinavica* 103 (4) : 247-53.
- Frank F. 1957 – Zucht und Gefangenschafts – Biologie der Zwergmaus (*Micromys minutus subobscurus* Fritsche). *Zeitschrift für Säugetierkunde* 22 (1-2) : 44 p.
- Furano A.V., Hayward B.E., Chevret P., Catzeflis F., Usdin K., 1994 – Amplification of the ancient murine Lx family of long interspersed repeated DNA occurred during the murine radiation. *J. Mol. Evol.* 38 : 18-27.
- G**adeau de Kerville H., 1888 – Faune de la Normandie. I. Mammifères. Paris 246 p.
- Gauffre B., Estoup A., Bretagnolle V. et Cosson J.-F. 2008 – Spatial genetic structure of a small rodent in a heterogeneous landscape. *Molecular Ecology* 17 : 4619-4629.
- Gelin H. 1910 – Catalogue des mammifères sauvages du département des Deux-Sèvres. Niort, G. Clouzot : 24 p.
- George R. S. 1975 – Fleas of the harvest mouse (*Micromys minutus*). *The Bedfordshire Naturalist*. 28 : 41-44.
- Gérard Ch. 1871 – Essai d'une faune historique des mammifères sauvages de l'Alsace. Eugène Barth Ed., Colmar : 448 p.
- Gervais P., 1854 – Histoire naturelle des mammifères. Paris, 418 p.
- Gilliéron J. 2017 – Distribution et statut du Rat des moissons (*Micromys minutus*) dans le bassin genevois. *Revue suisse de Zoologie* 124 (1) : 157-166.
- Gorecki A. 1971 – Metabolism and energy budget in the Harvest mouse. *Acta Theriol.* 16 : 312-220.
- Griffiths H. I., Kryštufek B. et Reed J. M. 2004 – Balkan biodiversity. Pattern and process in the European hotspot. Springer Science Ed. 356 p.
- Grillo X. (coord.) 1997 – Atlas des mammifères sauvages de Rhône-Alpes. FRAPNA 303 p.
- Grodzinski W. et Gorecki A. 1967 – Daily energy budgets of small rodents. In Petusewicz Ed. *Secondary productivity of terrestrial ecosystems*. Polish Sci. Publ., Warsawa 1 : 295-317.
- Groupe Mammalogique Breton 2015 – Atlas des mammifères de Bretagne. Locus Solus Ed. : 312 p.
- Groupe Mammalogique des Deux-Sèvres 2000 – Mammifères sauvages des Deux-Sèvres. Deux-Sèvres Nature Environnement : 107 p.
- Groupe Mammalogique et Herpétologique du Limousin 2000 – Mammifères, reptiles, amphibiens du Limousin. GMHL : 215 p.
- Groupe Mammalogique Normand 1988 – Les mammifères sauvages de Normandie. Groupe Mammalogique Normand : 276 p.
- Groupe Mammalogique Normand 2004 – Mammifères sauvages de Normandie : statut et répartition. 2^{ème} ed., Groupe Mammalogique Normand : 306 p.
- Groupe Ornithologique du Tarn 1985 – Liste commentée des vertébrés du Tarn. 40 p.

- H**aberl W. et Kryštufek B. 2003 – Spatial distribution and population density of the harvest mouse *Micromys minutus* in a habitat mosaic at Lake Neusiedl, Austria. *Mammalia* 67 (1) : 355-365.
- Hadow H. H. 1972 – Freeze-branding: A permanent marking technique for pigmented mammals. *J. Wildl. Management* 36 : 645-649.
- Haffner M. 1996 – A tendon-locking mechanism in two climbing rodents, *Muscardinus avellanarius* and *Micromys minutus* (Mammalia, Rodentia). *Journal of Morphology* 229 : 219-227.
- Hainard R. 1949 – Les mammifères sauvages d'Europe : Pinnipèdes, rongeurs, ongulés, cétacés. Delachaux et Niestlé 275 p.
- Halonen M., Mappes T., Meri T. et Suhonen J. 2007 – Influence of snow cover on food hoarding in pygmy owls *Glaucidium passerinum*. *Ornis Fenn.* 84 : 105-111.
- Harris S. 1979a – The secret life of Harvest mouse. Hamlyn Ed. London 77 p.
- Harris S. 1979b – History, distribution, status and habitat requirements of the Harvest mouse (*Micromys minutus*) in Britain. *Mammal Rev.* 9 (4) : 159-171.
- Harris S., Morris P., Wray S. et Yalden D. 1995 – A review of British mammals : population estimates and conservation status of British mammals other than cetaceans. *The Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, U.K.*
- Hata S. 2011 – Nesting characteristics of Harvest Mice (*Micromys minutus*) in three types of Japanese grasslands with different inundation frequencies. *Mammal Study* 36 : 49-53.
- Hata S., Sawabe K. et Natsuhara Y. 2010 – A suitable embankment mowing strategy for habitat conservation of the Harvest Mouse. *Landscape Ecology Engineering* 6 : 133-142.
- Heckel G., Burri R., Fink S., Desmet J.-F. et Excoffier L. 2005 – Genetic structure and colonization processes in European populations of the Common vole, *Microtus arvalis*. *Evolution* 59 (10) : 2231-2242.
- Hensel H., Brlick K. et Raths P. 1973 – Homeothermic organisms. IV. Production of body heat. In : Temperature and life. H. Precht, J. Christophersen, H. Hensel and W. Larcher, eds. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York : 532-563.
- Hermann J. 1804 – *Observationes zoologicae quibus novae complures*. Paris, 332 p.
- Hommay G. et Wilhelm J.-L. 2014 – Le Rat des moissons *Micromys minutus*. In André A., Brand C. et Capber F. (coord.). Atlas de répartition des mammifères d'Alsace. Collection Atlas de la Faune d'Alsace. Strasbourg, GEPMA : 744 p.
- Honza M., Øien I.J., Moksnes A. et Røskaft E. 2010 – Survival of Reed Warbler *Acrocephalus scirpaceus* clutches in relation to nest position. *Bird Study* 45 (1) : 104-108.
- Horáček I. et al. 2013 – Late Cenozoic history of the genus *Micromys* (Mammalia, Rodentia) in Central Europe. PLoS ONE 8(5): e62498. doi:10.1371/journal.pone.0062498
- Horáček I., Ložek V., Knitlova M. et Juříčková L. 2015 – Darkness under candlestick: glacial refugia on mountain glaciers. In: Sandra Sazelova, Martin Novak and Alena Mizerova (eds.). *Forgotten times and spaces: New perspectives in paleoanthropological, paleoetnological and archeological studies*. 1st Edition. Brno: Institute of Archeology of the Czech Academy of Sciences; Masaryk University : 363-377.
- I**ndelicato N. 2000 – Aspects biogéographiques de la distribution des micromammifères dans le Limousin (France). *Annales Scientifiques du Limousin*, n°11 : 61-79.
- Indre Nature 1998 – Les mammifères sauvages de l'Indre. *Indre Nature* : 124 p.
- Ishiwaka R. et Masuda Y. 2008 – Possible biological control of the armyworm by the harvest mouse. *Japanese Society of Grassland Science* 54 : 52-56.
- Ishiwaka R. et Mōri T. 1998 – Regurgitation Feeding of Young in Harvest Mice, *Micromys minutus* (Rodentia: Muridae). *Journal of Mammalogy* 79 (4) : 1191-1197.

- Ishiwaka R. et Mōri T. 1999 – Early development of climbing skills in harvest mice. *Animal Behaviour* 58 : 203-209.
- Ishiwaka R., Kinoshita Y., Satou H., Kakihara H. et Masuda Y. 2010 – Overwintering in nests on the ground in the harvest mouse. *Landscape Ecol. Eng.* 6 : 335-342.
- IUCN 2012 – IUCN Red List Categories and Criteria : Version 3.1. Second edition. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. <http://www.iucnredlist.org/technical-documents/categories-and-criteria>
- IUCN 2013 – Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 10. <http://www.iucnredlist.org/documents/RedList-Guidelines.pdf>

- J**enkins D.G., Brescacin C.R., Duxbury C.V., Elliott J.A., Evans J.A., Grablow K.R., Hillegass M., Lyon B.N., Metzger G.A., Olandese M.L., Pepe D., Silvers G.A., Suresch H.N., Thompson T.N., Trexler C.M., Williams G.E., Williams N.C. et Williams S.E. 2007 – Does size matter for dispersal distance? *Global Ecology and Biogeography*, 16 : 415-425.
- Jensen T. S. et Hansen T. S. 2003 – Biodiversity and habitat distribution of small mammals in Danish arable land. *Flora og Fauna Udgivet af Naturhistorisk Forening for Jylland* 109 (1) : 9-21.
- Jiang S.-Y. et Lin Y. K. 2009 – Polymorphic microsatellite markers for the Harvest mouse (*Micromys minutus*) in Taiwan. *Taiwania*, 54 (2) : 118-121.
- Jing J., Song X., Yan C., Lu T., Zhang X. et Yue B. 2015 – Phylogenetic analyses of the harvest mouse, *Micromys minutus* (Rodentia: Muridae) based on the complete mitogenome sequences. *Biochemical Systematics and Ecology* 62 : 121-127.
- Jüdes U. 1981 – Some notes on population density of *Micromys minutus* in a secondary biotope. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 46 : 226–243.
- Jung T. S., O'Donovan K. S. Powell T. 2005 – Long-distance movement of a dispersing deer mouse, *Peromyscus maniculatus*, in the Boreal Forest. *Canadian Field-Naturalist* 119 (3) : 451-452.
- Juškaitis R. et Remeisis R. 2007 – Harvest mice *Micromys minutus* and common dormice *Muscardinus avellanarius* live sympatric in woodland habitat. *Acta Theriologica* 52 (4) : 349-354.
- Jüdes U. 1981 – G- and C-band karyotypes of the harvest mouse, *Micromys minutus*. *Genetica*, 54 : 237-239.

- K**arantanis N.-E., Rychlik L., Herrel A. et Youlatos D. 2016 – Vertical locomotion in *Micromys minutus* (Rodentia : Muridae) : insights into the evolution of Eutherian climbing. *Journal of Mammalian Evolution* DOI 10.1007/s10914-016-9374-5.
- Karlik F.A. 2009 – Interactive agricultural ecological atlas of Russia and neighboring countries. Economic plants and their diseases, pests and weeds. http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Micromys_minutus/ (consulté le 04.08.2017).
- Kettel E. F., Perrow M. F. et Reader T. 2015 – Live-trapping in the stalk zone of tall grasses as an effective way of monitoring harvest mice (*Micromys minutus*). *European Journal of Wildlife Research* 62 : 241-245.
- Klein T.A., Kim H.C., Chong S.T., Kim J.A., Lee S.Y. et al. 2015 – Hantaan virus surveillance targeting small mammals at Nightmare Range, a high elevation military training area, Gyeonggi Province, Republic of Korea. *PLoS ONE* 10(4): e0118483. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118483>

- Kminiak M. 1968 – The knowledge of the nesting ecology of the species *Micromys minutus* Pallas, 1771 in the Reserve Jurský Šúr in Bratislava. *Lynx (Praha)* 9 : 36-37 (in Slovak, German summary).
- Kozakiewicz M. 1993 – Habitat isolation and ecological barriers – the effects on small mammal populations and communities. *Acta Theriologica* 38 (1) : 1-30.
- Koufos G. D. 2006 – The Neogene mammal localities of Greece : faunas, chronology and biostratigraphy. *Hellenic Journal of Geosciences* 41 : 183-214.
- Krawczyk A.J. et al. 2015 – Nests of the harvest mouse (*Micromys minutus*) as habitat for invertebrates. *Biologia* 70/12 : 1637-1647.
- Kubik J. 1952 – Die Zwergmaus, *Micromys minutus* Pall., im Naturschutzpark von Bialowieza. *Annales Universitatatis Mariae Curie-Sklodowska, 7c, 7* : 449-495 (en Polonais, résumé en Allemand).
- Kuroe M., Yamaguchi N., Kadoya T. et Miyashita T. 2011 – Matrix heterogeneity affects population size of the harvest mice : Bayesian estimation of matrix resistance and model validation. *Oikos* 120 : 271-279.
- L**e Louarn H. et Saint-Girons M.C. 1977 – Les rongeurs de France. Faunistique et biologie. INRA, *Ann. Zool. Ecol. Anim.* Hors série, 161 p.
- Lecompte E., Aplin K., Denys C., Catzeflis F., Chades M. et Chevret P., 2008 – Phylogeny and biogeography of African Murinae based on mitochondrial and nuclear gene sequences, with a new tribal classification of the subfamily. *BMC Evolutionary Biology, BioMedCentral* 8 : 199.
- Lédan D. et Mézac A. 2010 – Atlas des mammifères terrestres du Golfe du Morbihan. Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Golfe du Morbihan, Vannes : 231 p.
- Lefebvre V. 2012 – Rat des moissons. In : Jacquot E. (coord.) 2012 – Atlas des mammifères sauvages de Midi-Pyrénées – Livret 4 : Erinaceomorphes, Soricomorphes et Rongeurs. Coll. Atlas naturalistes de Midi-Pyrénées : 112-113.
- Le Galliard J.-F., Rémy A., Ims R. A. et Lambin X. 2012 – Patterns and processes of dispersal behavior in arvicoline rodents. *Molecular Ecology* 21 : 505-523.
- Lesson R.-P. 1827 – Manuel de mammalogie ou histoire naturelle des mammifères. Paris, 441p.
- L'Hostis M., Dumon H., Fusade A., Lazareff S. et Gorenflot A. 1996 – Seasonal incidence of *Ixodes ricinus* ticks (Acari: Ixodidae) on rodents in western France. *Exp. Appl. Acarol.* 20 : 359-368.
- Li J., Zheng X., Cai Y., Zhang X., Yang M., Yue B. et Li J. 2015 – DNA barcoding of Murinae (Rodentia: Muridae) and Arvicolinae (Rodentia: Cricetidae) distributed in China. *Molecular Ecology Resources* 15 (1) : 153-167.
- Lin L. K., Ma G.-C., Chen T. H., Lin W.-H., Lee D.-J., Wen P.-Y., Wu S.-H. et Chen M.-C. 2013 – Genomic analyses of the Formosan harvest mouse (*Micromys minutus*) and comparisons to the brown Norway rat (*Rattus norvegicus*) and the house mouse (*Mus musculus*). *Zoology* 116 : 307-315.
- Linnik T. G. 1936 – Notes on the biology of *Micromys minutus*. Cité par Trout 1978b.
- Lindstedt S. L., Miller B. J. et Buskirk S. W. 1986 – Home range, time, and body size in mammals. *Ecology* 67 : 413-418.
- Liro A. et Szacki J. 1987 – Movements of field mice *Apodemus agrarius* (Pallas) in a suburban mosaic of habitats. *Oecologia* 74 (3) : 438-440.
- LPO Aveyron 2008 – Faune sauvage de l'Aveyron, Atlas des vertébrés. Ed. du Rouergue : 368p.
- LPO Champagne-Ardenne 2012 – Atlas des mammifères sauvages de Champagne-Ardenne. LPO Champagne-Ardenne, Outines : 248 p.
- Lukoschus F.S. et Driessen F.M. 1970 – *Myobia micromydis* spec. nov. (*Myobidae* Trombidiformes) from *Micromys minutus* Pallas. *Acarologia* 12 (1) : 19-26.

Lustrat P. (coord.) 2006 – Atlas des mammifères de Seine-et-Marne. Nature Recherche 84 p.
Lustrat P. 1998 – Les animaux sauvages de la forêt de Fontainebleau. Ed. Puits Fleuri : 253 p.

- M**ackenzie C. T. et Iberall T. 1994 – The grasping hand : advances in psychology (Vol. 104). North-Holland, Amsterdam.
- Maier T. J. 2002 – Long-distance movements by female White-footed Mice, *Peromyscus leucopus*, in extensive mixed-wood forest. *Canadian Field-Naturalist* 116 (1) : 108-111.
- Maillier S. (coord.) 2004 – Atlas des Insectivores et Rongeurs de Picardie (1985-2005). Version provisoire de juillet 2004. Picardie-Nature 18 p.
- Marchesi P., Blant M. et Capt S. 2008 – Fauna Helvetica. Mammifères, identification. Ed. Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Société Suisse de Biologie de la Faune 289p.
- Marcotte F. 1860 – Les animaux vertébrés de l'arrondissement d'Abbeville. P. Briez, Abbeville : 256 p.
- Martin P., Mailloux M., Rollin P., Rollin D. et Baylet R. 1980 – Bilan d'une enquête socio-épidémiologique sur les Leptospiroses en Camargue. *Médecine et Maladies Infectieuses* 10 (1) : 42-45.
- Martin R. et Rollinat R. 1894 – Vertébrés sauvages du département de l'Indre. Société d'Éditions Scientifiques, Paris : 470 p.
- Martin R. et Rollinat R. 1898 – Vertébrés sauvages du département de l'Indre. Paris 455 p.
- Martin R., 1910 – Atlas de poche des Mammifères de la France, de la Suisse romane et de la Belgique, avec leur description, moeurs et organisation. Librairie Sci. nat., Paris, 154 p.
- Meek M. 2011 – Suffolk's harvest mice in focus. Report by Suffolk Wildlife Trust to the People's Trust for Endangered Species, London, U.K.
- Michaux J. R., Pagès M., Chaval Y. *et al.* 2010 – Revisiting the taxonomy of the Rattini tribe : a phylogeny-based delimitation of species boundaries. *BMC Evolutionary Biology* 10, 184 p.
- Michev T., Georgiev B.B., Petrova A.V. et Stoyneva M.P. 1998 – Biodiversity of the Srebarna biosphere reserve. Ministry of Environment and Waters, Bulgaria, 131 p.
- Mihalca A.D. et Sándor A.D. 2013 – The role of rodents in the ecology of *Ixodes ricinus* and associated pathogens in Central and Eastern Europe. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, doi: 10.3389/fcimb.2013.00056.
- Mikkola H. et Tornberg R. 2014 – Sex-specific diet analysis of the Eurasian eagle owl in Finland. *Ornis Fenn.* 91: 1-6.
- Millán-Peña N., Butet A., Delettre Y., Paillat G., Morant P., Le Du L. et Burel F. 2003 – Response of the small mammal community to changes in western French agricultural landscapes. *Landscape Ecology* 18 : 265 - 278.
- Minwer-Barakat R., García-Alix A., Martín-Suárez E. et Frensdenthal M. 2008 – *Micromys caesaris*, a new murid (Rodentia, Mammalia) from the late Pliocene of the Guadix basin, southeastern Spain. *J. Paleontol.* 82 (2) : 436-441.
- Misonne X., 1969 – *African and Indo-australian Muridae. Evolutionary trends. Annales du Musée de l'Afrique Centrale, Sciences Zoologiques* 172 : 1-219.
- Mitov A., Jankov N. et Ivanov I. 1960 – Studies on the Problem of Reservoirs of Leptospires in Rice-Fields. *Folia Medica* 2 (1) : 21-40.
- Mitov A., Jankov N. et Ivanov I. 1966 – Les réservoirs de leptospires dans la région des rizières en Bulgarie du sud. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.* 46 (2) : 155-160.
- Moore N. P., Askew N. et Bishop J. D. 2003 – Small mammals in new farm woodlands. *Mammal Review* 33 (1) : 101-104.
- Morin C. 2011 – Le Rat des moissons (*Micromys minutus*). Fiche espèce consultée sur <http://franche-comte.lpo.fr>

- Morris C., O'Reilly C., Turner P., Halliwell L., O'Merara D. et Sheerin E. 2013 – A novel non-invasive method for detecting Harvest mouse (*Micromys minutus*). *Mammal News* Summer 2013 : 22.
- Mover H. et Ar A. 1995 – Heart and lung adaptations to pregnancy and lactation in a crocidurine shrew. *Respiration Physiology* 102 : 269-278
- Musser G., et Carleton M., 2005 – Superfamily Muroidea. In mammal species of the world a taxonomic and geographic reference volume 2. 3rd edition. Edited by: Wilson et Reeder, Baltimore, Johns Hopkins university. 894-1531.

- N**oël F. 2003 – Le Rat des moissons. In Mayenne Nature Environnement 2003 – Mammifères sauvages en Mayenne. Siloë, Laval : 207 p.
- Nordvig K., Reddersen J. et Jensen T. S. 2001 – Small mammal exploitation of upper vegetation strata in non-forest mixed farmland habitats. *Mammalian biology* 66 : 129-134.
- Nosek J., Kožuch O. et Lysý J. 1981 – The survival of the Tick-Borne Encephalitis (TBE) virus in nymphs of *Haemaphysalis hennis* tick and its transmission to pygmy mouse (*Micromys minutus*). *Cahier de l'O.R.S.T.O.M., série entomologie médicale et parasitologie* 19 (1) : 67-69.

- O**'Banion M. K., Reichmann M. E. et Sundberg J. P. 1988 – Cloning and characterization of a papillomavirus associated with papillomas and carcinomas in the European Harvest Mouse (*Micromys minutus*). *Journal of virology* 62 (1) : 226-233.
- Okutsu K., Takatsuki S. et Ishiwaka R. 2012 – Food composition of the harvest mouse (*Micromys minutus*) in a western suburb of Tokyo, Japan, with reference to frugivory and insectivory. *Mammal Study* 37 : 155-158.
- Oparina M. L., Oparina O. S., Matrosovb A. N. et Kuznetsov A. A. 2011 – Dynamics of the mammal fauna in steppes of the Volga-Ural interfluvium over the past century. *Biology Bulletin* 38 (10) : 1014-1022.
- Oronzion G. C. 1844 – Descrizione d'una novella specie del genere *Mus* propria del Regno di Napoli. *Ann. Accad. Aspir. Naturalisti*, 2-33.

- P**acifici M., Santini L., Di Marco M., Baisero D., Francucci L., Grottolo Marasini G., Visconti P. et Rondinini C. 2013 – Generation length for mammals. *Nature Conservation* 5 : 87-94. doi: 10.3897/natureconservation.5.5734
- Padilla A. V. S. 1999 – Untersuchungen zur Öko-Ethologie der Zwergmaus *Micromys minutus* (Pallas 1778). Diss. thesis, Technischen Universität Carolo-Wilhelmina, Braunschweig.
- Pagès M., Chaval Y., Herbreteau V., Waengsothorn S., Cosson J. F., Hugot J. P. et al. 2010 – Revisiting the taxonomy of the Rattini tribe: A phylogeny-based delimitation of species boundaries. *BMC Evolutionary Biology* 10, 184 p.
- Pagès M., Fabre P.-H., Chaval Y., Mortelliti A., Nicolas V., Wells K., Michaux J., Lazzari V. 2016 – Molecular phylogeny of Southeast Asian arboreal murine rodents. *Zoologica Scripta* 45 (4) : 349-364.
- Paillat G. et Butet A. 1997 – Utilisation par les petits mammifères du réseau de digues bordant les cultures dans un paysage poldérisé d'agriculture intensive. *Ecol. Médit.* 23 : 13-26.
- Pailley M. et Pailley P. 1991 – Atlas des mammifères sauvages du Maine-et-Loire. *Mauges Nature* n°2 : 112 p.
- Pallas P. S., 1771 – Reise durch verschieden Provinzen des Russischen Reichs. Teil I. St Petersburg : Kayserl. Academie des Wissenschaften..

- Pallas P. S., 1778 – *Novae species quadrupedum e glirium ordine cum illustrationibus variis complurium ex hoc ordine animalium*. Éd. Walther
- Penel H., Faugier C. et Faugier F. 1984 – Synthèse sur les mammifères sauvages de l'Ardèche. *Le Bièvre* 6 (2) : 81-116.
- Perrier R., 1924 – La faune de la France illustrée. X. Vertébrés. Ed. Delagrave, Paris 214 p.
- Perrow M. R. et Jordan M. J. R. 1992 – The influence of agricultural land use upon populations of harvest mouse (*Micromys minutus* Pallas). Report to TERF, Hoechst UK, East Winch, Norfolk.
- Perrow M.R. et Jowitt A.J.D. 1995 – What future for the harvest mouse? *British Wildlife* 6 : 356-365.
- Philp E.G. 1962 – Siphonaptera from Kent - I. *Entomologist's Monthly Magazine* 97 : 254-258.
- Piechocki R. 1958 – Die Zwergmaus, *Micromys minutus* Pallas. Neue Brehm-Bücherei, Heft 22, A. Ziemsen Verlag Wittenberg, Lutherstadt.
- Poitevin F., Aulagnier S. et Brugière D. 1986 – Atlas de répartition des Mammifères dans l'Allier, l'Aveyron, le Cantal, la Haute-Loire, la Lozère, le Puy-de-Dôme. Centre ornithologique d'Auvergne, Clermont-Ferrand : 182 p.
- Poitevin F., Olivier A., Bayle P. et Scher O. 2010 – Mammifères de Camargue. Regard du Vivant et Parc naturel régional de Camargue : 232 p.
- Poulton S. et Turner P. 2009 – A comparison of nest searches, bait tubes and live trapping for monitoring Harvest mice (*Micromys minutus*) and other small mammals. *The Mammal Society Research Reports* 9 : 11 p.
- Prévost O. et Gailledrat M. 2011 – Atlas des mammifères sauvages du Poitou-Charentes (1985-2008). Poitou-Charentes Nature : 304 p.

- Q**uéré J.P. et Le Louarn H. 2011 – Les rongeurs de France. Faunistique et biologie. Ed. Quae 311 p.
- Qiang L., Xiao-Ming W. et Zhu-Ding Q. 2003 – Pliocene mammalian fauna of Gaotege in Nei Mongol, China. *Vertebra Palasiatica* 41 (2) : 104-114.
- Qiu Z. X. et Qiu Z. D. 1995 – Chronological sequence and subdivision of chinese Neogene mammalian faunas. *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.* 116 : 41-70.

- R**aczynski J. 1961 – Convenient taxonomic features of skulls of certain mammals from owl pellets. *Acta Theriologica* 20 : 295-297.
- Randolph S.E. 1975 – Patterns of distribution of the tick *Ixodes trianguliceps* Birula on its hosts. *Journal of Animal Ecology* 44 (2) : 451-474.
- Ravkin Y. S. et al. 2011 – Spatial and typological inhomogeneity of small mammal communities in plains and mountains of West Siberia. *Contemporary Problems of Ecology* 2 (3) : 275-283.
- Rayment F. 1995 – Nests too dry for fleas? *The Bulletin of the Amateur Entomologist's Society* 54 (399) : 65.
- Redman P., Selman C. et Speakman J. R. 1999 – Male short-tailed field voles (*Microtus agrestis*) build better insulated nests than females. *J. Comp. Physiol. B.* 169 : 581-587.
- Rehmeier R. L., Kaufman G. A. et Kaufman D. W. 2004 – Long-distance movements of the Deer mouse in tallgrass prairie. *Journal of Mammalogy* 85 (3) : 562-568.
- Reichholf J. H. von. 2003 – Nester der Zwergmaus *Micromys minutus* auf Biber-Lichtungen. *Mut. Zool. Ges. Braunau* Bd. 8 (3) : 315-317.
- Rigaux P. 2015 – Le Rat des moissons (*Micromys minutus*). In Lemarchand C. et Girard L. (coords.) 2015 – Atlas des mammifères d'Auvergne. Répartition, biologie, écologie. Catiche Productions, Nohanent : 367 p.

- Rigaux P. 2015 – Les campagnols aquatiques en France - Histoire, écologie, bilan de l'enquête 2009-2014. Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, 164 p.
- Riordan P., Lloyd A. et Macdonald D. W. 2009 – Do harvest mouse nest survey results predict population size? Report to People's Trust for Endangered Species, 10 p.
- Robert J.-C. et Triplet P. 1983 – Les mammifères de la Somme. *Picardie Ecologie Hors-Série* n°2 : 120 p.
- Rolland C. 2011 – Programme régional d'atlas des micromammifères de Rhône-Alpes. *Le Bièvre* 25 : 44-54.
- Roué S. 2015 – Le Rat des moissons. In Ruys T. et Couzi L. (coords.) 2015 – Atlas des Mammifères sauvages d'Aquitaine. Tome 6 : Les Rongeurs, les Erinaceomorphes et les Soricomorphes. Cistude Nature et LPO Aquitaine, Ed. C. Nature : 74-77.
- Rowe F.P. 1958 – Some observations on harvest mice from the corn ricks of a Hampshire farm. *Proc. Zool. Soc. Lond.* 131 : 320-323.
- Rowe F. P. et Taylor E. J. 1964 – The number of harvest mice (*Micromys minutus*) in corn-ricks. *Proceedings of the Zoological Society of London* 142 : 181-185.
- S**aint-Girons M.-C. 1955 – Notes sur l'écologie des petits mammifères du bocage Atlantique. *La Terre et la Vie* 1 : 4-41.
- Saint-Girons M.-C., 1973 – Les mammifères de France et du Bénélux (faune marine exceptée). Doin, Paris 481 p.
- Saint-Girons M.-C. 1981 – Notes sur les mammifères de France. XVI. Le Rat des moissons, *Micromys minutus*, et le développement des cultures de maïs. *Mammalia* 45 (4) : 493-496.
- Saint-Girons M.-C., Bertrand A. et Duguy R. 1991 – Atlas des mammifères de Charente-Maritime. MNHN, Collection Patrimoines Naturels n°6 : 101 p.
- Sauthier W. O. U. et Abba A. M. 2010 – Nests of *Oligoryzomys* sp. and *Holochilus brasiliensis* (Rodentia, Cricetidae) in Eastern Entre Ríos province, Argentina. *Mastozoología Neotropical* 17 (1) : 207-211.
- Schenk J. J., Rowe K. C. et Steppan S., 2013 – Ecological opportunity and incumbency in the diversification of repeated continental colonizations by murid rodents. *Systematic biology* 62, 837-864.
- Schuster A. C., Zimmermann U., Hauer C. et Foerster K. 2017 – A behavioural syndrome, but less evidence for a relationship with cognitive traits in a spatial orientation context. *Frontiers in Zoology* 14:19. DOI 10.1186/s12983-017-0204-2
- Schwaab F., Briot J.-P., Artois M. et Léger F. 1993 – Atlas des Mammifères sauvages de Lorraine. Groupe d'Etude des Mammifères de Lorraine, Ed. de l'Est : 153 p.
- Scott D. M., Joyce C. B. et Burnside N. G. 2008 – The influence of habitat and landscape on small mammals in Estonian coastal wetlands. *Estonian Journal of Ecology* 57 (4) : 279-295.
- Selys-Longchamps E. de, 1839 – Etudes de micromammalogie. Paris, 165 p.
- Serrano Padilla A.V. 1998 – Untersuchungen zur öko-ethologie der Zwergmaus *Micromys minutus*. Dissertation Dr. rer. Nat., Fakultät der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, 114 p.
- Serveau J.-M. 1993 – Pré-atlas de répartition des mammifères de Sologne. Sologne Nature Environnement : 69 p.
- Shaw G., 1801 – General zoology or Systematic natural history. Vol II, Part. I. Mammalia. London, 340 p.
- Simionescu V. 1971 – Studii privind sistematica si variabilitatea geografică a genului *Micromys* Dehne, 1841 (Ord. Rodentia). *Stud. comun. Muz. st. nat. Baciu* : 365-392.
- Sirugue D. 2015 – Les mammifères sauvages du Morvan. Ed. PNR du Morvan : 207 p.

- Sleptsov M. M. 1947 – The biology of *Micromys minutus ussuricus* B.-Ham. (In *Fauna I ekologiya gryzunov 2. Materialy k poznaniyu fauny i flory SSSR*, 8''). Moscow.
- Smirnov P. K. 1957a – Le cycle circadien d'activité du Rat des moissons (*Micromys minutus*). Dokt. Akad. Nauk SSSR 117 : 892-893 (en russe).
- Smirnov P. K. 1957b – Les particularités de la thermorégulation chez le Rat des moissons (*Micromys minutus* Pallas). Dokt. Akad. Nauk SSSR 117 : 717-719 (en russe).
- Sordello R., Gaudillat V., Siblet J.P. et Touroult J. 2011 – Trame verte et bleue - Critères nationaux de cohérence - Contribution à la définition du critère sur les habitats. Rapport MNHN-SPN 29 : 29 p.
- Steppan S. J., Adkins R. M., Spinks P. Q. et Hale C., 2005 – Multigene phylogeny of the old world mice, murinae, reveals distinct geographic lineages and the declining utility of mitochondrial genes compared to nuclear genes. *Mol Phylogenet Evol.* 37 : 370-388.
- Storch G., 1987 – The Neogene mammalian faunas of Ertemte and Harr Obo in Inner Mongolia. *Senckenbergiana lethraea*, 67 (5/6) : 401-431.
- Strasser E., Fleagle J., Rosenberger A. et Mc Henry H. 1998 – Primates locomotion. Recent advances. Springer Science New York 481 p.
- Sulimski A., 1964 – Pliocene lagomorpha and rodentia from Weje (Poland). *Acta Paleontologica Polonica* 9 : 149-261.
- Sundberg J.P., O'Banion M.K., Shima A., Knupp C. et Reichmann M.E. 1998 – Papillomas and carcinomas associated with a papillomavirus in European Harvest Mice (*Micromys minutus*). *Vet. Pathol.* 25 : 356-351.
- Sutherland G.D., Harestad A.S., Price K. et Lertzman K.P. 2000 – Scaling of natal dispersal distances in terrestrial birds and mammals. *Conservation Ecology*, 4. <http://www.consecol.org/vol4/iss1/art16>
- Surmacki A., Gołdyn B. et Tryjanowski P. 2005 – Location and habitat characteristics of the breeding nests of the harvest mouse (*Micromys minutus*) in the reed-beds of an intensively used farmland. *Mammalia* 69 (1) : 5-9.
- Svitáľková Z.H. et al. 2016 – Candidatus *Neoehrlichia mikurensis* in ticks and rodents from urban and natural habitats of South-Western Slovakia. *Parasites et Vectors* 9 (2) DOI 10.1186/s13071-015-1287
- Szunyoghy J. 1953 – The Harvest mouse in Hungary. 1. Some remarks regarding the scientific name of the Harvest mouse. *Ann. Hist. nat. Mus. Nat. Hungar.* 3 : 245-249.

- T**eagle W. G. 1964 – The Harvest mouse in the London area. *London Natur.* 43 : 136-149.
- Teerink B.J. 2003 – Hair of West European mammals. Cambridge University Press, 233 p.
- Tegowska E. 1991 – Stabilization of the brain temperature in mammals of different body size under various ambient temperatures. *Acta Theriol.* 36 (1-2) : 179-186.
- Tew T. E. 1979 – The ecology of Wood mice (*Apodemus sylvaticus*) on arable farmland. *Journal of Zoology* 188 (3) : 357-377.
- Tew T. E. et Macdonald D. W. 1993 – The effects on harvest on arable wood mice *Apodemus sylvaticus*. *Biological Conservation* 65 : 279-283.
- Tinnin D.S., Ganzorig S. et Gardner S.L. 2011 – Helminths of small mammals (Erinaceomorpha, Soricomorpha, Chiroptera, Rodentia, and Lagomorpha) of Mongolia. *Special Publications of the Museum of Texas Tech University* n°59, 50 p.
- Toschi A. 1965 – Fauna d'Italia. Mammalia. Ed. Calderini Bologna 647 p.
- Trouessard E. L. 1910 – Faune des mammifères d'Europe. Berlin 266 p.
- Trout R.C. 1976 – An ecological study of populations of wild harvest mice (*Micromys minutus soricinus* Hermann). Unpubl. Ph.D. Thesis, Univ. London. 468 p.
- Trout R.C. 1978a – A review of studies on population of wild harvest mice (*Micromys minutus* Pallas). *Mammal Rev.* 8 (4) : 143-158.

Trout R.C. 1978b – A review of studies on captive harvest mice (*Micromys minutus* Pallas). *Mammal Rev.* 8 (4) : 159-175.

UICN France, MNHN, SFEPM et ONCFS 2017 – La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.

Van den Brick F.-H. 1967 – Guide des mammifères sauvages d'Europe. Ed. Delachaux et Niestlé 260 p.

Vaniscotte A. et al. 2009 – Modelling and spatial discrimination of small mammal assemblages: an example from western Sichuan (China). *Ecol Modell.* 220 (9-10) : 1218-1231.

Vaniscotte A., Pleydell D., Raoul F., Quéré J.-P., Jiamin Q., Wang Q., Tiaoying L., Bernard N., Coeurdassier M., Delattre P., Takahashi K., Weidmann J.-C. et Giraudoux P. 2009 – Modelling and spatial discrimination of small mammal assemblages: an example from western Sichuan (China). *Ecol Modell.* 220 (9-10) : 1218-1231.

Vasileiadou K., Konidaris G. et Koufos G. D. 2012 – New data on the micromammalian locality of Kessani (Thrace, Greece) at the Mio-Pliocene boundary. *Paleobiodiversity and Paleoenvironments* 92 (2) : 211-237.

Viro P. et Koskela P. 1978 – Moults topography, moulting and the structure of the fur in the Harvest mouse. *Acta Theriologica* 53 (34) : 503-517.

Vogel P. et Gander A. 2014 – Gestion de l'habitat de la souris des moissons (*Micromys minutus*) dans la Grande Caricaie. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 94 (1) : 39-49.

Vogel P. et Gander A. 2015 – Live trapping design for the harvest mouse (*Micromys minutus*) in its summer habitat. *Revue suisse de Zoologie* 122 (1) : 143-148.

Vornanen M. 1992 – Maximum heart rate of soricine shrews : correlation with contractile properties and myosin composition. *Regulatory Integrative and Comparative Physiology* 262 : 842-851.

Warner L. J. et Batt G. T. 1976 – Some simple methods for recording wild harvest mouse (*Micromys minutus*) distribution and activity. *Journal of Zoology* 179 : 226-229.

Weislo W. T. 2012 – Big brains, little bodies. *Science* 338 : 1419.

Wessels W., 2009 – Miocene rodent evolution and migration Muroidea from Pakistan, Turkey and Northern Africa. *Geologica Ultraiectina* 307: 1-290.

West M. J. 1990 – Stereological studies of the hippocampus : a comparison of the hippocampal subdivisions of diverse species including hedgehogs, laboratory rodents, wild mice and men. *Prog Brain Res.* 83 : 13-36.

White G. A. M., 1822 – The natural history of Selborne. Vol. I. London, 351 p.

White G. A. M., 1853 – The natural history and antiquities of Selborne. London, 342 p.

Wilson Don E., Lacher T. E., Mittermeier R. A. 2016 - Handbook of the Mammals of the world – Volume 6 Lagomorphs and Rodents I. Lynx Edicions, Barcelona : 987 p.

Wilson Don E., Lacher T. E., Mittermeier R. A. 2016 - Handbook of the Mammals of the world – Volume 7 Rodents II. Lynx Edicions, Barcelona : 1008 p.

Wolton R. 2009 – Hazel dormouse *Muscardinus avellanarius* (L.) nest site selection in hedgerows. *Mammalia* 73 (1) : 7-12.

Xiao-Ming W., Zhu-Ding Q., Qiang L., Tomida Y., Kimura Y., Tseng Z. J. et Hong-Jiang W. 2009 – A new early to late fossiliferous region in central Nei Mongol. *Vertebrata PalAsiatica*, 47 (2) : 111-134.

- Y**ang R. et Anisimov A. 2016 – *Yersinia pestis* : retrospective and perspective. Springer Ed. 390 p.
- Yasuda S.P., Vogel P., Tsuchiya K., Han S.-H., Lin L.-K. et Suzuki H. 2005 – Phylogeographic patterning of mDNA in the widely distributed harvest mouse (*Micromys minutus*) suggests dramatic cycles of range contraction and expansion during the mid- to late Pleistocene. *Can. J. Zool.* 83 : 1411-1420.
- Ylönén H. 1990 – Spatial avoidance between the Bank vole *Clethrionomys glareolus* and the Harvest mouse *Micromys minutus* : an experimental study. *Ann. Zool. Fennici* 27 : 313-320.
- Z**aleśny G., Hildebrand J., Perek-Matysiak A. et Okulewicz A. 2006 – First report of *Syphacia vanderbruei* Bernard, 1961 (Oxyuridae) from *Micromys minutus* in Poland. *Helminthologia*, 43 (4) : 237-238.
- Zhaoqun Z. et Liping L. 2005 – The Late Neogene mammal biochronology in the Loess Plateau, China. *Annales de Paléontologie* 91 (3) : 257-266.
- Zima J. 1983 – Chromosomes of the harvest mouse, *Micromys minutus*, from the Danube Delta (Muridae, Rodentia). *Folia Zoologica*, 32 (1) : 19-22.
- Zippelius H. M. 1974 – Ultrasonic calls of young mice at the nestling stage. *Behaviour* 49 : 197-204.
- Żmihorski et Rejt Ł. 2007 – Weather-dependent variation in the cold-season diet of urban Kestrels *Falco tinnunculus*. *Acta Ornithologica* 42 (1) : 107-113.

Remerciements

Les 6 340 données sont le fruit du travail de près d'un millier de contributeurs : qu'ils soient tous chaleureusement remerciés !

La liste de 861 d'entre eux se trouve ci-dessous ; par décision des conseils d'administration de certaines associations naturalistes, les noms des autres contributeurs ne peuvent être publiés.

Laure Alba, Pascal Albert, Bernard Alet, Christophe Allard, G. Alleaume, Pierre-Marie Allegre, Guillaume Allemand, Denis Ambroise, Christophe Ancelet, Antoine André, Sandrine Andreani, C. Antic, Philippe Archimbaud, Daniel Ariagno, Mélanie Arsaban, Ronan Arthuro, Jean-François Asmodé, Olivier Aubrais, René Auclair, Stéphane Aulagnier, Christophe Auvy, Béatrice Babillon, Patrick Balluet, Christian Barat, Aurélie Barboiron, Quentin Barbotte, Guillaume Baron, Xavier Baron, T. Barral, Franz Barrault, Lucien Basque, Marijane Baudais, Hugues Baudvin, Marc Baumann, Daniel Baumel, Gérard Baumgart, Patrick Bayle, Jean-Louis Beauquesne, G. Bedrines, Yannick Beghin, F. Beguignot, M. Belin, Stéphane Bellenoue, Marc Bellion, Pascal Bellion, M. Belloir, Dominique Benoist, E. Benstead, Jean Berbery, Alain Berger, Benoît Bernard, Maurice Bernmergui, Dominique Bersuder, Patrick Berteaux, Édouard Beslot, Ladislav Biegala, André Biehler, Benoît Bilheude, Olivier Billaud, Hélène Birot, Thomas Bitsch, Carole Bizart, Benjamin Bizzari, Yvon Blaize, Frédéric Blanchard, Laurent Blanchet, Boris Blay, C. Bobillier, M. Boffet, Guy-François Boilevin, J. Boireau, G. Boisson, Simone Boitier, L. Bollache, Chantal Bombert, Laure Bombrun, Jean-Michel Bompar, Lucie Bompar, Blandine Bonne, A. Bonnot, M. Borrel, Christian Bouchardy, Michel-Ange Bouchet, Frédérique Boudes, P. Boudou, Clément Bouju, Bart Boulanger, Arnaud Boulanger, B. Boullisset, Antoine Boulogne, Marc Bounie, Julien Bouniol, Johann Bourgeois, S. Bourgoing, Manuel Bouron, Jean-Luc Bourrioux, Sabine Boursange, Alexandre Boursy, Delphine Bouvier, Alain Boyer, Hubert Brabant, Sophie Brajon, Stéphane Branchereau, Fabien Branger, Savina Braquart, Florentin Brard, Laurent Brault, Christian Braun, Didier Braure, Gilles Bretagne, Marc Brignon, Bernard Bril, Régis Brisset, Damien Brochard, Jérôme Brochet, Jean-Marc Bronner, Paul Brossault, Yohann Brouillard, Duncan Brown, Joël Broyer, Thibault Brugerolle, D. Brugière, Patrick Brunet-Lecomte, Eric Brunissen, Alexis Bruyère, Eric Buchel, Bérénice Bucher, Chantal Bucher, Georges Bultel, G. Buns, Bernard Caillaud, Henry Calisson, Frédéric Caloin, Olivier Caparros, Fabrice Capber, J. Y. Caquard, Tony Cargnelutti, Mathurin Carnet, Jean-Sébastien Carteron, A. Cartier, Joël Caspar, N. Castelain, J. M. Catil, Alexandre Caubin, Gaëlle Caublott, Pascal Cavallin, Cyril Cavillon, Frédéric Cazaban, Clara Challier, J. Chamoin, Michel Chantreau, Y. Chantrel, Emilien Chanut, Yohan Charbonnier, Patrick Chardron, Anne-Sophie Charpy, Alain Chartier, Céline Chartier, V. Charvet, Mélanie Chatel, G. Chaventon, Yannick Cher, Nicolas Chevigny, Frederic Chiche, Sébastien Chouinard, Richard Cieckowski, Luc Clair, B. Clair, Thierry Clauss, Stéphane Clave, J.-L. Clavier, Dominique Clément, Pierre Olivier Cochard, Vincent Cohez, Eole Colin, Arnaud Collet, Jean Collette, Damien Combrisson, E. Conte, Gennaro Coppa, Hervé Coquillard, Marc Corail, A. Cordier, Jean-Philippe Couasne, Roselyne Coulomb, Sylvain Courant, Romary Courtois, Laurent Couzi, Pierre Crouzier, Jean-Marc Cugnasse, Michel Cuisin, Roberto D'Agostino, Emmanuelle Dallaporta, Sophie Damian, Vincent Dams, Gwennaëlle Daniel, Camille Danner, Stéphanie Darblade, Fabrice Darinot, Thierry Daubie, Yves David, Adeline Daviere, S. de Redou, J.-L. De Rycke, Hervé Debar, Léo Debar, Elodie Deblay, Gérard Debout, Frédéric Deck, Alexis Degasne, Hugues Deglaire, François Dehondt, Pierre-André Dejaifve, L. Delagneau, Claire

Delanoë, E. Delerue, Norbert Delmas, Quentin Delorme, Daniel Delorme, Thierry Demarest, Laurent Demongin, Sébastien Deregnacourt, Pascal Derland, L. Desaulnay, M. J. Desauay, Alain Desbrosse, R. Desbrosse, Patrick Desgue, Francis Desjardins, Laura Desmoucelle, J.-L. Dessolin, Rémi Destre, A. Destre, R. Destre, Bruno Devulder, Quentin Diana, Michel Dichamp, Bernard Didier, Sébastien Didier, Frédéric Dorez, Camille Dorn, Xavier Douard, Aurélie Dromard, Christian Dronneau, Jean-Michel Dubois, Lydie Dubois, Pascal Dubois, Sylvain Dubois, Félix Dubois, M. J. Dubourg-Savage, Stéphane Duchateau, Odile Dulmet, Jean-Pierre Dulphy, Patrice Dumas, V. Dumont, Charles Dupe, Bernard Duprez, Vincent Dupuis, Frédéric Dupuy, André Dutertre, Simon Dutilleul, Olivier Duval, Robin Eckert, Christine Eckert, Philippe Eckert, Elodie Eifler, Jean-François Elder, Louis Eloy, Georges Erome, Vincent Erret, C. Esperet, Charles Faugier, Françoise Faugier, Camille Favier, Alain Favrot, Roland Faynot, Thomas Fernandez Berto, Michel Fernex, F. Feve, Claude Fievet, Virginie Firmin, Martin Flaugere, Ludovic Fleury, Charles Flochel, Ev. Fontaine, Jean-alexandre Fortier, Bertrane Fougère, M. J. Fouquet, Hugo Fourdin, Jean François, Rémi François, Lionel Frédéric, Sylvain Fremaux, Jean-Marie Frenoux, Thomas Fridrich, André Frommelt, Aude Gaborit-Loret, Anne-Sophie Gadot, Eric Gaentzler, Vincent Gaget, Miguel Gailledrat, N. Galand, Jean-Baptiste Galle, Antony Garcia, L. Garnier, C. Garva, L. Gasser, H. Gautherin, Eliane Geeraerts, Guillaume Gélineau, J. Geneviève, David Genoud, Hervé Georget, Kevin Georgin, B. Georgin, Cindy Gérard, Emmanuel Gerber, Marie-Reine Germain, L. Gervais, Pierre Giban, Olivier Giboud, Bruno Gilbert, Christophe Gilles, Jacques Gilliéron, Christophe Girard, Pierre Girard, Stéphane Giraud, D. Girault, Luc Gizard, Marine Gomes, Frédéric Gosselin, Guillaume Gosselin, Jacky Gouband, Antoine Gouëllo, Laurent Goujon, Anthony Gourvennec, Pierre-Yves Gourvil, Jean-Yves Goustiaux, Christian Goyaud, Laurence Goyeneche, Brigitte Grand, Brigitte Grand, Patrick Grange, Jean-Luc Grandpierre, André Graumer, Delphine Greau, Cyrille Gréaume, Morgane Grenouilloux Louvel, Antoine Griboval, François Griffault, Pascal Grisser, Pierre Grisvard, G. Grolleau, Angelo Gross, Anne-Sophie Gruchy, Yvon Guenescheau, Boris Guérin, François Guéroid, E. Guichoux, Jean-Christophe Guigault, C. Guillaume, Gerard Guillot, Claudy Guiot, Maëlle Guiraud, Claudie Guyot, M. Guyot, Patrick Haffner, R. Hamant, Patrick Hamon, Jérémie Han, Yves Handrich, Rémi Hardouin, Roald Harivel, Nicolas Harter, Jean-François Hebraut, Arnaud Hedel, Sébastien Heinerich, Etienne Heissat, Bertrand Helsen, Adrien Hergesheimer, Christophe Hervé, R. Heslot, Olivier Hesnard, Antoine Hétier, Tiphaine Heugas, C. Heurtant, Michel Heyberger, Daniel Holfert, Gérard Hommay, Erwann Hornier, Hervé Hosteau, Corentin Hosity, Grégoire Hosity, Christian Hosity, Georges Houpert, Alain Houssier, Pierre Hugueny, Angélique Hulo, Suzel Hurstel, Olivier Iborra, Nathalie Indelicato, Claude Ingouf, Pauline Jacob, Hervé Jacob, René Jacquemet, Aurélie Jacquet, Marie-Cécile Jacquin, Emmanuelle Jacquot, Eric Jaegly, Jean-Baptiste James, Monique Janray, Bertrand Jarri, M. J. Jeannet, M. Jeannet, Fabrice Joachim, Jean Joachim, Céline Jolly, Jean-Marc Joly, S. Jouaire, Christine Jouquan, Philippe Jourde, Emmanuel Joyeux, Thierry Juette, Jonathan Jumeau, Benjamin Kabouche, Fernand Kasel, Yves Kayser, Sandrine Kech, Arthur Keller, Marc Keller, Luce Kerleaux, Bertrand Kernel, Daniel Kirmser, Jean-Louis Klein, Ketty Knes, Alexandre Knochel, Jean-Christophe Koenig, Paul Koenig, Guillaume Kotwica, Marine Kreder, Mathieu Krimm, Claude Kurtz, Valérie Lacroix, Sébastien Laguet, J. Laleure, J.-C. Laleure, Jean-Jacques Lallemand, Anne-Marie Lamy, Alain Lambert, Fabrice Landré, M. Langlois, Daniel Large, M. Laroche, Christophe Lartigau, Ronan Lattuga, Johann Launay, Dimitri Laurent, Sophie Laurent, Xavier Le Bon, Eric Le Bras, Guillaume Le Roux, Gilles Leblais, Arnaud Leblanc, François Leboulanger, Gwenaël Lebras, Guillaume Lecanu, Benoît Lecaplain, Stéphane Lcocq, Jean-Marc Lefèbvre, Thierry Lefèbvre, M. Lefèvre, Vanessa Lefèbvre, Thibault Lefort, Alexandre Lagardinier, Philippe Legay, Jean-Paul Legrand, François Léger, Clément Léger, Quentin Legros, Sophie Leguédois, Gilles Leguillou, José Lejeune, Quentin Lelièvre, Vincent Lelong, Charles Lemarchand, Richard Lemarie, Benoît Lemerancier,

Yohann Lemercier, J.-Y. Leneveu, Jérôme Lépine, D. Lerat, Jonathan Lereau, Anne Lerouge, Marie-Magdeleine Leroy, Paul Lesclaux, Sylvain Lethuillier, Franz Leuge, Guy Levieils, T. Lheureux, Edouard Lhomer, Roland Libois, Lucie Lingrand, Alain Livory, Mickael Lorenzo, S. Loubet, Emilie Loutfi, Thiery Louvel, Sébastien Lutz, Samuel Lyonnet, N. Maeght, Jacques Maillet, Grégory Maillet, F. Malgouyres, Nicolas Mangez, E. Mansanne, Laure-Lou Marquer, Lucie Marquereau, Christophe Martin, Gilbert Masson, Sophie Massu, J.-F. Mauger, B. Maupetit, J. May, Marie-Christine Meesemaeker, Benjamin Même-Lafond, Sylvie Merand, Laurent Mercier, Sébastien Merle, Anne Metaireau, S. Mezani, Victoria Michel, Dominique Michelat, Bruno Millet, Alexandre Millon, A. Millot, Aymeric Mionnet, André Miquet, H. Mitou, Benoit Moinet, Evelyne Moinet, D. Monchaux, Carole Moncoquet, M. Montel Saint-Paul, Didier Montfort, Julien Monticolo, Adrien Moreau, Gaston Moreau, Jacques Morel, Donia Morin, Dominique Morzynski, Claire Motz, Gilles Mourgaud, Christine Muller, Yves Muller, Louis Munch, Francis Neige, P. Nicolas, P. Nicolau-Guillaumet, Loïc Nicolle, Virginie Nierat, Michelle Niquet, Jean-François Noblet, Franck Noël, Frédéric Noël, P. Notteghem, J.-F. Nowak, Georges Oliosio, Stéphane Orio, Etienne Ouvrard, Damien Pagès, Jean-Paul Paillat, C. Paillet, Patrice Pailley, Sébastien Palier, Réjane Pâquereau, J. M. Parde, Caroline Pare, Claire Parise, D. Pascal, Guillaume Paulus, Roman Pavisse, L. Pêcheur, Hervé Penel, Louis Eloy Pereira, Damien Petit, Nicolas Petitjean, Bénédicte Petitjean, Pierre Petitjean, P. Pfeffer, Daniel Philippe, Elodie Philippe, Ethan Picard, D. Picard, Lorien Pichegru, Dominique Pierre, Vincent Pilon, Vincent Poirier, T. Poirot, Françoise Poitevin, Marjorie Poitevin, Jacques Pons, Lionel Pont, Jean-Bernard Popelard, Jo Pourreau, Jean-Louis Pratz, Laurent Precigout, Olivier Prevost, Vincent Prie, Babeth Princet, Catherine Proux, Pascal Provost, Romain Provost, Sébastien Provost, Justine Przybilski, Sébastien Puechmaille, F. Queiscalos, Jean-Pierre Quéré, David Quinton, François Radigue, Daniel Raffenaud, Aude Raiffé, Guy Raimbault, Willy Raitiaire, C. Rameaux, Jean Ramière, Hanta Nirina Randimbiarivelo, Marylène Ravet, Pierre-Antoine Reglade, Alexandre Renaudier, Chloé Renoux, Jaime Retana, Edouard Ribatto, A. Richard, E. Richard, Jean-Philippe Richou, Christophe Rideau, Anne et Pierre Rigaud, Pierre Rigaux, Christian Riols, M. Riols, Marine Riu, Philippe Rivière, Magalie Rivière, Jean-Christophe Rocquet, Valentin Roiné, Clément Rollant, Jean-Marie Rollet, Bruce Ronchi, Claude Roquin, Nicolas Roser, René Rosoux, Simon Rossard, Denis Rouable, Gaele Rousseau, Emmanuel Rousseau, Laurence Rousselet, Alexandre Roux, Thomas Ruys, Thierry Ryckelynck, Tharcisse Saenger, V. Saillard, Marie-Charlotte Saint-Girons, Loïc Salaun, Raphaël Sane, Mathieu Sannier, Jean-Pierre Sardin, Cécilia Saunier-Court, Jocelin Saur, Alain Sauvage, Philippe Scheer, Michel Schertzinger, Elodie Schloesing, Alfred Schneider, Laurent Schwebel, Alain Seitz, Jean-Louis Senotier, Pierre-alexandre Serra, Richard Seve, Adrien Simon, Richard Smith, Harn Snater, Michael Sol, B. Sonnerat, Julien Soufflot, Philippe Spiroux, Peter Stallegger, David Suarez, Patrick Suchet, Christian Taillandier, Nicole Taillandier, Marc Tailly, Lea Tarallo, Aurélie Tarrago, Gilles Tavernier, Patrick Ternisien, Vincent Ternois, Gilbert Terrasse, Amandine Theillout, Erwann Thepaut, Bernard Theveny, Damien Thiebault, Ervan Thiepaut, Jean-Marc Thiollay, Lisa Thiriet, Jacques Thiriet, Bastien Thomas, J. Thomas, O. Thoret, Claire Thouvenin, Père Thouy, Stéphan Tillo, Laurent Tillon, Denis Tirmarche, Bruno Tissot, Christophe Tomati, Marie-Laure Tonnelier, L. Torres, Thierry Tournebize, Benoît Toury, Frédéric Touzalin, Hugo Touzé, Nicolas Tranchant, Pierre Transon, Yves Tremauville, M. Trolet, Bruno Ulrich, Jean Untermaier, Jean-Paul Urcun, A. Vacher, T. Vagne, Jean Valet, Joan Van Baaren, Thibaud Van Rijswijk, N. Varanguin, Sandrine Varlet, Christophe Verheyden, Emmanuel Vericel, Guillaume Viallard, Olivier Vidal, Stéphane Vieillard, Jean-Claude Vignane, Jean Claude Vignes, Cyril Vilar, Anne Villaumé, Damien Villota, Benoît Viseux, Julien Vittier, Vincent Volkmann, Anthony Voute, Laurent Waeffler, Pascale Walravens, Armand Wernet, Jean-Luc Wilhelm, Alain Willer, Dominique Zabinski, Isabelle Zandona, Christophe Zandona

Ces 6 340 données ont été transmises à la SFPEM par des structures associatives, des naturalistes, des gestionnaires d'espaces naturels et des muséums, dont voici la liste :

- **Associations naturalistes**

Les personnes ressources au sein des associations (citées entre parenthèses) sont parfois elles-mêmes les auteurs des données.

Association Mise en Valeur de Lan Bern et Magoar Penvern (Mathurin Carnet)
Association Lozérienne pour l'Etude et la Protection de l'Environnement ALEPE (Rémi Destre)
Charente Nature (Laurent Précigout)
Chauves-Souris Auvergne (Lilian Girard)
Coordination Mammalogique du Nord de la France (Simon Dutilleul)
Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement CPIE des Collines Normandes (Florentin Brard, Johann Launay)
Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement CPIE 72 (Morgane Sineau)
Eure-et-Loir Nature (Eva Cheramy)
Fédération Rhône-Alpes de Protection de la Nature FRAPNA (Julien Bouniol, Edouard Ribatto)
Groupe Associatif Estuaire (Fabien Verfaillie)
Groupe d'Etude des Mammifères de Lorraine (Tiphany Gobert, Yann Lebecel)
Groupement d'Etude et Conservation de la nature en Lorraine GECNAL (Armand Wernet, Alain Seitz)
Groupe d'Etude et de Protection des Mammifères d'Alsace (Antoine André, Gérard Hommay)
Groupe Mammalogique Breton (Franck Simonnet)
Groupe Mammalogique d'Auvergne (Charles Lemarchand, Damien Pagès)
Groupe Mammalogique et Herpétologique du Limousin (Gaëlle Caublott)
Groupe ornithologique du Roussillon (Lionel Courmont)
Groupe mammalogique Normand
Groupe ornithologique et naturaliste du Nord – Pas-de-Calais (Arnaud Boulanger, José Godin, Alain Ward)
Indre Nature (Romuald Dohogne)
Les Ecologistes de l'Euzière (Mathieu Denat, Marie Emorine)
Loiret Nature Environnement (Marie-des-Neiges de Bellefroid)
Ligue pour la Protection des oiseaux LPO France (Eric Brugel, Philippe Jourde, Ségolène Travichon)
LPO Anjou (Edourd Beslot)
LPO Aquitaine (Laurent Couzi)
LPO Aude (Christian Riols)
LPO Aveyron (Samuel Talhoet)
LPO Champagne-Ardenne (Aymeric Mionnet)
LPO Haute-Savoie (Christophe Gilles)
LPO Isère (Jean-Marc Taupiac)
LPO Loire-Atlantique
LPO Lot (Philippe Tyssandier)
LPO Provence-Alpes-Côte d'Azur (Pierre Rigaux)
LPO Rhône-Alpes (Francisque Bullifon, Robin Letscher)
LPO Sarthe (Julien Moquet)
LPO Savoie (Jérémy Han)
LPO Touraine (Julien Présent)

LPO Vendée (Quentin Lelièvre)
Mayenne Nature Environnement (Magali Perrin)
Nature et Humanisme (Jean-François Noblet)
Nature 18 (Sébastien Brunet)
Nature Midi-Pyrénées (Hélène Dupuy, Emmanuelle Jacquot)
RandoNature CPN (Yoann Holub)
Société d'Etude, de Protection et d'Aménagement de la Nature en Touraine SEPANT (Laurent Palussière)
Société Française d'Etude et de Protection des Mammifères SFPEM (Christian Arthur, Stéphane Aulagnier, Patrick Haffner, Dominique Pain-Solomas)
Société d'Histoire Naturelle d'Autun (Daniel Sirugue)
Vienne Nature (Miguel Gailledrat)

- **Naturalistes**

Georges Abadie (Loir-et-Cher), Daniel Ariagno (Rhône), Sylvain Bonifait, Hugues Baudvin (Côte-d'Or), Boris Blay (Ain), Jean-Michel Bompar (Var), Guillaume Delcourt (Isère), Jacques Morel (Suisse), Emilie Müller (Rhône), Georges Oliosio (Vaucluse), Françoise Poitevin (Hérault), Jean-Pierre Quéré (Hérault), Jean-Paul Thévenin (Cher), Père Thouy, Vincent Van Laar (Côte-d'Or), Jean-Claude Vignane (Loir-et-Cher)

- **Gestionnaires d'espaces naturels**

Conservatoire d'Espaces Naturels CEN Aquitaine (Emilie Fumey, Pierre-Yves Gourvil, Tangi Le Moal)
CEN Auvergne (Samuel Esnouf)
CEN Champagne-Ardenne (Claire Parise)
CEN Haute-Normandie (Matthieu Lortiois)
CEN Isère (David Michallet, Guillaume Pasquier)
CEN Loir-et-Cher (Dimitri Multeau)
CEN Midi-Pyrénées (Frédéric Néri)
CEN Rhône-Alpes (Emmanuel Amor, Anthony Garcia)
CEN Savoie (Manuel Bouron)
Etablissement Public Territorial du Bassin EPTB Saône-Doubs (Elodie Tonnot)
Office National des Forêts ONF (Sébastien Laguet, Laurent Tillon)
Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage ONCFS (Christophe Hiriart)
Parc Naturel Régional PNR d'Armorique (Jérémy Bourdoulous)
PNR de Camargue (David Lazin)
PNR de la Haute Vallée de Chevreuse (Alexandre Mari)
PNR Loire-Anjou-Touraine (Guillaume Delaunay)
PNR du Marais Poitevin (Alain Texier)
PNR de la Montagne de Reims (Delphine Semin)
PNR du Périgord-Limousin
PNR des Pyrénées Catalanes (Antoine Segalen)
Parc National des Ecrins (Damien Combrisson, Gilles Farny)
Parc National de la Vanoise (Michaël Delorme)
Réserves Naturelles de France (Anne Douard)
Réserve Naturelle Nationale (RNN) de la Bassée (Fabien Branger, Magalie Rivière)

RNN du Marais de Lavours (Fabrice Darinot)
RNN des Marais de Séné (Guillaume Géлинаud)
RNN des Marais du Vigueirat (Sylvain Ceyte)
RNN de Saint-Mesmin (Michel Chantereau)
RNN des Sagnes de la Godivelle (Lionel Pont)
RNR de la Côte de Mancy (Dominique Malécot)
RNR du Polder de Sébastopol (Régis Marty)
Syndicat de la Basse Vallée de l'Ain (Cyril Cavillon)
Ville de la Rochelle (Nicolas Blanpain)

- **Muséums**

Musée Château d'Annecy (Bruno Cottin)
Musée des Confluences (Lyon) (Joël Clary, Virgile Marengo)
Musée de Semur-en-Auxois (Alexandra Bouillot-Chartier)
Musée des Sciences de Laval (Jérôme Tréguier)
Musée Zoologique de Strasbourg (Marie-Dominique Wandhammer)
Muséum d'histoire naturelle de Besançon (Frédéric Maillot)
Muséum d'histoire naturelle d'Auxerre (Gilles Pavy)
Muséum des sciences naturelles d'Angers (Benoît Mellier)
Muséum d'histoire naturelle du Mans (Nicolas Morel)
Muséum d'histoire naturelle de Rouen (Thierry Kermanach)
Muséum d'histoire naturelle Victor Brun de Montauban (Aude Bergeret)
Muséum d'histoire naturelle de la ville de Nantes (Marie-Laure Guérin)
Musée ornithologique Charles Payraudeau, La Chaize-le-Vicomte (Jean Vimpère)

Le traitement des données a bénéficié de l'aide de Nathalie Berthe et de Gilles Besnard, respectivement informaticienne et biologiste à l'Entente Interdépartementale Rhône-Alpes pour la Démoustication, gestionnaire de la Réserve Naturelle Nationale du Marais de Lavours. Qu'ils en soient remerciés.



Enfin, le manuscrit a été soumis à la relecture attentive et critique de Christian Arthur (SFEPM) et d'Alain Butet (ECOBIO, Université Rennes I).

Annexes

- o Fiche « Alerte sur le Rat des moissons »
- o Liste des habitats favorables au Rat des moissons
- o Comment différencier les nids de Muscardin et de Rat des moissons : petit catalogue photographique



Alerte sur le Rat des moissons



© Jacques Gilliéron

La souris minuscule

Le Rat des moissons, *Micromys minutus* (Pallas 1771), est le plus petit rongeur d'Europe, son poids ne dépassant pas 8 g, pour 7 cm de long. Sa queue légèrement préhensile, les doigts de ses pattes antérieures adaptés à la saisie des fines tiges et sa légèreté expliquent l'aisance du Rat des moissons à se déplacer dans la végétation herbacée ou dans les roseaux, bien au-dessus du sol.

Une grande variété d'habitats utilisés

Autrefois, le Rat des moissons était associé aux champs de céréales, ce qui lui a valu son nom. Cependant, les zones humides, comme les roselières, les jonçailles et les cariçailles, semblent constituer son habitat originel. D'une manière générale, le Rat des moissons recherche les habitats herbacés épais et élevés susceptibles de lui fournir le matériau nécessaire à la fabrication de ses nids en boule.



© R.N. Marais de Lavours

Un déclin avéré

La mécanisation de l'agriculture depuis le milieu du 20^{ème} siècle ainsi que l'apparition des produits phytosanitaires ont conduit à l'extrême raréfaction du Rat des moissons dans les champs de céréales.

Malheureusement, dans le même temps, les zones humides favorables au Rat des moissons ont dramatiquement régressé et ont été profondément altérées.

Aujourd'hui, en Suisse, le Rat des moissons n'existe plus que dans quelques zones humides. En Angleterre, où de nombreuses études lui ont été consacrées, le déclin de l'espèce a clairement été mis en évidence au cours des vingt dernières années. Cependant, la résilience de ce petit mammifère lui permet de recoloniser rapidement de nouveaux sites favorables.

Quelle est sa répartition en France ?

Le Rat des moissons n'est pas capturé en abondance par la Chouette effraie et l'étude des restes contenus dans les pelotes de réjection ne reflète pas correctement sa répartition. L'observation directe d'individus dans la nature étant très difficile, la recherche de ses nids caractéristiques en boule constitue la meilleure méthode pour détecter sa présence.

Cependant, en France, aucune étude spécifique au Rat des moissons n'a été menée et son statut demeure méconnu : c'est pourquoi la SFPEM lance une enquête auprès de toutes les associations naturalistes pour connaître sa répartition et réaliser une synthèse nationale.

Contact :

Vous pouvez envoyer vos observations de Rat des moissons avant fin mai 2013 à la SFPEM :

Les Rives d'Auron
18000 Bourges
Tél : 02 48 70 40 03
E.mail : sfepm@wanadoo.fr

La personne référente pour le Rat des moissons est :

Fabrice Darinot
Réserve Naturelle Nationale du Marais de Lavours
B.P.2 - 73310 Chindrieux
Tél : 04 79 54 21 58
E.mail : contact@reserve-lavours.com

Chaque observation doit renseigner les cinq champs suivants :

OBSERVATEUR / DATE / COMMUNE (code postal) / MODE DE CONTACT (animal, nid ou ossements) / MILIEU OCCUPÉ

Liste des habitats favorables au Rat des moissons

Cette liste utilise les habitats du catalogue EUNIS (European Nature Information System) (Louvel et al. 2013⁴), avec la correspondance CORINE Biotopes entre parenthèses quand elle existe. Elle a été établie par F. Darinot d'après les informations recueillies dans la littérature et durant l'enquête de la SFEPM, ainsi que d'après les données collectées sur le terrain.

HABITATS FAVORABLES

On entend par habitat favorable un habitat qui permet la construction des nids aériens et le développement d'une population de Rats des moissons.

- C3 (CB 53) ZONES LITTORALES DES EAUX DE SURFACE CONTINENTALES
Littoral zone of inland surface waterbodies
- D5 (CB 53) ROSELIÈRES SÈCHES ET CARIÇAIES, NORMALEMENT SANS EAU LIBRE
Sedge and reedbeds, normally without free-standing water
- E2 (CB 38) PRAIRIES MÉSIQUES
Mesic grasslands
- E3 (CB37) PRAIRIES HUMIDES ET PRAIRIES HUMIDES SAISONNIÈRES
Seasonally wet and wet grasslands
- FA (CB 84.2) HAIES
Hedgerows
- X COMPLEXES D'HABITATS
- X07 (CB82.2) CULTURES INTENSIVES PARSEMÉES DE BANDES DE VÉGÉTATION NATURELLE ET/OU SEMI-NATURELLE
Intensively-farmed crops interspersed with strips of natural and/or semi-natural vegetation
- X11 (CB 85.1) GRANDS PARCS
Large parks
- X25 JARDINS DOMESTIQUES DES VILLAGES ET DES PÉRIPHÉRIES URBAINES
Domestic gardens of villages and urban peripheries
- II (CB 82) CULTURES ET JARDINS MARAÎCHERS (dépend des sous-groupes)
Arable land and market gardens

⁴ Louvel J., Gaudillat V. et Poncet L. 2013 – EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.

HABITATS PERMEABLES OU DE TRANSITION

On entend par habitat perméable ou de transition un habitat peu favorable à la construction des nids aériens, sauf éventuellement quand les populations deviennent trop denses, mais favorables au déplacement des Rats des moissons (corridors), parfois sur de grandes distances (plusieurs centaines de mètres).

FA (CB 84.2) HAIES

Hedgerows

G5 ALIGNEMENTS D'ARBRES, PETITS BOIS ANTHROPIQUES,
BOISEMENTS RÉCEMMENT ABATTUS, STADES INITIAUX DE
BOISEMENTS ET TAILLIS

Lines of trees, small anthropogenic woodlands, recently felled woodland, early-stage woodland and coppice

I2 ZONES CULTIVÉES DES JARDINS ET DES PARCS

Cultivated areas of gardens and parks

J2 CONSTRUCTIONS À FAIBLE DENSITÉ

Low density buildings

J4 RÉSEAUX DE TRANSPORT ET AUTRES ZONES DE CONSTRUCTION À
SURFACE DURE

Transport networks and other constructed hard-surfaced areas

Cette liste n'est certainement pas exhaustive, elle constitue une base à améliorer.

Les nids du Rat des moissons et du Muscardin : comment les différencier ?

Petit catalogue photographique

Le nid du Muscardin (*Muscardinus avellanarius*)

Taille : moins de 8 à 10 cm pour les nids de repos, plus de 12 à 15 cm pour les nids d'élevage (Berg et Berg 2008, Wolton 2009)

Ouverture : une ouverture, de plus de 2 cm de diamètre

Matériaux : diverses feuilles rapportées, non fixées au support et non dilacérées dans leur longueur

Position du nid : encastré dans une fourche de branches ou de tiges solides, jusqu'à 3 m de hauteur



24.08.2011 Duplín (Slovaquie) © A. Canády



30.10.2010 Duplín (Slovaquie) © A. Canády



30.10.2010 Duplín (Slovaquie) © A. Canády



01.05.2010 Stropkov city (Slovaquie) © A. Canády

Le Muscardin *suite*



25.08.2011 Stropkov (Slovaquie) © A. Canády



24.08.2011 Duplín (Slovaquie) © A. Canády



25.08.2011 (France) © V. Prié



21.10.2015 (France) © J. Gilliéron



08.09.2015 (France) © J. Gilliéron

Le nid aérien du Rat des moissons (*Micromys minutus*)

Forme : sphérique, plus ou moins allongée

Taille : 6 – 8 cm de diamètre pour les nids de repos, jusqu'à 13 cm pour les nids d'élevage (longueurs extrêmes 4,5 à 14,0 cm ; largeurs extrêmes 4,0 à 10,0 cm *in* Canady 2013)

Ouverture : une ou plusieurs ouvertures, le plus souvent latérales, de 1,5 cm de diamètre (parfois pas d'ouverture visible)

Matériaux : feuilles de végétaux enracinés (il est impossible de retirer le nid !), le plus souvent des graminées aux feuilles fines et allongées, dilacérées dans leur longueur ; des feuilles peuvent être aussi rapportées

Position du nid : accroché à la végétation, à une hauteur comprise entre la moitié et les deux tiers de sa hauteur moyenne



Nid sec d'hiver 13.01.2016 Marais de Lavours (France) © F. Darinot



Nid défait, probablement utilisé par d'autres petits animaux 02.12.2014 Marais de Lavours (France) © F. Darinot



Ebauche de nid 25.06.2012 Marais de Lavours (France) © F. Darinot



Nid en cariçaie 01.07.2013 Marais de Lavours (France) © F. Darinot



Nid dans une glycéràie 03.08.2016, Etang de Birieux (France) © L. Bompar



Nid dans une cariçaie 24.07.2017, Marais de Cerknica © C. Thomas



Beau nid dans une cariçaie août 2015, Marais de Lavours (France) © F. Darinot



Nid avec feuilles mélangées 06.11.2014, Marais de Lavours (France) © F. Darinot



© Quentin Martinez

Rat des moissons (*Micromys minutus*) © Q. Martinez