

Genèse de la problématique du campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*) en prairies

D. Truchetet¹, G. Couval^{2,3}, Y. Michelin⁴, P. Giraudoux⁵

Dans certaines régions d'élevage françaises, la question du campagnol terrestre est, périodiquement, d'une actualité préoccupante. Ce modeste rongeur est capable de dégâts considérables, notamment dans les prairies, sans compter les dégâts collatéraux de la lutte chimique sur la faune. Introduction de la problématique... et présentation de ce numéro spécial.

RÉSUMÉ

Le campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*) est omniprésent dans une grande partie de l'est de la France mais, lors de pullulations cycliques (tous les 6 ans environ), ses effectifs peuvent atteindre 500 individus/ha, perturbant l'équilibre naturel des agroécosystèmes et les résultats économiques des exploitations. Ce phénomène a été étudié en Franche-Comté et en Auvergne : son origine est multifactorielle (part de surfaces agricoles dans le paysage et de surfaces toujours en herbe, hétérogénéité du paysage...). La spécialisation croissante des régions d'élevage ces dernières années a favorisé le développement de ces pullulations dont l'ampleur et l'intensité varient selon les régions.

SUMMARY

Exploring the factors that affect water vole (*Arvicola terrestris*) outbreaks in grasslands

The water vole naturally occurs at low densities throughout most of eastern France. However, densities can reach 500 voles/ha during the species' periodic outbreaks (which occur about every 6 years); these high densities lead to considerable damage, particularly to grasslands. Also, because chemical pesticides are used to control vole populations, outbreaks can have a negative, indirect impact on local fauna, and thus ultimately harm the net income of farms and disrupt the natural balance of agroecosystems. Water vole outbreaks were studied in Franche-Comté and Auvergne. They were found to be caused by multiple factors, including the proportion of the landscape dedicated to agriculture, the proportion of land under permanent grass, and landscape heterogeneity. The increasing degree of specialisation taking place in livestock-producing regions over the last few years has promoted water vole outbreaks, whose breadth and intensity vary across regions.

Depuis une quarantaine d'années (COUVAL *et al.*, 2014, cet ouvrage), dans plusieurs régions de moyenne montagne, les prairies permanentes se couvrent rapidement de petits tas de terre qui peuvent parfois occuper l'essentiel de la surface (photo 1).

Il ne s'agit pas de taupinières, mais de tumuli provenant de galeries creusées par un petit rongeur appelé « mulot » dans le Jura, « rat-taupier » dans le Massif central, « souris » dans l'Ain. En fait le responsable est

toujours le même, c'est le campagnol terrestre (voir encadré 1) dont les populations peuvent croître très rapidement. Lors de ces épisodes de pullulations, les dégâts sont considérables, notamment dans les prairies des régions d'élevage, dépassant les seuils de nuisibilité. Les principaux impacts sont une **baisse de la production d'herbe, une dégradation de la qualité des fourrages et des risques sanitaires liés à la présence de terre, pour le bétail comme pour les agriculteurs. L'impact économique peut être important**, les pertes pouvant atteindre

AUTEURS

1 : Direction Générale de l'Alimentation - Sous-Direction de la Qualité et de la Protection des Végétaux, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, DRAAF - SRAL de Franche-Comté, 191, rue de Belfort, F-25043 Besançon cedex ; denis.truchetet@agriculture.gouv.fr

2 : INRA, UMR CBGP 1062, Campus international de Baillarguet, CS 30016, F-34988 Montpellier-sur-Lez cedex

3 : FREDON Franche-Comté, Parc du Vallon, 20, rue du Vallon, Bât. A, F-25480 Ecole-Valentin

4 : Clermont Université et UMR Metafort

5 : Chrono-environnement UMR UFC/CNRS/INRA, Université de Franche-Comté et Institut Universitaire de France, Besançon

MOTS CLÉS : *Arvicola terrestris*, campagnol, dégât, déprédateur, évolution, France, lutte raisonnée, paysage, pesticide, prairie, système de production, système fourrager, variations interannuelles.

KEY-WORDS : *Arvicola terrestris*, change in time, damage, depredator, forage system, France, grassland, integrated control, inter-annual variations, landscape, pesticide, production system, water vole.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Truchetet D., Couval G., Michelin Y., Giraudoux P. (2014) : "Genèse de la problématique du campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*) en prairies", *Fourrages*, 220, 279-284.



PHOTO 1 : Tumuli de campagnol terrestre dans une prairie du Doubs (D. Truchetet).

PHOTO 1 : *Water vole mounds in a Doubs grassland* (D. Truchetet).



PHOTO 2 : Racine de laurier cerise rongée par un campagnol terrestre dans une pépinière (G. Couval).

PHOTO 2 : *Roots of a nursery-grown cherry laurel gnawed by a water vole* (G. Couval).

en moyenne 10 000 € d'Excédent Brut d'Exploitation par Unité de Main d'œuvre (voir article de SCHOUWEY *et al.*, 2014, dans ce numéro). D'autres cultures qui comportent

des seuils de nuisibilité beaucoup plus bas qu'en prairies peuvent être également touchées (arboricultures fruitières et ornementales..., photo 2).

ENCADRÉ 1 : **Vie et mœurs du campagnol terrestre.**

FRAME 1 : *Life history of the water vole.*

Les pullulations sont le fait de la forme fousseuse du campagnol terrestre, *Arvicola terrestris*, un rongeur de la famille des cricéidés (WILSON et REEDER, 2005). Sa distribution géographique couvre une bonne partie du territoire national.

Cette espèce se caractérise par un poids variant de 80 à 160 g chez l'adulte et une longueur totale comprise entre 18 et 22 cm. Comme chez la plupart des campagnols, la tête est ronde et les oreilles, cachées dans la fourrure, sont peu visibles (QUÉRE et LE LOUARN, 2011). La couleur du pelage est variable, allant du brun foncé au brun clair, avec parfois une tache blanche au menton.



Le campagnol terrestre
(photo : Y. Chaval, INRA)



Carte de répartition
du campagnol terrestre

Son **domaine vital**, d'une surface de 100 à 200 m², est constitué d'un réseau souterrain qu'il creuse avec ses incisives dans un sol frais et humide. Une partie de la terre est rejetée en surface sous forme de tumuli souvent difficiles à différencier des taupinières de la taupe commune (*Talpa europaea*) (GIRAUDOUX *et al.*, 1995). Le campagnol terrestre colonise le plus fréquemment les jardins, les vergers et les prairies, plus rarement les cultures, sauf lors des épisodes de pullulation. Compte tenu de ses besoins énergétiques et d'un turnover important de l'eau, chaque campagnol consomme en moyenne par jour l'équivalent de son propre poids en racines et parties aériennes des plantes. Ses préférences alimentaires vont vers les dicotylédones (diverses légumineuses, pissenlit) et vers certaines graminées (ray-grass, fétuque... ; KOPP, 1993).

Les **capacités de reproduction** de cette espèce sont très élevées : maturité sexuelle atteinte dès l'âge de 5 semaines, gestation de 3 semaines, et 4 à 6 portées par an avec 4 à 6 petits par portée en moyenne (QUÉRE et LE LOUARN, 2011). La saison de reproduction s'étale du printemps à l'automne et peut même se prolonger en hiver. Les populations connaissent des variations saisonnières, liées à la reproduction, auxquelles se superposent des **fluctuations pluriannuelles (pullulations)** avec des densités allant de quelques individus à l'hectare en phase de basse densité à plusieurs centaines de rongeurs par hectare au plus fort de la pullulation.

1. Les pullulations : un phénomène d'ampleur nationale...

Les pullulations de campagnols se produisent de manière cyclique comme illustré sur la figure 1. Selon les régions, les pullulations peuvent durer plusieurs années réalisant ainsi des **cycles de 5 ou 6 ans en moyenne**, la phase de faible densité entre 2 phases de pullulation pouvant varier de 2 à 3 ans (en Franche-Comté, Auvergne). En tenant compte des dynamiques de populations dans leur dimension spatio-temporelle, **4 grands types de pullulation** peuvent être caractérisés au niveau national sous réserve des travaux de recherche en cours et des connaissances disponibles en région (figure 2) :

- **Type 1 : Pullulations spatialement étendues et de fréquence régulière, avec une durée moyenne du cycle de 5 à 7 ans**, qui se caractérisent par de grandes

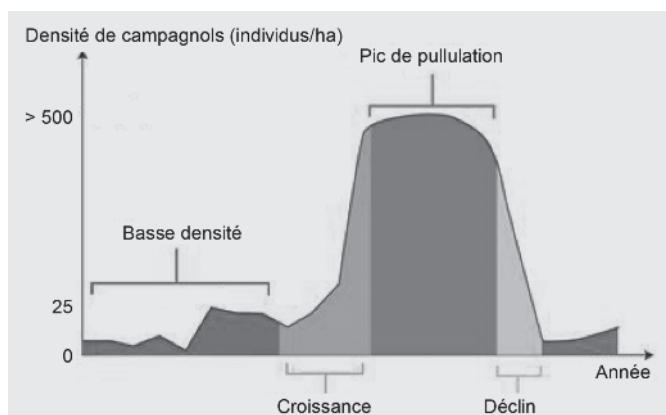


FIGURE 1 : Cycle pluriannuel de population du campagnol terrestre.

FIGURE 1 : *Illustration of the multiannual population cycle of the water vole.*

surfaces touchées : plusieurs dizaines de milliers d'hectares de prairies ainsi que les cultures adjacentes. Les zones concernées sont a) le massif jurassien (Doubs, Jura et Ain) et dans une moindre mesure les cantons suisses frontaliers (Neuchâtel, Jura et Vaud) et b) le Grand Massif Central (Allier, Cantal, Puy-de-Dôme, Haute-Loire, Corrèze, Creuse, Haute-Vienne, Aveyron et Lozère).

- **Type 2 : Pullulations localisées et de fréquence moins régulière** (durée moyenne du cycle : 6 à 8 ans) qui se caractérisent par des zones touchées plus localisées : plusieurs milliers d'hectares de prairies, jusqu'à 2 400 m d'altitude, et des cultures adjacentes, notamment l'arboriculture fruitière. Depuis ces 10 dernières années, un **raccourcissement des cycles** semble observé. Les zones touchées sont, dans le massif des Pyrénées, la Haute-Garonne (le piémont) et les Hautes-Pyrénées (secteur de Luz-Saint-Sauveur), dans les massifs alpins, la Savoie et la Haute-Savoie (plateau des Bornes, massif des Bauges, Pays Gavot), l'Isère (massif du Vercors, Oisans) et les Hautes-Alpes (massif des Ecrins).

- **Type 3 : Pullulations plus localisées et de fréquence irrégulière**, avec des **cycles souvent peu détectables**. Les niveaux d'infestation sont plus faibles, avec des impacts constatés en prairies mais surtout dans les cultures sensibles environnantes (arboricultures fruitières et ornementales, cultures légumières...). Les zones concernées et connues sont situées dans l'est et le nord de la France et en Drôme et Ardèche.

- **Type 4 : Pullulations spatiales et temporelles de grande ampleur** qui sont **apparues récemment** dans des régions n'ayant jamais connu ce phénomène : Ardennes, Côte-d'Or, Saône-et-Loire.

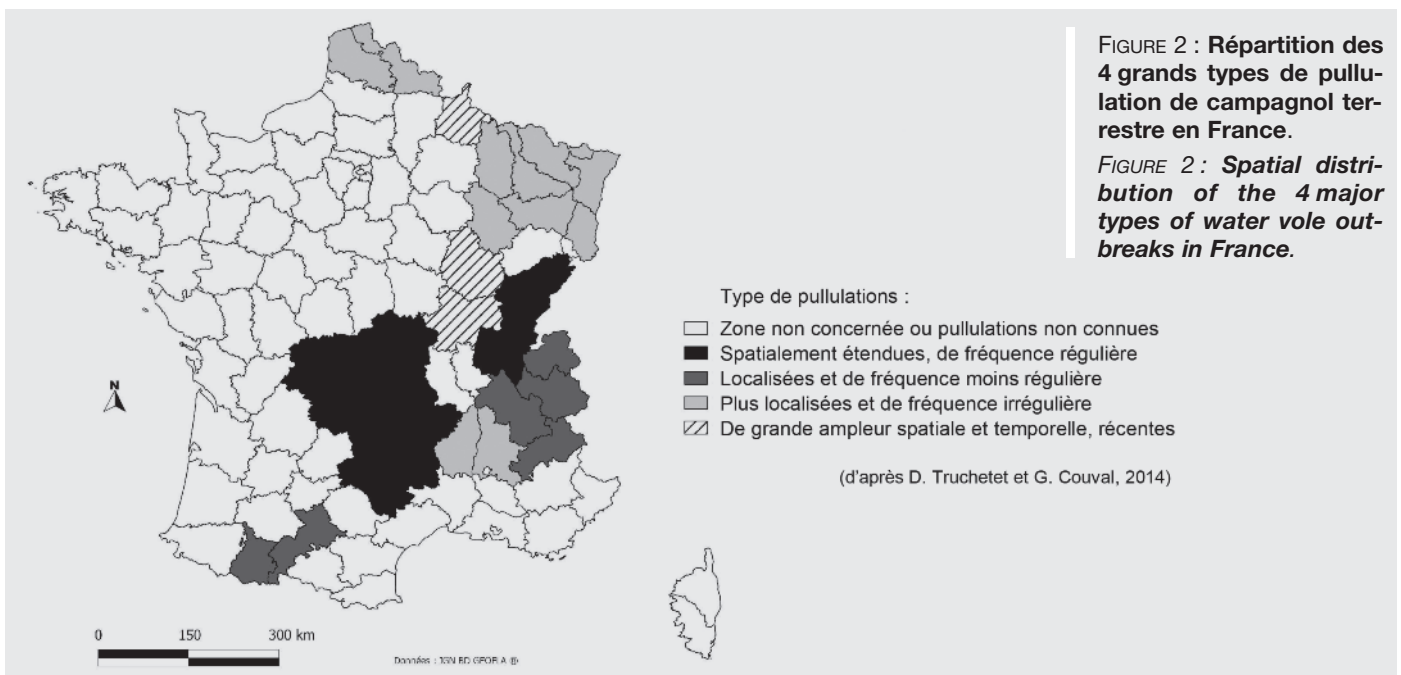


FIGURE 2 : Répartition des 4 grands types de pullulation de campagnol terrestre en France.

FIGURE 2 : *Spatial distribution of the 4 major types of water vole outbreaks in France.*

(d'après D. Truchetet et G. Couval, 2014)

2. ... qui dépend de multiples facteurs agricoles et paysagers

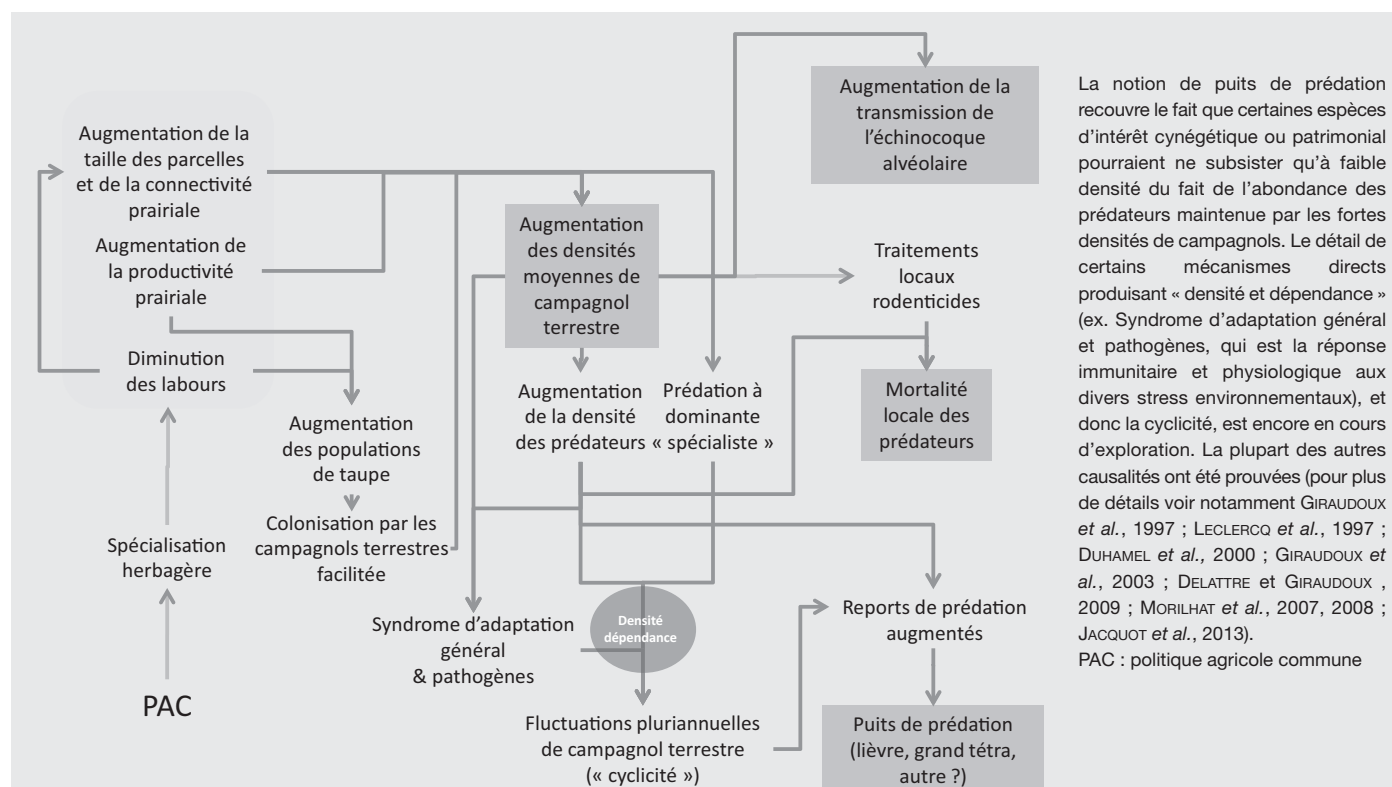
D'une façon générale, de nombreuses espèces de petits mammifères sont sensibles aux variations de l'organisation spatiale de leur habitat optimal dans un paysage (LIDICKER, 1995). Leur dynamique de population, outre l'effet combiné de la dispersion individuelle et de la prédation, est liée à la proportion d'habitat optimal dans le paysage par rapport à l'habitat disponible (modèle ROMPA : *Ratio of Optimal to Marginal Patch Area*) et à la productivité de l'habitat optimal (modèle TRIM : *Trophic ROMPA Integrated Model*; LIDICKER, 2000).

Depuis les années 70, ce phénomène de pullulations cycliques a été particulièrement étudié dans **deux régions régulièrement touchées, la Franche-Comté et l'Auvergne**, permettant de mieux comprendre les mécanismes qui déterminent la mise en place locale des pullulations et leur diffusion aux échelles régionales (GIRAUDOUX *et al.*, 1997). **Les pullulations de campagnols terrestres ont une origine multifactorielle** avec, pour premier facteur favorisant, l'augmentation régulière des surfaces toujours en herbe dans le paysage depuis plus de 30 ans. À l'échelle régionale, dans les paysages où la surface agricole constitue une forte proportion par rapport aux autres types d'utilisation de l'espace, le ratio surface toujours en herbe sur surface agricole utile (STH/SAU) est un indicateur de la sensibilité des agro-écosystèmes aux risques de pullulation (GIRAUDOUX *et al.*,

1997) : ce risque augmente significativement dès que ce ratio dépasse 70 à 80 % à l'échelle sectorielle (quelques dizaines de km²). La structure du paysage a également un rôle important. Les grandes parcelles de prairies avec une faible hétérogénéité paysagère (zone ouverte, c.a.d. *open-field*), favorisent la colonisation par les rongeurs et offrent moins d'habitat pour les prédateurs généralistes (par ex. renards, grands mustélidés). En résumé, ces phénomènes de pullulation seraient dus à **une spécialisation en monoculture d'herbe** (voir l'article de COUVAL *et al.* dans ce numéro) **qui a conduit à une homogénéisation du milieu**, à l'augmentation de la production de biomasse végétale, de la connectivité entre prairies, et donc à une simplification des écosystèmes à la fois très favorable à la reproduction des campagnols et beaucoup moins propice à l'exploration de l'espace par les prédateurs. DELATTRE et GIRAUDOUX (2009) ont compilé l'essentiel des résultats des recherches - actions conduites depuis le début des années 90 sur le sujet et les mécanismes en cause et leurs conséquences sont résumés dans la figure 3.

3. Un phénomène difficile à contrôler

Dans les années 80, les **premières campagnes de lutte** visaient l'éradication locale de l'espèce pour protéger la récolte de foin, par **un traitement chimique à base de bromadiolone**. Mais son utilisation massive sur plusieurs dizaines de milliers d'hectares pendant plusieurs semaines **a eu des impacts considérables sur les prédateurs**,



La notion de puits de prédation recouvre le fait que certaines espèces d'intérêt cynégétique ou patrimonial ne subsistent qu'à faible densité du fait de l'abondance des prédateurs maintenue par les fortes densités de campagnols. Le détail de certains mécanismes directs produisant « densité et dépendance » (ex. Syndrome d'adaptation général et pathogène, qui est la réponse immunitaire et physiologique aux divers stress environnementaux), et donc la cyclicité, est encore en cours d'exploration. La plupart des autres causalités ont été prouvées (pour plus de détails voir notamment GIRAUDOUX *et al.*, 1997 ; LECLERCQ *et al.*, 1997 ; DUHAMEL *et al.*, 2000 ; GIRAUDOUX *et al.*, 2003 ; DELATTRE et GIRAUDOUX, 2009 ; MORILHAT *et al.*, 2007, 2008 ; JACQUOT *et al.*, 2013).

PAC : politique agricole commune

FIGURE 3 : Cascade de conséquences de la spécialisation herbagère sur les populations de campagnols terrestres, leurs prédateurs, les proies alternatives et la transmission de l'échinocoque alvéolaire (d'après GIRAUDOUX, 2014).

FIGURE 3 : Cascade of consequences resulting from grassland specialisation on water vole populations, water vole predators, the predators' alternative prey species, and the transmission of alveolar echinococcosis (after GIRAUDOUX, 2014).

aussi bien en Franche-Comté qu'en Auvergne (voir COEURDASSIER *et al.*, 2014, cet ouvrage), sans pour autant enrayer le mécanisme de pullulation qui affecte des échelles spatiales bien plus larges que celle de la parcelle traitée. VEIN *et al.* (2011) ont même détecté l'existence de gènes latents potentiellement responsables de mécanismes de résistance aux anticoagulants dans les populations. Afin de réduire les impacts sur la faune non cible tout en cherchant les meilleures modalités de soutien aux éleveurs, **le Ministère de l'Agriculture est intervenu** notamment i) en encadrant, par des arrêtés interministériels, les actions de surveillance et de lutte conduites par les Fédérations de Groupements de Défense contre les Organismes Nuisibles avec l'appui des Services Régionaux de l'Alimentation et ii) en soutenant financièrement les programmes de recherche, d'expérimentation et d'application qui sont conduits dans les différentes régions concernées (avec par exemple des renforts significatifs de la Région Franche-Comté)¹.

Entre 2000 et 2012, les travaux ont surtout cherché à mieux apprécier l'impact du fonctionnement technique et économique des exploitations agricoles sur les pullulations (par exemple dans le cadre du Contrat de plan État - Région 2000-2006 en Franche-Comté) et ont étudié la façon dont les agriculteurs prenaient en compte le risque de pullulation dans la conduite de leur exploitation. Ils ont aussi inspiré et nourri la mise en œuvre de protocoles expérimentaux sur des zones expérimentales en Franche-Comté et en Auvergne (voir article de VERILHAC *et al.*, 2014, dans ce numéro). **De 2010 à 2013**, un programme soutenu par l'Agence nationale pour la recherche (ANR), coordonné par l'Université de Franche-Comté, a permis de mieux comprendre les mécanismes de transfert des anticoagulants dans les chaînes alimentaires lors des campagnes de traitement. Enfin, la mise en réseau des partenaires (Université de Franche-Comté, Vetagro Sup, DRAAF/SRAI² Franche-Comté, FREDON Auvergne et Franche-Comté, Chambres Départementales d'Agriculture du Doubs, du Jura et du Cantal, Chambre Régionale d'Agriculture de Franche-Comté, Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne, INRA de Clermont-Ferrand) a permis la **mutualisation des connaissances acquises dans chacune des régions concernées et l'établissement d'un partenariat durable entre de nombreux organismes** investissant sur la thématique campagnol (cf. www.campagnols.fr).

4. Un numéro thématique original

Il peut sembler surprenant de dédier un numéro spécial au campagnol terrestre dans une revue consacrée aux fourrages et pourtant **le lien entre les deux est très fort**. D'une part, la spécialisation de l'élevage à base de prairies permanentes en moyenne montagne a créé des conditions idéales pour permettre la prolifération de ce rongeur. Il ne s'agit pas de stigmatiser les prairies permanentes qui présentent de nombreux intérêts écologiques et sociaux, mais de ne pas négliger les conséquences de cette spécialisation sur le fonctionnement de l'écosystème. D'autre part, le seul moyen aujourd'hui de réduire l'impact des pullulations passe par une meilleure prise en compte, dans un cadre systémique, des processus écologiques liés au campagnol dans la gestion de ces prairies et dans leur distribution spatiale. L'objectif de ce numéro est donc de faire le point des connaissances dont le cadre général a seulement été évoqué dans cette introduction.

Dans une première partie, la **question de la sensibilité des exploitations agricoles aux pullulations de campagnols** est abordée de deux façons différentes : par les systèmes de production, en lait (MICHELIN *et al.*) ou viande (DESTREZ *et al.*), par l'économie (SCHOUWEY *et al.*). Les pullulations génèrent un stress très fort chez les éleveurs, ce qui implique de prendre en compte d'indispensables dimensions sociales et culturelles dans une démarche collective.

La deuxième partie dresse un **bilan des liens entre l'évolution des paysages herbagers et les dynamiques de populations de campagnols à plusieurs échelles**. NOTE *et al.* montrent, en Auvergne, qu'il existe un lien fort entre les structures paysagères et les dynamiques de pullulation, comme en Franche-Comté, mais que la distribution spatiale du phénomène y est plus complexe. A une échelle plus vaste, COUVAL *et al.* s'appuient sur les données des recensements agricoles pour comparer les déterminants des pullulations dans plusieurs régions. BERTHIER *et al.* montrent comment plusieurs types de modèles peuvent être utilisés pour mieux décrire la diffusion des pullulations dans l'espace.

Enfin, dans une troisième partie, **la question de la lutte** est abordée selon trois orientations. COEURDASSIER *et al.* reviennent sur l'impact des traitements à base d'anticoagulants sur la faune non cible. BERNY et VEIN dressent le point des travaux sur l'émergence de résistances à la bromadiolone chez le campagnol terrestre. Trois articles abordent ensuite la difficile question du **passage d'une lutte curative**, quand les symptômes sont les plus visibles mais avec des effets désastreux sur la faune non cible, **à une lutte préventive** qui doit se mener à basse densité, lorsque les campagnols sont encore très peu visibles. COUVAL et TRUCHETET développent la notion de « boîte à outils » visant à la fois l'adaptation des pratiques de gestion des prairies (alternance fauche/pâture, fertilisation, lutte contre certaines espèces, pression de pâturage...), la modification des structures paysagères et le contrôle des populations en prenant l'exemple des contrats de lutte

1 : Les programmes de développement interrégionaux comme le Programme CasDar « Campagnol terrestre et méthodes de lutte raisonnée », initié en 2007 entre l'Auvergne et la Franche-Comté, avec le concours d'équipes de recherche pluridisciplinaires (INRA, Université de Franche-Comté, VetAgro Sup, AgroSupDijon) et d'application (Services régionaux de la protection des végétaux, Fédérations de groupements de défense, Chambres d'Agriculture) en est une illustration. Ce programme s'est ensuite prolongé grâce à des financements de l'appel d'offre pesticides 2010 et du Commissariat du massif du Jura.

2 : sigles et acronymes sont définis en page 348.

raisonnée en Franche-Comté. VERILHAC *et al.* procèdent à une analyse comparative des luttes alternatives menées dans les Alpes, en Auvergne et en Franche-Comté. Enfin, MORLANS et MICHELIN rendent compte des travaux anthropologiques menés dans l'Ain, en Auvergne et en Franche-Comté. Ceux-ci visent à mieux **comprendre le vécu et les motivations des éleveurs, et analyser comment mieux les aider à intégrer le processus écologique de la pullulation dans la conduite de leur exploitation**, en croisant leurs contraintes technico-économiques avec les dimensions sociales.

Nous avons laissé la parole à un agriculteur fortement engagé dans la lutte (Fabrice CUENOT) pour conclure ce numéro par sa vision de l'avenir.

Enfin, nous souhaitons évoquer la mémoire de deux personnes qui ont beaucoup œuvré pour le développement des travaux dans ce domaine, Pierre DELATTRE de l'INRA et Régis DEFFAUT de la FREDON Franche-Comté et à qui nous dédions ce numéro.

Accepté pour publication,
le 26 octobre 2014.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DELATTRE P., GIRAUDOUX P. (2009) : *Le campagnol terrestre : prévention et contrôle des populations*, Editions Quae, 248 p.
- DUHAMEL R., QUÉRÉ J.P., DELATTRE P., GIRAUDOUX P. (2000) : "Landscape effects on the population dynamics of the fossorial form of the water vole (*Arvicola terrestris scherman*)", *Landscape Ecology*, 15, 89-98.
- GIRAUDOUX P. (2014) : "Équilibre écologique et santé des écosystèmes : entre mythe biologique et consensus social", *Nature et culture*, Colloques de l'Institut Universitaire de France, Presses Universitaires de Saint Etienne, sous presse.
- GIRAUDOUX P., PRADIER B., DELATTRE P., DEBLAY S., SALVI D., DEFAUT R. (1995) : "Estimation of water vole abundance by using surface indices", *Acta theriologica*, 40, 77-96.
- GIRAUDOUX P., DELATTRE P., HABERT M., QUERE J.P., DEBLAY S., DEFAUT R., DUHAMEL R., MOISSENET M.F., SALVI D., TRUCHETET D. (1997) : "Population dynamics of fossorial water vole (*Arvicola terrestris scherman*): a land usage and landscape perspective", *Agric. Ecosyst. Environ.*, 66, 47-60.
- GIRAUDOUX P., CRAIG P.S., DELATTRE P., BARTHOLOMOT B., BAO G., BARNISH G., HARRAGA S., QUÉRÉ J.P., RAOUL F., WANG Y.H., SHI D., VUITTON D. (2003) : "Interactions between landscape changes and host communities can regulate *Echinococcus multilocularis* transmission", *Parasitology*, 127, 121-131.
- JACQUOT M., COEURDASSIER M., COUVAL G., RENAUDE R., PLEYDELL D., TRUCHETET D., RAOUL F., GIRAUDOUX P. (2013) : "Using long-term monitoring of red fox populations to assess changes in rodent control practices", *J. Applied Ecology*, 50, 1406-1414.
- KOPP R. (1993) : *Etude de l'impact de la forme fougèreuse du Campagnol terrestre, Arvicola terrestris scherman (Shaw), sur la végétation d'une prairie*, Diss. Université de Lausanne (CH), Faculté des Sciences.
- LECLERQ B., DEBROSSES R., GIRAUDOUX P. (1997) : "Cycles démographiques du campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*), et reproduction et cinétique des populations de Tetraonidae du massif du Risoux (Jura)", *Gibier et Faune Sauvage*, 14, 1, 31-47.
- LIDICKER W.Z.J. (1995) : "The landscape concept: something old, something new", Lidicker W.Z.J. (éd), *Landscape approaches in mammalian ecology and conservation*, University of Minnesota Press, 3-19.
- LIDICKER W.Z. (2000) : "A food web / landscape interaction model for microtine rodent density cycles", *Oikos*, 91, 435 - 445.
- MORILHAT C., BERNARD N., BOURNAIS C., MEYER C., LAMBOLEY C., GIRAUDOUX P. (2007) : "Responses of *Arvicola terrestris scherman* populations to agricultural practices, and to *Talpa europaea* abundance in eastern France", *Agriculture Ecosystems and Environment*, 122, 392-398.
- MORILHAT C., BERNARD N., FOLTETE J.C., GIRAUDOUX P. (2008) : "Neighbourhood landscape effect on population kinetics of the fossorial water vole (*Arvicola terrestris scherman*)", *Landscape Ecology*, 23, 569-579.
- QUÉRÉ J.P., LE LOUARN H. (2011) : *Les rongeurs de France, Faunistique et biologie*, Editions Quae, 312 p.
- VEIN J., GRANDEMANGE A., COSSON J.F., BENOIT E., BERNY P.J. (2011) : "Are water vole resistant to anticoagulant rodenticides following field treatments?", *Ecotoxicology*, (London, England), doi:10.1007/s10646-011-0700-7
- WILSON D.E., REEDER D.A.M. (2005) : *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*, vol. 12, JHU Press.



Association Française pour la Production Fourragère

La revue *Fourrages*

est éditée par l'Association Française pour la Production Fourragère

www.afpf-asso.org



AFPF – Centre Inra – Bât 9 – RD 10 – 78026 Versailles Cedex – France

Tél. : +33.01.30.21.99.59 – Fax : +33.01.30.83.34.49 – Mail : afpf.versailles@gmail.com

Association Française pour la Production Fourragère