

Estimer les dégâts du Campagnol terrestre en prairie naturelle

J.P. Quéré¹, J.P. Garel², C. Rous²,
B. Pradier³, P. Delattre¹

L'augmentation des surfaces en herbe dans les régions de moyenne montagne engendre des pullulations fréquentes de campagnols. Estimer les dégâts et les pertes qui en découlent pose des problèmes méthodologiques. Leur résolution est cependant un préalable nécessaire à la mise en place de stratégies de lutte intégrée contre ces ravageurs.

RÉSUMÉ

Les pullulations de campagnols terrestres causent des dégâts qui affectent la production fourragère, quantitativement et qualitativement. Les protocoles d'évaluation des dégâts sont difficiles à mettre en place à l'échelle parcelle. Les enquêtes régionales posent des problèmes, faute d'indicateurs performants. A l'échelle de l'exploitation, il est possible d'étudier l'impact des campagnols comme le prouvent les données recueillies au domaine INRA de Marcenat (Auvergne) pendant 17 ans sur l'évaluation des populations et de la production fourragère. Des pertes de récolte importantes (45%) sont enregistrées lorsque de fortes densités de population coïncident avec des conditions climatiques défavorables. Une première simulation de l'impact des dégâts a pu être établie grâce à l'utilisation d'indicateurs pertinents.

MOTS CLÉS

Arvicola terrestris, Auvergne, campagnol, dégât, déprédateur, facteur climat, moyenne montagne, prairie permanente, production fourragère, simulation.

KEY-WORDS

Arvicola terrestris, Auvergne region, climatic factor, damage, depredator, field vole, forage production, medium highland, permanent pasture, simulation.

AUTEURS

1 : Université de Montpellier II, Biologie et Gestion des Pullulations, ISEM, CC 64, F-34095 Montpellier cedex 5.

2 : I.N.R.A., Domaine de La Borie, Marcenat, F-15190 Condat.

3 : S.R.P.V. Auvergne, R.N. 89, Site de Marmilhat, F-63370 Lempdes.

CORRESPONDANCE

J.P. Quéré, Université de Montpellier II, ISEM, CC 64, F-34095 Montpellier cedex 5 ; mail : quere@isem.univ-montp2.fr

Les pullulations du Campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*) affectent la production fourragère des régions montagneuses du Massif Central, du Jura et des Alpes (de 400 à 1 200 m d'altitude). Elles modifient profondément l'état des prairies, ce qui entraîne souvent la mise en place de luttés chimiques contre les campagnols et parfois la remise en état des prairies. L'estimation des dégâts et des pertes subies est difficile à chiffrer à l'échelle de la parcelle et de l'exploitation, en raison des fluctuations de population difficilement prévisibles et des variations importantes des conditions climatiques.

A partir des données recueillies pendant 17 ans sur le domaine INRA de Marcenat (Cantal), nous avons cherché à estimer les dégâts causés par le Campagnol terrestre en tenant compte des principaux facteurs de variation de production : le climat et le mode d'exploitation des prairies.

Matériel et méthodes

1. Site d'étude

Le domaine INRA de Marcenat (45° 24' N, 2° 50' E) est situé dans la région d'estive du Cézallier à 1 100 m d'altitude, entre les Monts du Cantal et les Monts Dore. Il est composé de trois exploitations, distantes de 7 à 10 km les unes des autres et situées sur les communes de Landeyrat, Lugarde et Marcenat. L'ensemble de la surface (430 ha) est couvert de prairies permanentes, exploitées en fauche et pâture (40%) ou en pâture exclusive (60%).

Les conditions climatiques sont celles de la moyenne montagne humide, marquée par des précipitations bien réparties avec des déficits hydriques estivaux peu fréquents. La pluviométrie annuelle est de 1 200 mm et la température moyenne annuelle de 7°C.

2. Evaluation des populations de campagnols et calendrier des traitements

L'échantillonnage des populations de campagnols a été réalisé à deux échelles spatiales :

- **à l'échelle régionale**, une estimation du niveau d'abondance des campagnols a été établie chaque année de 1979 à 1996 par les Services de la Protection des Végétaux, pendant la période hivernale et pour toutes les communes des départements du Cantal et du Puy-de-Dôme, sur la base d'une méthode indiciaire (GIRAUDOUX *et al.*, 1995) distinguant quatre niveaux :

- 0 : commune sans trace d'activité ou faible présence de campagnols,

- 1 : commune avec présence inférieure à 200 individus/hectare,

- 2 : commune avec présence supérieure à 200 individus/ha sur une partie de la superficie,

- 3 : commune avec présence supérieure à 200 individus/ha sur toute la superficie ;

- **à l'échelle du domaine de Marcenat**, les densités de population de campagnols ont été estimées par piégeage, de 1987 à 1996, au printemps et/ou en automne, sur différentes parcelles fauchées des trois exploitations. Cette méthode d'échantillonnage fournit une estimation du nombre d'individus par hectare (PASCAL, 1984). Elle n'a été appliquée qu'au cours des années pour lesquelles le piégeage était possible (traces détectables).

Des **traitements à base de bromadiolone** (HABERT *et al.*, 1991) ont été réalisés, dans le cadre des luttes collectives, en 1980-1981, 1987-1989 et 1993-1994, sur les prairies de fauche dont les densités estimées étaient supérieures à 100 campagnols/ha.

3. Evaluation de la production des prairies et de la qualité des fourrages

■ Evaluation du potentiel de production en placettes expérimentales

Le potentiel de production des prairies varie d'une année à l'autre en fonction des conditions climatiques. Son évaluation est menée dans des placettes expérimentales en conditions de fertilisation non limitante selon la méthode citée par DE MONTARD (1981) et protégées en permanence contre les campagnols par piégeage et lutte chimique. La croissance de l'herbe est évaluée à différents âges (7, 14, 21, 28 et 42 jours), sur deux parcelles de 10 m² (prélèvements de bandes de 10 m x 0,08 m), et comparée aux données météorologiques provenant d'une station située à proximité de cet essai. Un potentiel de production annuel est évalué sur la base d'une production en "rythme foin" intégrant une 1^{re} coupe le 10 juillet, une seconde le 20 août et une 3^e le 1^{er} octobre. La 1^{re} coupe correspond au "1^{er} cycle" du rythme foin. Les deux coupes suivantes correspondent aux "repousses".

Une classification des différentes années d'étude en trois catégories a été établie : sont classées "années favorables" celles pour lesquelles le seuil de 7 t MS/ha/an est dépassé, "années défavorables" celles pour lesquelles le seuil de 5,5 t MS/ha/an n'est pas atteint, et "années moyennes" les intermédiaires (JEANNIN *et al.*, 1984).

■ Evaluation de la production en parcelles expérimentales

Les récoltes en 1^{er} cycle et en repousses ont été mesurées chaque année, hormis les années de pullulations, dans un ensemble de parcelles représentatives des exploitations de Landeyrat et de

Lugarde, sur des surfaces respectivement égales à 17 et 16 ha. Les résultats sont exprimés en tonnes de matière sèche (MS) par hectare et servent à établir les corrélations entre le potentiel de production évalué dans les placettes et la production de ces parcelles. A Marcenat, la majorité des prairies récoltées sous forme de foin a été déprimée (par pâturage printanier et passager du bétail) à des stades très variables et la relation entre production et potentiel de production n'y a, de ce fait, pas été établie.

■ Evaluation globale des récoltes du domaine de Marcenat

Une évaluation globale (en t MS), incluant les récoltes de foin du 1^{er} cycle et des repousses d'une part, les ensilages d'autre part, est établie chaque année pour le domaine de Marcenat.

■ Mesure de la qualité des fourrages

Les teneurs en matières minérales, en azote et en cellulose brute ont été mesurées pour les fourrages récoltés et conservés pour chacune des parcelles (dont la taille varie de 5 à 15 ha). Chaque analyse parcellaire porte sur un ensemble regroupant une cinquantaine de prélèvements.

La souillure des prairies par les taupinières et celle des fourrages par la terre provoquent des refus qui ont été mesurés :

- **en prairie**, par les suppléments de surface de pâturage mis à disposition du bétail pour maintenir un chargement "normal" de vaches allaitantes (PETIT *et al.*, 1995) dans des essais de pâturage (15 à 20 kg de MS offerte par couple mère - veau),

- **à l'auge**, par l'observation des refus de fourrages distribués à des moutons en cage à bilan et par l'analyse de leur teneur en matière minérale.

4. Estimation des dégâts

En raison de l'irrégularité de la distribution spatio-temporelle des populations de campagnols, nous avons adopté une approche particulière qui porte sur quatre points :

- **La production des prairies expérimentales de Landeyrat et Lugarde au cours du 1^{er} cycle a été comparée à la production théorique attendue**, c'est-à-dire au potentiel de production qui intègre l'effet des variations climatiques annuelles. Toute la surface des prairies de fauche ayant été récoltée au cours du 1^{er} cycle, le **critère "production/ha"** est utilisable.

- **L'évaluation de l'impact des pullulations sur le bilan de récolte** (1^{er} cycle, repousses) est possible car le mode d'exploitation et le niveau de chargement animal sont restés relativement constants au

cours de l'étude. Le critère "production/ha" n'est pas utilisable pour les repousses car seuls les excédents non pâturés sont fauchés en regain et la coupe n'est effectuée que si la production attendue par hectare est suffisante (i.e. supérieure à 1,5 t MS/ha). Dans ce cas, le facteur de variation utilisable n'est plus la production mais la **"surface récoltée au second cycle"**.

Quelques ajustements ont été effectués pour faire face aux aléas climatiques et aux dégâts de la pullulation de 1988-1989 : le pâturage des fauches à Landeyrat en 1989 par manque d'herbe, et la réduction des surfaces ensilées en 1988 et 1989 (en raison des risques de contamination par la terre).

Une simulation de l'impact des pullulations sur le bilan de récolte a été réalisée pour une exploitation herbagère de 100 ha de moyenne montagne, avec un chargement de 0,85 UGB/ha. Elle s'appuie sur la classification des différentes années dites "favorables", "moyennes" et "défavorables". Deux niveaux de dégâts ont été envisagés : niveau "moyen" avec des dégâts d'automne et "fort" avec des dégâts de printemps et d'automne.

- **L'effet des pullulations sur la qualité des foins et des ensilages a été mesuré par la teneur moyenne en matières minérales pour l'ensemble des fourrages** de chaque année. **L'impact de la plus importante pullulation** de campagnols (1987-1989) sur la contamination des fourrages a été **estimé par les refus des moutons en cage à bilan**. La période de référence "sans pullulation" a été la période 1991-1993, avec un mode d'exploitation des parcelles identique. Nous avons considéré que les fourrages étaient contaminés lorsque la teneur en matières minérales du fourrage distribué dépassait 13% ou lorsque celle des refus dépassait 15% (DEMARQUILLY et ANDRIEU, 1989).

- **L'estimation des surfaces à ressemer après le passage des vagues de pullulation** est fondée sur une évaluation du **degré de recouvrement des prairies** étalonné de 1 à 9 (grille d'évaluation de la pérennité des prairies établie par le Comité Technique Permanent de la Sélection (CTPS) : 1 : disparition complète de la prairie, 9 : couvert végétal intact).

Résultats

1. Evolution des populations de campagnols et des surfaces traitées

De 1979 à 1996, comme l'ensemble des communes du Massif Central, les prairies du domaine de Marcenat ont été touchées par **trois vagues de pullulations de campagnols** : de l'automne 1979 au printemps 1981, de l'automne 1986 à l'automne 1989 et durant l'année 1994. La pullulation de 1986-1989 se distingue des deux autres par sa durée (3 ans contre 1 an en 1994) et par son amplitude (densi-

Année	Saison*	Evolution des populations de campagnols						Calendrier des traitements (% de S traité, S = surface fauchée)		
		Marcenat		Landeyrat		Lugarde		Marcenat	Landeyrat	Lugarde
		Score*	Densité*	Score*	Densité*	Score*	Densité*	(S = 67 ha)	(S = 65 ha)	(S = 45 ha)
1979	P									
	A	1		1		2				
1980	P						40	26	78	
	A	1		1		2				
1981	P						36	11	29	
	A	0		0		0				
1982-1985	P									
	A	0		0		0				
1986	P									
	A	1		1		0				
1987	P									
	A	2		2	550	1	87	37		
1988	P				65		16	54	88	
	A	2		3	720	2	100	49	62	
1989	P		50		0	35	31	63		
	A	2	25	0	15	90	66		88	
1990	P		-		-	0	16	9		
	A	0	10	0	0	40				
1991	P		0		0	10				
	A	0	0	0	0	15				
1992	P		0		10	0				
	A	0	0	0	10	0				
1993	P		-		0	-				
	A	0	-	0	-	0				
1994	P		-		125	-	74	63		
	A	0	-	2	310	70	12	88		
1995	P		-		0	-				
	A	0	-	0	0	50				
1996	P		-		0	0				
	A	0	-	0	0	-				

* De 1979 à 1996, les niveaux d'abondance sont définis par des scores (0 à 3), de 1987 à 1996 ils sont exprimés en densité (= nombre d'individus/ha) ; P : printemps, A : automne

tés deux fois supérieures à celles de 1994). Les trois exploitations du domaine n'ont pas été touchées de façon comparable. Celle de Landeyrat a subi plus fortement les deux pullulations de 1987-1989 et de 1993-1994 (tableau 1).

Pendant la pullulation de 1987-1989, la totalité des prairies de fauche des exploitations de Landeyrat et de Marcenat a été traitée au moins une fois contre les campagnols (tableau 1). Pendant les deux autres pullulations, la moitié des surfaces environ a été traitée.

2. Variations annuelles du potentiel de production de la prairie

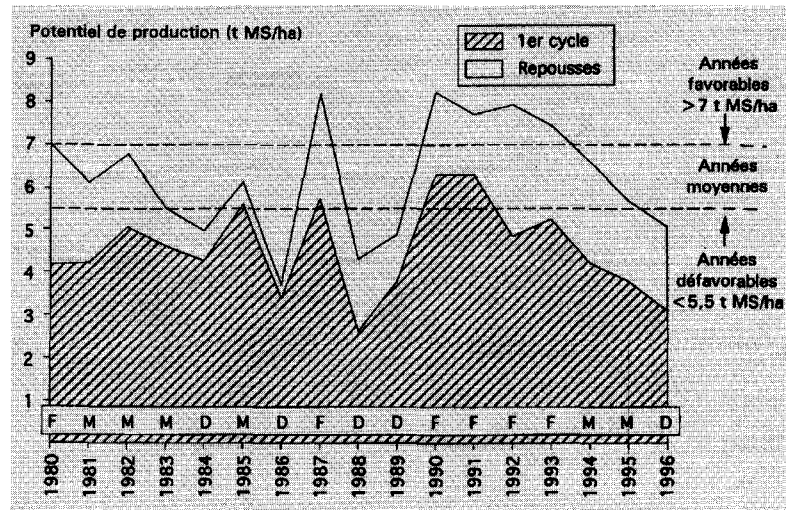
Pendant la durée de l'étude, le potentiel de production de la prairie naturelle fertilisée varie de 4 à 9 t MS/ha/an. Le potentiel de pro-

TABLEAU 1 : Evolution de 1979 à 1996 des populations de campagnols et calendrier des traitements sur le domaine de Marcenat.

TABLE 1 : Changes in vole populations on the Marcenat Estate from 1979 to 1996 and programme of treatments.

FIGURE 1 : Variations annuelles du potentiel de production de fourrages et classement climatique des années (F, M et D : années "favorables", "moyennes" et "défavorables").

FIGURE 1 : Annual variations in forage production potential and grading of years by weather (F, M, D : "favourable", "medium", and "unfavourable" years).

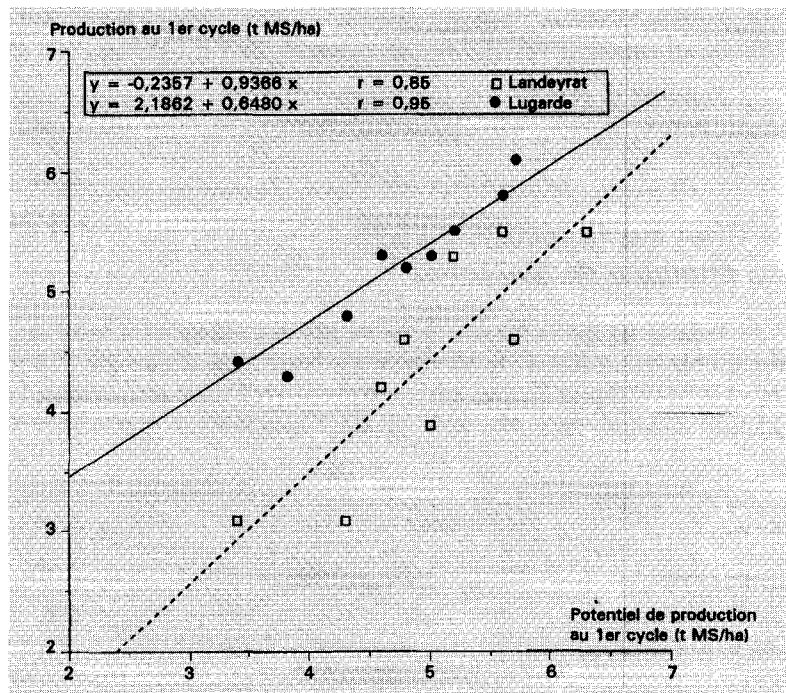


duction du 1^{er} cycle varie de 2,6 à 6,3 t MS/ha (soit de 60% à 92% du potentiel annuel), celui des repousses de 0,3 à 3,1 t MS/ha (figure 1).

Au cours du 1^{er} cycle, la production des prairies naturelles non déprimées et non touchées par les campagnols est étroitement liée au potentiel de production pour les deux exploitations pour lesquelles ce calcul est autorisé, Landeyrat ($r = 0,85$) et Lugarde ($r = 0,95$), avec une différence significative (au seuil de 0,001) entre la production des deux exploitations (figure 2).

FIGURE 2 : Corrélations entre potentiel de production et production des parcelles expérimentales des exploitations de Landeyrat et de Lugarde, établies pour pour le 1^{er} cycle des années sans pullulation.

FIGURE 2 : Correlations between production potential and production of experimental plots on the farms of Landeyrat and Lugarde, set up for the 1^{er} cycle of the years without pullulation.



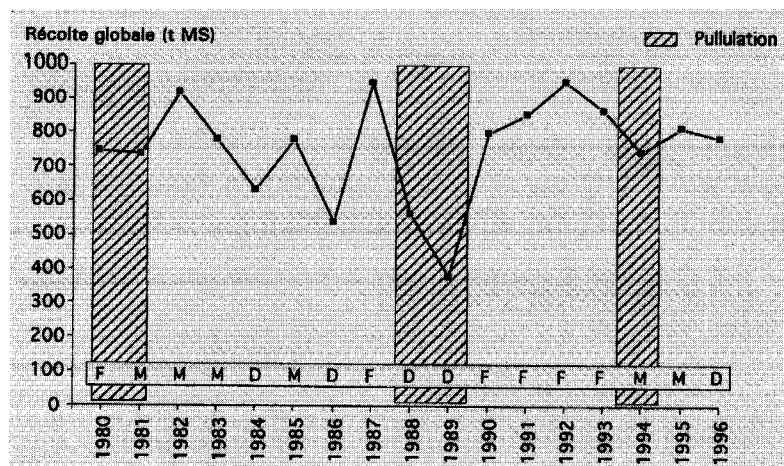


FIGURE 3 : Variations de la récolte globale annuelle du domaine de Marcenat de 1980 à 1996 (F, M et D : années climatiquement "favorables", "moyennes" et "défavorables").

FIGURE 3 : Variations in the total annual yield of the Marcenat Estate from 1980 to 1996 (F, M, D : "favourable", "medium", and "unfavourable" years).

3. Evaluation des dégâts des campagnols

■ Effet sur la production des prairies

Pendant le 1^{er} cycle, l'impact des campagnols terrestres n'est perceptible qu'en 1989 à Landeyrat. Sur ce site, le déficit fourrager s'est produit pendant la phase de déclin des populations de campagnols en raison de la détérioration importante de la prairie et de sa lente régénération. Il se traduit par une baisse de 2 t MS/ha. Cette perte de production est globalement comparable au déficit des années "défavorables" 1986 et 1988 par exemple, au cours desquelles les déficits liés au climat de l'année sont en moyenne de 1,5 t MS/ha.

Pendant la période des repousses, l'effet des campagnols sur la production de la prairie n'est perceptible dans aucune des trois exploitations.

■ Effet sur la récolte globale du domaine de Marcenat

Pour la période 1980-1996, la récolte des fourrages a varié sur l'ensemble du domaine de Marcenat de façon importante (de 375 à 915 t MS/an, figure 3). Ces variations sont en liaison étroite avec le potentiel de production annuel ($r = 0,90$). Une analyse de variance met

Année	"favorable"		"moyenne"		"défavorable"	
	n années	Récolte	n années	Récolte	n années	Récolte
Année sans pullulation	5	880	4	820	3	650
Année avec pullulation	1	744	2	738	2	470

TABEAU 2 : Analyse comparative des récoltes globales annuelles (t MS/an), sur le domaine de Marcenat, selon l'existence de pullulations de campagnols et le type d'année climatique.

TABLE 2 : Comparative analysis, on the Marcenat Estate, of the total annual harvests (t DM/year), according to existence of pullulating voles and to weather type.

en évidence un effet hautement significatif entre le potentiel de production des années "favorables" ($p = 0,0002$), "moyennes" ($p = 0,0014$) et "défavorables", mais non entre les années "favorables" et "moyennes" sur les récoltes totales. L'effet "pullulation" ($p = 0,029$) sur les récoltes totales est aussi hautement significatif. L'analyse ne met pas en évidence d'interaction ($p = 0,66$) entre ces deux paramètres (potentiel de production et pullulation). **L'effet cumulatif des deux conditions défavorables (potentiel climatique défavorable et pullulation) accentue encore la perte de récolte** qui est de 46% par rapport à une année "favorable" sans pullulation (tableau 2).

■ Effet sur la qualité des fourrages

Sur l'ensemble de la période, **les teneurs en matières minérales sont restées faibles dans les foins (8,0%) et les repousses (9,8%, tableau 3). Celles des ensilages ont été plus élevées** et ont varié de façon plus importante que celles des foins (de 8 à 14%). Les variations annuelles observées sur les fourrages récoltés ou conservés n'ont pas pu être reliées à l'activité des campagnols terrestres. Au cours de la forte pullulation (1987-1989), une partie des fourrages a été contaminée (10 lots sur 49 contre 6 lots sur 64 en période de référence : $\chi^2 = 1,95$, NS au seuil de 0,05). Les ensilages ont été plus touchés (5 lots sur 16 en période de pullulation contre 0 sur 13 en période de référence : probabilité exacte de Fisher = 0,04, différence significative).

Les teneurs en matières azotées totales et en cellulose brute n'ont pas été affectées et ne dépendent que du mode de récolte.

Au cours de la pullulation de 1994 et pendant les périodes de repousses, **la contamination de l'herbe par la terre** a conduit à augmenter les surfaces proposées en pâturage de 30% en période sèche et de 50% en période de pluie.

TABLEAU 3 : Taux moyen de matières minérales des fourrages conservés sur le domaine de Marcenat (en % MS ; n : nombre total de lots de fourrages analysés).

TABLE 3 : Mean contents of minerals in the stored forages of the Marcenat Estate (% DM ; n : number of forage samples analysed).

Année	Foins (n = 223)	Ensilages (n = 97)	Repousses (n = 42)
1981	7,6	9,3	9,6
1982	5,9	10,2	9,2
1983	7,8	10,6	11,3
1984	9,0	12,7	9,3
1985	8,0	12,7	-
1986	8,7	13,1	-
1987	8,8	14,0	10,4
1988	7,8	10,6	12,7
1989	8,2	10,1	-
1990	8,4	9,9	-
1991	7,5	10,4	9,5
1992	8,6	10,2	9,8
1993	7,8	8,7	9,5
1994	8,4	10,1	8,8
1995	7,9	9,4	7,8
1996	7,4	11,5	10,0
Moyenne	7,99	10,84	9,83
Ecart-type	0,74	1,52	1,24

■ Effet sur le potentiel de régénération des prairies

Les prairies temporaires, à plus faible densité d'engazonnement, ont été plus touchées que les prairies naturelles qui se sont régénérées spontanément. A Landeyrat, sur 48 petites parcelles de prairie temporaire, la note de recouvrement qui était en moyenne de 8 avant pullulation (1985) est passée à 4 en période de prolifération (1988) et à 1 en fin de pullulation (1989). Parallèlement, la prairie naturelle (8 parcelles contiguës) est restée au niveau 4 en 1988 et 3 en 1989.

En 1989, dans l'exploitation de Landeyrat, le passage de la vague de pullulation a nécessité le réensemencement de toutes les parcelles de dactyle, soit 24 des 29 ha de prairie temporaire.

Discussion

1. Difficultés d'une étude d'impact

Estimer les dégâts causés en prairie par le passage des pullulations du Campagnol terrestre **pose des problèmes méthodologiques** liés à la diversité des attaques et des conditions d'observation. Les pullulations durent localement de une à quatre années et se propagent à une échelle régionale en prenant naissance à partir de quelques zones localisées (GIRAUDOUX *et al.*, 1997, DUHAMEL *et al.*, 1999) comme le feraient de gigantesques incendies. Elles s'inscrivent dans des cycles qui durent de 5 à 7 ans et sont d'amplitude et d'étendue très variables.

A l'échelle sectorielle, le pourcentage de prairies, habitat du Campagnol terrestre, et leur degré de connectivité sont des facteurs qui déterminent le risque et l'intensité des pullulations (GIRAUDOUX *et al.*, 1997). A l'échelle parcellaire, des mécanismes de régulation (prédation, maladies parasitaires...) conditionnent la durée des pullulations et la densité de population de campagnols (quelques dizaines à plus d'un millier d'individus par hectare).

Les parcelles qui supportent plusieurs centaines de campagnols pendant plusieurs années sont entièrement dévastées. Par ailleurs, il n'est pas possible de prévoir les lieux précis qui seront atteints par les pullulations, ni de prévenir l'infestation d'une parcelle. En conséquence, un protocole d'évaluation des dégâts qui serait établi à cette échelle ne ferait que souligner la diversité des attaques, dans le temps et dans l'espace, et n'offrirait aucune possibilité d'extrapolation.

Pour des raisons à la fois biologique, pratique et économique, **l'échelle spatiale minimale, et peut-être optimale, à laquelle peuvent être estimés les dégâts, serait donc celle de l'exploitation.** A des échelles plus larges, les résultats de la démarche macro-économique conduite par RUANT (1998), et évaluant l'incidence économique

du Campagnol terrestre sur un échantillon de 28 exploitations des cantons de Vercel et de Levier en Franche-Comté, soulignent le caractère réducteur d'une approche globale à ces échelles et les difficultés d'identifier des indicateurs fiables. L'étude de cas, réalisée par ce même auteur, sur la base des résultats économiques de deux de ces exploitations, apporte en revanche des résultats significatifs et révèle l'importance des pertes économiques de l'une des deux exploitations.

2. Conditions favorables à une étude d'impact

Le domaine INRA de Marcenat, avec ses trois exploitations réparties sur trois communes différentes, intègre à un niveau spatial adéquat une part de la diversité des situations que peut rencontrer, pendant son passage, une vague de pullulation. En outre, **plusieurs facteurs** autorisant une étude d'impact et son éventuelle extrapolation **y sont réunis** :

- **la durée de l'étude** (17 ans) intègre trois cycles de pullulation d'intensités variables et une grande diversité de situations climatiques ;

- l'influence des conditions climatiques peut être prise en compte grâce à un dispositif expérimental d'étude de croissance de la prairie qui permet **une évaluation du potentiel de production** ;

- **plusieurs indicateurs fiables du fonctionnement des exploitations sont accessibles**. Ils intègrent des aspects quantitatifs (récoltes en foin des premiers cycles et des repousses, % de surfaces réensemencées) et qualitatifs (teneur en cendres des fourrages et des ensilages, refus à l'auge, refus en prairie, potentiel de régénération des prairies).

3. Aspects quantitatifs et qualitatifs des conséquences d'une pullulation

L'analyse de l'ensemble des bilans des récoltes apporte les informations suivantes :

- **Au plan quantitatif, des pullulations d'intensité moyenne intervenant durant des années climatiquement favorables ou moyennes** (cas des pullulations de 1980-1981 et 1994, de durée n'excédant pas un an et présentant des densités de population de campagnols faibles à moyennes) **ont un impact modéré sur les récoltes** (diminution d'environ 15% des récoltes), comparable à celui induit par des conditions climatiques défavorables (années 1984, 1986, 1996) sans campagnols. **Des pullulations de durée et d'amplitude plus élevées** (caractérisées par des densités supérieures à 500 individus/ha), et intervenant **durant des périodes climatiques défavorables, ont un impact plus important : perte d'environ la moitié des récoltes** (45% en moyenne pour les années 1988 et 1989).

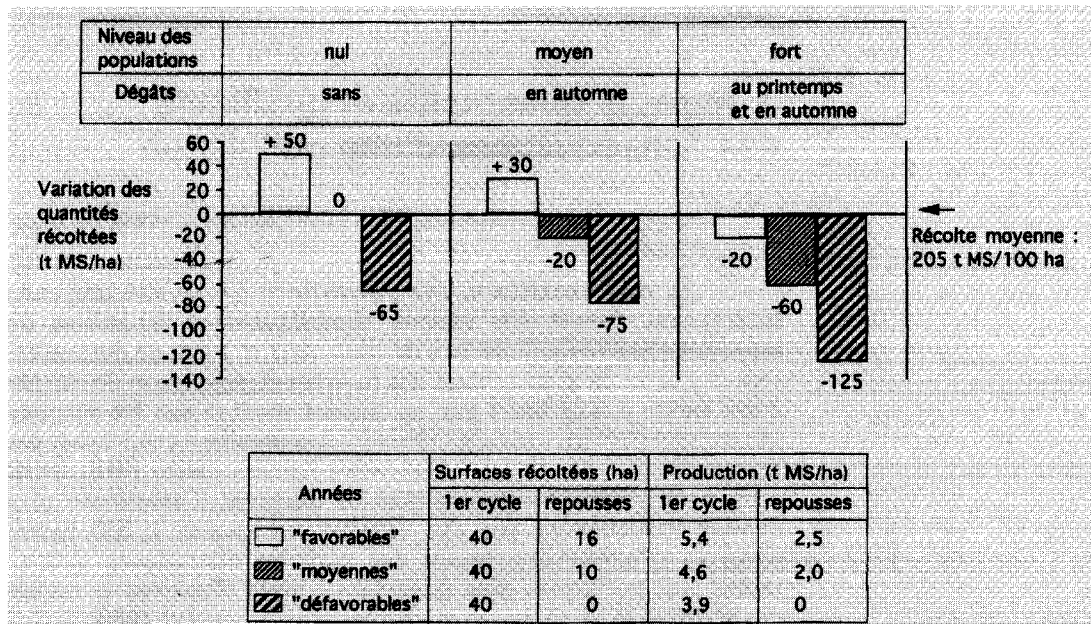
Ces valeurs sont globalement comparables à celles présentées par MONNET (1995) qui enregistre, en Franche-Comté, pour la pullulation de 1993, des pertes de fourrage de 25 et 33% dans des exploitations respectivement traitées et non traitées contre le Campagnol terrestre. L'auteur explique l'efficacité relativement faible de ces traitements par leur caractère souvent tardif, partiel, ou printanier en comparaison à des traitements précoces, généralisés sur de grandes surfaces et automnaux, considérés comme plus efficaces.

Une simulation de l'impact des campagnols est possible (figure 4). Elle est représentative des pertes subies par une exploitation herbagère de 100 ha, conduite dans des conditions comparables à celles du domaine INRA de Marcenat et partiellement contrôlée par un programme de traitement chimique. Elle fait apparaître le faible impact de la pullulation des campagnols en année climatiquement favorable et **met en évidence l'importance du déficit fourrager lorsque la pullulation se produit en année défavorable**. Dans ce dernier cas, **le déficit fourrager résulte principalement des pertes subies au cours du premier cycle**. Des coûts supplémentaires ont été enregistrés liés au réensemencement des prairies entièrement dévastées et aux traitements réalisés contre les campagnols.

- Du point de vue qualitatif, les teneurs en cendres des fourrages secs récoltés au cours du 1^{er} cycle sont restées faibles grâce à la généralisation des traitements printaniers en 1988 et 1989, à un réglage adapté des barres de coupe pendant les périodes de pullulation et à l'action mécanique du fanage qui réduit considérablement le taux de terre. En revanche, on a constaté **une augmentation du nombre de refus à l'auge, pour les ensilages**, refus attribuables à une teneur en cendres plus élevée. Des taux de cendres supérieurs à 15% ont été mesurés dans les refus de foin et d'ensilages, comparés

FIGURE 4 : Simulation des conséquences des pullulations en fonction de leur intensité et des conditions climatiques pour une exploitation herbagère type de 100 ha située à 1 100 m d'altitude dont 40 ha sont conduits en prairie de fauche et 60 ha en prairie pâturée. Les pertes au cours du premier cycle (dégâts de printemps) et sur les repousses (dégâts d'automne) sont estimées respectivement à 1 t MS/ha et à 30% de la production escomptée par ha. Les années défavorables, l'équivalent de 15 t MS de foin est distribué au pâturage.

FIGURE 4 : Simulation of the consequences of pullulations according to their intensities and the weather conditions on a typical grassland farm at 1 100 m asl. altitude with 100 ha, of which 40 ha meadows and 60 ha grazed pastures. Losses during the first growth cycle (Spring damages) and on aftermaths (Autumn damages) are estimated respectively at 1 t DM/ha and 30% of the anticipated production per ha. In unfavourable years, 15 t DM of hay are distributed to the grazing stock.



à moins de 10% en moyenne dans les autres lots analysés. La présence de terre dans les ensilages peut modifier les qualités fermentaires (augmentation des spores butyriques) avec des répercussions importantes sur la qualité du lait. Les techniques actuelles de récolte qui utilisent le préfanage et l'enrubannage, pour des fourrages récoltés entre 30 et 50% de matière sèche, y sont particulièrement sensibles.

D'autres formes de dégâts résultent de la présence des tumulus (GIRAUDOUX *et al.*, 1995) et des réseaux de galeries :

- La présence de tumulus nécessite le passage répété d'une herse de prairie (2 à 3 fois par an selon l'infestation des parcelles). Elle a par ailleurs un effet préjudiciable sur le développement d'adventices difficiles à maîtriser (chardons notamment).

- La présence des réseaux de galeries favorise la création d'un microrelief préjudiciable au passage du matériel de récolte à vitesse normale pendant deux à trois années. Elle facilite la recolonisation des prairies par les taupes induisant à nouveau l'obligation de "raboter" les taupinières.

A ces différentes sources de pertes **s'ajoutent encore la dégradation de la flore, l'usure accélérée du matériel et les pertes de temps induites par les nombreux travaux supplémentaires.** Une estimation des pertes moyennes subies par une exploitation nécessiterait en conséquence la mise en place d'un protocole permettant d'estimer la part des pertes apparaissant "au champ", "à l'étable" et "à l'analyse des fourrages et du lait".

Conclusion

Ce premier bilan fait apparaître des dégâts évidents mais probablement très minorés par rapport à ceux d'une exploitation moyenne. Le Domaine de Marcenat appartient en effet à une région favorable à la prairie et où la régénération est rapide, même après une destruction importante. Ceci a évité un recours important au semis. Par ailleurs, la haute technicité du Domaine, caractérisée notamment par une surveillance attentive des populations de campagnols, associée à des traitements répétés, a permis de limiter les populations au printemps, de réaliser des récoltes au printemps et en été dans des conditions convenables et de maintenir le potentiel de régénération de la prairie, ce qui n'aurait pas été le cas dans une exploitation moyenne de 100 ha à 2 UTH (Unité de Travail Humain).

L'impact des pullulations de campagnols peut être important dans des exploitations même lorsqu'une surveillance et un contrôle de leurs populations sont assurés. L'expérience acquise dans les conditions du Domaine de Marcenat apporte un choix **d'indicateurs pertinents au niveau des exploitations pour évaluer les dégâts** causés par les pullulations, parmi lesquels les plus opérationnels sont **l'évaluation des niveaux d'abondance et le climat de l'année.**

L'association de ces deux indicateurs permet une estimation des pertes sous réserve :

- que l'évaluation des niveaux d'abondance soit établie par l'exploitant sur un nombre suffisant de parcelles, représentatives de l'ensemble de son exploitation,

- qu'une évaluation suffisamment précise des déficits hydriques soit réalisée à l'échelle de l'exploitation.

D'autres indicateurs, tels que les surfaces pâturées supplémentaires, le taux de dégradation des prairies, les surfaces réensemencées peuvent apporter des informations supplémentaires mais relèvent davantage de services plus spécialisés.

Accepté pour publication, le 17 mars 1999.

Remerciements

Nos remerciements à E. FICHET (UM2), B. JEANGROS (Station Fédérale de Recherches en Production Végétales de Changins Nyon, Suisse) et D. TRUCHETET (SRPV, Besançon) pour leurs remarques sur la première version du manuscrit.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DEMARQUILLY C., ANDRIEU J. (1989) : "Les fourrages", *Alimentation des bovins, ovins, caprins*, Ed. Jarrige R., INRA, Paris, 315-335.
- DUHAMEL R., DELATTRE P., QUÉRÉ J.P., GIRAUDOUX P. (1999) : "Landscape effect on the population dynamics of the fossorial form of the water vole (*Arvicola terrestris*)", *Landscape Ecology*, 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., QUÉRÉ, 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 use and landscape perspective", *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 66, 47-60.

- JEANNIN B., GAREL J.P., BÉRANGER C., MICOL D. (1984) : "Utilisation de prairies permanentes et temporaires par un troupeau de vaches allaitantes en zone de demi-montagne humide", *Fourrages*, 98, 19-39.
- HABERT M., PASCAL M., PRADIER B. (1991) : "Le Campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*)", *Les vertébrés ravageurs des végétaux. Aspects spécifiques*, Ed. Ministère de l'Agriculture et de la Forêt, *Bulletin Technique d'Information*, 2, 27-31.
- MONNET J.B. (1995) : *Impact économique du campagnol en région de montagne*, Mémoire B.T.S.A., Besançon, 40 pp.
- DE MONTARD F. (1981) : "L'action des facteurs climatiques sur la croissance de l'herbe. Exemple de la prairie à *Agrostis tenuis* et *Poa pratensis* des Monts d'Auvergne", *Fourrages*, 85, 39-52.
- PASCAL M. (1984) : "Méthode d'échantillonnage d'un rongeur souterrain, la forme fouisseuse du Campagnol terrestre (*Arvicola terrestris scherman*). Recherche des limites d'utilisation de la méthode", *Acta Œcologica, Ecologia Applicata*, 5, 303-317.
- PETIT M., D'HOUR P., GAREL J.P. (1995) : "Le troupeau de vaches allaitantes au pâturage", *Rencontres Recherches Ruminants*, 2, 45-54.
- RUANT J. (1998) : *Incidence technico-économique du Campagnol terrestre (*Arvicola terrestris scherman Shaw*) dans les exploitations agricoles du Haut-Doubs*, Mémoire d'ingénieur, ENITA, 68 pp.

SUMMARY

Estimation of damages caused by field voles on grasslands

French grasslands, on hill lands of low or medium altitudes (Massif Central, Jura and Northern Alps, between 400 and 1 200 m asl.) are regularly subjected to attacks by pullulating field voles. These animals come in pullulating waves every 5 - 7 years, which last for 1 or 2 years. Their damages affect forage production both quantitatively and qualitatively, modifying considerably the state of the pastures, often requiring their overhauling or even their re-seeding. It is difficult to set up evaluation procedures for the damages at the plot scale (particularly in view of the variable duration of pullulations, and of variable densities of vole populations, of climatic and edaphic conditions). Surveys at the regional level raise other problems, through lack of performing indicators. At the farm level however, we are able, over a period of 17 years, to collect information on the evaluation of vole populations, and on forage production. Considerable yield losses (of the order of 45%) have been recorded when large population densities coincided with unfavourable weather conditions. This study gives a first simulation of the effect of the damages and supplies a choice of pertinent indicators for the evaluation at the farm level of the damages caused by pullulations.