

EFFETS DU BRÛLAGE DIRIGÉ
SUR LES PEUPELEMENTS D'ORTHOPTÈRES D'UNE FORMATION PÂTURÉE
EN MOYENNE MONTAGNE (ALPES-MARITIMES, FRANCE)

Michèle LEMONNIER-DARCEMONT¹

SUMMARY

From 1996 to 1998 we measured the effects of controlled fire on grazed grassland of medium mountains in central and peripheral areas of Mercantour National Park. The studied habitats evolve towards *Genista cinerea* heathlands on one hand (areas not grazed by sheep) and degraded grasslands (overgrazed up to 1996), on the other hand. In burnt areas, a few specialist species have vanished, but the general structure of the Orthopteran population has not changed, the majority of the observed species being ubiquitous with a good ecological valence. However, fire is an additional stress for this ecosystem weakened by overgrazing which maintains it in a juvenile status. Controlled fire should be used carefully, leaving numerous unburned areas, which act as refuge for insects. Then, the land has to be grazed early after ligneous clearing by fire, in order to avoid to reiterate this action, in the medium term.

RÉSUMÉ

L'impact du feu dirigé sur des pelouses pâturées de moyenne montagne, en zone périphérique et centrale du Parc National du Mercantour a été mesuré de 1996 à 1998. Les milieux étudiés tendent vers l'homogénéisation avec d'une part la lande à *Genista cinerea* (zones de refus des brebis) et les pelouses dégradées d'autre part (zones surpâturées jusqu'en 1996). Dans les zones incendiées nous constatons la disparition de quelques espèces spécialisées mais pas de grands changements dans la structure du peuplement d'Orthoptères qui est constitué d'une majorité d'espèces ubiquistes, dotées d'une bonne valence écologique. Néanmoins, le feu représente un stress supplémentaire pour cet écosystème déjà mis à mal par le surpâturage, et il contribue à le maintenir dans un état juvénile. Le brûlage devrait être utilisé avec parcimonie, tout en préservant de nombreux îlots de végétation, qui sont autant de milieux refuges pour l'entomofaune. Enfin, il importe que l'abrouissement par le bétail s'effectue rapidement après l'éclaircissement des ligneux, afin d'éviter à moyen terme le renouvellement de cette pratique.

¹ Hameau de Saint-Donat, 240 chemin du Vignaou, F -83440 Callian.
E-mail : Lemonniergeem@aol.com

INTRODUCTION

Depuis toujours les éleveurs ont essayé de restreindre la phase de nourrissage des animaux en bergerie, en les laissant profiter au maximum des ressources pastorales offertes par les espaces naturels. Dans ce type de pâturage extensif, les bêtes sont laissées quasiment libres dans leur itinéraire et effectuent un tri sélectif afin de ne consommer que les espèces où les parties des végétaux qu'elles trouvent les plus appétentes. Certaines plantes comme le Genêt cendré sont très peu prélevées et forment des zones de refus qui finissent par devenir impénétrables, réduisant progressivement le territoire de parcours du troupeau. Les feux pastoraux utilisés autrefois de façon plus ou moins anarchique pour éclaircir ces milieux, sont heureusement en voie de disparition. Désormais, cette pratique est reprise par des équipes spécialisées, contrôlée et réalisée à une époque où les conséquences directes sur la faune sont limitées. Sur le secteur de « la Villette », dans le Parc National du Mercantour, un protocole d'étude a été mis en place de 1996 à 1998, pour connaître l'impact éventuel du feu dirigé sur la faune et notamment sur l'entomofaune.

Jusqu'en 1996, l'ensemble du secteur étudié subit la pression d'un troupeau de brebis de race Mérinos, de 800 à 900 têtes, qui arrive selon les années entre mai et début juillet puis gagne les quartiers d'alpage jusqu'à mi-septembre (avec retours réguliers vers les bergeries et les points d'eau, empruntant les mêmes passages). Les bêtes restent ensuite à proximité des granges jusqu'aux premières neiges. Il en résulte une dégradation du tapis végétal dans certains secteurs surpâturés et un envahissement progressif de la lande à Genêt cendré dans les zones de refus. Afin de refréner cette dynamique de la lande, qui forme par endroits des fourrés lignifiés de moins en moins pénétrables par les moutons, un premier feu est réalisé à la requête de l'éleveur durant l'hiver 1995-1996 en zone périphérique du Parc National du Mercantour, suivi d'un second l'année suivante, en zone centrale. A partir de 1997, malgré ces aménagements, le berger qui craint des attaques de loup, change d'estive et déserte le site, qui ne sera plus pâturé par la suite.

Les insectes Orthoptères très représentatifs de ce type de milieu, ne posent pas de difficultés d'échantillonnage. Ils représentent en outre, un matériel biologique idéal, qui réagit bien aux facteurs d'évolution du milieu liés aux activités humaines comme de nombreux auteurs l'ont déjà démontré (*e.g.* Anderson, 1964 ; Guéguen, 1976, 1981, 1990 ; Guéguen-Genest & Guéguen, 1987 ; Voisin, 1986, 1995 ; Tatin *et al.*, 2000).

SITE ET MÉTHODES D'ÉTUDE

Le site de « la Villette » est situé dans la vallée de la Vésubie (Fig. 1) sur la commune de la Bollène-Vésubie (Alpes-Maritimes). Il est compris dans la zone intermédiaire des biogéographes, inclus dans l'étage montagnard (1 365 m-1 375 m d'altitude) et dans la série mésophile du Pin sylvestre (Ozenda, 1981). Les sols sont en majorité calcaires.

Trois placettes sont sélectionnées en fonction de leur homogénéité et de leur similitude au niveau de l'altitude, de l'orientation et du type de milieu :

(P1), dans la zone périphérique du Parc National a été éclaircie par le feu durant l'hiver 1995-1996. Cette placette, orientée au sud-est se situe à l'extrême

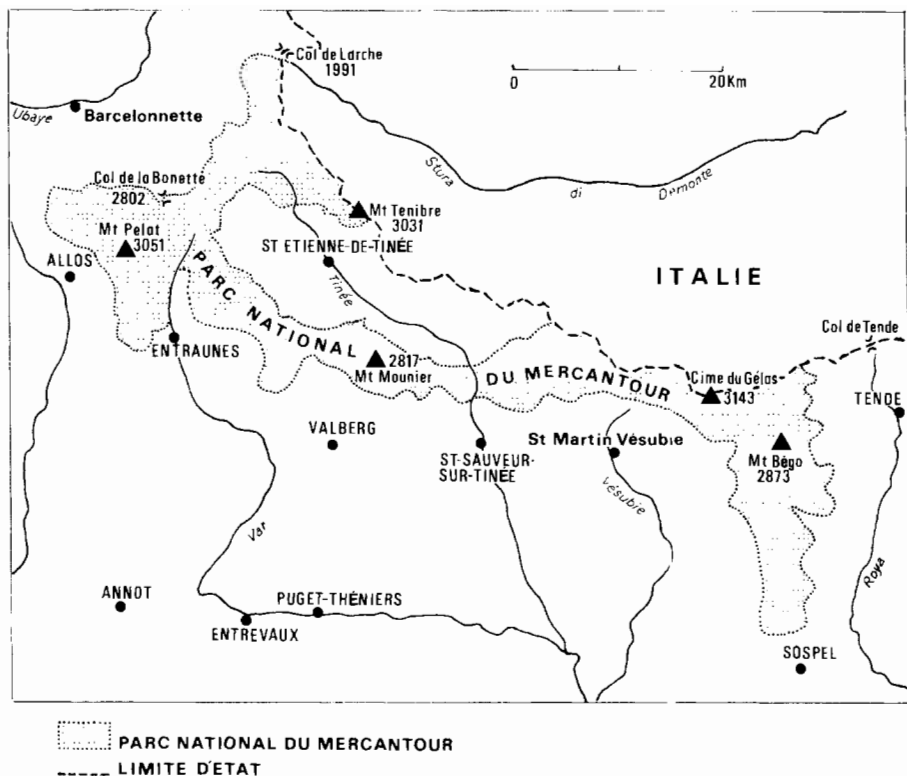


Figure 1. — Localisation de la zone d'étude.

ouest du site. La phytocénose est à dominante herbacée et comporte des îlots de végétation dense et haute avec quelques buissons de *Buxus sempervirens*, *Genista cinerea*, *Lavandula vera* et *Rosa* sp. En 1997 et surtout en 1998, le recouvrement herbacé est relativement compact et homogène.

(P2), dans la partie brûlée en hiver 1996-1997. Station exposée plein sud. En été 1997, après le feu hivernal, environ 10 % du recouvrement végétal était occupé par les ligneux, principalement *Lavandula vera* et *Genista cinerea* avec de nombreux rejets.

(P3), dans le secteur test, non modifié au cours de ces trois années. Elle jouxte la placette précédente et possède la particularité de n'avoir jamais été brûlée (du moins en ce qui concerne ces quatre dernières années). Il s'agit de terrasses recouvertes sur près de 30 à 35 % par *Genista cinerea*. Depuis 1996 les zones de pelouse s'amenuisent, graduellement enserrées par la lande.

Les Orthoptères adultes représentent le matériel biologique de base de cette étude, les larves souvent difficiles à déterminer au rang spécifique sont regroupées dans le même ensemble et comptabilisées uniquement dans les mesures globales, biomasse fraîche / ha et densité / are. L'échantillonnage s'est étendu chaque année

de fin juillet à septembre, période optimum d'apparition des populations d'imagos dans les Alpes (Dreux, 1962, 1972).

Notons dans ce travail une probable sous-estimation des populations de Tetrigidae et de Gryllidae, qui provient d'une méthode d'échantillonnage peu appropriée à ces groupes d'insectes géophiles, qui se capturent plutôt comme les Coléoptères à l'aide de pièges fixes.

Deux méthodes complémentaires ont été mises en œuvre pour caractériser les communautés d'Orthoptères du site :

(1) *Échantillonnage au biocénomètre*. Il s'agit d'un cadre d'1 m², recouvert de grillage plastique fin de type moustiquaire et qui est lancé de façon aléatoire, une dizaine de fois par placette. Cette technique, déjà éprouvée dans les Alpes par Isern-Vallverdù, Pedrocchi-Renault & Voisin (1993), s'avère surtout efficace pour mesurer la densité des espèces dominantes et ne peut être utilisée que sur un terrain plat ou peu pentu (pente \leq à 15°).

Ce dénombrement nous permet de mesurer la biomasse fraîche et la densité des individus, mais aussi de calculer différents indices, notamment :

- Indice d'abondance moyen (I_a) : moyenne des individus échantillonnés par prélèvement.

- Indice de diversité de Simpson (I_s), d'après Barbault (1992) :
$$I_s = \frac{1}{\sum_{i=1}^S P_i^2}$$

où P_i désigne l'abondance relative de l'espèce i , dans l'échantillon composé de S espèces. I_s varie de 1 (une seule espèce présente) à S (toutes les espèces présentes ont la même abondance).

- Indice d'équitabilité (E_s) :
$$E_s = \frac{I_s - 1}{S - 1}$$
 où S désigne le nombre d'espèces

constituant l'échantillon. L'équitabilité varie de 0 à 1 : elle tend vers 0 quand la presque totalité des effectifs est concentrée sur une espèce, elle est de 1 quand toutes les espèces ont la même abondance.

(2) *Relevé à vue et à l'ouïe (chant)*. Technique relative appliquée par Dreux (1962, 1972), Marty (1968), Defaut (1978), Voisin (1979, 1980, 1986) et Luquet (1985), qui consiste à noter au fur et à mesure les insectes observés ou identifiés grâce à leurs stridulations. Seuls les spécimens douteux sont collectés et ce procédé possède l'énorme avantage de n'occasionner aucune perturbation dans le peuplement. S'il n'atteint pas le niveau de précision de l'échantillonnage au biocénomètre, il permet néanmoins une prise en compte des espèces les plus rares de la station.

RÉSULTATS

PI : PLACETTE BRÛLÉE DANS L'HIVER 1995/1996

1996 : après le brûlage dirigé hivernal, c'est sur ce site où nous observons les indices d'abondance les plus élevés (Tableau I).

1997 : les indices d'abondance diminuent mais la richesse et la diversité spécifique augmentent.

TABLEAU I

Répartition des espèces par placette : P1, P2, P3

Espèces	1996			1997			1998		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
<i>Leptophyes punctatissima</i> (Linné, 1792)						■			
<i>Meconema thalassinum</i> (De Geer, 1773)							■		
<i>Platycleis albopunctata albopunctata</i> (Goeze, 1778)				■					
<i>Pholidoptera fallax</i> (Fischer, 1853)		■	■				■	■	■
<i>Yersinella raymondi</i> (Yersin, 1860)		■	■				■	■	■
<i>Ephippiger terrestris terrestris</i> (Yersin, 1856)	■	■	■		■		■	■	■
<i>Nemobius sylvestris</i> (Linné, 1792)			■		■		■	■	■
<i>Tetrix bipunctata bipunctata</i> (Linné, 1758)			■						
<i>Calliptamus siciliae</i> (Ramme, 1927)							■		
<i>Psophus stridulus stridulus</i> (Linné, 1758)				■		■			
<i>Oedipoda germanica</i> (Latreille, 1804)					■		■	■	■
<i>Arcyptera fusca</i> (Pallas, 1773)	■			■					
<i>Chrysochraon brachypterus</i> (Ocksay, 1826)	■	■	■	■	■	■	■		■
<i>Stenobothrus lineatus</i> (Panzer, 1796)	■	■	■	■	■	■	■		
<i>Stenobothrus rubicundulus</i> Kruseman & Jeekel, 1967	■		■						
<i>Gomphocerippus rufus</i> (Linné, 1758)			■				■		■
<i>Stauroderus scalaris</i> (Fischer von Waldheim, 1846)				■					■
<i>Chorthippus biguttulus biguttulus</i> (Linné, 1758)				■	■	■	■	■	■
<i>Chorthippus dorsatus dorsatus</i> (Zetterstedt, 1821)				■	■	■	■	■	■
<i>Euchorthippus declivus</i> (Brisout, 1848)				■	■	■	■	■	■

Uniquement relevé à vue et à l'ouïe ■

Relevé au biocénomètre ■

1998 : la biomasse est supérieure à celle des autres placettes pour un nombre d'individus moyen. C'est sans doute la résultante d'une plus forte proportion dans les relevés de grosses espèces telles que les *Ephippiger* ou les femelles de *Calliptamus*.

Une évolution vers un système plus mature est clairement pressentie à la lecture du diagramme rangs-fréquences (Tableau II). De nouvelles populations s'installent dans un biotope qui se complexifie, les niches écologiques se diversifient.

La richesse spécifique et l'indice de diversité de Simpson augmentent régulièrement (Fig. 2). La cicatrization du milieu après le feu dirigé s'opère d'autant plus

TABLEAU II

Paramètres des Orthoptères sur P1, en août-septembre 1996-1998

	1996	1997	1998
Indice d'abondance moyen (I_a)	11,2	5,1	8,6
Indice de diversité de Simpson (I_s)	2	2,4	2,6
Indice d'équitabilité (E_s)	0,3	0,3	0,2
Biomasse en kg / hectare	28,2 kg	10 kg	21,5 kg
Nombre individus / are	1 770	555	890

aisément dans ce secteur, que la pression pastorale a toujours été moins importante (situé à l'écart du parcours quotidiennement emprunté par les ovins). D'autre part, la proximité de zones riches en Orthoptères, particulièrement à l'ouest de la placette, facilite l'expansion de certains taxa à partir de ces biotopes.

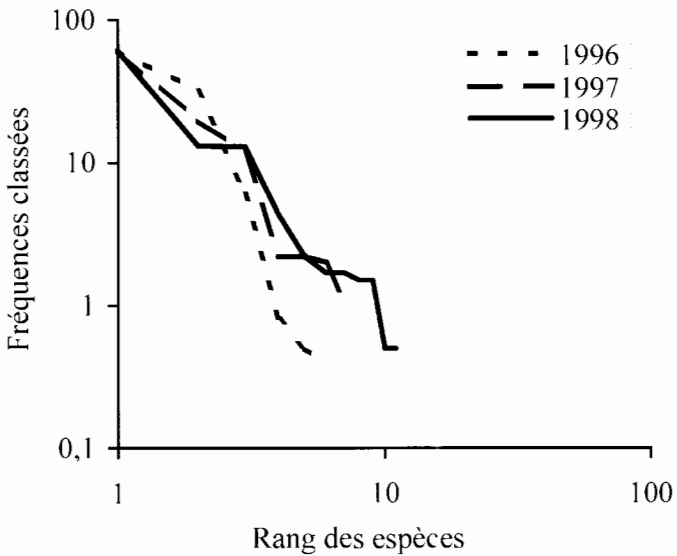


Figure 2. — Diagramme rang-fréquence des peuplements d'Orthoptères sur P1, entre 1996 et 1998.

P2 : PLACETTE BRÛLÉE DÉBUT MARS 1997

1996 : la structure végétale s'avère relativement hétérogène et le peuplement d'Orthoptères affiche une diversité moyenne légèrement supérieure à celle de P1.

1997 : bien que nous notions une légère prépondérance des paramètres d'abondance, les écarts observés par rapport aux autres stations sont minimes.

1998 : richesse et diversité spécifiques évoluent peu en regard des années précédentes et les paramètres d'abondance sont toujours assez hauts.

Après le brûlage dirigé, nous notons peu de bouleversements dans la structure du peuplement d'Orthoptères, si ce n'est l'absence de *Pholidoptera fallax* (Fischer, 1853) et de *Yersinella raymondi* (Yersin, 1860), espèces plutôt liées aux formations végétales denses, souvent riches en ligneux (Tableau III, Fig. 3).

TABLEAU III

Paramètres des Orthoptères sur P2, en août-septembre 1996-1998

	1996	1997	1998
Indice d'abondance moyen (I_a)	8,5	6,9	10
Indice de diversité de Simpson (I_s)	2,3	2,2	2,3
Indice d'équitabilité (E_s)	0,3	0,5	0,4
Biomasse en kg / hectare	16 kg	11,3	17,8g
Nombre individus / are	1 340	705	1 030

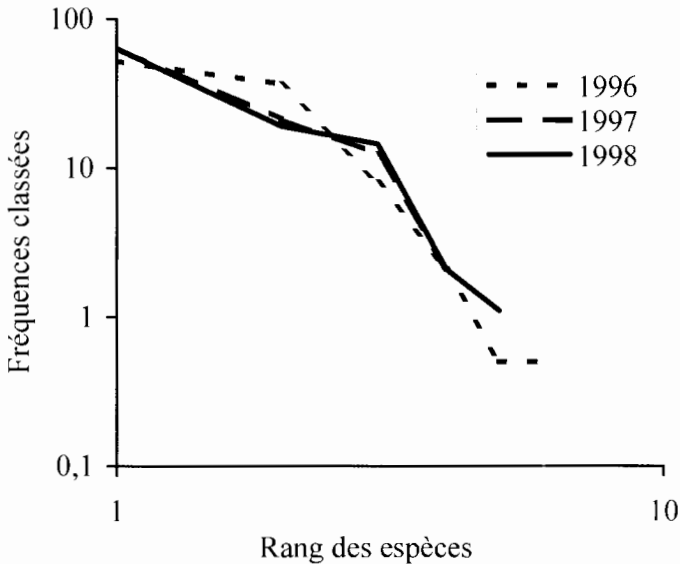


Figure 3. — Diagramme rang-fréquence des peuplements d'Orthoptères sur P2, entre 1996 et 1998.

P3 : PLACETTE NON ÉCLAIRCIE PAR LE FEU

1996 : diversité spécifique et biomasse sont faibles. Autour de *Chorthippus dorsatus dorsatus* (Zetterstedt, 1821) largement dominant, nous observons un nombre d'espèces variées mais aux effectifs très réduits.

1997 : l'importante hausse des indices de diversité nous donne à penser que ce secteur est utilisé comme zone refuge par bon nombre de populations à la recherche de biotopes riches en ligneux, que le feu hivernal a détruits en grande partie sur les parcelles voisines. C'est surtout le cas pour *Leptophyes punctatissima* (Bosc, 1792), *Yersinella raymondi* (Yersin, 1860), *Pholidoptera fallax* (Fischer, 1853) ou *Gomphocerippus rufus* (Linné, 1758).

1998 : la diversité spécifique est en chute libre.

La zone test progresse de façon inéluctable vers une formation végétale monospécifique et fermée, de moins en moins propice aux Orthoptères, ce qui entraîne en 1998 l'effondrement de la biomasse et de la diversité (Tableau IV, Fig. 4).

TABLEAU IV

Paramètres des Orthoptères sur P3, en août-septembre 1996-1998

	1996	1997	1998
Indice d'abondance moyen (I_a)	5.4	4.7	5.3
Indice de diversité de Simpson (I_s)	1.9	3.4	1.7
Indice d'équitabilité (E_s)	0.1	0.4	0.2
Biomasse en kg / hectare	14.5	8.8	14.3
Nombre individus / are	1 390	490	840

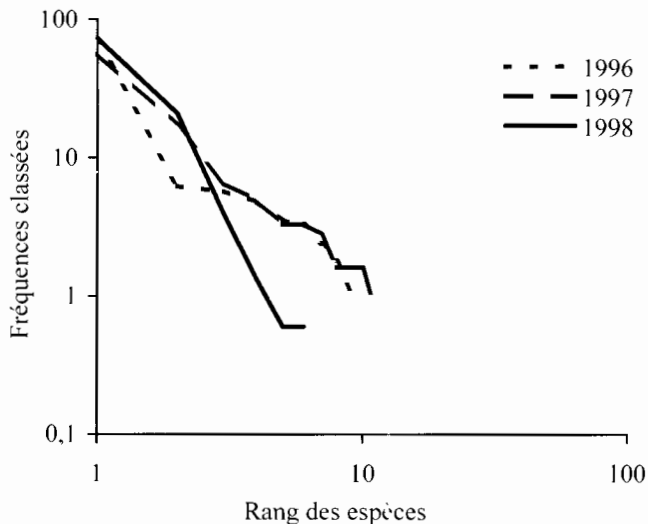


Figure 4. — Diagramme rang-fréquence des peuplements d'Orthoptères sur P3, entre 1996 et 1998.

DISCUSSION

Nous sommes en présence de milieux qui tendent vers l'homogénéisation en progressant d'une part vers la lande à Genêt cendré (zones de refus des brebis) et d'autre part vers les pelouses dégradées (zones surpâturées jusqu'en 1996). Les différents peuplements d'Orthoptères sont dominés par trois espèces banales à large valence écologique : *Chorthippus dorsatus dorsatus* (Zetterstedt, 1821) qui arrive en tête avec 60 à 65 % de représentation en moyenne sur les trois ans, selon les stations. Il est suivi de *Chorthippus biguttulus biguttulus* (Linné, 1758) qui atteint 10 à 15 % et d'*Euchorthippus declivus* (Brisout, 1848) avec une moyenne de 20 % sur P1 et P2 mais au-dessous de 5 % sur P3.

Dans les zones incendiées, nous constatons la disparition de quelques espèces spécialisées mais pas de grands changements dans la structure du peuplement qui est constitué d'une majorité d'espèces ubiquistes et doté d'une grande élasticité, ce qui lui permet de retrouver rapidement ses modalités antérieures. Toutefois, l'abandon du pastoralisme sur l'ensemble du site dès 1997, complexifie quelque peu l'interprétation des résultats, les conséquences du feu pouvant être pondérés par l'arrêt du pacage : différenciation de micro-habitats, multiplication des ressources trophiques, etc.

La plupart des auteurs s'accordent à dire que dans les milieux de lande, de maquis ou de garrigue en région méditerranéenne, un feu dirigé hivernal de faible intensité a peu d'effet sur les peuplements d'insectes à court et moyen terme (Abel & Pons, 1998 ; Puissant & Prodon, 2002), contrairement aux conséquences néfastes observées après les incendies d'été (García *et al.*, 1995). Dans les milieux qui évoluent vers l'homogénéisation en se refermant, une certaine diversité biologique peut être favorisée par le brûlage dirigé. On note alors l'installation de nouvelles espèces, c'est par exemple le cas des Coléoptères coprophages qui accompagnent le retour des troupeaux sur les zones éclaircies (Bertrand & Lumaret, 1990).

Toutefois, dans les zones surpâturées, le feu représente un stress supplémentaire pour un écosystème déjà mis à mal par l'abrutissement et contribue à le maintenir dans un état juvénile (Mossot (Lemonnier) & Gandioli, 1998).

Il importe que le feu contrôlé soit utilisé avec parcimonie, tout en préservant de nombreux îlots de végétation, qui sont autant de milieux refuges pour l'entomofaune. En outre, il faut que l'abrutissement par le bétail s'effectue rapidement après l'éclaircissement des ligneux, pour endiguer une croissance accrue de la végétation, rajeunie par le brûlage.

La pression pastorale doit s'exercer de façon extensive et être gérée rationnellement, avec une meilleure conduite du cheptel visant à éviter les zones de refus et de ce fait restreindre le recours au feu.

REFERENCES

- ANDERSON, N. L. (1964). — Some relationship between grasshoppers and vegetation. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 57 : 736-742.
- BARBAULT, R. (1992). — *Écologie des peuplements. Structure, dynamique et évolution*. Paris, Masson.
- BERTRAND, M. & LUMARET, J.P. (1990). — *Impact du feu sur les Arthropodes du sol (faune circulante de surface, coprophages, mésofaune édaphique)*. Laboratoire de Zoogéographie, Université Montpellier, CEE EV4V-088-F (CD) : 62-73. (rapport non publié).

- DEFAUT, B. (1978). — Réflexion méthodologique sur l'étude écologique et biocénétique des Orthoptères. *Bull. Soc. d'Hist. Nat. Toulouse*, 114 : 7-16.
- DELMAS, R. & RAMBIER, A. (1950). — Notes orthoptérologiques. *Bull. Soc. Entom. France*, 55 : 35-40.
- DREUX, Ph. (1962). — Recherches écologiques et biogéographiques sur les Orthoptères des Alpes françaises. *Ann. Sci. Nat. Zool.*, 3 : 323-766.
- DREUX, Ph. (1972). — Recherches sur le terrain en auto-écologie des Orthoptères. *Acrida*, 1 : 305-330.
- GARCÍA, J.A., ENA, V., MEDIAVILLA, G., & TÁRREGA, R. (1995). — Explotación post-fuego por hormigas (*Hymenoptera, Formicidae*) en ecosistemas de *Quercus pyrenaica*. *Avances en Entomologia Iberica* : 91-100.
- GUÉGUEN, A. (1976). — *Recherches écologiques sur les Orthoptères des zones d'inculture de basse altitude ; cas particulier de Chrysochraon dispar (Gern.)*. Thèse de Doctorat de 3^e Cycle. Rennes.
- GUÉGUEN, A. (1981). — *Les peuplements d'Orthoptères indicateurs de l'évolution normale ou pathologique des milieux*. Rapport Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie. Comité Faune et Flore. Université de Rennes.
- GUÉGUEN-GENEST, M. C. & GUÉGUEN, A. (1987). — Effet du pâturage ovin sur la dynamique de population du Criquet de Sibérie *Gomphocerus sibiricus* Finot (*Orthopt. Acrididae*) dans une formation pâturée d'altitude. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 304 : 443-446.
- GUÉGUEN, A. (1990). — *Impact du pâturage ovin sur la faune sauvage : exemple des Orthoptères*. Rapport SRETIE-EGPN, Ministère de l'Environnement, Paris (rapport non publié).
- ISERN-VALLVERDÚ, J., PEDROCCI-RENAULT, C. & VOISIN, J.-F. (1993). — A comparison of methods for estimating density of grasshoppers (Insecta : Orthoptera) on alpine pasturelands. *Rev. Écol. Alpine Grenoble*, 11 : 73-80.
- LUQUET, G. (1985). — Les méthodes d'investigation appliquées à l'étude écologique des Acridiens du Mont-Ventoux (Vaucluse) (Orthoptera Caelifera Acridoidea). *Bull. Soc. Sci. Nat.*, 48 : 7-22.
- MARTY, R. (1968). — *Recherches écologiques et biochimiques sur les Orthoptères des Pyrénées*. Thèse de Doctorat d'Etat, Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse.
- MOSSOT, M. (LEMONNIER) & GANDIOLI, J. F. (1999). — *Étude de l'impact du feu sur les peuplements d'insectes Orthoptères au Col de Vence (Alpes-Maritimes) : 2^e année d'étude et synthèse*. Groupement d'Études Entomologiques Méditerranée ; Office National des Forêts, Nice (rapport non publié).
- OZENDA, P. (1961). — *Carte de la végétation de la France, feuille n°68, Nice*. Paris. C.N.R.S.
- OZENDA, P. (1981). — *Végétation des Alpes sud-occidentales*. Paris. C.N.R.S.
- PUISSANT, S. & PRODON, R. (2002). — Impact of controlled burning on grasshopper (Orthoptera) communities : a Pyrenean example. Pp. 233-247. in *Fire and Biological Processes*, Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- SIEMANN, E., HAARSTAD, J. & TILMAN, D. (1997). — Short-term and long-term effects of burning on oak savanna arthropods. *Amer. Midl. Nat.*, 137 : 349-361.
- TATIN, L., DUTOIT T. & FEY, C. (2000). — Impact du pâturage par les chevaux de Przewalski (*Equus przewalski*) sur les populations d'Orthoptères du Causse Méjean (Lozère, France). *Rev. Écol. (Terre Vie)*, 55 : 241-261.
- VOISIN, J.-F. (1979). — *Autoécologie et biogéographie des Orthoptères du Massif Central*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Pierre et Marie Curie (Paris 6).
- VOISIN, J.-F. (1980). — Réflexions à propos d'une méthode simple d'échantillonnage des peuplements d'Orthoptères en milieu ouvert. *Acrida*, 9 : 159-170.
- VOISIN, J.-F. (1986). — Évolution des peuplements d'Orthoptères dans le Canton d'Aime (Savoie). *Travaux scientifiques du Parc National de la Vanoise*, XV : 229-254.
- VOISIN, J.-F. (1995). — Observations sur une pullulation d'*Aeropus sibiricus* en Grande-Sassière (Savoie). *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 91 : 213-218.