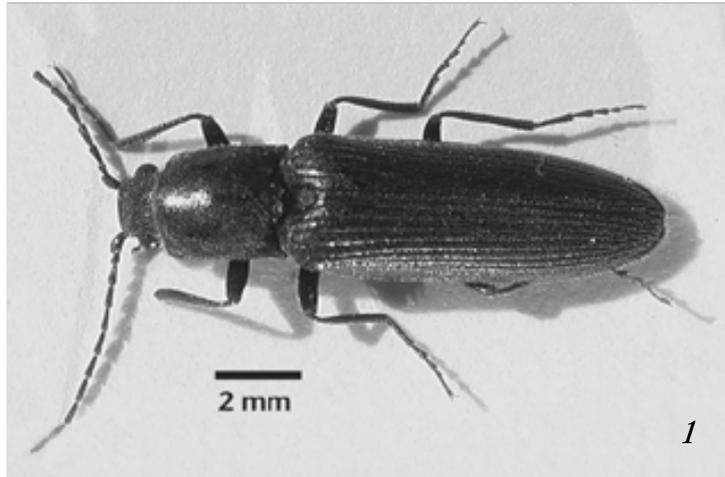
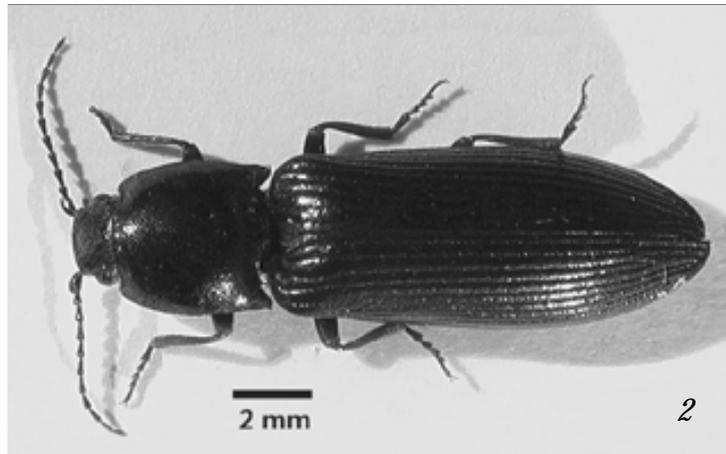


Photos: H. Ancine.



*Athous frigidus*  
1. mâle  
2. femelle



# FACTEURS DE CONSTITUTION D'ASSEMBLAGES ENTOMOLOGIQUES EN HAUTE PROVENCE : LE CAS DES ESPACES OUVERTS

Pierre FRAPA\*

## RÉSUMÉ :

Le présent travail vise en premier lieu à réduire une lacune dans la connaissance des espaces ouverts méridionaux en s'attachant, dans un ensemble biogéographique relativement homogène (la Haute Provence calcaire), à analyser la composition qualitative et quantitative des entomocœnoses de quatorze sites dans des situations diversifiées. Un protocole de piégeage au sol systématique a été mis en place pendant une campagne (1999) pour étudier quelques groupes d'arthropodes terricoles.

Sur la base des connaissances disponibles relatives à chacun des taxons entomologiques, l'auteur a recherché, à l'aide de différentes méthodes statistiques, des explications à la composition de leurs « assemblages ». Ceci permet de définir de grands ensembles géographiques, mais la résolution de cette définition, ainsi que l'identification des effets du pâturage restent assez grossières, sans doute du fait des problèmes d'échantillonnage. Le caractère oro-méditerranéen du Massif du Luberon est mis en évidence avec une entomofaune nettement méridionale à laquelle s'ajoute un certain nombre d'éléments aux affinités montagnardes connues.

## Mots-clés :

Provence calcaire, Luberon, plateau de Valensole, entomocœnotique, milieux ouverts, terricoles, coléoptères, hétéroptères, Gryllidae, blattes, dermaptères.

## ABSTRACT :

### *PATTERNS OF INSECT ASSEMBLAGES IN OPEN LANDSCAPES OF HAUTE PROVENCE*

*The first aim of this work is to document mediterranean entomofauna in open landscapes. It focuses on a quite homogeneous biogeographic zone: the limestone upper Provence. It studies the entomocoenosis compositions of fourteen plots where a pitfall trapping was settled in order to catch ground-active arthropodes.*

*With available knowledge about biology of each taxa, and several statistical methods, the author tried to explain the composition patterns of assemblages. Here are outlined great geographical territories, but resolution matters and identification of grazing effects were not clear, because of possible sampling bias. The oro-mediterranean component of the Luberon massif is outlined the coexistence of mediterranean and alpine taxa*

## Keywords :

*limestone Provence, Luberon, Valensole plateau, entomocoenosis, open environments, ground-active arthropodes, Coleoptera, Heteroptera, Gryllidae, Blattoptera, Dermaptera.*

---

\* IMEP - UMR CNRS 6116, Université d'Aix-Marseille III, Pavillon Villemin, Domaine du Petit Arbois, F-13 290 Aix-les-Milles  
Adresse actuelle: Place de la Mairie, F-04700 Entrevennes.

## INTRODUCTION

Ce travail se place dans la continuité des nombreuses recherches conduites depuis une dizaine d'années sur les espaces ouverts. Les travaux concernant la flore sont relativement nombreux. On trouvera une bibliographie abondante dans les articles de Véla *et al.* (1998a, 1998b, 2001), parus dans ces pages. Peu d'auteurs européens ont approché les entomocénoses méditerranéennes des milieux ouverts et secs. Bigot *et al.* (1983) notaient que la « *richesse entomologique des milieux ouverts est 6 fois supérieure à celle des chênaies et 12 fois supérieure à celle des pinèdes* ». À travers une palette de sites d'espaces « ouverts » représentatifs de la Haute Provence calcaire, nous avons voulu tenter de révéler la structuration spatiale des populations d'insectes à l'intérieur de l'espace concerné (Frapa, 2002). Il s'agit ainsi de faire apparaître la diversité de ces milieux et de favoriser encore la prise en compte de leur richesse dans les politiques locales de gestion.

Les historiens de la période contemporaine ont bien décrit le phénomène de la redistribution des populations humaines sur le territoire dans le courant du xx<sup>e</sup> siècle. La dynamique d'intensification de l'agriculture, particulièrement rapide à partir des années cinquante, a entraîné une concentration des activités de production sur les terres les plus facilement mécanisables. De larges pans des espaces ruraux, considérés comme de peu d'intérêt au plan économique, perdent jusqu'à leur statut d'espaces productifs. Cette évolution se traduit le plus souvent par une fermeture des milieux, par une reconquête forestière. Ce processus représente une tendance lourde. Cette situation est d'autant plus délicate que, au plan sociologique, les boisements (« l'arbre ») bénéficient d'une image beaucoup plus positive d'une façon générale que les zones de parcours qui représentent souvent la phase ultime de l'extensification, avant l'abandon.

Si les espaces pastoraux qui, en termes de superficie, occupent une part considérable de ces territoires sont évidemment artificiels, ils résultent de la co-évo-

lution séculaire, voire millénaire, des activités humaines et des facteurs biotiques. Ils constituent donc un élément majeur du patrimoine des régions concernées. À ce titre, ils représentent un champ d'un très grand intérêt scientifique où se recoupent de nombreuses disciplines : histoire, ethnologie, sociologie et, bien sûr, écologie. Sur ce dernier plan, les biocénoses qui s'y sont installées, constituées à partir d'éléments de provenances diverses, dont les biotopes originaux ont parfois disparu, présentent une grande originalité.

On notera que cette prise de conscience a touché, depuis quelques années déjà, de nombreux gestionnaires d'espaces naturels qui ont accueilli, suscité et coordonné bon nombre de travaux visant à une meilleure connaissance de ces milieux et à l'optimisation de leur gestion<sup>1</sup>.

La flore, notamment phanérogamique, a fait l'objet de travaux relativement nombreux qui permettent de décrire de façon de plus en plus satisfaisante les communautés végétales, même si leur évolution nécessite encore de s'y pencher attentivement. En ce qui concerne la faune, les oiseaux sont bien connus; bon nombre d'espèces concernées sont menacées dans leur survie. Il faut noter que les ornithologues ont, très tôt, attiré l'attention de la communauté scientifique sur l'intérêt des espaces ouverts et les menaces qui pèsent sur eux. Par contre, l'entomofaune représente un compartiment peu connu, du fait de sa complexité et du manque d'entomologistes.

Cet article vise à expliciter les conditions de constitution des groupes de taxons entomologiques en fonction de ce que nous avons pu recueillir comme informations relatives à l'écologie de chacun et comme données relatives au milieu sur chaque parcelle d'étude (pédologie et végétation essentiellement). Par ailleurs, ces travaux s'inscrivent dans une problématique liée à l'utilisation des espaces concernés par le pâturage ovin, il s'agit donc aussi de tenter d'identifier les effets des pratiques pastorales sur les populations d'invertébrés.

---

1. On peut par exemple citer le compte-rendu de la « Réunion inter-Parcs: Quelles stratégies pour la gestion des pelouses sèches? » du 8 mars 2002 (Fédération des PNR de France) qui montre que de nombreux espaces naturels protégés en France intègrent cette problématique dans leurs priorités de gestion.

## 1. Situation géographique et choix des parcelles

Nous avons retenu le cadre de la Moyenne Provence calcaire ; c'est-à-dire d'un ensemble sous influence méditerranéenne marquée, à une centaine de kilomètres du littoral et à une altitude comprise entre 300 et 1000 mètres.

Par ailleurs, au plan pratique, le PNRL et son territoire ont été le cadre institutionnel et géographique, depuis 1995, de travaux de suivi des mesures agro-environnementales. Ils ont donné lieu à la mise en place d'un dispositif de terrain important, à des inventaires floristiques très fins et à bon nombre de publications. La logique imposait d'utiliser ce dispositif et donc de choisir, au moins pour l'essentiel, des sites communs afin de valoriser les données déjà recueillies.

Nous avons ainsi sélectionné 12 parcelles, sur 4 sous-ensembles géographiques, auxquelles ont été ajoutées 2 parcelles sur des sites intermédiaires (Carte 1, Tableau 1).

### Petit Luberon

Cet ensemble constitue la partie occidentale de la Montagne du Luberon. Sur ce massif calcaire, se suc-

cèdent combes profondes, falaises abruptes, « plans » suspendus à différents niveaux et un plateau sommital aux sols squelettiques. Ces zones sont surtout utilisées depuis des siècles pour le pâturage qui a engendré des formations végétales herbacées. Néanmoins, une cédraie implantée au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle a pris une extension importante dans la partie est de la zone sommitale. Notre recherche s'est donc appuyée sur les espaces encore pastoraux de la partie sud-ouest du massif. Nous avons retenu 3 parcelles présentant la diversité des situations du Petit Luberon (cf. Tableau 1).

### Grand Luberon

Dans la continuité du Petit Luberon, les crêtes du Grand Luberon s'allongent en une bande de pelouses rases interrompue par endroits par des boisements de pins noirs, de chênes et de hêtres. Le climat méditerranéen subit ici une influence montagnarde du fait de l'altitude. La violence du Mistral qui ne rencontre aucun obstacle en accentue les rigueurs et entraîne de fortes amplitudes thermiques et hygrométriques. Quatre parcelles ont été prises sur cette zone sommitale, dans des situations d'exposition et dans des contextes de végétation représentatifs.

Tableau 1  
Localisation des parcelles d'étude

Code	Zone	département	Commune	Quartier	Altitude	Type de sol*
TR19	Petit Luberon	Vaucluse	Cheval Blanc	Plaine du Trou du Rat	360 m	Limoneux fin
TB06	Petit Luberon	Vaucluse	Cheval Blanc	Jas du Ferland	490 m	Limoneux fin
HP02	Petit Luberon	Vaucluse	Cheval Blanc	Hautes Plaines	700 m	Limoneux fin
GLW15	Grand Luberon	Vaucluse	Sivergues	La Citerne	929 m	Limono-argileux fin
GLE11	Grand Luberon	AHP	Céreste	La Colle	970 m	Limoneux fin argileux
GLE18	Grand Luberon	Vaucluse	Peypin d'Aigues	Coteau de la Combe	1040 m	Limono-argileux fin
GLE05	Grand Luberon	Vaucluse	Vitrolles	Boufaou	838 m	Limoneux fin argileux
MTJ01	Adrets de Montjustin	AHP	Montjustin	Chaudon	450 m	Limoneux fin
RE01	Craux de Reillanne	AHP	Reillanne	Les Castoux	520 m	Limoneux
STM13	Craux de St-Michel	AHP	St-Michel l'Observatoire	Les Craux	480 m	Limoneux
STM15	Craux de St-Michel	AHP	St-Michel l'Observatoire	Les Valansanes	460 m	Limoneux
EN03	Plateau d'Entrevennes	AHP	Entrevennes	Haut Vaudonnier	650 m	Limoneux fin
EN04	Plateau d'Entrevennes	AHP	St-Julien-d'Asse	Empaurille Haute	710 m	Limoneux fin
EN05	Plateau d'Entrevennes	AHP	St-Jeannet	Vallon de Moussu	780 m	Limono-argileux fin

AHP = Alpes-de-Haute-Provence \*Selon USDA, cité par Bonneau et Souchier (1979), p.231.



Carte n°1 : localisation des parcelles d'étude.

## Les Adrets de Montjustin

Ce secteur de bien moins grande ampleur se trouve en contrebas du village de Montjustin, sur le versant sud d'un chaînon parallèle au nord du massif du Luberon. Cette pente forte fut aménagée en terrasses de culture, dont subsistent des zones plus ou moins planes et des talus pierreux. Des formations végétales diverses très méditerranéennes couvrent cet espace largement parcouru par des troupeaux ovins. Dans ce secteur intermédiaire, nous n'avons choisi qu'une seule parcelle.

### Les « Craux » des Granons

Sur la commune de Reillanne, au nord du col des Granons, se développe un ensemble de pelouses sèches, entrecoupées de quelques champs dans les talwegs. L'unique parcelle d'étude de ce secteur, proche du suivant sur le plan du substrat géologique, se trouve sur la partie convexe d'un de ces mamelons, sur une pente moyenne vers le sud.

### Les « Craux » de Saint-Michel-l'Observatoire

Cette zone comprend un vaste plateau faiblement incliné vers le sud. « *Soumises à une utilisation pastorale importante au XIX<sup>e</sup> siècle, les pelouses sèches et rases restent dans un état de conservation remarquable et les espèces qui y sont inféodées sont nombreuses* » (Guende *et al.*, 1999). Le pâturage y est toujours actif et la faible épaisseur du sol ralentit la reconquête par les ligneux. « *Par ailleurs, la topographie (...) avec des fluctuations importantes de la réserve hydrique des sols, individualise des phytocénoses diversifiées* ». Les deux parcelles sélectionnées l'ont été pour leur caractère contrasté.

## Le plateau d'Entrevennes

Dans la partie septentrionale du plateau de Valensole, hors du territoire du PNRL, au-delà de la Durance vers l'est, le contexte géologique diffère grandement de celui du Luberon: les poudingues dits « de Valensole » constituent l'unique substrat. De très nombreux ravins entaillent cette surface sub-horizontale. Se juxtaposent donc des plateaux et collines entre 600 et 900 m et des vallons fréquemment encaissés. Les sols très caillouteux, la perméabilité du poudingue et des vents fréquents rendent très sèches les parties sommitales. Les vallons recèlent souvent des sources qui drainent la masse de poudingues sus-jacente. Dans ces différents cas de figure, nous avons retenu 3 parcelles.

## 2. Méthodes d'échantillonnage et traitement des données

Les relevés de végétation, comme l'échantillonnage des insectes, ont utilisé un système de quadrats (fig. 1). À l'intérieur de chaque parcelle d'étude de 400 m<sup>2</sup>, chacun des 5 points a fait l'objet d'un relevé exhaustif de la végétation et, sur 3 d'entre eux, ont été disposés 4 pièges de Barber<sup>2</sup> (soit 12 pièges par site). Chaque visite, espacée de 2 (puis 3) semaines entre début avril et fin novembre 1999, a permis de prélever l'intégralité du contenu de chaque piège pour un tri en laboratoire. Sous loupe binoculaire, ont été ainsi recueillis tous les animaux piégés, soit 30 639 individus. Sur ce nombre et pour des raisons pratiques nous n'avons pris en considération que quelques groupes adaptés à notre approche et d'étude plus aisée: les coléoptères, les hétéroptères (« punaises »), les dermoptères (« perce-oreilles »), les grillons, les blattes ainsi qu'une espèce de scorpion. Après préparation et détermination de chaque individu<sup>3</sup>, le nombre pour chaque espèce a été enregistré sous forme de tableaux indiquant le taxon et la parcelle représentée par son code (tableau 1).

---

2. Le système de piégeage dit « de Barber » est très utilisé en entomologie. Il s'agit d'un récipient (ici un simple gobelet en matière plastique) disposé dans un trou du sol, de telle sorte que le bord affleure, et recouvert d'une protection (pierre plate...) contre la pluie et les déprédations. Le piège peut fonctionner comme piège d'interception s'il est laissé vide ou avec un liquide « neutre », il peut aussi être rendu attractif avec un « appât », qui peut aussi être un liquide conservateur (en ce qui nous concerne: vinaigre d'alcool ou bière salée).

3. Avec l'assistance bénévole de nombreux entomologistes dont la liste figure en fin d'article.

Depuis les années soixante-dix, l'usage des méthodes d'analyse multivariée s'est considérablement répandu, aidé en cela par l'accès de plus en plus aisé à l'informatique (Benzécri *et al.*, 1973). Ces méthodes sont devenues classiques dans la littérature écologique. Les analyses multivariées ont pour but l'extraction des tendances (les facteurs) cachées au sein d'une matrice complexe. Ces facteurs synthétiques sont généralement interprétés *a posteriori*, par comparaison avec des variables écologiques et à la lumière de la connaissance des objets étudiés. Pour les résultats exposés ici, nous avons utilisé l'Analyse factorielle des correspondances (AFC) qui permet l'expression de corrélations non linéaires.

Afin de délimiter de façon opérationnelle les unités éthologiques étudiées, il était nécessaire de ne considérer, dans le traitement final, que les taxons strictement liés au sol, les autres n'entrant en compte qu'au titre de l'inventaire. Mais, le concept d'espèce « terri-cole » prête à controverse, dans la mesure où la signification de ce terme est relativement imprécise. Selon les informations recueillies dans la littérature ou auprès des spécialistes consultés, nous n'avons donc retenu que les espèces dont le développement se déroule au moins pour partie dans ou à la surface du sol, celles qui sont incapables de voler ou qui s'alimentent sur le sol (dont les coprophiles).

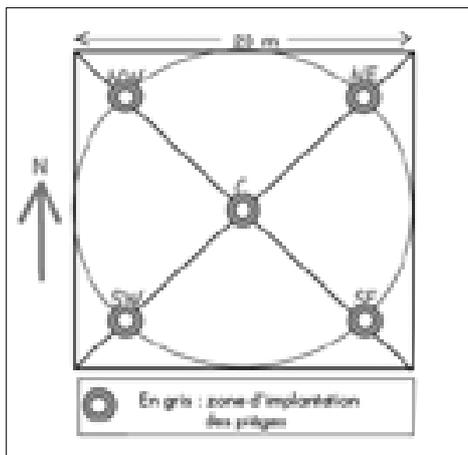


Fig. 1 : schéma du dispositif de piégeage sur chaque parcelle.

### 3. Résultats commentés

Une AFC a été effectuée sur la base des 96 taxons terricoles présents dans au moins 3 de nos 14 parcelles, ce qui représente 1 620 données concernant 4 307 spécimens<sup>4</sup>.

#### Étude des plans factoriels 1-2 et 1-3 concernant les parcelles

Cette première analyse fait apparaître 3 ensembles de parcelles sur le plan des axes F1 et F2 (fig. 2) :

- le plateau d'Entrevennes, associé à STM13 ;
- un groupe formé de MTJ01, RE01 et STM15 ;
- celles du Petit Luberon très proches les unes des autres et de l'axe F2, alors que celles du Grand Luberon sont un peu plus dispersées, l'ensemble se trouve dans le quadrant III du plan.

L'examen du plan formé par les axes F1 et F3 (fig. 3) confirme la composition des 2 premiers groupes. Il rend mieux compte de la structure du troisième et montre que les 2 parcelles opposées du Grand Luberon (GLW15 et GLE05) semblent assez apparentées ou au moins dissociées du reste du groupe.

Une classification hiérarchique a été réalisée sur les résultats factoriels (Ward, 1963). Le dendrogramme des placettes (fig. 4) confirme ces différents regroupements, ainsi que le rapprochement entre GLW15 et GLE05. Il permet de délimiter, à l'intérieur des autres parcelles du Luberon, deux nouveaux ensembles : d'une part les stations des pelouses sommitales du Grand Luberon (GLE11, GLE18) et d'autre part les parcelles du Petit Luberon (TR19, TB06 et HP02).

Les mêmes traitements ont été appliqués aux taxons, mais leur nombre et la forte imbrication des différents nuages de points dans les différents plans rendent l'interprétation des AFC difficile et un peu aléatoire. L'étude du dendrogramme des 96 taxons étudiés (fig. 5) permet des observations plus précises.

On peut remarquer immédiatement la discrimination des taxons sur une base géographique selon une troncature T1. Dès la racine du dendrogramme, s'identifie un groupe de 18 taxons particulièrement bien représentés sur le Petit Luberon. Les autres se

4. Le lecteur intéressé pourra obtenir les données utilisées auprès de l'auteur.



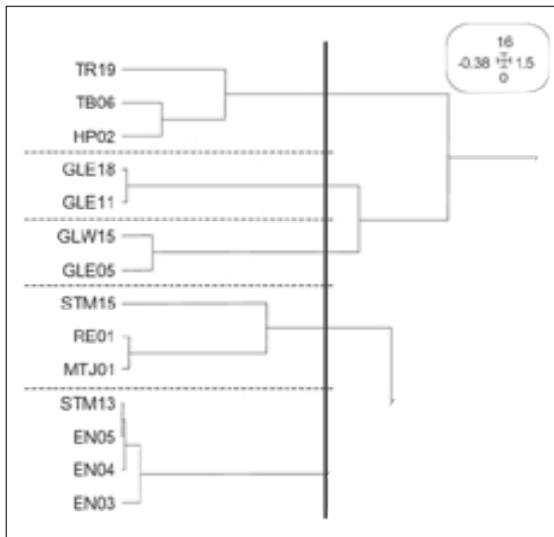


Fig. 4 : dendrogramme de la classification hiérarchique des parcelles (données entomologiques brutes)

### 3.1. Assemblage 1

#### Composition

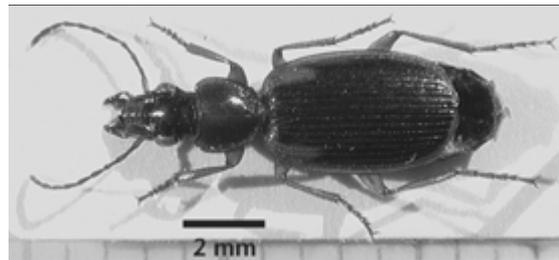
Il comprend 5 espèces dont l'essentiel des effectifs est en TB06, et accessoirement en HP02.

Les 2 espèces les plus caractéristiques apparaissent comme *Meira vaucusiana* (Curculionidae, Coleoptera)<sup>5</sup> et *Plinthisus reyi* (Lygaeidae, Heteroptera). Il s'agit de 2 espèces aux besoins bien définis. On observe que leur répartition n'est pas uniforme : *M. vaucusiana* est très fortement représenté en TB06, très sporadique sur les autres parcelles, alors que *P. reyi* n'a été trouvé qu'en HP02. Il est difficile de préciser si la présence de ces 2 espèces est liée à leurs plantes-hôtes (respectivement les Fabaceae du genre *Lotus* et les Lamiaceae des genres *Thymus* et *Lavandula*), celles qui sont citées dans la littérature apparaissent peu dans les relevés effectués sur ces parcelles.

Photos: H. Arnézie.



*Meira vaucusiana*



*Cymindis coadunata*

La situation de *Smicronyx cyaneus* (Curculionidae) est sensiblement la même, bien qu'il semble plus uniformément réparti sur le Petit Luberon. Il est oligophage (sur les Orobanchaceae), mais peut-être moins exigeant sur les conditions du milieu. Ce cortège est complété par 2 espèces de Carabidae (Coleoptera) considérées comme montagnards : *Cymindis coadunata* et *Leistus montanus*, la première étant considérée par certains spécialistes comme une possible relictte glaciaire (Pupier, comm. pers.).

#### Commentaire

La composition de l'**assemblage 1** confirme que les crêtes du Petit Luberon (TB06 et HP02), bien que peu élevées, subissent une influence montagnarde et/ou recèlent des vestiges d'une fort ancienne époque au climat plus rigoureux dans la région (relicttes glaciaires)<sup>6</sup>. Ce fait, associé à la présence, abondante

5. L'ordre ne sera rappelé que lors de la première citation de la famille. Afin de ne pas alourdir le texte, la mention des descripteurs ne figure pas dans celui-ci mais seulement en annexe reprenant la liste des taxons cités.

6. Ceci pourrait être rapproché de l'observation du Tettigoniidae (sauterelle) *Polysarcus denticaudus* dans le Petit Luberon (Favet, 1997) car il s'agit aussi d'une espèce sub-alpine. Favet attribue ce maintien à la présence de crevasses karstiques qui maintiennent un microclimat plus tamponné.

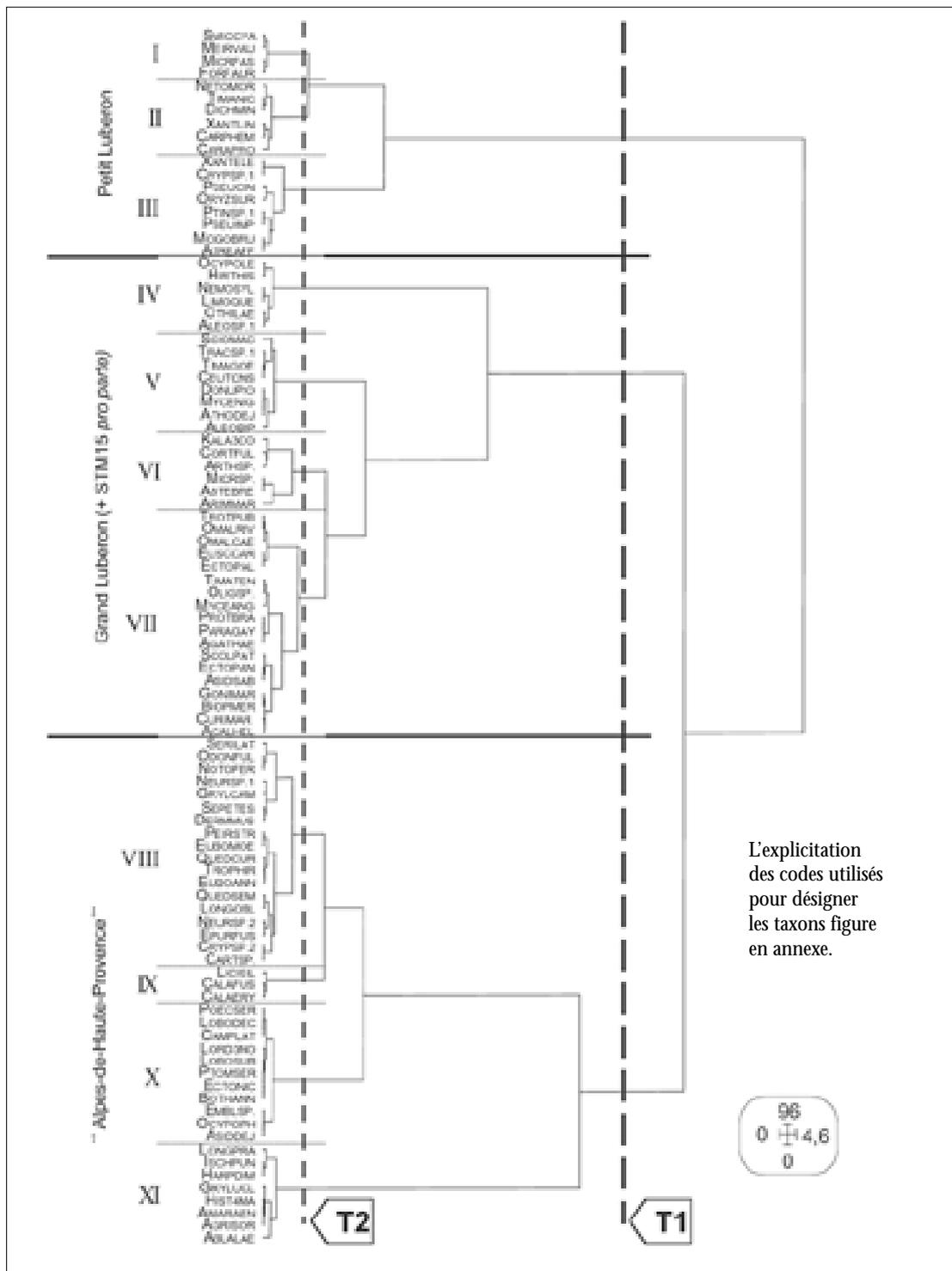


Fig. 5 : dendrogramme de la classification hiérarchique des taxons (données brutes).

semble-t-il, de *Meira vaclusiana*, espèce endémique locale, suggère de regarder ces crêtes comme une sorte d'isolat bien caractérisé à la fois comme méditerranéen et comme présentant des attributs montagnards particuliers.

### 3.2. Assemblage 2

#### Composition

Il comporte 3 taxons à la répartition plus diffuse, mais dont les effectifs les plus importants proviennent du Petit Luberon.

Photo: H. Anacréte



*Dichillus minutus*

*Dichillus minutus* (Tenebrionidae, Coleoptera) est commensal de la fourmi *Pheidole pallidula*; sa présence est donc certainement liée à celle de son hôte (fourmi très répandue dans la région, mais nous ne pouvons préciser la concomitance de sa présence sur les mêmes parcelles que *D. minutus*). Présent sur des parcelles élevées et en terrain plutôt riche en humus, *D. minutus* pourrait être moins spécialisé que ne l'affirme Soldati (*in litt.*).

Les deux autres espèces sont nettement plus généralistes. *Selatosomus latus* (Elateridae, Coleoptera), peut-être légèrement orophile, s'attaque à de nombreuses plantes. *Timarcha nicaeensis* (Chrysomelidae, Coleoptera) est un taxon méridional commun inféodé aux gaillets, largement répandus dans les milieux rudéraux ou post-culturaux.

#### Commentaire

L'assemblage 2 est constitué de 3 taxons seulement, il est très proche du précédent dont il ne se distingue que par le fait que ses composantes se retrouvent sur la parcelle TB06, mais aussi sur d'autres parcelles

de notre échantillon. Avec les mêmes caractéristiques, il est cependant moins significatif.

### 3.3. Assemblage 3

#### Composition

Cet assemblage comporte 4 espèces représentant principalement la parcelle TR19. Nous pouvons considérer comme caractéristiques les deux espèces *Mogoplistes brunneus* (Gryllidae, Orthoptera) et *Pseudorhinus impressicollis* (Curculionidae). Le premier est également bien présent sur d'autres parcelles du Luberon, et notamment sur TB06. Ce groupe est complété par *Cymindis axillaris* (Carabidae) qui vient renforcer le caractère méditerranéen de cet assemblage.

Ce groupe comprend aussi *Pseudocleonus cinereus* (Curculionidae) largement répandu et consommateur probable de différentes Asteraceae, mais qui ne peut guère nous donner d'indication.

#### Commentaire

L'assemblage 3, très méditerranéen, apparaît comme assez particulier aux Craux du Petit Luberon, avec des espèces appréciant des terrains chauds bien pourvus en matière organique. On peut noter que la flore de la parcelle TR19 est composée de plus de 70 % de plantes strictement méditerranéennes. Cette parcelle étant la seule station exploitable de notre dispositif sur les Craux du Petit Luberon, quelques compléments sur d'autres parcelles apporteraient certainement des données propres à préciser cette situation.

### 3.4. Assemblage 4

#### Composition

Sont réunies ici 6 espèces dont la majorité (ou la totalité) des effectifs provient de GLW15, montrant le caractère particulier de cette parcelle au sein de notre échantillon. Il s'agit de taxons à large répartition et peu spécialisés. *Nemobius sylvestris* (Gryllidae) et *Limonium quercus* (Elateridae) sont géophiles mais liés au couvert boisé. *Amara eurynota* est un Carabidae qui apprécie les milieux plus ou moins rudéraux et pas trop secs.

Les 3 autres espèces apportent une touche légèrement méridionale à cet assemblage plutôt forestier, il s'agit de 2 Staphylinidae (*Othius laeviusculus* et *Quedius*

*humeralis*) et de *Longitarsus succineus* (Chrysomelidae). Largement répandues en Europe et au-delà, elles préfèrent les terrains secs.

### Commentaire

L'**assemblage 4** est spécifique à la parcelle GLW15, il comporte essentiellement des espèces peu spécialisées ou forestières. Dans cet environnement boisé, le caractère ouvert s'exprime mal à travers l'entomofaune qui provient sans doute en grande partie des boisements proches. On peut poser comme hypothèse qu'il doit exister un seuil de superficie (ou de distance au boisement) en deçà duquel les insectes forestiers prennent le pas sur ceux des espaces ouverts, mais le microclimat induit par la végétation arborée proche contribue aussi sans doute à sélectionner des taxons moins héliophiles ou xérophiles.

### 3.5. Assemblage 5

#### Composition

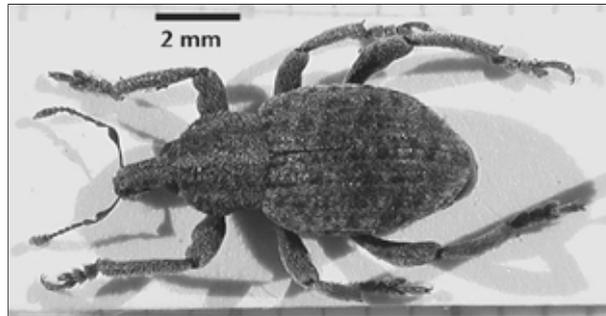
Il inclut 7 taxons dont la quasi-totalité des effectifs est issue des parcelles GLE11 et GLE18. Ce sont donc des insectes du massif du Luberon.

Deux espèces dans des situations différentes définissent cet assemblage, représentant ses 2 caractéristiques: l'une, *Asida sericea* (Tenebrionidae), est méditerranéenne, l'autre est endémique des montagnes du SE de la France: *Athous dejeani* (Elateridae). La première a été prise sur les 2 parcelles en situation sommitale (GLE11 et GLE18), alors que la seconde semble beaucoup moins fréquente, mais plus répandue.

Les trois autres coléoptères montrent aussi l'ambivalence des crêtes du Grand Luberon, avec *Microhoria plumbea*, Anthicidae plutôt méridional que nous avons pris en très grande quantité sur notre parcelle la plus élevée en altitude (GLE18), *Ocypus picipennis*, Staphylinidae orophile très abondant sur ces parcelles GLE11 et GLE18 et *Syntomus foveatus*, Carabidae peu méditerranéen.

Viennent s'ajouter à ce groupe deux espèces bien méridionales: *Donus piochardi* (Curculionidae également endémique des montagnes du SE de la France) et le Staphylinidae *Astenus unicolor*. Les informations sont néanmoins plus partielles sur l'écologie de ces deux coléoptères.

Photo: H. Abrôme.



*Donus piochardi*

### Commentaire

L'**assemblage 5** caractérise très nettement les parcelles les plus élevées du Grand Luberon. Il est pourtant formé d'un mélange de taxons méditerranéens et orophiles. Même si les espèces prises individuellement sont moins généralistes, l'ensemble apparaît comme réellement « méditerranéo-montagnard » et on y décèle bien l'influence alpine sur la composition de l'entomocœnose.

### 3.6. Assemblage 6

#### Composition

Cet assemblage est formé de 3 espèces seulement. *Arima marginata* (Chrysomelidae) est nettement méditerranéen, mais il est très fréquent et se nourrit de Thym et autres Lamiaceae. *Astenus brevelytratus* (Staphylinidae) et *Kalama tricornis* (Tingidae, Heteroptera) sont largement répandus en Europe. Il est donc difficile de trouver une cohérence à la répartition de ces 3 espèces.

Aucune conclusion ne peut être tirée de la composition de l'**assemblage 6**, formé de 3 taxons très fréquents.

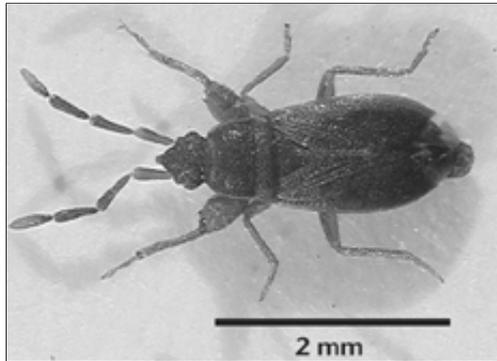
### 3.7. Assemblages 7 et 8

#### Composition

Hormis *Mycetoporus angularis* (Staphylinidae peu commun de moyenne montagne), l'**assemblage 7** ne recèle que des espèces largement répandues. *Biopanes meridionalis* (Tenebrionidae) est fréquent dans les lieux secs et présent dans la plupart de nos parcelles. ***Acalypta hellenica*** (Tingidae), espèce méditerranéenne se nourrissant de mousses et *Gonianotus mar-*

*ginepunctatus* (Lygaeidae), plus largement répandu et inféodé au genre *Thymus*, sont aussi dans toutes nos zones d'étude. Enfin *Scolopostethus patruelis* (Lygaeidae) et *Curimopsis maritima* (Byrrhidae, Coleoptera), à la biologie mal connue, viennent compléter ce groupe sans cohérence territoriale apparente.

L'assemblage 8 comporte essentiellement d'espèces au caractère méditerranéen bien marqué, avec en tête le petit Lygaeidae *Notochilus ferrugineus* inféodé à des plantes xérophiles (Cistes, Thyms).



*Notochilus ferrugineus*

*Euborellia moesta* (Anisolabididae, Dermaptera) est une espèce très commune dans les pelouses sèches, que nous trouvons partout en abondance sauf sur les crêtes du Grand Luberon (GLE11, GLE18); de caractère bien méditerranéen, elle est très inféodée à un certain type de formation végétale. *Gryllus campestris* (Gryllidae, Orthoptera) est une espèce des pelouses relativement sèches, mais elle est aussi largement répandue dans de nombreux espaces ouverts. *Longitarsus oblitteratoides* (Chrysomelidae), capturé en petit nombre, vit aux dépens de Lamiaceae ligneuses et confirme donc la nature xérophile de l'assemblage.

Enfin, les 2 Staphylinidae *Sepedophilus testaceus* et *Quedius curtus* sont mal connus dans leur écologie. Le premier est assez répandu, alors que le second est une espèce considérée comme très rare, peut-être myrmécophile, présente sur 3 parcelles dont les caractères communs au sein de notre dispositif sont faibles.

### Commentaires

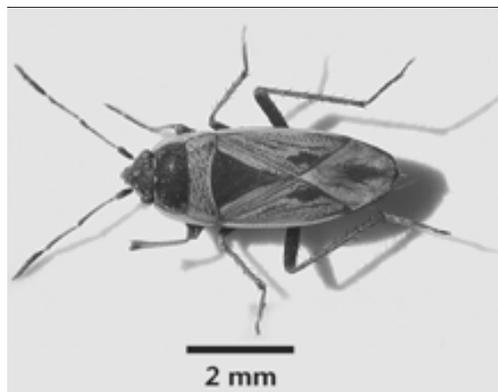
Les assemblages 7 et 8 forment un « fond commun » à l'ensemble de nos parcelles. Le premier groupe est plus fortement représenté dans le massif du Luberon, alors que les insectes du second proviennent plutôt de nos parcelles « bas-alpines ». Il s'agit dans l'ensemble d'animaux xérophiles constituant l'entomofaune courante de nos espaces ouverts.

### 3.8. Assemblage 9

#### Composition

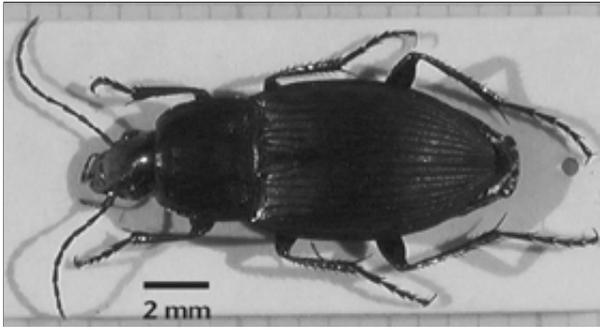
Cet assemblage comprend en premier lieu deux Lygaeidae *Rhyparochromus minusculus*, espèce très étroitement liée aux pelouses à graminées, sèches et chaudes. C'est également le cas de *Ischnopeza hirticornis*, espèce attachée aux lieux pierreux secs et chauds.

On trouve ensuite 3 Carabidae plutôt généralistes. Le premier est *Calathus fuscipes* qui occupe le second rang dans l'ordre des effectifs étudiés (604 individus), pour plus de la moitié en RE01. Cette espèce très commune a été trouvée sur presque toutes nos parcelles, elle fréquente les lieux ouverts, même de petite étendue. Le second de ces Carabidae est *Calathus erythroderus*, de répartition mal connue, il est aussi présent dans le Petit Luberon. Le troisième est *Licinus silphoides*, commun dans la région, mais nettement méditerranéen. *Anthicus tristis* (Anthicidae) est commun et fréquente aussi les lieux ouverts et ensoleillés. Quant à *Berytinus distinguendus* (Berytidae, Heteroptera), inféodé aux luzernes, il accompagne sans doute sa plante-hôte sur RE01.



Photos: H. Antoine

*Rhyparochromus minusculus*

*Calathus fuscipes*

Enfin, 3 espèces peu caractéristiques mais néanmoins capturées seulement sur RE01 complètent cet assemblage. *Harpalus sulphuripes* (Carabidae) paraît propre au SE de la France, sa biologie reste mal connue. *Longitarsus ochroleucus* (Chrysomelidae) est inféodé à des Asteraceae rudérales, sa présence ici correspond certainement à celle d'anciennes cultures et de jardins proches. Le biotope habituel de *Lygaeosoma sardeum* (Lygaeidae), fait d'espaces caillouteux à végétation clairsemée correspond bien à ce que l'on peut observer sur RE01.

#### Commentaire

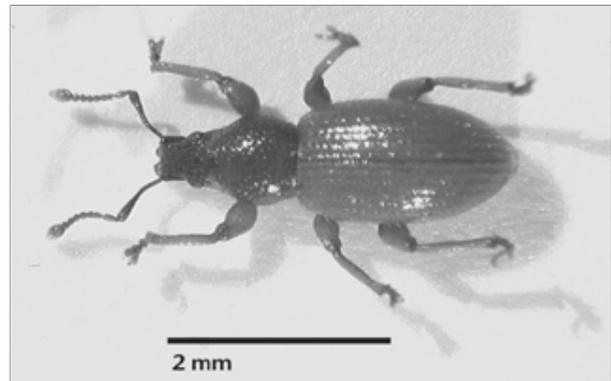
La parcelle RE01 est bien représentée par l'**assemblage 9**. Ses descripteurs du milieu, hormis son substrat géologique et sa physionomie générale qui la rapprocheraient de la parcelle voisine STM13, montrent des conditions tout à fait singulières, très méditerranéennes. On y trouve un sol très pierreux, avec la roche affleurante par places, une absence totale d'arbres et d'arbustes, une végétation particulièrement xérophile, composée essentiellement d'herbacées de petite taille, annuelles à plus de 50 %. Néanmoins, on peut observer que le taux de matière organique est le plus important de toutes nos parcelles hors du massif du Luberon. Ces caractéristiques sont certainement explicatives de la composition particulière de l'entomocœnose, mais il n'est pas possible d'en préciser davantage les liens de causalité. Un élément d'explication de l'occurrence particulièrement forte de *Calathus fuscipes* en RE01, MTJ01 et STM15, outre leur proximité géographique, pourrait résider dans la granulométrie du sol plus équilibrée qu'ailleurs.

### 3.9. Assemblage10

#### Composition

Les 17 espèces qui y apparaissent proviennent pour beaucoup des pelouses du plateau d'Entrevennes. On peut citer les plus remarquables : la petite blatte méditerranéenne *Lobolampra subaptera* (Ectobiidae, Dictyoptera), pourtant considérée comme rare ; *Asida dejeani* (Tenebrionidae), beaucoup moins abondant dans le Luberon ; *Ectobius nicaensis* (Ectobiidae), endémique de Provence sud-orientale ; *Eugrylloides pipiens sp. provincialis* (Gryllidae), endémique des collines sèches du sud de la France, plus fréquent dans la partie orientale. *Barypeithes maritimus* (Curculionidae) et *Athous frigidus* (Elateridae) sont des endémiques, subalpin pour l'un et infra-régional pour l'autre, le second est aussi orophile et sans doute en limite de sa répartition tant en longitude qu'en altitude.

On trouve aussi 2 espèces parmi les plus abondantes dans notre échantillon, largement répandues. *Poecilus sericeus* (Carabidae) est une espèce considérée comme particulièrement banale, mais il est à noter que nous l'avons capturée en très grande quantité dans les parcelles des Alpes-de-Haute-Provence et qu'elle est curieusement absente de celles du massif du Luberon. *Ocypus ophthalmicus* (Staphylinidae), même s'il apparaît de façon notable dans le Luberon (et particulièrement en GLE11), provient essentiellement du plateau d'Entrevennes. Cette espèce est réputée sensiblement orophile.

*Barypeithes maritimus*

### Commentaire

L'assemblage 10, représentatif du Plateau d'Entrevennes, pourrait trouver sa cohérence dans le caractère d'endémiques est-provençaux d'un certain nombre de ses constituants. L'assemblage comporte 17 taxons, ce qui montre une richesse assez importante, mais l'équitabilité en est très faible car il est largement dominé par 2 espèces prédatrices à la répartition plus large. Ceci démontre l'intérêt à poursuivre des investigations sur cette zone particulièrement mal connue.

### 3.10. Assemblage 11

#### Composition

Globalement, on pourra noter l'abondance et la diversité des espèces de Carabidae sur cette parcelle (25 espèces représentant plus de 47 % des captures).

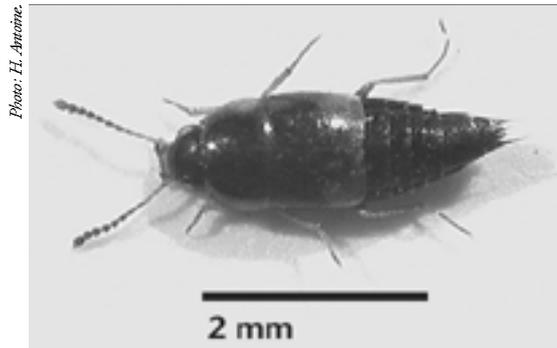
*Gryllomorpha uclensis* (Gryllidae) est également bien présent dans le Petit Luberon et à Reillanne, mais 79 % de l'effectif provient de STM15. Ce petit grillon méditerranéen est mal connu, tant dans son écologie que dans sa répartition. Des 3 Carabidae *Feronidius melas* sp. *italicus*, *Harpalus dimidiatus* et *H. attenuatus*, le premier représente la sous-espèce méridionale d'un taxon plus répandu vers l'Europe du Nord, il ne semble pas apprécier les zones trop sèches, alors que les 2 Harpales sont considérés comme assez communs dans les lieux secs. Enfin, notons *Tachyporus pusillus* (Staphylinidae), mycétophage qui semble préférer les lieux plus humides, que nous n'avons pratiquement rencontré qu'en STM15.

Viennent ensuite 7 espèces, dont le seul coprophile abondant dans notre échantillon, largement répandu en Europe : *Hister quadrimaculatus* (Histeridae, Coleoptera), prédateur très abondant en STM15. La présence des 2 Chrysomelidae *Longitarsus pratensis* et *Chrysolina haemoptera* semble bien liée à celle de leur plante-hôte du genre *Plantago*. On notera que les deux Elateridae *Drasterius bimaculatus* et *Cidnopus pilosus* ont des préférences très différentes, puisque le premier apprécie les terrains humides même s'il peut s'accommoder d'une certaine sécheresse, alors que le second est plus nettement xérophile. On trouve aussi *Ophonus subquadratus*, Carabidae méridional qui apprécie les terrains plutôt frais et *Hypera zoilus*, Curculionidae inféodé aux Fabaceae, que l'on trouve aussi dans les champs de légumineuses fourragères.

Un complément à cette description en deux teintes, le sec et l'humide, est apporté par 5 autres espèces. *Ophonus puncticeps*, un Carabidae des terrains secs, est largement répandu, et *Gonocephalum granulatum* semble moins xérophile que nos autres Tenebrionidae. Enfin, 3 espèces d'affinités méridionales ont été récoltées en petit nombre : *Cycloderes canescens* (Curculionidae), lui aussi inféodé aux plantains ; *Onthophagus furcatus* (Scarabaeidae, Coleoptera), coprophage sud-européen qui apprécie les crottes de mouton ; *Tasgius pedator* (Staphylinidae), considéré comme très rare, affectionnant les lieux découverts et parfois ripicole.

### Commentaire

L'assemblage 11 marque la singularité de la parcelle STM15. Bien que nous ayons écarté les taxons notoirement ripicoles, nous trouvons 17 espèces dont 30 à 100 % des effectifs proviennent de cette station. La composition de cette entomocœnose montre l'ambivalence de cette parcelle, très sèche en été et inondée en périodes de pluies. Mais elle présente bien d'autres particularités en termes de gestion pastorale, de végétation ou de physionomie. Faute d'éléments de comparaison, il est difficile de faire la part de chacun des paramètres dans le déterminisme de l'entomocœnose.



*Tachyporus pusillus*

### 3. 11. Taxons complémentaires isolés

Quelques autres taxons présentent des caractéristiques écologiques et de répartition qui pourraient en faire des indicateurs, mais nous n'avons pu les rattacher à aucun de nos assemblages, nous citerons les plus intéressants.

- *Onthophagus emarginatus* (Scarabaeidae, Coleoptera), petit coprophage peu spécialisé mais appréciant les crottes de mouton a pu être attiré sur les parcelles TR19 et GLE18 par la présence des troupeaux, mais l'échantillon est insuffisant pour qu'une conclusion puisse être tirée de ces prises.

- *Cardiophorus biguttatus* (Elateridae) est une espèce méridionale assez généraliste et au régime alimentaire mal connu. On peut noter entre TB06 et RE01 quelques similitudes dans la physiologie de la parcelle (pierrosité importante, recouvrement herbacé haut et dense), et dans la pédologie (granulométrie), mais il n'est pas possible de déterminer un lien de causalité entre ces paramètres et la présence de *C. biguttatus*.

- *Myrmedobia coleoprata* (Microphysidae, Heteroptera) provient de 2 parcelles (GLW15 et EN05). On peut observer qu'elles présentent quelques similitudes: proximité d'un boisement et recouvrement herbacé dense, mais nous ignorons si elles représentent l'explication à la répartition observée de *M. coleoprata*.

- *Dinodes decipiens*, Carabidae connu pour apprécier les prairies humides, pourrait être rattaché à l'assemblage 12 puisqu'il provient uniquement des Craux de Saint-Michel-l'Observatoire. Mais sa présence un peu plus importante en STM13, nettement plus sèche, introduit un doute sur ce point.

## 4. DISCUSSION

### 4.1. Les Problèmes d'échelle

#### 4.1.1. L'échelle des connaissances

Le nombre de facteurs de variation entre les espaces ouverts est considérable et il est très délicat de les analyser à l'échelle pertinente pour en faire un élément explicatif des différences entre les entomocoénoses. L'échelle de notre mesure peut ne pas être adaptée aux

besoins de telle ou telle espèce. L'exemple pris par Baguette *et al.* (1990), même s'il concerne des papillons, illustre bien ce propos.

Les deux Lycaenidae *Lysandra coridon* et *L. bellargus* occupent des pelouses calcaires rases exposées au sud et les chenilles sont inféodées à des Fabaceae du genre *Hippocrepis*. Or, le statut des deux espèces a évolué différemment: *L. coridon* se maintient bien sûr l'ensemble de son aire alors que *L. bellargus* s'est considérablement raréfié dans le nord de la France, la Belgique, le Luxembourg. Des études fines ont montré que *L. bellargus* ne pond que sur des touffes d'*Hippocrepis* d'une hauteur inférieure à cinq centimètres, les chenilles ayant besoin d'un microclimat plus chaud, alors que *L. coridon* est beaucoup plus tolérant sur ce point. La disparition du pâturage, même dans le cas du maintien de la composition floristique, n'a donc pas permis le maintien de l'habitat de l'espèce qui doit être défini de façon particulièrement précise.

Nos connaissances sur l'écologie des espèces sont généralement insuffisantes, même pour celles que nous croyons connaître, des études devraient être conduites pour chaque couple taxon-paramètre écologique. Nous en sommes loin!

#### 4.1.2. L'échelle spatiale

Une variation importante apparaît tant à l'échelle régionale (entre nos secteurs géographiques) que locale (entre parcelles d'un même secteur). Dans le cadre de notre étude nous n'en avons pas déterminé la teneur et les modalités, mais nous avons aussi observé des différences importantes au sein d'une même parcelle (échelle intra-parcellaire).

Par exemple, le pâturage varie en intensité d'un point à un autre de la parcelle du seul fait du comportement de l'herbivore. Le seul facteur « pâturage » fait apparaître une hétérogénéité spatiale pour de nombreux paramètres (composition de la flore, stratification de la végétation, présence ou non de fèces, piétinement plus ou moins intense...) qui, chacun, peuvent apporter une variation favorisant ou pénalisant l'une ou l'autre des espèces. Si cette hétérogénéité induite par le pâturage est certainement un facteur favorable à la biodiversité de la pâture dans son ensemble en multipliant les niches susceptibles d'héberger de nombreuses espèces (Verbeke, 1990; Chambers & Samways, 1998),

elle constitue un handicap pour l'étude de cet écosystème. En effet, le choix des parcelles expérimentales est aussi le choix d'un certain nombre de situations particulières au détriment des autres dont on n'aura pas forcément perçu la spécificité.

#### 4.1.3. L'échelle temporelle

Le temps est le facteur le plus difficile à maîtriser. Il apparaît que les changements dans le fonctionnement de l'écosystème « espace ouvert » sont longs ; Verbeke (1990) note qu'il faut plusieurs dizaines d'années de gestion conservatoire pour régénérer une pelouse calcaire. Véla *et al.* (2001) observent que, sous la pression pastorale, l'évolution de la mosaïque garrigue/pelouse vivace vers la pelouse annuelle est perceptible en 6 ans, mais que l'abandon depuis 15 ans peut ne pas avoir d'effet sensible.

Les mêmes phénomènes jouent aussi pour les entomocœnosés dont les temps de réponse sont certainement plus longs encore. Il est au moins aussi difficile de réunir les conditions d'une étude diachronique totalement pertinente sur ce sujet qu'il nous l'a été pour une étude synchronique.

#### 4.2. Le pâturage

Les outils d'évaluation de la pression de pâturage par les ovins mis au point par certains pastoralistes (Garde, 1996) ne fournissent d'information que sur l'importance du prélèvement récent mais n'apporte aucune indication sur la chronologie et la nature des pratiques antérieures. Or le temps de réaction des communautés d'arthropodes à des variations de pression de pâturage est relativement long, les auteurs qui ont déjà abordé cette question en relèvent la difficulté (Morris, 1968, 1973 ; Rivers-Moore & Samways, 1996 ; Zulka *et al.*, 1997). La meilleure solution serait un travail de long terme, ou au moins sur 5 ou 6 ans, permettant de modérer les variations inter-annuelles et de mieux percevoir les évolutions lentes (Favet, 1993). Par ailleurs, si l'intensité du pâturage a certainement un effet sur l'entomocœnose, c'est aussi le cas de sa saisonnalité : un pâturage d'hiver n'a certainement pas le même impact qu'un pâturage de printemps.

Parmi les effets du pâturage, on pourra observer avec Morris (1969) et Zulka *et al.* (1997) qu'il modi-

fie la structure de la végétation en faisant régresser ou disparaître certaines strates. Il va de soi que ceci a un impact sur les arthropodes y vivant, mais certainement aussi sur les espèces plus ou moins terricoles, davantage exposées à la chaleur et à la lumière et pouvant aussi perdre une partie de leur nourriture.

L'intensité est nettement plus forte sur l'ensemble des parcelles du Luberon (ainsi que MTJ01 et STM15) du fait de contrats de gestion passés entre les éleveurs et l'État. TB06 et STM13 sont normalement inclus dans ces périmètres, mais leur situation enclavée fait que les objectifs n'y sont pas atteints.

Les différentes analyses de corrélations que nous avons testées concernant le pâturage et la composition de l'entomocœnose, qu'il s'agisse de sa richesse (nombre de taxons), de sa diversité par différents indices ou de la présence d'espèces à valeur patrimoniale, se sont avérées infructueuses. Ainsi, le pâturage ne semble pas avoir d'effet visible dans le cadre du protocole mis en place.

Trois hypothèses explicatives peuvent être formulées, chacune contient sans doute une part de vérité.

**- Soit notre mode d'évaluation du pâturage n'est pas pertinent.**

Il s'agit en effet d'une estimation empirique qui ne tient pas compte de nombreux facteurs : ancienneté du pâturage et histoire agropastorale de la parcelle, pression de pâturage (nombre de bêtes et durée de séjour), mode de conduite (gardiennage, clôture), saison de pâture, travaux connexes (debroussaillage, fertilisation éventuelle...), etc. Le comportement alimentaire du bétail dépend non seulement de son espèce (ovin, caprin, bovin ou équin), mais aussi de la race (plus ou moins rustique) et de son état physiologique (gestation, allaitement...). Tous ces facteurs et d'autres encore sont susceptibles d'influer sur l'entomofaune.

**- Soit les effets sont nuls ou non mesurables dans le cadre d'un travail synchronique.**

Favet *et al.* (1999) notent le caractère ténu des différences qu'ils observent sur les fourmis et les orthoptères, alors qu'ils opèrent sur un suivi de 5 ans. Nous avons vu plus haut les difficultés exprimées par plusieurs auteurs sur ce point.

**- Soit les effets du pâturage sur l'entomofaune sont indirects.**

On peut envisager avec Favet *et al.* (1997, 1999) que le piétinement ait un effet physique notamment

sur les espèces sociales (fourmis), mais ceci ne s'applique guère à la plupart des autres insectes à moins d'envisager une charge trop forte qui tasserait le sol et entraînerait alors des dégradations plus visibles. Pour ce qui est des orthoptères l'effet est très probablement lié à la modification de la structure de la végétation (Favet *et al.*, 1999). Pour beaucoup d'autres groupes ces effets physiques sont certainement insuffisants. Ce n'est qu'au bout de plusieurs années ou plusieurs décennies que peuvent changer des éléments fondamentaux certainement déterminants pour beaucoup d'insectes, notamment détriticoles et leurs cortèges de prédateurs. À long terme le pâturage modifie profondément la texture et même la structure du sol et la nature de la végétation selon des modalités expérimentées et connues des agronomes depuis longtemps (par exemple Bourbouze & Allezard, 1986; Bourbouze & Donadieu, 1987). Mais pour cela les pressions de pâturage doivent être importantes et constantes, souvent au-delà de ce qui est économiquement acceptable pour l'éleveur.

Le pâturage doit être conçu comme un outil de maintien des biotopes ouverts. Certains taxons rencontrés, et souvent présentant le plus d'intérêt en termes patrimoniaux (*Eugryllodes pipiens*, *Dinodes decipiens*, *Tasgius pedator*, *Athous dejeani*, *Athous frigidus*...) sont liés à la nature ouverte et basse des communautés végétales (Frapa, 2003a et b). Le pâturage semble un outil adéquat pour maintenir cet état, même s'il ne paraît pas toujours suffisant car « *la vigueur des ligneux impose une pression animale telle que les performances zootechniques des troupeaux s'en trouvent presque toujours affectées* » (Joffre, in Bourbouze & Allezard, 1986, p. 74).

Le broyage en place des ligneux tel qu'il est pratiqué répond à cette nécessité, mais augmente de façon importante et brutale la ressource alimentaire de détriticoles banals (parmi ceux que nous avons capturés: *Loboptera decipiens*, *Ectobius pallidus*, *Neuraphes sp.*, *Ptinus sp.*, *Sericoderus lateralis*, *Trotomma pubescens*...).

On pourra être étonné de la faible place occupée par les coprophiles, même sur les parcelles régulièrement pâturées. Le mode de piégeage ne leur était pas spécifiquement destiné et l'évaluation de leur présence serait à rechercher par des voies plus appropriées.

Néanmoins, si nous n'en avons que très peu piégé, nous n'en avons pas non plus observé et nous avons pu constater sur le terrain la présence au sol de crottes sèches non décomposées, voire de bouses, même si le parcours bovin a cessé depuis plusieurs années (plateau d'Entrevennes).

Les causes de ce phénomène sont certainement complexes, mais on ne peut pas exclure les effets sur la faune coprophile des traitements vétérinaires systématiques contre les parasites des troupeaux. Les résidus de ces produits médicamenteux se retrouvent évidemment dans les excréments des herbivores qui deviennent toxiques pour les animaux qui s'en nourrissent (Lumaret, 1986; Lumaret & Errouissi, 2002; Wall & Strong, 1987; Madsen *et al.*, 1990). Cette question est d'ailleurs posée au niveau planétaire, on peut lire par exemple les expériences menées en Afrique du sud (Krüger & Scholtz, 1997) ou en Australie (Ridsill-Smith, 1988).

## CONCLUSIONS

Pour des questions d'échelle, nos assemblages reconstituent essentiellement les grandes zones géographiques et quelques cas particuliers, eux-mêmes géographiquement isolés (le Petit Luberon, les pelouses sommitales du Grand Luberon oriental, le plateau d'Entrevennes, GLW15, RE01, STM15). Les communautés entomologiques ne sont pour autant pas homogènes à l'intérieur d'un même ensemble géographique. Mais les facteurs de différenciations internes (topographie, environnement immédiat, microclimat, histoire des parcelles...) sont moins puissants que les facteurs interrégionaux, qu'il s'agisse des conditions géo-pédologiques, climatiques, de l'endémisme de certains taxons, de l'histoire locale ou des modes de gestion récents et actuels.

La composition de l'entomocœnose n'est pas seulement sous l'influence des facteurs du milieu, on trouve aussi des taxons sans doute relictuels d'une période plus froide, notamment sur le Petit Luberon (*Cymindis coadunata*, *Leistus montanus*). Le massif du Luberon, connu pour receler des éléments d'une flore orophile, abrite aussi une entomocœnose marquée par l'influence montagnarde ou plus septentrionale (*Mycetoporus angularis*, *Athous dejeani*, *Syntomus foveatus*...). Son intégration dans le massif alpin est, au plan

écologique, une réalité confirmée par l'entomologie, en même temps que son caractère très méditerranéen. Le Luberon est également bien identifié par rapport aux contrées voisines, en particulier les parcelles bas-alpines, même proches, généralement plus apparentées entre elles qu'au massif.

Un travail rigoureux visant à évaluer l'effet du pâturage sur l'entomocénose impliquerait la mise en place d'une étude à long terme utilisant un dispositif minimisant l'importance des autres facteurs du milieu. Ce travail devrait donc être réalisé sur un même secteur homogène, comporter des « parcelles-témoins » mises en défens, éloignées des zones pâturées pour réduire les risques liés à la mobilité des insectes. Les conditions de parcours devraient être contrôlées afin d'intégrer la pression et le calendrier de pâturage, ainsi que la conduite du troupeau. On voit la complexité et la difficulté d'un tel dispositif de nature expérimentale. L'organisation de ce dispositif dans le cadre d'une recherche participative associant les acteurs de terrain à même de réaliser en vraie grandeur les objectifs poursuivis, et indispensable à défaut d'un troupeau expérimental, représente une difficulté supplémentaire.

L'évaluation de l'impact du pâturage est rendue particulièrement délicate par la multiplicité des facteurs en cause et les problèmes d'échelle. Mais nous avons montré l'importance quantitative dans ces milieux des taxons à valeur patrimoniale liés à l'existence du paysage ouvert. Si le pâturage reste le mode de gestion le plus pertinent au plan socio-économique pour maintenir les espaces de pelouses, il ne peut qu'être favorable à la diversité des écosystèmes ouverts, d'autant que l'hétérogénéité de la pression pastorale favorise la formation des mosaïques paysagères. Il faudra veiller à en minimiser les impacts négatifs que peut provoquer le surpâturage (ou le sur-piétinement) et les problèmes induits par l'utilisation des intrants, notamment vétérinaires.

#### REMERCIEMENTS :

*Ces résultats résultent d'un travail conduit dans le cadre d'un Diplôme d'études doctorales (Frapa, 2002) conduit au sein de l'IMEP, sous la direction de Jean-Pierre Hébrard et de Philip Roche. Je dois en outre, remercier plus particulièrement Sophie Gachet et Errol Véla pour leur aide sur les problèmes de végétation, Christiane Rolando pour ses analyses de sol et Jérôme Orgeas pour son aide dans la rédaction de ce texte.*

*La détermination de mes nombreuses captures n'aurait pas été possible sans l'aide bénévole de Roland Allemand, Michel Bergeal, Alain Coache, Michel Cornet, Claude Favet, Jean-Pierre Hébrard, Michèle Lemonnier, Lucien Leseigneur, Armand Matocq, Pierre Moulet, Philippe Ponel, René Pupier, Fabien Soldati.*

ANNEXE : liste des taxons zoologiques cités et assemblages (ordre systématique)

A : Codes utilisés pour les taxons dans le traitement statistique  
 B : Groupements initiaux issus de l'AFC (Chiffres romains)  
 C : Assemblages indicateurs (Chiffres arabes) [0 : taxons complémentaires isolés]

Ordre	Famille	Genre espèce désignée	A	B	C	
(Scorpionida)	Chactidae	<i>Euscorpis carpathicus</i> (Linné, 1767)	Euscor	VII		
Blattoptera	Blattellidae	<i>Lebopora decipiens</i> (Germar, 1817)	Lebodec	X		
	Ectobiidae	<i>Ectobius macedonicus</i> Brinova, 1832	Ectonic	X	10	
		<i>Ectobius pallidus</i> (Olivier, 1789)	Ectopal	VII		
		<i>Ectobius partieri</i> Saunders, 1833	Ectopan	VII		
		<i>Lebolumpra suboptera</i> Rambur, 1838	Lobosub	X	10	
Orthoptera	Tettigoniidae	<i>Polysarcus dentirostris</i> (Charpentier, 1825)				
	Gryllidae	<i>Eugryllodes papilion</i> (Dufour, 1820) ssp. <i>provincialis</i> (Aren, 1901)			10	
		<i>Gryllomorpha aculeata</i> Pausan, 1890	Gryllac	XI	11	
		<i>Gryllus campestris</i> Linné, 1758	Gryllcam	VIII	8	
		<i>Megophonia byzantina</i> Scudder, 1830	Megophen	III	3	
		<i>Nemobius sylvesteris</i> (Dow, 1797)	Nemomyd	IV	4	
Dermaptera	Anisolabididae	<i>Euborellia annulipes</i> (Linné, 1847)	Euboarn	VIII		
		<i>Euborellia moesta</i> (Günz, 1839)	Eubormoe	VIII	8	
	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> Linné, 1758	Forficar	I		
Heteroptera	Microphysiidae	<i>Myrmecobla coloprocta</i> (Fulda, 1807)			0	
	Reduviidae	<i>Psilostus strabus</i> (Fabricius, 1787)	Psilstr	VIII		
	Tingitidae	<i>Acalypta helvetica</i> Reuter, 1898	Acalhel	VII	7	
		<i>Kalima tricornis</i> (Schrank, 1801)	Kalalco	VI	6	
	Alydidae	<i>Campopterus lateralis</i> (Germar, 1817)	Campopt	X	10	
	Coreidae	<i>Bothrocera annulipes</i> (Coste, 1843)	Botharn	X	10	
	Berytidae	<i>Berytus distinguendus</i> (Favet, 1874)				9
		<i>Lygaeosoma sardicum</i> Spinola, 1857				9
		<i>Emblethis</i> sp. Fieber, 1860	Emblisp.	X		
		<i>Gonionota marginipunctata</i> (Waltl, 1804)	Gonimar	VII	7	
		<i>Ischnocoris punctulatus</i> Fieber, 1861	Ischpan	XI		
		<i>Ischnopora hirticornis</i> (Hornsch-Schaeffer, 1850)	Ischofer		9	
		<i>Notochilus ferrugineus</i> (Mulsant & Rey, 1852)		VIII	8	
		<i>Phaenithus rufi</i> Fieber, 1862			1	
<i>Rhyperochromus mixticulatus</i> (Kollar, 1835)				9		
<i>Scolopoclethrus patruelis</i> Horváth, 1892		Scolpat	VII	7		
Pentatomidae	<i>Sciocoris maculatus</i> Fieber, 1831	Sciornac	V			
Scutelleridae	<i>Odonotaella fuliginosa</i> Linné, 1761	Odonfil	VIII	8		
Coleoptera	Carabidae	<i>Carabus problematicus</i> Heber, 1786	Carapre	II		
		<i>Lelaris montana</i> Stephens, 1828			1	
		<i>Calathus erythroderus</i> Germinger & Harold, 1868	Calery	IX	9	
		<i>Calathus fuscipes</i> (Göen, 1777)	Calafus	IX	9	
		<i>Feronidius melis</i> (Curtis, 1799) ssp. <i>italicus</i> (Dejean, 1828)			11	
		<i>Poecilus versicolor</i> Fieber, 1823	Poecver	X	10	
		<i>Amara cenea</i> (De Geer, 1774)	Amamen	XI		
		<i>Amara euryzona</i> (Pausan, 1797)			4	
		<i>Ophonus pumilio</i> (Stephens, 1828)			11	
		<i>Ophonus subquadratus</i> (Dejean, 1828)			11	
		<i>Harpalus attenuatus</i> Stephens, 1828			11	
		<i>Harpalus dimidiatus</i> (Linné, 1760)	Harpdim	XI	11	
		<i>Harpalus sulphuripes</i> Germar, 1824			9	

Ordre	Famille	Genre espèce descripteur	A	B	C
Coleoptera (suite)	Carabidae (suite)	<i>Licinus alpehoides</i> (Blond, 1796)	Licidii	IX	9
		<i>Dinodes decipiens</i> (DeGeer, 1822)			0
		<i>Cymindis scutellaris</i> (Fabricius, 1794)			3
		<i>Cymindis eschscholtzi</i> (DeGeer, 1823)			1
		<i>Synostus foveatus</i> (Fournier, 1783)			5
		<i>Microleptus</i> sp. Schmidt-Gebel, 1846	Microsp.	VI	
	Histeridae	<i>Hister quadrifoveolatus</i> (Linné, 1758)	Histidna	XI	11
	Silphidae	<i>Abblattaria laevigata</i> (Fabricius, 1775)	Abblidae	XI	
	Leiodidae	<i>Agnathidium haemorrhoidum</i> Eschsch., 1848	Agnthae	VII	
	Cholevidae	<i>Promopagus arvicolaris</i> (Chaudoir, 1843)	Promesp.	X	10
	Scydmaenidae	<i>Neuraphes</i> sp. Thomson, 1862	Neurap.	VIII	
		<i>Proctinus brachypterus</i> (Fabricius, 1792)	Proctra	VII	
		<i>Omalium crenatum</i> Gravemann, 1806	Omalcae	VII	
		<i>Omalium striatum</i> (Pavani, 1783)	Omaliv	VII	
		<i>Paraphloeosinus grandis</i> (Mac Leay, 1871)	Paragay	VII	
		<i>Artenus brevis</i> (Gyllenhal, 1801)	Artebe	VI	6
		<i>Artenus unicolor</i> Mulsant & Rey, 1877			5
		<i>Xantholimus elegans</i> (Olivier, 1794)	Xantele	III	
		<i>Xantholimus bicaris</i> (Olivier, 1794)	Xantlin	II	
		<i>Atrecus affinis</i> (Pavani, 1783)	Atreat	III	
		<i>Othius laticollis</i> Stephens, 1831	Othiue	IV	4
		<i>Oxygus olivae</i> (Mulsant, 1844)	Oxygole	IV	
		<i>Oxygus orbitalis</i> (Scopoli, 1763)	Oxygoph	X	10
		<i>Oxygus picipennis</i> (Fabricius, 1792)			5
		<i>Tungius pedator</i> (Gravemann, 1802)			11
		<i>Quedlin curtus</i> (Lindse, 1829)	Quedcur	VIII	8
		<i>Quedlin humeralis</i> Stephens, 1832			4
		<i>Quedlin semiohivarius</i> (Marsden, 1867)	Quedsem	VIII	
		<i>Mycetoporus angulatus</i> Mulsant & Rey, 1851	Mycetang	VII	7
		<i>Mycetoporus nigricollis</i> Stephens, 1832	Mycenig	V	
		<i>Lordithon tricoloratus</i> (Lindse, 1829)	Lordino	X	10
		<i>Spondyliobius dentatus</i> (Fabricius, 1792)	Serptes	VIII	8
		<i>Fuchtoporus pusillus</i> Gravemann, 1806			11
		<i>Aleochara</i> sp. Mulsant, 1820	Oleosp.	VII	
		<i>Aleochara</i> sp. Gravemann, 1802	Aleoasp.	IV	
		<i>Aleochara bimaculata</i> (Linné, 1764)	Aleobis	V	
		<i>Orthopagus emarginatus</i> Mulsant, 1847			0
		<i>Orthopagus fuscatus</i> (Fabricius, 1781)			11
		<i>Trochota hirsuta</i> (Poda, 1741)	Trochir	VIII	
		<i>Netocia nitida</i> (Fabricius, 1781)	Netomor	II	
		<i>Curimopsis muricollis</i> Marsden, 1867	Curimar	VII	7
	<i>Dysasteria bimaculata</i> (Linné, 1760)			11	
	<i>Selatosomus later</i> (Fabricius, 1801)			2	
	<i>Calosoma pilosum</i> (Laska, 1783)			11	
	<i>Lamproloma quercus</i> (Olivier, 1796)	Lamprosp.	IV	4	
	<i>Albius flavus</i> (Laporte de Castelnau, 1840)	Athodei	V	5	
	<i>Albius frigidus</i> Mulsant & Gyllenhal, 1855			10	
	<i>Agrilus variabilis</i> (Blond, 1817)	Agrisor	XI	11	
	<i>Cardiophorus struttatus</i> (Olivier, 1796)			0	
	<i>Dermestes amabilis</i> Eschsch., 1846	Dermmus	VIII		
	<i>Prius</i> sp. Linné, 1766	Prisp.	III		
	<i>Carpophilus hemipterus</i> (Linné, 1758)	Carpob.	II		
	<i>Eparusa fuscicollis</i> (Stephens, 1831)	Eparfus	VIII		
	<i>Silvanidae</i>	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linné, 1758)	Oryzsar	III	

Ordre	Famille	Genre espèce descripteur	A	B	C		
Coleoptera (suite)	Cryptophagidae	<i>Cryptophagus</i> sp. Herbst, 1792	Crypsp.	III&VIII			
	Corylophidae	<i>Arthrolips</i> sp. Wollaston, 1854	Arthsp.	VI			
		<i>Sericoderus lateralis</i> (Gyllenhal, 1827)	Serilat	VIII			
	Lathridiidae	<i>Cartodere</i> sp. Thomson, 1836	Cartsp.	VIII			
		<i>Corticarina fulvipes</i> (Cosoli, 1837)	Cortful	VI			
	Anthicidae	<i>Anthicus tristis</i> Schmidt, 1842				9	
		<i>Hirticomus hispidus</i> (Rossi, 1792)	Hirthis	IV			
		<i>Microhoria fasciata</i> (Chevrolat, 1833)	Micrfas	I			
	Scaphitidae	<i>Microhoria plumbea</i> (La Ferté-Sénécère, 1842)				5	
		<i>Trotomma pubescens</i> Kiesenwetter, 1851	Trotpub	VII			
	Tenebrionidae	<i>Dichillus minutus</i> (Solier, 1838)	Dichmin	II		2	
		<i>Asida dejeani</i> Solier, 1836	Asiddej	X		10	
		<i>Asida sabulosa</i> (Goeze, 1775)	Asidsab	VII			
		<i>Asida sericea</i> (Olivier, 1795)				5	
		<i>Bioplanes meridionalis</i> Mulsant, 1854	Biopmer	VII		7	
	Chrysomelidae	<i>Gonocephalum granulatum</i> (Fabricius, 1791)				11	
		<i>Timarcha goettengensis</i> Linné, 1758	Timagoe	V			
		<i>Timarcha nicaeensis</i> Villa, 1835	Timanic	II		2	
		<i>Timarcha tenebricosa</i> Fabricius, 1775	Timaten	VII			
		<i>Chrysolina haemoptera</i> (Linné, 1758)				11	
		<i>Arima marginata</i> (Fabricius, 1781)	Arimar	VI		6	
		<i>Longitarsus obliteratoides</i> Gruev, 1973	Longobl	VIII		8	
		<i>Longitarsus ochroleucus</i> (Marshall, 1802)				9	
		<i>Longitarsus pratensis</i> (Panzer, 1794)	Longpra	XI		11	
		<i>Longitarsus succineus</i> (Foudras, 1860)				4	
		Curculionidae	<i>Meira vanclusiana</i> Desbrochers, 1898	Meirvau	I		1
			<i>Trachyphloeus</i> sp. Germar, 1824	Trachsp.	V		
	<i>Barypeithes maritimus</i> Formanek, 1904					10	
	<i>Cycloderes canescens</i> Rossi, 1794 (non sensu Hoffmann, 1950)					11	
	<i>Pseudocleonus cinereus</i> Schrnk, 1781		Pseucin	III		3	
	<i>Pseudorhinus impressicollis</i> (Boheman, 1834)		Pseuimp	III		3	
	<i>Hypera zoilus</i> Scopoli, 1763					11	
	<i>Donus piochardi</i> Capionont, 1868		Donupio	V		5	
	Hymenoptera	<i>Ceutorhynchus consputus</i> Germar, 1824	Ceuters	V			
		<i>Smicronyx cyaneus</i> Gyllenhal, 1836	Smiccya	I		1	
	Hymenoptera	Formicidae	<i>Pheidole pallidula</i> Nylander 1849				
	Lepidoptera	Lycanidae	<i>Lysandra bellargus</i> (Rotenburg, 1775)				
			<i>Lysandra coridon</i> (Podé, 1761)				

## BIBLIOGRAPHIE

BAGUETTE M., GOFFART P.,LEBRUN P. & NEF L.,1990,Quelques considérations sur l'impact des mesures de gestion sur les insectes, *in* Actes du Colloque « Gérer la nature? », Anseremme (Belgique) - 17-20 octobre 1989, *Travaux du Service Conservation de la nature de la région wallonne*, n° 15, Fascicule 2, pp. 793-800.

BENZÉCRI J.-P. & collaborateurs, 1973, *L'analyse des données - T. II: l'analyse des correspondances*, Dunod, Paris, 619 p.

BIGOT L., FAVET C. & RÉAL P., 1983, *Insectes des crêtes du Luberon*, Note interne dactylographiée, PNRL, non paginé.

BOURBOUZE A. & ALLEZARD V. coordonnateurs, 1986, L'animal au pâturage dans les friches et les landes, *Revue Fourrages*, n° hors-série, novembre 1986, 160 p.

BOURBOUZE A. & DONADIEU P.,1987, L'élevage sur parcours en régions méditerranéennes, *Options méditerranéennes, série Études*, novembre 1987, Centre international de hautes études agronomiques méditerranéennes/Institut agronomique méditerranéen de Montpellier, Paris/Montpellier, 104 p.

CHAMBERS B.Q. & SAMWAYS M.J.,1998,Grasshopper response to a 40-year experimental burning and mowing regime, with recommendations for invertebrate conservation management, *Biodiversity and conservation*, T. 7, n° 8, pp. 985-1012.

FAVET C.,1993,Étude des communautés frondicoles soumises à l'impact d'un troupeau de chèvres du Rove (Arthropoda; Mollusca: Gastropoda), *Entomologica gallica*, T. 4, n° 4, pp. 192-206.

FAVET C., 1997, Contribution à la connaissance des insectes du Parc naturel régional du Luberon – ordre des orthoptères – 1 Ensifera, *Bulletin de la Société linnéenne de Provence*, T. 48, pp. 35-47.

FAVET C., BIGOT L., DUBUISSON B., CÉCILE A., DELLA CASA S., JAUFFRET S., MIALHE C. & VÉLA E., 1997, OGAF Environnement – Parc naturel régional du Luberon – Biotopes rares et sensibles – Suivi entomologique 1997, photocopié,PNRL, Apt, 7 p.

FAVET C., BIGOT L., CÉCILE A. & DELLA CASA S., 1999, OGAF Environnement – Parc naturel régional du Luberon – Biotopes rares et sensibles – Suivi entomologique 1995-1999, photocopié, PNRL, Apt, 28 p.

FRAPA P., 2002, *Les entomocœnoses des espaces ouverts de Haute Provence: étude de quelques groupes taxonomiques*, Thèse de Diplôme d'études doctorales, IMEP - Université d'Aix-Marseille III, 145 p. + annexes.

FRAPA P.,2003a, Insectes intéressants de Haute-Provence (Vaucluse et Alpes-de-Haute-Provence): 1e partie: Coleoptera, *Bulletin de la Société linnéenne de Provence*, T. 54, pp. 45-55.

FRAPA P.,2003b, Insectes intéressants de Haute-Provence (Vaucluse et Alpes-de-Haute-Provence): 2e partie: Blattoptera, Orthoptera, Heteroptera, *Bulletin de la Société linnéenne de Provence*, T. 54, pp. 57-67.

GARDE L. coordonnateur, 1996, *Guide pastoral des espaces naturels du Sud-Est de la France*, CERPAM/Méthodes et Communication, Manosque, 254 p.

GUENDE G., GALLARDO M. & MAGNIN H., 1999, *Secteurs de valeur biologique majeure du Parc naturel régional du Luberon*, PNRL, Apt, 118 p.

- KRÜGER K. & SCHOLTZ C.H., 1997, Lethal and sublethal effects of ivermectin on the dung-breeding beetles *Euoniticellus intermedius* (Reiche) and *Onitis alexis* Klug (Coleoptera: Scarabaeidae), *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 61, Fasc. 2-3, février 1997, pp. 123-131.
- LUMARET J.-P., 1986, Toxicité de certains helminthocides vis-à-vis des insectes coprophages et conséquences sur la disparition des excréments de la surface du sol, *Acta oecologica - Oecologica applicata*, Vol. 7, n° 4, pp. 313-324.
- LUMARET J.-P. & ERROUISSI F., 2002, Use of anthelmintics in herbivores and evaluation of risks for the non-target fauna of pastures, *Veterinary research*, n° 33, pp. 547-562.
- MADSEN M., OVERGAARD NIELSEN B., HOLTER P., PEDERSEN O.C., BROCHNER JESPERSEN J., VAGN JENSEN K.M., NANSEN P. & GRONVOLD J., 1990, Treating cattle with ivermectine: effects on the fauna and decomposition of dung pats, *Journal of applied ecology*, n° 27, pp. 1-15.
- MORRIS M.G., 1968, Differences between the invertebrate faunas of grazed and ungrazed chalk grassland - II The faunas of sample turves, *Journal of applied ecology*, Vol. 5, n° 3, décembre 1968, pp. 601-611.
- MORRIS M.G., 1969, Differences between the invertebrate faunas of grazed and ungrazed chalk grassland - III The heteropterous fauna, *Journal of applied ecology*, Vol. 6, n° 3, décembre 1969, pp. 475-487.
- MORRIS M.G., 1973, The effects of seasonal grazing on the Heteroptera and Auchenorrhyncha (Hemiptera) of chalk grassland, *Journal of applied ecology*, Vol. 10, n° 3, décembre 1973, pp. 761-780.
- RIDSILL-SMITH T.J., 1988, Survival and reproduction of *Musca vetustissima* Walker (Diptera: Muscidae) and a scarabine dung beetle in dung of cattle treated with ivermectin B1, *Journal of Australian entomological society*, n° 27, pp. 175-178.
- RIVERS-MOORE N.A. & SAMWAYS M.J., 1996, Game and cattle trampling, and impacts of human dwellings on arthropods at a game park boundary, *Biodiversity and Conservation*, T. 5, n° 12, december 1996, pp. 1545-1556.
- VÉLA E., ELLENA C. & GUENDE G., 1998a, Organisation actuelle de la végétation des Craux pâturées de Saint-Michel-l'Observatoire, *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Luberon*, n° 2, PNRL, Apt, pp. 70-79.
- VÉLA E., GARDE L. & TATONIT., 1998b, Approche diachronique des changements dans les populations de plantes rares sur la crête du Grand Luberon, *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Luberon*, n° 2, PNRL, Apt, pp. 50-69.
- VÉLA E., TATONIT. & BRISSE H., 2001, Étude synchronique de l'influence du pâturage ovin et de la mise en défens sur la végétation des pelouses calcaires du Luberon (Provence, France), *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Luberon*, n° 5, PNRL, Apt, pp. 102-121.
- VERBEKE W., 1990, Expériences de gestion dans un milieu naturel: Les pelouses calcaires de la partie belge de la Montagne Saint-Pierre, in Actes du colloque « Gérer la nature? », Anseremme (Belgique) - 17 au 17 octobre 1989, *Travaux du Service Conservation de la nature de la région wallonne*, n° 15, Fascicule 1, pp. 113-126.
- WALL R. & STRONG L., 1987, Environmental consequences of treating cattle with the antiparasitic drug ivermectin, *Nature*, Vol. 327, June 1987, pp. 418-421.
- WARD J.H., 1963, Hierarchical grouping to optimise an objective function, *Journal of the American statistics association*, n° 64, pp. 236-244.
- ZULKA K.P., MILASOWSKY N. & LETHMAYER C., 1997, Spider biodiversity potential of an ungrazed and a grazed inland salt meadow in the National Park « Neusiedler See-Seewinkel » (Austria): Implications for management (Arachnida: Aranae), *Biodiversity and Conservation*, Vol. 6, n° 1, pp. 75-88.