



PRÉFECTURE DE LA  
RÉGION FRANCHE-COMTÉ

## Impact des pratiques de brûlage dirigé sur les communaux de Vescles

Premier rapport d'activité :  
Analyse bibliographique  
et aspects méthodologiques



Janvier 2005

LAURENT C. et MORA F., 2005. *Impact des pratiques de brûlage dirigé sur les communaux de Vescles - premier rapport d'activité : analyse bibliographique et aspects méthodologiques*, Conservatoire Botanique de Franche-Comté, 34 p.

Cliché de couverture : LAURENT C., pelouses de Vescles près du Crêt d'en Haut.

## **CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE FRANCHE-COMTÉ**

---

### **Impact des pratiques de brûlage dirigé**

### **sur les communaux de Vescles**

Premier rapport d'activité :

Analyse bibliographique  
et aspects méthodologiques

**Février 2005**

**Inventaires de terrain :** CÉLINE LAURENT (CBFC),  
JÉROME BOMBOIS (FDC 39), YORICK FERREZ (CBFC),  
FRÉDÉRIC MORA (OPIE Franche-Comté)

**Analyse des données :** JÉROME BOMBOIS (FDC 39),  
CÉLINE LAURENT, FRANÇOIS DEHONDT, YORICK FERREZ  
(CBFC), FRÉDÉRIC MORA (OPIE Franche-Comté)

**Rédaction et mise en page :** CÉLINE LAURENT,  
GAËLLE NAUCHE (CBFC), FRÉDÉRIC MORA (OPIE  
Franche-Comté)

**Relecture :** FRANÇOIS DEHONDT (CBFC)

**Etude réalisée par** le Conservatoire Botanique  
de Franche-Comté, l'OPIE de Franche-comté et  
la Fédération départementale des Chasseurs du  
Jura

**pour le compte de** l'Association pour le  
Développement et l'Aménagement de la Petite  
Montagne (ADAPÉMONT)

**Remerciements :** RENÉ BRIFFOULLIÈRE, JEAN-PAUL  
CAMPANT, ERIC CHAPPUT, FRANCK JANOD, COLETTE  
MERLIN, MARTIAL VALLET et le Groupement Pastoral  
de Vescles



## SOMMAIRE

Introduction	1
1 - Présentation de l'étude	2
1.1 - Présentation du contexte local	2
1.2 - Présentation du site d'étude	2
2 - Synthèse bibliographique	3
2.1 - Protocoles d'étude et considérations méthodologiques	3
2.1.1 - <i>Suivi de la flore</i>	3
2.1.2 - <i>Suivi de l'entomofaune*</i>	5
2.2 - Analyse de l'impact des pratiques de brûlage dirigé	8
2.2.1 - <i>Impacts sur les milieux et la flore</i>	9
2.2.2 - <i>Impacts sur l'entomofaune*</i>	11
3 - Définition des protocoles de suivi pluri-annuel	17
3.1 - Choix des parcelles	18
3.3 - Protocole de suivi de l'entomofaune*	25
3.3.1 - <i>Suivi des Rhopalocères*</i>	25
3.3.2 - <i>Suivi des Orthoptères*</i>	26
3.4 - Protocole de suivi de la faune vertébrée	27
Conclusion	29
Bibliographie	30
Lexique	33



---

## Introduction

Depuis des années, certains habitants de la commune de Vescles utilisent à la fin de l'hiver et au début du printemps la technique du brûlage dirigé sur leurs communaux pour les dégager des herbes sèches et limiter leur envahissement par les buis. Il est cependant rapidement apparu que cette utilisation dépassait le cadre des mesures légales en vigueur, et ce non-respect de la loi a conduit les habitants de Vescles à entrer en conflit avec les autorités. Le 17 décembre 2002, le Préfet du Jura a de ce fait édité un arrêté préfectoral visant à fixer les modalités relatives à l'autorisation exceptionnelle de ces pratiques de brûlage entre le 15 février et le 31 mars, ceci sous réserve de la conduite d'un suivi scientifique sur l'impact de ces brûlages dirigés sur la flore et la faune.

L'association de développement de la Petite Montagne Jurassienne (ADAPEMONT-SYPEMONT) fut chargée par la DDAF de la maîtrise d'ouvrage de cette étude dont la durée initiale a été fixée à quatre ans, avec 2007 pour terme. La réalisation des protocoles et des suivis écologiques été confiée à trois structures :

- le Conservatoire Botanique de Franche-Comté (CBFC) pour la flore et les habitats,
- l'Office pour la Protection des Insectes et de leur Environnement (OPIE F-C) pour l'entomofaune\*,
- la Fédération Départementale des Chasseurs (FDC) du Jura pour la faune vertébrée.

L'année 2004 marque le démarrage du projet et a été utilisée pour l'exécution de la phase initiale, à savoir :

- la réalisation d'une synthèse bibliographique sur les méthodes d'étude et les effets du feu sur les milieux, la flore et l'entomofaune\* ;
- le choix des parcelles qui seront suivies tous les ans, sur la base d'une recherche historique (archives départementales, communales...) et d'une enquête auprès des habitants de la commune ;
- la rédaction et la mise en place des protocoles de suivi pour la flore, l'entomofaune\* et la faune vertébrée qui seront appliqués en 2005 et ce jusqu'en 2007.

Le présent rapport se propose donc de reprendre les divers éléments exposés ci-dessus.

# PRESENTATION DE L'ETUDE

## 1.1 - Présentation du contexte local

Depuis de nombreuses années (environ 100 à 150 ans, cf. partie 3.1), certains habitants de Vescles emploient, à chaque fin d'hiver - début de printemps, la technique des feux dirigés sur leurs parcours pour les débarrasser des herbes sèches et limiter leur fermeture par les buissons. L'incinération des végétaux sur pied est toutefois clairement réglementée depuis 1981 (cf. annexe 1). Le maintien de certaines de ces pratiques « clandestines » a donné lieu à quelques conflits avec les forces de l'ordre. Ces problèmes s'amplifièrent durant les années 1980 pour atteindre leur apogée au début du printemps 2001, où ils prirent des proportions déraisonnées : intervention de la gendarmerie, des pompiers, d'un hélicoptère, convocation de personnes au commissariat... Suite à cela, le Préfet du Jura prit, le 17 décembre 2002, un arrêté préfectoral (cf. annexe 1) autorisant la commune de Vescles à employer la technique de l'écobuage\* entre le 15 février et le 31 mars, à la condition expresse que cette pratique fasse l'objet d'un suivi scientifique. La Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF) du Jura confia à l'ADAPEMONT, association de développement de la Petite Montagne jurassienne, la maîtrise d'ouvrage de l'étude, qui doit durer quatre ans (de 2004 à 2007). Cette étude se structure en trois phases :

2004 : Phase initiale : analyse bibliographique des impacts du feu sur la faune et la flore, synthèse des méthodes de suivi employées dans des études similaires, enquête auprès des habitants afin de définir les pratiques actuelles et passées sur la commune et établissement des protocoles de suivi pour les années 2005 à 2007.

2005-2007 : Application des protocoles.

2007 : Fin de l'étude : analyse des résultats et élaboration des conclusions.

## 1.2 - Présentation du site d'étude

### La Petite Montagne jurassienne

Située au sud-sud-ouest du département du Jura, en Franche-Comté, la Petite Montagne jurassienne s'étend sur 41 672 hectares<sup>(3)</sup>. Elle est bordée à l'Ouest par la crête du Revermont, à l'Est par la vallée de l'Ain et au Nord par le contrefort du Revermont, par la reculée de Revigny et par

le premier plateau jurassien<sup>(3)</sup>. Seule la limite sud ne correspond pas à un relief mais à une limite départementale. L'une des caractéristiques de la Petite Montagne est sa compartimentation, due à des accidents tectoniques vigoureux qui ont créé des bandes de reliefs orientées Nord-Sud entre les vallées de l'Ain, de la Valouse et du Suran<sup>(3; 44)</sup>.



### Vescles

Le village de Vescles se situe en Petite Montagne jurassienne, à environ 40 kilomètres au sud-est de Lons-le-Saunier. Les limites communales actuelles correspondent à la fusion ancienne de quatre communes réunies le 11 septembre 1822 : Vescles, Boutavant, Chenilla et Rupt. Son point le plus bas se situe à 308 mètres d'altitude et son point le plus haut à 807 mètres. En l'espace de 30 ans, sa population a fortement diminué (1936 : 291 habitants; 1968 : 156 habitants), mais, à l'heure actuelle, elle tend à remonter (2004 : 188 habitants). Cette évolution démographique s'est accompagnée d'une forte diminution du nombre d'agriculteurs : au milieu du XX<sup>ème</sup> siècle, ils étaient une quarantaine sur la commune, alors qu'aujourd'hui ils ne sont plus que quatre, regroupés en groupement pastoral.

## Synthese bibliographique

La première partie de ce chapitre consiste en la réalisation d'une synthèse bibliographique des différents protocoles couramment employés pour le suivi de la végétation et de la faune.

Dans un second temps, les effets du feu sur les communautés végétales et entomologiques seront abordés à travers une analyse critique des études traitant de ce sujet. La finalité de cette étape de recherche repose pour l'essentiel sur la détermination des indicateurs biologiques les plus pertinents et sur la désignation d'un protocole d'étude le mieux adapté à la situation de Vesclès.

### 2.1 - Protocoles d'étude et considérations méthodologiques

De nombreux protocoles d'étude floristiques et faunistiques existent, et le choix d'un d'entre eux dépend directement d'un certain nombre de critères : objectifs fixés, degré d'exactitude recherché, temps et moyens humains disponibles, type de végétation étudiée<sup>(12)</sup> ou groupe zoologique retenu ...

Une synthèse bibliographique (non exhaustive) des protocoles décrits dans la littérature, pour la flore puis pour la faune, est donc présentée ici en essayant de cerner leur degré d'adéquation avec l'étude envisagée.

#### 2.1.1 - Suivi de la flore

Bien qu'il existe beaucoup de protocoles différents pour étudier la flore, la majorité des études de suivi de la végétation après un feu (incendie ou écobuage\*) emploient les méthodes phytosociologiques.

#### Les méthodes phytosociologiques

« Un relevé phytosociologique est un inventaire exhaustif, par strate et avec indication de leur coefficient d'abondance-dominance, des espèces végétales présentes sur une surface échantillon au moins égale à l'aire minimale, représentative d'une communauté végétale

*floristiquement homogène, elle-même représentative, sur le terrain, d'une association végétale »<sup>(18)</sup>.*

De nombreuses études phytosociologiques existent. Elles diffèrent les unes des autres par leur mode d'échantillonnage et par la technique de prélèvement<sup>(12)</sup>. Les deux modes d'échantillonnage les plus employés sont les quadrats et les transects.

#### Les quadrats

Les quadrats sont des cadres métalliques délimitant une surface sur laquelle seront effectués des relevés de végétation. Ils peuvent avoir différentes formes.

J. FAERBER (1995) utilise ainsi des cercles de 15 mètres de diamètre, alors que D. MOOG *et al.* (2002) privilégient pour leur part des placettes carrées de deux mètres sur deux. La forme des quadrats ne semble pas avoir d'influence sur les résultats<sup>(12)</sup>, sous réserve du choix d'une surface échantillonnée correspondant au moins à la surface minimale calculée grâce à la courbe aire-espèce et dépendant du type de végétation<sup>(12)</sup>. La méthode la plus employée pour déterminer la taille des quadrats est celle de BRAUN-BLANQUET<sup>(12)</sup>. Elle consiste à réaliser une courbe représentant le nombre d'espèces déterminées en fonction de l'augmentation de la surface inventoriée : sur une surface homogène, au départ très petite, l'expérimentateur détermine toutes les espèces qu'il rencontre. Une fois cela fait, il double la surface et note les nouvelles espèces. La surface est à chaque fois doublée jusqu'à ce que la courbe atteigne un plateau.

D. MOOG *et al.* (2002) soulignent toute l'importance de la définition de cette surface minimale, en relation avec l'homogénéité de la végétation en place. Ainsi, dans le cadre d'une étude phytocénotique sur les pelouses calcaires d'Allemagne visant à comparer la composition en espèces selon les différents types de gestion retenus, ils furent amenés dans un premier temps à mettre en place des quadrats de cinq mètres sur cinq. Après vingt-cinq ans et suite à l'évolution de la végétation, ils furent obligés de mettre en place huit quadrats plus petits (deux mètres sur deux) sur chaque site pour réussir à mesurer les variations dans la composition des peuplements végétaux.

P.S. LLOYD (1968) utilise des quadrats de 2 m<sup>2</sup> dans des prairies calcaires de Grande-Bretagne et y mesure la fréquence relative des espèces végétales. C.L. KUCERA *et al.* (1964) étudient la fréquence et la densité des espèces composant une prairie d'herbes hautes aux Etats-Unis à l'intérieur de quadrats de 0,5 m<sup>2</sup> (1 mètre x 0,5 mètre) pour y appréhender l'influence du feu sur la composition de cette prairie.

Différentes mesures peuvent être faites à l'intérieur de ces quadrats :

*Relevé floristique classique*<sup>(26)</sup>

Dans chaque quadrat, l'abondance, la dominance et la sociabilité de chaque espèce rencontrée est notée en fonction de l'échelle de cotation élaborée par BRAUN-BLANQUET.

**Tableaux 1 et 2** : Coefficient de BRAUN-BLANQUET avec les pourcentages moyens d'abondance-dominance et les degrés de sociabilité (D'après CHERRIERE, 1997).

Coefficient	Pourcentage moyen d'abondance-dominance
+	0,2%
1	2,5%
2	15%
3	37,5%
4	62,5%
5	87,5%

Coef.	Type d'agrégation
1	Individus isolés
2	Individus en groupe restreints
3	Individus en groupes étendus
4	Individus en petites colonies ou peuplements étendus lâches
5	Individus en peuplements étendus denses

*Densité*

« C'est le nombre de pousses d'une espèce au sein d'un quadrat »<sup>(12)</sup>. C'est une mesure qui demande un fort investissement en temps. F.R. JR SWAN (1970) fait cette mesure lors de l'étude de la réponse de quatre communautés de plantes à un incendie dans l'état de New-York.

Les transects

Ce sont des lignes parcourant une surface d'étude et le long desquelles sont placées des surfaces d'échantillonnage. Ces surfaces sont en fait des quadrats ; elles sont placées à intervalle régulier<sup>(12)</sup>.

Pour l'étude de la régénération d'une lande après un incendie, N. GAUTIER *et al.* (1980) ont employé cette méthode. Leur transect faisait 64 mètres de long et il était divisé en 128 placettes de 0,5 x 0,5 mètre.

Les mesures faites au niveau des surfaces d'échantillons sont les mêmes que pour la méthode des quadrats.

J.C. GLOAGUEN (1990) a mis en place, au niveau d'une lande à bruyère bretonne, une série de 8 transects de 16 mètres de long espacés les uns des autres par des bandes de 1 mètre de large. Chaque transect est composé de seize quadrats de 1 m<sup>2</sup>. Le couvert végétal est mesuré au niveau de chaque quadrat, d'abord visuellement, puis, pour limiter les erreurs dues à l'appréciation de l'opérateur, chaque quadrat est subdivisé en petits carrés de 20 cm x 20 cm et la présence des espèces est notée au niveau de chaque intersection.

La méthode des transects est employée pour des études portant sur la dynamique de la végétation. Elle est particulièrement efficace pour mettre en évidence la succession de végétations au sein d'un peuplement hétérogène.

Méthode des points quadrats

N. GAUTIER *et al.* (1980) utilisent également une autre méthode pour le suivi de la végétation. Ils effectuent des relevés de végétation tous les 10 cm le long d'une ligne de 60 mètres en utilisant une aiguille de 4 mm de diamètre et ils décomposent la végétation en quatre strates (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30 cm et plus). Cette méthode leur sert à mettre en évidence la distribution des structures spatiales horizontales et verticales.

Certains chercheurs ont employé une technique à peu près similaire à celle-ci. C'est le cas d'A. REMOND (1994) et de J. FAERBER (1995) qui l'ont appelée « méthode des relevés linéaires ». Elles placent sur ces parcelles des lignes d'environ 10 mètres. Ces lignes sont toujours disposées dans le sens de la plus grande pente. Au moment du relevé, un décimètre relie les deux extrémités de chaque ligne. L'expérimentateur utilise alors une tige métallique qu'il positionne perpendiculairement au décimètre

et il note toutes les plantes entrant en contact avec la tige. Le nombre de contacts d'une même espèce au niveau d'un point de lecture n'est pas pris en compte. Un seul contact suffit pour que l'espèce soit relevée. La tige est placée tous les 10 cm en partant du piquet situé en amont. Chaque ligne compte alors 100 points de lecture<sup>(55 ; 46 ; 26)</sup>.

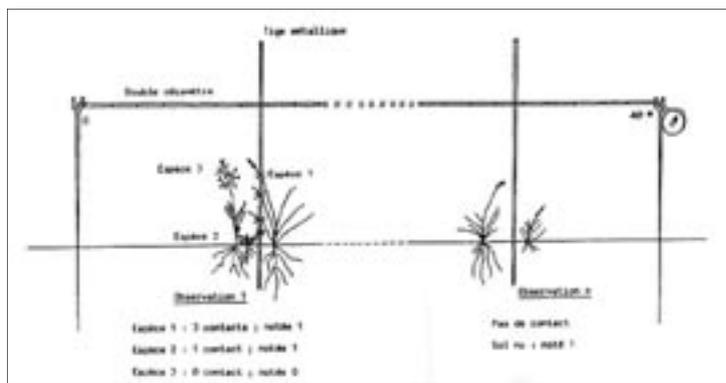


Figure n° 1 : schéma présentant la méthode du relevé linéaire (d'après REMOND, 1994)

### La banque de graines

Quelques études sont faites pour voir l'impact des feux sur la banque de graines. B. CLÉMENT *et al.* (1980) ont réalisé une étude sur ce thème. Pour ce faire, ils ont prélevé, à l'aide d'un cylindre en cuivre de 5 cm de diamètre, des échantillons de sol. Ce cylindre n'est enfoncé qu'à 2 cm de la surface du sol. Les chercheurs ont étudié la répartition des semences issues d'îlots de végétation isolés (en prélevant trois échantillons de sol à différentes distances de l'îlot de végétation) et la répartition des graines d'une espèce particulière autour de touffes isolées (en prélevant trois échantillons de sol à différentes distances de la touffe et en partant dans la direction des quatre points cardinaux). Les grosses graines (>1 mm) peuvent être individualisées du prélèvement à l'aide d'une pince fine, alors que les petites graines doivent être séparées du prélèvement par agitation en solution aqueuse. Elles seront comptées grâce à une loupe binoculaire.

Les études sur la banque de graines sont intéressantes pour caractériser la recolonisation à partir de zones-refuges ou pour mettre en évidence les stratégies de dispersion de certaines espèces, mais elles demandent des connaissances très spécialisées pour pouvoir déterminer les graines.

### Estimation de la phytomasse\* aérienne

J. FAERBER (1995) mesure l'évolution pondérale de phytomasse\* aérienne au niveau de peuplements homogènes sur des surfaces de 2 m<sup>2</sup> pour des groupements herbacés et de 4 m<sup>2</sup> pour des groupements comportant des arbustes. Les surfaces échantillonnées dans des peuplements hétérogènes sont doublées (calcul d'une phytomasse\* moyenne en mesurant la phytomasse\* la plus faible et la phytomasse\* la plus haute). Les échantillons sont ensuite séchés dans des étuves à 60° en laboratoire jusqu'à leur poids constant.

Cette technique demande un matériel spécialisé et onéreux. De plus, elle ne répond pas aux objectifs de détermination de l'impact des pratiques sur la biodiversité végétale.

### Conclusion

Comme le montre ce paragraphe, de multiples techniques existent et peuvent être employées pour l'étude de la végétation. Le choix de l'une ou de l'autre dépendra de nombreux critères, et notamment de ce que l'étude doit chercher à mettre en évidence. Pour l'étude de la succession de différents groupements végétaux au sein d'un peuplement hétérogène, la méthode des transects semble la mieux adaptée. La méthode des quadrats est plutôt employée lors de l'étude d'un peuplement végétal au sein d'un milieu homogène.

Le protocole qui va être mis en place à Vesclès doit mettre en évidence si le feu a un impact sur la végétation. La flore de quatre parcelles, ayant quatre modes de gestion différents, sera comparée. L'étude ne doit pas caractériser une succession végétale ; de plus, chaque relevé sera fait dans un milieu homogène. Pour toutes ces raisons, la technique des quadrats avec mesure de l'abondance-dominance et de la sociabilité a été retenue pour cette étude.

#### 2.1.2 - Suivi de l'entomofaune\*

L'extrême diversité de la Classe des Insectes et la multiplicité des approches méthodologiques envisageables en ce domaine ont conduit au

développement d'un grand nombre de techniques de suivi. Face à cette variété, il est bien entendu difficile de dresser un bilan exhaustif des procédés exploitables. Tous les protocoles existant pour le suivi des insectes ne peuvent donc pas être présentés ici ; seuls ceux habituellement usités pour les deux groupes en définitive retenus dans cette étude, à savoir les Orthoptères\* (Criquets, Sauterelles et Grillons) et les Rhopalocères\* (Papillons de jour), seront décrits.

#### Les Rhopalocères\*

Après analyse, il s'avère que ce groupe a globalement été très peu employé pour le suivi de l'impact des brûlages dirigés. La synthèse bibliographique sur ces études est donc des plus succinctes. Les éléments méthodologiques recueillis laissent cependant apparaître que les transects sont classiquement utilisés pour le suivi de ce groupe faunistique. A.B. SWENGEL (1995) a en particulier étudié l'effet du feu sur l'abondance des papillons de jour évoluant dans les systèmes prairiaux. A l'instar d'études voisines (impact des pratiques de pâturage...), la technique retenue par ce chercheur repose sur la réalisation de transects pédestres : l'observateur se déplace à allure constante le long d'un itinéraire prédéfini et note tous les papillons visibles dans un rayon de 5 à 10 mètres devant et autour du parcours. Un suivi pluriannuel est ici indispensable en raison de l'importance des fluctuations démographiques chez les Rhopalocères\*.

Il s'avère au final que cette technique est de loin la plus adaptée et la plus applicable dans le contexte de l'étude menée sur la commune de Vescles. Des considérations statistiques nous amènent toutefois à souligner que le suivi fin des populations de papillons de jour passe par un programme de terrain très lourd avec passage hebdomadaire durant toute la belle saison. Face à ces impératifs méthodologiques, nous serons très certainement conduits à nous rabattre sur une approche plus qualitative (réalisation d'un inventaire semi-exhaustif par placette et comparaison de relevés faunistiques ponctuels) que quantitative.

#### Les Orthoptères\*

Cinq méthodes pour l'étude des orthoptères\* en milieu ouvert peuvent globalement être définies :

- Les prélèvements avec repérage visuel
- Les relevés
- Le transect
- Les Indices Linéaires d'Abondance (ILA)
- Le biocénomètre\*

Les prélèvements avec repérage visuel

« Ils permettent de connaître la composition spécifique d'un peuplement d'Orthoptères\* et d'évaluer quantitativement la représentativité de chacune des espèces. »<sup>(52 ; 53 ; 54)</sup>

Ces prélèvements peuvent être faits à la main ou à l'aide d'un outil de capture (en général un filet entomologique), chacune de ces techniques présentant des avantages et des inconvénients. Afin de ne pas confondre ce type d'approche avec la mise en oeuvre de méthodologies voisines, il convient de signaler que la mise en oeuvre des prélèvements évoqués dans ce chapitre passe par un repérage visuel préalable des captures et ne fait pas appel à un fauchage aléatoire du milieu.

- Prélèvement à la main : sur une surface assez étendue et la plus homogène, l'expérimentateur capture les individus un par un en se déplaçant régulièrement dans l'espace choisi. Il doit se focaliser sur un individu à chaque fois et ne s'en détourner qu'une fois cet individu capturé. Les stridulations émises par ces insectes ne doivent pas influencer la sélection des prises, car la capture d'un individu doit autant que possible être le fruit du hasard. Enfin, la zone doit être prospectée plusieurs fois au cours de l'étude pour ne pas manquer les espèces rares. Un même individu ne doit pas être compté deux fois et l'expérimentateur ne doit pas faire fuir les insectes en faisant des gestes trop brusques<sup>(54)</sup>. Pour que les résultats soient représentatifs, une centaine d'individus doit être prélevée. Toutefois, dans le cas de milieux très pauvres, les prélèvements peuvent se limiter à une cinquantaine d'individus<sup>(54)</sup>.
- Prélèvement au filet : cette technique reste voisine de la précédente, mais les individus

sélectionnés visuellement sont prélevés à l'aide d'un filet. Selon certains auteurs, les résultats obtenus lors de prélèvements à la main semblent plus pertinents dans le cadre d'inventaires exhaustifs<sup>(54)</sup>. Il est par contre évident que le niveau d'expérience et la dextérité de l'entomologiste jouent alors un rôle primordial.

Le point positif des prélèvements est qu'ils sont aptes à fournir une bonne estimation de la richesse faunistique générale (nombre d'espèces) et de la représentativité de chaque espèce au sein du peuplement orthoptérologique\* (effectifs spécifiques). Malgré cet intérêt majeur, cette technique s'avère cependant longue et délicate à mettre en place. Elle nécessite par ailleurs d'être réalisée impérativement par un spécialiste, sous peine d'obtenir des résultats ne reflétant que trop partiellement la réalité. Enfin, son caractère relativement subjectif constitue un obstacle méthodologique non négligeable, l'expérimentateur étant tenté de suivre les espèces les plus voyantes, les plus colorées ou au contraire de focaliser son attention sur celles les plus discrètes et demandant de fait une recherche plus attentive.

#### Les relevés

La technique du relevé peut être considérée comme un prélèvement ne faisant pas appel à la capture<sup>(52 ; 53 ; 54)</sup>.

Cette méthode consiste à noter tous les individus identifiables à vue ou à l'oreille (écoute des stridulations et autres émissions de sons) sur le terrain<sup>(41)</sup>. Malgré le fait qu'elle manque de précision par rapport aux autres méthodes, elle présente l'avantage de prendre en compte les espèces les plus rares de la station et de n'occasionner aucune perturbation dans le peuplement<sup>(41)</sup>, en dehors du simple cheminement de l'observateur. L'expérience et les capacités auditives du chercheur constituent par contre une exigence primordiale.

#### Le transect

Cette méthode est similaire à celle employée par les botanistes. Elle est bien adaptée à « l'étude des peuplements orthoptérologiques\* en

*milieu hétérogène à zonations\* successives* »<sup>(36)</sup>. Un transect est un «chemin», si possible rectiligne, que l'expérimentateur suivra. Au long de ce cheminement linéaire, les données sont récoltées en mettant en oeuvre à plusieurs reprises divers procédés d'acquisition (capture, écoute, observation ...). À l'instar des approches phytoécologiques, tous les auteurs n'emploient pas la même façon de procéder et diverses adaptations techniques peuvent être mentionnées.

E.W. EVANS (1987, 1988) utilise ainsi cette méthode en employant un filet de 38 centimètres de diamètre. Il suit le transect en faisant des arcs de cercle avec son filet, fauchant de façon aléatoire la partie supérieure de la végétation. Il compte entre 10 et 20 passages par transect et 20 coups de filet par passage. À la fin de chaque passage, le contenu du filet est vidé dans des sacs en plastique puis congelé jusqu'à ce que les individus soient identifiés. Cette façon de procéder est relativement longue, mais demeure toutefois nettement plus rapide que celle employée par exemple pour les prélèvements manuels. Elle peut par ailleurs s'avérer très traumatisante pour les peuplements si la superficie des milieux parcourus est réduite, si les densités en Orthoptères\* sont très faibles et/ou si les répétitions au cours de l'année sont trop nombreuses.

B.Q. CHAMBERS et M.J. SAMWAYS (1998) effectuent pour leur part leurs relevés sur des transects de 5 mètres de long et de 1 mètre de large. À l'aide d'une fourche à deux dents espacées de 1 mètre, ils marchent le long des 5 mètres et enregistrent sur un dictaphone tous les adultes qu'ils rencontrent.

E.E. PORTER et R.A. REDAK (1996) placent pour leur part tous les 10 mètres un cerceau de 0,25 m<sup>2</sup> le long d'un transect de 200 mètres. Les surfaces matérialisées par ce cerceau vont leur servir à mesurer la densité des Orthoptères\* présents.

Les Indices Linéaires d'Abondance (ILA) (cf. ci-dessous)

Adaptation standardisée des transects, cette technique permet d'évaluer les variations de densités d'un peuplement<sup>(52 ; 53 ; 54)</sup>.

Elle consiste à parcourir, en ligne droite, plusieurs segments de 10 mètres sur une parcelle et à noter

toutes les espèces qui s'enfuient<sup>(64; 52; 53; 54)</sup>. Pour éviter que l'expérimentateur ne se soucie de mesurer la distance, il suit une corde de 20 mètres ayant un nœud à 5 mètres de chaque extrémité. Le premier nœud atteint indique le début du comptage et le deuxième nœud la fin<sup>(64; 52; 53; 54)</sup>.



Figure n°2 : schéma explicatif de la technique des Indices Linéaires d'Abondance (d'après J.-F. VOISIN, 1986)

Les points positifs de cette méthode sont qu'elle est rapide à mettre en place et à appliquer<sup>(52; 53; 54)</sup> et qu'elle ne nécessite pas beaucoup de matériel ou de personnel. De plus, elle est adaptable à la morphologie des parcelles. Toutefois, elle est relativement peu précise et demande une parfaite connaissance des critères de détermination des espèces.

#### Le biocénomètre\*

Il permet de mesurer la densité des espèces dominantes<sup>(41)</sup>.

Cette méthode nécessite l'utilisation d'un cadre en bois, dont les dimensions varient en fonction des auteurs de 1 m<sup>2</sup><sup>(41)</sup> à 3 m<sup>2</sup><sup>(36)</sup>, recouvert de grillage plastique fin de type moustiquaire. Ce cadre est lancé de façon aléatoire une dizaine de fois environ sur les placettes retenues pour l'étude<sup>(41)</sup>.

C'est une méthode qui présente l'avantage d'être relativement précise. De plus, elle donne directement les densités<sup>(52; 53; 54)</sup> et est particulièrement efficace pour donner les densités des espèces dominantes<sup>(41)</sup>. Toutefois, elle pose un certain nombre de problèmes : elle nécessite un fort investissement en personnel et en temps (la récolte des individus emprisonnés est

relativement longue), elle est très peu précise pour les espèces rares<sup>(52; 53; 54)</sup> et elle n'est pas utilisable sur des parcelles trop pentues et caillouteuses (pente supérieure à 15°)<sup>(41)</sup>.

#### Conclusion

Les méthodes employées pour l'étude des Orthoptères\* sont diverses et variées. Elles présentent toutes des avantages et des inconvénients. Les relevés sont trop imprécis pour être employés seuls, mais peuvent apporter des renseignements très intéressants en complément d'autres méthodes. Ils sont en particulier très intéressants pour mettre en évidence les espèces les plus rares ou les plus délicates à appréhender. Les prélèvements avec repérage visuel donnent de bons résultats, mais cette technique est difficile à mettre en place, car elle requiert une parfaite bonne connaissance de l'écologie des espèces. Elle est par ailleurs très longue à réaliser, les spécimens étant capturés de manière individuelle. La technique du biocénomètre\*, bien qu'elle s'avère très performante pour l'estimation des densités, ne peut malheureusement pas être employée sur des parcelles trop pentues (pente <15°) ; or une des parcelles qui a été retenue pour l'étude présente une pente d'environ 30°. Les ILA et les transects semblent être les deux techniques les plus adaptées à la situation de Vesclès, mais les ILA demandent des connaissances très pointues. Au final, la méthode des transects avec utilisation d'un filet fauchoir sera donc retenue pour l'étude.

## 2.2 - Analyse de l'impact des pratiques de brûlage dirigé sur le compartiment végétal et sur les communautés entomologiques

De nombreuses études ont été faites pour étudier l'impact des brûlages dirigés sur les différentes composantes des écosystèmes, notamment dans le sud de la France. Toutefois, peu d'entre elles traitent de l'impact des écobuages\* sur les milieux ouverts.

Les feux peuvent affecter à la fois le biotope\* et la Biocénose\* d'un écosystème, de façon directe ou indirecte. En effet, ces deux composantes étant liées entre elles, si l'une est touchée, l'autre l'est également.

Les impacts cités dans la littérature au niveau des milieux et de la végétation, puis les conséquences des feux sur les communautés d'insectes seront présentés.

### 2.2.1 - Impacts sur les milieux et la flore

Sur un plan technique et économique, le feu s'avère être un moyen performant pour rouvrir des zones embroussaillées<sup>(15)</sup> ou pour maintenir ouverts les milieux en limitant le développement de la strate arbustive<sup>(62)</sup>, surtout si ces milieux ne font l'objet d'aucune autre gestion<sup>(61)</sup>. Il est susceptible de favoriser certains végétaux :

Action directe : Le feu semble faciliter la germination de certaines espèces à graines entourées d'une enveloppe dure. Cet effet est avéré par exemple sur les Fabacées\* herbacées comme l'Anthyllide vulnérable (*Anthyllis vulneraria*), le Genêt des teinturiers (*Genista tinctoria*), le Genêt ailé (*Genista sagittalis*), la Luzerne lupuline (*Medicago lupulina*) et le Lotier corniculé (*Lotus corniculatus*). Il le semble moins sur les espèces arbustives comme le Genêt à balais (*Cytisus scoparius*)<sup>(49)</sup>, L.M. DELESCAILLES, *comm. pers.*). Lors de son passage, le feu réchauffe la partie superficielle du sol, ce qui peut entraîner la scarification\* mécanique de l'enveloppe solide des graines et donc la levée de dormance de ces dernières (plantes thérophytes\*)<sup>(29)</sup>.

Action indirecte : La destruction par le feu de la litière accumulée<sup>(63)</sup> entraîne une augmentation de la quantité de lumière atteignant le sol, ce qui favorise la germination des semences photosensibles\* (plantes thérophytes\*) et le développement des plantes se reproduisant par voie végétative (plantes géophytes\*)<sup>(29; 34; 49)</sup>. De plus, les cendres générées lors du passage d'un feu vont apporter des éléments nutritifs aux plantes<sup>(61; 63)</sup>. Cet apport ne doit cependant pas être trop important, sous peine de privilégier les espèces nitrophiles\* concurrentielles<sup>(61)</sup> qui refermeront progressivement le milieu.

Globalement, le feu favorise les plantes herbacées qui sont capables, un an après son passage, de donner de nouvelles graines<sup>(29)</sup>. Des études sur la quantité de biomasse\* entre des sites brûlés annuellement, des sites brûlés tous les quatre ans



GABRIELLE NAUCHE

Cliché n°1 : gousse de *Genista tinctoria* ; par transparence, les graines à la germination facilitée par le feu

et des sites non brûlés ont révélé que la quantité de biomasse\* des graminées est plus importante dans les sites brûlés fréquemment (tous les ans ou tous les deux ans), alors que la biomasse\* des autres herbacées est plus importante dans les sites brûlés tous les quatre ans ou non brûlés<sup>(24)</sup>.

Le feu, surtout s'il est employé régulièrement, va donc favoriser le développement d'un certain nombre de plantes qualifiées de pyrophytes<sup>(29; 49; 11)</sup>.

Les feux peuvent être classés en deux catégories n'ayant pas les mêmes impacts : les incendies et les brûlages dirigés. Les incendies, plus chauds et plus lents que les brûlages dirigés, font globalement plus de dégâts sur la végétation, en particulier sur les strates arbustives et arborescentes. Peu de différences sont par contre observées entre ces deux types de feu pour la strate herbacée : les brûlages dirigés étant moins chauds que les incendies, les herbacées se développent cependant légèrement mieux, et le taux de mortalité due à une surchauffe des jeunes pousses et des graines est moindre<sup>(29; 15)</sup>. La présente étude s'intéresse spécifiquement à l'impact des brûlages dirigés et, pour la suite de notre exposé, le terme « feu » se référera plus spécialement à cette technique. Les références aux incendies seront pour leur part clairement indiquées.

Les impacts sur la végétation dépendent également des modes opératoires utilisés. Quatre modes opératoires sont distinguables : feu à la recul ou descendant (feu lent et de faible puissance), feu par courbes de niveau successives (feu rapide et plus

intense), feu au vent montant (rapide et puissant) et feu par bosquets ou taches<sup>(20)</sup>.

Un dernier facteur est à prendre en compte, la période à laquelle les feux de brûlages dirigés sont allumés. Les brûlages dirigés de printemps ont un impact plus grand sur la végétation que les brûlages dirigés d'automne<sup>(29)</sup>. Pour limiter les impacts sur la végétation (ainsi que sur l'entomofaune\*), les feux doivent impérativement être allumés avant que les parties aériennes de cette dernière n'aient commencé à se développer activement, c'est-à-dire vers la fin de l'hiver. Toutefois, s'ils sont allumés trop tôt dans la saison, le Brachypode penné n'est pas affecté, car il a tendance à germer relativement tard<sup>(49)</sup>.

Employé fréquemment, le feu a tendance à simplifier les milieux en les homogénéisant<sup>(11)</sup>. Il favorise les espèces pionnières au détriment des espèces des milieux structurés<sup>(29)</sup> et engendre un appauvrissement des milieux<sup>(49)</sup> et du sol en particulier<sup>(39)</sup>.

Certaines espèces sont relativement sensibles au feu. C'est le cas des fétuques (*Festuca spp.*) des pelouses calcaires, de quelques orchidées<sup>(11 ; 49)</sup> ou du Genévrier commun (*Juniperus communis*), qui est éliminé par le feu<sup>(34)</sup>. D'autres espèces sont peu sensibles aux brûlages dirigés du fait de leur «constitution» ; c'est notamment le cas des espèces qui se développent à partir de structures souterraines (rhizomes, tubercules...) ou à partir de la base de la tige et celui des espèces qui ont leurs bourgeons protégés par une couche de feuilles mortes, comme les graminées sociales qui poussent rapidement après un brûlage dirigé, leurs bourgeons échappant aux flammes car ils sont situés au centre de la touffe, près du sol<sup>(15 ; 61 ; 34)</sup>. De plus, ces dernières ont un fort pouvoir de dissémination leur permettant de coloniser rapidement les milieux ouverts et de limiter leur fermeture<sup>(39)</sup>. Cette hypothèse n'est toutefois pas

retenue par tous les auteurs. Certains avancent en effet le fait que le développement en touffe de certaines plantes entraîne une forte élévation de la température à l'intérieur de la touffe, ce qui est néfaste pour ces plantes (c'est le cas des fétuques et du Brome érigé)<sup>(49)</sup>. Des études ont montré que, juste après un incendie, les graminées voient leur abondance diminuée, mais qu'elles restent dominantes. Deux années sont nécessaires pour qu'elles reviennent à leur effectif initial<sup>(4)</sup>. Ce « retour à la normale » peut être plus rapide lors d'un brûlage dirigé car les températures atteintes sont inférieures à celles des incendies et par conséquent les atteintes à la végétation seront moindres.

Pratiquement tous les auteurs ayant travaillé sur l'étude des feux sur les écosystèmes s'accordent à dire que le Brachypode penné (*Brachypodium pinnatum*) est l'une des espèces qui est la plus avantagée par cette technique<sup>(15 ; 61 ; 13 ; 11 ; 49)</sup>. Il va, avec le Brome érigé (*Bromus erectus*) et parfois la Séslerie bleue (*Sesleria caerulea*), coloniser en premier les terrains calcaires<sup>(15)</sup>. Après un brûlage, quelques semaines suffisent pour que les formations dominées par le Brachypode penné retrouvent leur composition floristique et leur recouvrement spécifique proche de l'état initial<sup>(26)</sup>. La dominance du Brachypode penné, avec le rejet des ligneux, est un des problèmes les plus difficiles à résoudre dans la gestion des pelouses calcaires (L.M. DELESCAILLE, *comm. pers.*). Des études ont montré que si le Brachypode penné a un recouvrement



Cliché n° 2 : Le Buis est un arbuste particulièrement robuste au feu. Ici, les rejets de souche sont denses et font suite à un brûlis

CÉLINE LAURENT

supérieur à 80%, la diversité spécifique chute brutalement<sup>(15)</sup>. Certains gestionnaires préconisent de ce fait une fauche annuelle des pelouses pour progressivement remplacer le *Brachypode penné* par le *Brome érigé*<sup>(61)</sup>, graminée sociable moins exclusive. L'utilisation du feu est alors considérée comme un outil initial d'ouverture et non comme une technique d'intervention annuelle d'entretien des pelouses.

Le Buis pose également beaucoup de problèmes dans les pelouses calcaires. Cette espèce a une croissance lente, mais elle présente une forte résistance : elle supporte les herbicides et survit après le passage d'un feu, même intense, en rejetant vigoureusement. Des chercheurs belges ont essayé de lutter contre le Buis en coupant les buissons et en incinérant les souches : de jeunes rejets sont observables quelques temps après.

Après un brûlage dirigé, cinq années en moyenne sont nécessaires pour revenir à la composition floristique initiale : l'année suivant le feu, elle est relativement pauvre en espèces (des espèces végétatives principalement). La richesse floristique augmente par la suite pour atteindre son maximum environ trois ans après le feu (effet de « puits »)<sup>(11)</sup>. Trois ans après l'incendie d'une pelouse, la fermeture du tapis végétal n'est toujours pas complète<sup>(30)</sup>. Les feux enlèvent la couche de litière accumulée, mais ce faisant, ils exposent le sol à l'érosion et au ruissellement, ce qui va limiter la vitesse de recolonisation de ces milieux<sup>(30)</sup>. Après un incendie, la végétation des pelouses passe par la superposition de deux formes évolutives. Une évolution « cyclique » annuelle (développement des thérophytes\*) apparaît la première année suivant le feu. Les années suivantes, une évolution « linéaire » pluriannuelle (développement des hémicryptophytes\* et des chaméphytes\*) se met en place et devient progressivement dominante trois ans environ après le feu<sup>(30)</sup>.

L'utilisation du feu peut également entraîner le développement d'espèces envahissantes\*. Dans le Sud de la France, le Sénéçon du Cap, plante envahissante\* en Europe, originaire d'Afrique du Sud, prolifère sur les sols perturbés<sup>(49)</sup>.

## Conclusion

Le brûlage dirigé est une technique de réouverture intéressante car elle s'avère efficace pour regagner des surfaces à dominante herbacée. Elle limite le développement de certaines espèces ligneuses<sup>(61)</sup> et peut permettre, si l'action de l'érosion ne le contre pas, un enrichissement du sol en éléments nutritifs grâce aux cendres. De plus, elle présente les avantages d'être très bon marché et rapide.

Toutefois, en dehors de ces considérations, ce procédé n'a pas que des aspects positifs. Sur le plan biologique, une perte de diversité floristique<sup>(10)</sup> et une diminution du nombre d'espèces présentes<sup>(62)</sup> sont ainsi classiquement observées sur les sites brûlés. Employé trop fréquemment, il homogénéise en outre les milieux en favorisant le développement des espèces pyrophytes, des espèces se reproduisant par graines ou voie végétative, comme les graminées sociales, ceci au détriment d'espèces plus sensibles (fétuques, orchidées...). De plus, le passage répété des flammes va dans un premier temps enrichir de façon excessive le sol, entraînant au passage le développement d'espèces de broussailles comme les ronciers et, dans un second temps, entraîner une mise à nu de la terre, facilitant l'action de l'érosion et du ruissellement.

Avant l'arrêté préfectoral, les habitants de Vesclès brûlaient leurs parcelles tous les ans. Les feux employés n'étaient pas puissants, mais ils étaient fréquents. Si on se réfère aux informations collectées et exposées ci-dessus, les parcelles ont donc été enrichies en nutriments et ont subi en même temps l'action de l'érosion et du ruissellement. La composition floristique de ces parcelles doit donc être modifiée par rapport à celle des parcelles non brûlées : dominance des graminées sociales (*Brachypode penné*, *Brome érigé*...) et du Buis et régression des espèces sensibles (orchidées...). L'étude révélera si cette gestion a effectivement appauvri la diversité et amoindri l'originalité du cortège floristique.

### 2.2.2 - Impacts sur l'entomofaune\*

L'impact des feux sur les insectes dépend du groupe faunistique considéré, du type de feu, de la période à laquelle ils sont allumés, des

caractéristiques habitationnelles<sup>(29)</sup>, de la couverture végétale, du type de sol et de la quantité d'eau dans le sol<sup>(8)</sup>. Les études sur les impacts des feux sont donc très fastidieuses à mettre en place, car elles doivent tenir compte de tous ces critères. Elles sont de plus difficilement comparables, car elles ne sont généralement pas réalisées dans les mêmes conditions. Ceci explique pourquoi certaines conclusions apparaissent contradictoires.



FRANÇOIS DEHONDT

Il semble de plus que les conséquences du feu soient parfois diamétralement opposées selon les espèces considérées au sein d'un même groupe : F. ATHIAS-BINCHE *et al.* (1987) ont ainsi remarqué qu'une espèce de Collembole\* (*Prorastrapes cinquelineata*) se retrouvait préférentiellement au niveau des sites brûlés, alors qu'une autre appartenant au genre *Lepidocyrtus* était plutôt confinée dans les endroits non brûlés.

A. BELLIDO (1987) a étudié l'impact de l'intensité des feux sur les microarthropodes\* d'une lande : les feux de forte intensité détruisent une grande proportion du peuplement (une petite partie migrant plus profondément dans le sol), alors que les feux de faible intensité engendrent des perturbations plus limitées. Il a également observé que les peuplements de microarthropodes\* étaient globalement modifiés dans leurs effectifs (baisse), mais pas dans leur composition spécifique. T.R. SEASTEDT (1984), dans un même ordre d'idées, observe une diminution de la densité de microarthropodes\* dans les cinq premiers centimètre de la litière d'une prairie d'herbes hautes du Kansas, probablement en relation avec l'élévation de température. Il a par ailleurs également pu mettre en évidence l'impact de la fréquence des feux : la densité des microarthropodes\* est plus grande sur les sites brûlés sur un pas de temps de 5 ans ou plus que sur les sites brûlés de manière annuelle et répétée, constatation qui rejoint certaines observations menées sur la flore.

Après compilation bibliographique des données existantes, il ressort que le feu a sur les populations d'invertébrés des effets à court terme globalement négatifs : mortalité directe, destruction des sources

Cliché n° 3 : *Chortippus biguttulus*, orthoptère des pelouses de Vesclès

de nourriture et de refuge, dessèchement du milieu. A plus long terme, des effets positifs sont toutefois observables chez certaines espèces ou guildes alimentaires : réduction des phénomènes de compétition, de parasitisme ou de prédation et mise à disposition de ressources alimentaires de meilleure qualité, notamment chez les consommateurs d'herbacées<sup>(29)</sup>.

L'entomofaune\* de surface, par son exposition, semble beaucoup plus sensible aux incendies qu'aux brûlages dirigés, ces derniers étant même susceptibles d'engendrer des variations moins importantes que certaines variations saisonnières<sup>(21)</sup>. Les invertébrés les plus touchés par les brûlages dirigés sont ceux de la litière, celle-ci étant totalement détruite<sup>(1; 29; 21; 11)</sup>.

Il apparaît par ailleurs que la dynamique des populations d'insectes fait preuve d'une certaine hétérogénéité à la suite d'un feu. Certains cortèges trophiques ou espèces voient ainsi leur effectif revenir rapidement à leur niveau initial, voire le dépasser, comme c'est le cas pour les insectes coprophages\* qui ne sont que très peu touchés par les feux<sup>(21)</sup>, sous réserve d'un maintien du pâturage. D'autres sont au contraire très affectés et peuvent même disparaître progressivement des milieux brûlés<sup>(29)</sup>. Une chute brutale et durable des effectifs et des taxons\* est alors observée<sup>(6)</sup>.

Ces réactions sont globalement plus dépendantes des espèces considérées que du groupe taxonomique auquel elles appartiennent. J.D. BUFFINGTON (1967) a en ce sens étudié l'impact des feux sur de nombreuses familles d'arthropodes\* en forêt, et

ses résultats montrent de profondes différences d'impact à l'intérieur des groupes taxonomiques ; par exemple, chez les Hyménoptères\* *Formicidae*\* certaines espèces disparaissent après les feux alors que d'autres se maintiennent ou ont un effectif supérieur au niveau initial.

Les feux peuvent également affecter les rythmes biologiques de certaines espèces : E.W. EVANS (1984) a observé que le réchauffement du sol suite à un feu entraînait l'éclosion avec deux semaines d'avance de certains Orthoptères\* présents à l'état d'œuf dans le sol.

En réduisant la quantité de litière, les feux entraînent de profondes modifications (physique et biologique) dans l'activité de cette dernière<sup>(1;29)</sup>. Des expériences ont montré une réduction des nutriments d'origine humique ainsi que des populations de champignons dans le sol. Ces modifications seraient à l'origine des diminutions d'effectifs observées de la plupart des espèces de microarthropodes\* du sol<sup>(29)</sup>. De plus, en détruisant les plantes et la litière, les feux favorisent le développement des graminées (cf. II. 2. a.). Cette homogénéisation du milieu et cette réduction des niches écologiques disponibles tend à réduire la diversité entomologique générale, tout en favorisant certaines espèces parmi les plus compétitives (espèces pionnières à stratégie r, généralement de petite taille, à fortes capacités de reproduction et faible durée de développement). Y.R. DELETTRE (1994) observe ainsi au niveau d'une lande une chute brutale de l'abondance de huit espèces de Chironomidés\* l'année suivant le feu, tout en constatant en parallèle la prolifération d'une espèce liée aux graminées se développant par la suite. De manière similaire, la gestion d'une pinède par le feu a induit l'installation de conditions très sèches (disparition de la litière, manque d'humus, d'eau et augmentation du pourcentage de sol nu) où seules des espèces adaptées à ce genre de situation pouvaient se développer<sup>(6)</sup>. F. ATHIAS-BINCHE *et al.* (1987) sont parvenus à distinguer deux groupes dans les invertébrés méditerranéens selon leurs stratégies écologiques respectives : ceux actifs pendant l'hiver et présents au stade d'œufs pendant l'été, et ceux supportant la sécheresse estivale en s'enfonçant dans le sol. La réaction de ces deux groupes face au feu est très différente : le feu entraînant l'installation de conditions plus sèches au niveau de l'écosystème,

les insectes capables de s'affranchir de la sécheresse ambiante par enfouissement supportent dans l'ensemble mieux ce changement de conditions.

La saison à laquelle les feux sont allumés influence de plus fortement leur impact. Le brûlage d'une prairie sèche en été engendre une forte diminution de la diversité des Diptères\*, des Hémiptères\*, des Hyménoptères\* et, dans une moindre mesure, des Coléoptères\*, alors que le brûlage d'une prairie un peu plus humide (ayant une diversité au départ plus faible que la prairie sèche) brûlée au printemps engendre peu de modifications pour les mêmes groupes<sup>(56)</sup>. Ceci viendrait en partie du fait qu'au printemps la majorité des espèces sont encore en hibernation et que les parcelles peuvent être recolonisées pendant la période estivale par les insectes venant des parcelles voisines non brûlées<sup>(56)</sup>. Suivant les espèces qui sont suivies, ce dernier critère pourra être plus ou moins important. Les études portant sur le suivi d'espèces ayant un fort pouvoir de dispersion devront tenir compte de la proximité d'habitats favorables pouvant servir à la fois de zones refuges et de zones « sources » pour la recolonisation d'une parcelle brûlée.

Des études sur l'impact de deux brûlages dirigés de printemps sur les Coléoptères\* ont été menées dans une forêt sèche d'Eucalyptus<sup>(29)</sup>. La famille la plus abondante (*Staphylinidae*) décline suite au second feu sans que la richesse faunistique (nombre d'espèces) soit modifiée.

Certains auteurs se sont par ailleurs penchés sur l'influence des feux sur l'abondance de certains Coléoptères\* prédateurs (*Carabidae* ...). Il ressort que la simplification des habitats entraîne alors une augmentation du nombre de carabes\* dans les relevés. De nombreuses espèces appartenant à ce groupe montrent en effet un caractère colonisateur évident. Les sites brûlés récemment sont alors clairement attractifs pour ces derniers, car la simplification du milieu facilite l'accessibilité aux proies pour ces insectes marcheurs. Des études menées dans les écosystèmes méditerranéens affichent des conclusions similaires (dans ces milieux, les carabes\* semblent être les premiers colonisateurs des sites brûlés<sup>(29)</sup>), mais cette augmentation n'est toutefois pas toujours observée. Des études conduites dans d'autres systèmes

exposent même plutôt une diminution de l'abondance de ces Coléoptères<sup>(29)</sup>.

Les arthropodes\* prédateurs semblent donc globalement moins sensibles au feu que les décomposeurs car ils sont avantagés par l'arrivée rapide de certaines espèces d'insectes phytophages\* prolifiques dans le couvert végétal<sup>(1)</sup>. Toutefois, leur densité reste dans l'ensemble plus importante dans les sites non brûlés sur lesquels un équilibre biologique relatif s'instaure<sup>(57; 58)</sup>. Des études menées sur les microarthropodes\* du sol montrent une fois encore que le nombre d'espèces réellement favorisées reste assez réduit, et ceci même si les populations de consommateurs primaires sont bien représentées<sup>(8)</sup>.

L'absence de feu conduisant à une accumulation de la litière, les détritivores devraient en toute logique être plus abondants dans les prairies non brûlées depuis longtemps<sup>(57; 58)</sup>, mais cette hypothèse n'est cependant pas vérifiée de manière systématique.

Concernant la guildes trophique des parasitoïdes, une étude menée aux Etats-Unis a démontré qu'après un brûlage dirigé dans le chaparral californien les insectes les plus abondants et actifs étaient les prédateurs, alors que les Hyménoptères\* parasitoïdes étaient particulièrement rares<sup>(29)</sup>.

Enfin, chez certains groupes comme les mycophages (présence de champignons au niveau des sites brûlés) et les consommateurs de phloème\*, il a été démontré que certaines espèces sont capables de migrer vers les zones brûlées et sont de fait qualifiées de pyrophiles<sup>(29)</sup>.

En Australie, un brûlage dirigé de printemps dans une forêt sèche d'Eucalyptus a réduit, à court terme (une année), l'activité de certains Collembolles\* et Diptères\* à larves épigées (vivant en surface du sol)<sup>(29)</sup>. Dans les milieux ouverts, l'impact à court terme des feux de faible intensité semble plus important sur les larves épigées de Diptères\*, les Chilopodes\* et les Cochenilles\*<sup>(8; 31; 49)</sup> que sur les Collembolles\*<sup>(31; 49)</sup>. Ces derniers sont plus affectés par le brûlage d'un maquis bas, mais sur une courte période<sup>(31; 49)</sup>. Les Hétéroptères et les Homoptères *Auchenorhyncha* voient également leurs effectifs et leur diversité spécifique décroître suite au passage

d'un feu dans des prairies calcaires<sup>(48)</sup>. Leur mobilité assez réduite, surtout au stade larvaire, contribue sans doute ici à augmenter la mortalité directe, tout en freinant les possibilités de recolonisation par des milieux périphériques. L'impact des feux sur les insectes du sol d'une lande à callune\* semble particulièrement important, certainement en liaison étroite avec la forte élévation de température lors de la combustion des nombreuses parties ligneuses. Pratiquement tous les taxons\* ont ainsi été très fortement réduits<sup>(8)</sup>.

Des études faites dans le Sud de la France sur les populations myrmécéennes\* ont montré qu'elles n'étaient pas trop sensibles au feu mais qu'un traitement par le feu pendant plusieurs années affectait plus particulièrement les espèces les plus spécialisées<sup>(29)</sup>. F. ATHIAS-BINCHE *et al.* (1987) ont étudié l'impact du brûlage d'une prairie dans le Sud de la France. Le feu de forte intensité a ici complètement détruit les peuplements de fourmis. Une année fut nécessaire pour que les espèces dominantes recolonisent le site, mais un tiers des espèces avaient disparu et le nombre de nids avait diminué de 25%. La richesse spécifique et la densité des nids continuent à diminuer deux ans après le feu, mais les auteurs expliquent cela par la probable évolution de la prairie en maquis. Les résultats obtenus au niveau des maquis et des forêts de chênes sont différents : deux années sont nécessaires pour que la richesse spécifique et le nombre de nids atteignent leur niveau initial. D'autres études aboutissent à des résultats opposés, le feu entraînant une augmentation de l'abondance et de la richesse spécifique<sup>(29)</sup>. En fait, certains auteurs avancent ici un artéfact purement méthodologique. Suite au feu, la simplification du milieu entraîne en effet une plus grande facilité de capture et de repérage des colonies de ces insectes.

A.B. SWENGEL (1996) a étudié l'impact des feux sur les populations de papillons ; il a mis en évidence un impact notamment sur les espèces spécialisées, cet effet pouvant durer de trois à cinq ans. Il a également observé que les espèces n'ayant pas de fortes exigences concernant leurs niches écologiques sont les plus abondantes au niveau des sites récemment brûlés. Le feu entraîne également directement la mort d'individus ; il fait disparaître certaines plantes indispensables à la survie de certaines

espèces (alimentation, reproduction...). Enfin, les espèces ayant un grand pouvoir de dispersion vont reconquérir rapidement les sites après les feux.

De nombreuses études ont été conduites sur les Orthoptères\* ; ceci explique le fait qu'un paragraphe relativement conséquent leur soit consacré dans ce rapport. Vraisemblablement, les brûlages dirigés de printemps ont un impact très limité sur les Orthoptères\* car, à cette

époque, la majorité des espèces sont sous forme d'œuf dans le sol<sup>(24)</sup>. Ces feux entraîneraient la disparition de certaines espèces spécialisées, mais le peuplement orthoptérologique\* ne semble pas profondément modifié<sup>(41)</sup>. Les feux survenant à la fin de l'été et au début de l'automne sont beaucoup plus néfastes, principalement pour les espèces ne pouvant fuir. B.Q. CHAMBERS *et al.* (1998) ont montré que les feux allumés la première semaine d'août (l'hiver en Afrique du Sud) sont plus favorables pour les Orthoptères\* que les feux d'automne ou de printemps.

Toutefois, le feu peut agir indirectement en modifiant et en simplifiant le milieu (structure de l'habitat, modification des ressources alimentaires) et en diminuant la survie des nymphes<sup>(24)</sup>. Cette modification de l'habitat peut convenir à certaines espèces, comme, par exemple, celles appartenant aux *Oedipodinae*\* qui affectionnent particulièrement les milieux avec du sol nu (espèces géophiles)<sup>(4)</sup>. La fréquence des feux influence par contre nettement la composition des peuplements d'Orthoptères\* et la représentation de certaines espèces. Des feux fréquents (tous les ans ou tous les deux ans) vont ainsi favoriser les espèces consommatrices de graminées, alors que sur les sites brûlés rarement (au maximum tous les quatre ans) les espèces consommant d'autres plantes vont également pouvoir se développer même si, dans ces prairies, les espèces consommatrices de graminées restent



Cliché n° 4 : *Psophus stridulus* est présent sur les pelouses gérées par le brûlage dirigé sur Vesclès

dominantes<sup>(23; 24)</sup>. Ces considérations demeurent toutefois générales et des variations sont perceptibles en fonction des espèces. E.W. EVANS (1987) a par exemple démontré que chez deux espèces dominantes du groupe des mangeurs de graminées, des comportements totalement différents face à la fréquence des feux étaient enregistrés. L'une de ces deux espèces est ainsi plus abondante dans les sites brûlés fréquemment (tous les ans ou tous les deux ans), alors que l'autre l'est dans les sites brûlés rarement (au maximum tous les quatre ans). B.Q. CHAMBERS *et al.* (1998) constatent que la richesse spécifique et l'abondance des Orthoptères\* est supérieure sur les sites brûlés annuellement à celle des sites brûlés tous les trois ans. Il convient toutefois de signaler que ces travaux portent sur la région sud-africaine. Les brûlis affectent ici très positivement la production herbacée qui reste sous ces climats l'un des facteurs déterminant de la dynamique des peuplements d'Orthoptères\*. Sur la majorité des écosystèmes tempérés ouverts ou semi-ouverts, la présence d'herbacées constitue globalement un facteur écologique nettement moins limitant.

Globalement, les Orthoptères\* semblent ne pas être affectés à long terme par le feu (brûlage dirigé ou incendie). E. BOCK *et al.* (1991) ont montré que les populations d'Orthoptères\* diminuaient de 60% après un incendie, mais que cette diminution disparaissait la deuxième année. Les conclusions

auxquelles aboutissent A. GUEGUEN *et al.* (1980) vont dans le même sens : deux années sont nécessaires pour que le peuplement orthoptérologique\* d'une lande soit restauré après un incendie. E.E. PORTER *et al.* (1996) observent la même chose lors d'un brûlage dirigé de printemps dans une pelouse naturelle de Californie. Ils constatent également que le passage du feu réduit la dominance des espèces migratrices et augmentait au contraire l'effectif des espèces préférant les milieux clairsemés (comme les *Oedipodinae\**), entraînant une augmentation de la diversité spécifique immédiatement après. Pour A. GUEGUEN *et al.* (1980), les espèces les plus sensibles au feu sont les espèces « mineures du peuplement », qui sont souvent bien souvent les plus intéressantes d'un point de vue patrimonial. Pour ces espèces, trois années sont nécessaires pour qu'elles retrouvent leur niveau initial. Les espèces trop spécialisées (en habitat ou en nourriture) sont également très affectées par les feux<sup>(4)</sup>. E.W. EVANS (1987) a mis en évidence le lien entre les peuplements d'Orthoptères\* et la composition végétale du milieu : moins un site est brûlé fréquemment, moins les graminées sont abondantes, plus la diversité spécifique des autres plantes est grande et plus les sauterelles consommatrices de ces plantes sont présentes sur ce site. Cette observation est à rattacher à un principe écologique général qui veut que la diversité en espèces d'insectes est corrélée positivement avec l'augmentation de la diversité en espèces végétales. Employé trop fréquemment, le feu simplifie les milieux en homogénéisant la végétation. D'une année sur l'autre, ce seront toujours les mêmes espèces végétales, avec leur cortège d'Orthoptères\* associés, qui seront favorisées. La perte de diversité floristique conduit à une perte de diversité orthoptérologique\*.

### Conclusion

Les impacts du feu sur les communautés d'insectes sont divers et variés. La plupart du temps, ils sont de courte durée si les possibilités de recolonisation existent (présence de milieux périphériques), mais comme pour les plantes, des feux trop intenses et trop fréquents peuvent aboutir à la disparition progressive de certaines espèces.

Les études portant sur l'impact des feux sont très difficiles à mettre en place car de nombreux facteurs

interviennent : date des feux, fréquence, milieux... L'environnement des parcelles doit également être pris en compte : existe-il des zones refuges autour des sites brûlés ou des parcelles pouvant servir de réservoir pour la recolonisation ? Ces études ne peuvent également pas suivre tous les insectes, ce qui demanderait des moyens financiers et techniques colossaux ; c'est la raison pour laquelle un choix doit être fait pour ne suivre qu'un nombre limité d'espèces.

Concernant l'étude de Vesclès, les Orthoptères\* semblent assez intéressants à suivre. En effet, de nombreux chercheurs les ont choisis pour évaluer l'impact du feu. Leurs conclusions permettent de se faire une première idée sur les résultats qui seront obtenus par cette étude. De plus, les Orthoptères\* sont considérés comme de bons indicateurs de l'état ou de l'évolution d'un milieu, car ils sont relativement sensibles à la structure de leur habitat<sup>(28)</sup>. Enfin, certains protocoles utilisés pour leur suivi sont relativement simples à mettre en place et ne demandent pas l'emploi d'un matériel particulier. Pour ces raisons, les Orthoptères\* ont été choisis pour être suivis.

Les Lépidoptères\*, et plus précisément les Rhopalocères\*, seront également suivis. Bien que l'impact du feu sur ces insectes ait été relativement peu étudié, ils représentent un groupe caractéristique des pelouses calcaires et offrent, comme les Orthoptères\*, l'avantage de pouvoir être étudiés par des protocoles simples d'utilisation. Toutefois, l'exploitation des résultats devra tenir compte de leur grande mobilité.

Les approches plus globales, bien que très intéressantes, ne peuvent malheureusement pas être intégrées à notre démarche en raison de leur coût élevé, tant en matériel qu'en moyens humains.

## Définition des protocoles de suivi pluri-annuel

Trois protocoles seront mis en place au niveau de Vescles : un pour le suivi de la flore, un pour le suivi de l'entomofaune\* et le dernier pour le suivi de la grande faune. Pour chaque suivi, une sélection des protocoles les plus adaptés est réalisée (cf. partie 2. 1).

Avant de prendre en considérations ces protocoles de suivi faunistiques et floristiques, un bilan des pratiques anciennes et récentes d'écobuage\* sur la commune de Vescles est dressé de manière à orienter le choix des parcelles à étudier.

### Technique d'écobuage\*

Les habitants de Vescles n'emploient pas de technique ou de matériel particulier pour brûler leurs parcelles : « Une simple allumette suffit ! » Toutefois, la présence ou l'absence de pâturage au niveau des parcelles fait qu'elles ne seront pas brûlées de la même façon : les parcelles non pâturées offrent beaucoup plus de matières végétales combustibles que celles pâturées et sont donc entièrement brûlées. D'après les habitants, une allumette suffit pour que le feu prenne et que la parcelle brûle entièrement. Au niveau des parcelles pâturées, seuls les rejets sont brûlés, le feu ne se propageant pas sur les parties broutées.

Généralement, les parcelles sont brûlées à la fin de l'hiver ou au début du printemps, par un temps sec et ensoleillé avec un peu de vent. Il n'y avait pas de dates fixes avant l'arrêté préfectoral. La mise à feu dépendait des conditions météorologiques. Globalement, pratiquement toutes les parcelles pâturées étaient brûlées chaque année.

D'après l'enquête faite auprès des habitants, la technique de mise à feu et de conduite du feu n'a pas évolué depuis au moins 50 ans. Cependant les anciens du village débroussaillaient les parcelles, en plus d'utiliser le feu. Aujourd'hui, les exploitants agricoles de la commune sont tellement peu nombreux (quatre exploitations) qu'ils ne peuvent plus le faire.

### Biais du suivi :

- Les habitants de Vescles n'emploient pas de technique d'écobuage\* particulière. Comme nous l'avons indiqué précédemment, les zones non pâturées sont brûlées entièrement et les zones pâturées ne sont brûlées qu'au niveau des rejets ligneux délaissés par les bovins. Au final, les zones brûlées ne sont pas les mêmes d'une année sur l'autre. L'impact du feu sur la végétation et la faune est variable entre deux parcelles, mais l'est donc également au niveau de la même parcelle.
- Avant l'arrêté préfectoral, les parcelles étaient brûlées tous les ans. Depuis l'arrêté, deux ans doivent s'être écoulés entre deux brûlages dirigés. Cette disposition a probablement dû avoir un impact sur la flore et la faune des parcelles dont il sera difficile de tenir compte.
- Toutes les parcelles qui ont été sélectionnées pour l'étude ne présentent pas le même mode de pâturage. En effet, les agriculteurs ne font pas pâturer leurs génisses sur les parcours qui ne sont pas brûlés. Seuls quelques particuliers y font paître des chevaux francs-comtois. La pression de pâturage est donc différente entre les parcelles pâturées par des bovins et celles pâturées par des chevaux.

La pression de pâturage dépend de l'espèce mais également de la race et de l'âge des animaux. Elle repose sur le calcul de l'indice UGB ou Unité Gros Bétail<sup>(33)</sup>.

Bovins		Equins	
Age	Valeur	Age	Valeur
0-6mois	0	0-6mois	0
6-12mois	0.4	6-12mois	0.46
12-24mois	0.6	12-24mois	0.69
24-36mois	0.8	24-36mois	0.92
>36mois	1	>36mois	1.15

Ovins		Caprins	
Age	Valeur	Age	Valeur
0-2mois	0	0-2mois	0
2-6mois	0.07	2-6mois	0.07
6-12mois	0.12	6-12mois	0.12
>12mois	0.15	>12mois	0.15

Tableau n° 3 : estimation de la valeur UGB de l'animal standard en fonction de l'espèce et de l'âge (d'après Gestion écologique, 1998)



Cliché n° 5 : vache montbéliarde pâtureant sur une pelouse calcaire

### 3.1 - Choix des parcelles

Plusieurs critères ont été retenus pour le choix des parcelles : leur mode de gestion (actuel et passé), leur taille et leur localisation.

Pour appliquer la méthode la plus rigoureusement possible, seules les parcelles appartenant à la commune de Vesclès ont été choisies. La première sélection s'est faite au niveau des modes de gestion des parcelles. Quatre modes de gestion ont été définis :

- 1 : Parcelles brûlées et non pâturées
- 2 : Parcelles brûlées et pâturées
- 3 : Parcelles non brûlées mais pâturées
- 4 : Parcelles ni brûlées et ni pâturées

Quelques difficultés sont survenues pour trouver des parcelles pâturées mais non brûlées. Le choix s'est donc porté sur des communaux loués à un particulier qui y fait paître des chevaux en hiver.

Une fois cette première étape franchie, une deuxième sélection a été réalisée par le CBFC et par l'OPIE. Les parcelles trop fermées ou trop petites (notamment pour le suivi des Lépidoptères\*, qui nécessite la mise en place d'un transect) n'ont pas été retenues.

#### Recherche historique

Une recherche historique a été menée, en plus de la phase de terrain, pour définir la gestion passée de ces parcelles et essayer de déterminer le plus exactement possible la période où la technique du brûlage dirigé fut instaurée sur cette commune comme pratique régulière. Plusieurs sources ont été utilisées : les archives départementales du Jura,

les archives de la commune de Vesclès, les photos aériennes anciennes, le témoignage de Mme Colette MERLIN (historienne spécialisée dans le XVIII<sup>ème</sup> siècle) et une enquête auprès des habitants de la commune.

#### Entretien avec Mme Colette MERLIN

Au XVIII<sup>ème</sup> siècle, l'intendance (administration royale) gère tout, commande tout. Or, à cette époque, aucune référence n'est jamais faite sur l'emploi du feu pour la gestion des terres.

En Petite Montagne, les céréales étaient privilégiées malgré leur faible rendement car une bonne partie servait à payer les impôts. C'est pourquoi tout ce qui était cultivable l'était, sauf les communaux qui restaient dévolus à l'élevage (avec quelques terrains très pentus). Mais, à cette époque, les troupeaux étaient essentiellement composés de boeufs qui servaient aux labours.

Avant la Révolution française (1789), la commune de Vesclès comptait 628 habitants. Aujourd'hui, elle en compte 192.

En 1769, le Parlement de Besançon prit un arrêté interdisant de défricher les communaux. À cette époque, le bois était rare et chaque arbre était précieux. Exceptionnellement, les communes étaient autorisées à réaliser une coupe sur leurs communaux, mais ces autorisations étaient difficiles à obtenir et rares.

#### Coupe de broussailles :

*L'an mil huit cent soixante treize, le onze mai, le conseil municipal de la commune de Vesclès, réuni en session ordinaire dans la salle de la mairie, sous la présidence de (...).*

*Le conseil, vu une autorisation préfectorale du 24 Février 1872 qui permet de faire l'exploitation dans les parcours communaux des broussailles essences de buis, épines et genièvre, sauf à conserver les autres essences ;*

*Considérant qu'il appartient au dit Conseil de régler les conditions de jouissance des produits communaux ;*

*Délibéré : Il sera délivré en 1873 une coupe de broussailles dans les pâturages aux habitants de la commune de Vesclès.*

*La distribution de cette coupe sera faite seulement à ceux d'entre eux qui auront pris part à l'affouage communale*

*La taxe à payer (...).*

Extrait du registre de délibération du Conseil Municipal de la commune de Vesclès, Réuni canton d'Arinthod, Arrondissement de Lons-Le-Saunier, Département du Jura. 1845 – 1881.



Cliché n° 6 : pelouse en cours de brûlage dirigé sur la commune de Vescles

« *Chenilla : Ils n'ont point de bois, le terrain est froid. Pas de turquet ny de menues graines.* »

« *Boutavant : Point de bois. Terrains pauvres avec beaucoup de roches. Difficile à cultiver. Quatre arpents de pelouses et rocailles parsemées de petits buis coudriers et genévriers de la hauteur du genou.* »

« *Rupt : Pas de bois. Terrain froid, beaucoup de roches, les menues graines ny viennent point. Le parcours est très difficile dans des roches et lésines, sans les bois broussailles on ne pourrait faire subsister les bestiaux.* »

« *Vescles : Pas de bois. Les communaux sont cultivés si bien qu'il y a peu de bétail. Beaucoup de rochers, pas de menue graine. Le turquet n'y vient point.* » (MERLIN, 1994)

Remarques : 1 arpent = 33 ares ; Turquet = maïs

Le feu était seulement autorisé pendant les phases de défrichement. Les habitants faisaient des fourneaux : tout ce qui avait été coupé pendant ces phases et qui n'était pas exploitable était regroupé et brûlé.

À la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle, Joseph-Marie LEQUINIO parcourut le Jura et nota tout ce qu'il y observa. Il conta ses aventures et ses observations dans un livre qu'il publia en 1801 : *Voyage pittoresque et physico-économique dans le Jura*. Cet ouvrage très complet ne parle ou ne fait référence à aucun moment à la technique du brûlage dirigé. La seule

fois où il est question du feu, c'est pour évoquer un incendie d'habitation dont il fût le témoin.

Pour Mme MERLIN, la deuxième moitié du XX<sup>ème</sup> siècle marque un tournant dans les pratiques agricoles : l'élevage devient prioritaire. Il y a quelques années, Mme MERLIN a réalisé une enquête orale auprès des habitants de la Petite Montagne. Cette enquête lui apprit entre

autres que la technique de l'écobuage\* existait déjà mais qu'elle était employée de façon anarchique : une personne avec une allumette faisait brûler un morceau de côte. « Il fallait que l'homme maîtrise la nature ! » (MERLIN C., *comm.pers.*).

#### Consultation des archives municipales

Le problème des archives municipales est leur compréhension. Jusqu'au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, elles sont très difficilement exploitables par des non-historiens. Au-delà, le vocabulaire employé est plus « contemporain » et l'écriture, surtout, est moins travaillée.

L'emploi de la technique de l'écobuage\* n'est jamais abordé dans ces archives. Toutefois, la lecture de certains textes issus des registres de délibération peut donner quelques informations sur les pratiques anciennes.

Ces archives nous apprennent qu'au XIX<sup>ème</sup> siècle, tout comme Mme MERLIN l'avait indiqué pour le XVIII<sup>ème</sup> siècle, le bois était rare sur la commune. Des autorisations spéciales étaient délivrées à certaines communes pour exploiter exceptionnellement le bois présent sur les communaux. En fait de bois, les communaux étaient surtout recouverts par des broussailles composées, entre autres de Buis. Ces broussailles n'avaient pas à l'époque la même mauvaise réputation. Elles étaient très utiles et très appréciées dans les périodes difficiles où les arbres venaient à manquer (*cf.* extrait ci-dessous).

Nous pouvons donc penser que la technique de l'écobuage\* n'était pas employée à cette époque.

Le 19 novembre 1906, une délibération du conseil municipal autorisa chaque année, en vue d'améliorer les pâturages, la délivrance de coupes affouagères sur les pâturages communaux. En effet, le conseil municipal reconnut que les arbustes et les broussailles portaient atteinte à la production d'herbe. Ces coupes furent délivrées gratuitement aux affouagistes, mais ces derniers devaient en contrepartie arracher les buis, les ronces et les « épines » des communaux au moyen de pioches et couper les « genièvres » au ras du sol sans que leurs actions ne portent préjudice aux arbres tels que les résineux, les chênes, les bouleaux et les acacias (cf annexe 2).

#### Consultations des archives départementales

Les archives départementales ne possèdent pas de données relatives au brûlage dirigé. Toutefois, elles détiennent les plans cadastraux napoléoniens qui peuvent indiquer l'exploitation passée des parcelles. La difficulté réside dans le fait de retrouver les parcelles au niveau de ces plans. En effet, ils ont été élaborés en 1831 et les contours des parcelles ne sont plus exactement les mêmes que ceux des parcelles actuelles. Ces plans napoléoniens sont accompagnés des Matrices Cadastreales des Propriétés foncières qui indiquent la nature des parcelles (lande, prés, terre, friche...). Toutefois, ces matrices sont délicates à exploiter car certaines parcelles, très étendues, sont morcelées entre différents propriétaires sans que cela apparaisse au niveau du cadastre. Les archives départementales du Jura possèdent quatre matrices pour la commune de Vescles : 1831, 1913 et 1922. Ces matrices indiquent que toutes les parcelles qui ont été choisies pour l'étude (n°A375, C331 et C507 : numéro pris sur le cadastre napoléonien) font parties des terrains de la commune et n'apparaissent donc pas sur la matrice de 1831 et XIX<sup>ème</sup> car ces matrices ne recensent pas les communaux, sauf une, la parcelle n°C507 : cette parcelle est découpée en terrains appartenant à des particuliers et en communaux. Globalement, au début du XX<sup>ème</sup> siècle, toutes les parcelles sont des pâtures. Vers le milieu du XX<sup>ème</sup> siècle, la parcelle C507 évolue en lande.

#### Consultation des photographies aériennes

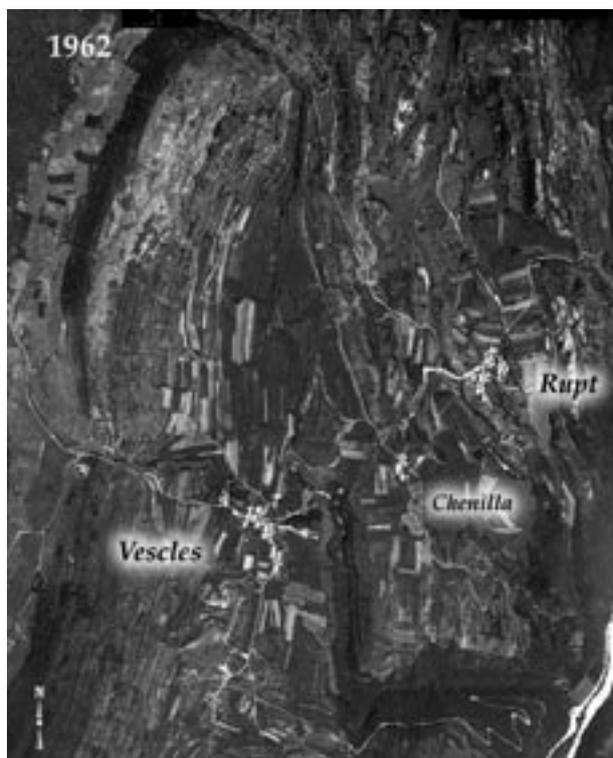
Les campagnes de photographies aériennes ont pour la plupart commencé vers la moitié du XX<sup>ème</sup> siècle. La première photographie aérienne de Vescles date de 1938. La comparaison des paysages de cette époque avec ceux d'aujourd'hui a été réalisée. Toutefois, ces comparaisons ne sont pas aisées à faire car les photographies sont plus ou moins bonne qualité et le type de végétation est difficilement reconnaissable. Après consultation de l'ensemble des campagnes de l'Institut Géographique National, trois missions ont été sélectionnées : celles de 1938, de 1962 et de 2001 (date de la dernière campagne). En 2001, le milieu est plus refermé et les parcelles sont moins morcelées qu'en 1938.

L'étude et la comparaison de toutes les parcelles étant impossible et inutile à faire, seule l'étude des quatre parcelles retenues pour l'étude sera présentée au niveau de la conclusion de cette partie.

L'exploitation des photographies aériennes est un travail délicat à accomplir et très subjectif, car les vues sont de qualité très variable et leur interprétation est dépendante des personnes qui les exploitent. En 1938, la commune semble posséder de nombreux terrains ouverts, mais les photographies aériennes n'apportent malheureusement aucune



information sur les techniques de défrichement qui ont été employées.



Clichés n° 7 à 9 : comparaison des photos aériennes réalisées entre 1938 et 2001

### Enquête auprès des habitants

Les enquêtes auprès des habitants sont délicates à réaliser et à exploiter car :

- la confiance des personnes sondées, gage d'un témoignage sincère, n'est pas facile à obtenir ;
- le discours ambiant est très influencé par la certitude du bien fondé des pratiques actuelles.

Toutefois, le fait de parler avec différentes personnes permet de recouper les informations entre elles et d'obtenir ainsi une vision à peu près correcte de la vérité.

Dans un premier temps, les agriculteurs de la commune ont été rencontrés, puis les anciens et enfin toutes personnes qui voulaient bien accepter de parler de ce sujet. Toutefois, force est de constater que tous ces témoignages convergent fortement :

« J'ai toujours connu cette pratique. » « Mes parents brûlaient, mes grands-parents brûlaient et leurs parents avant eux. » « C'est une technique ancestrale. » « Ça a toujours existé ! »

Ces données ne nous avancent pas beaucoup car elles ne sont pas basées sur des faits.

Les « anciens » du village se rappellent qu'enfants ils regardaient leurs parents brûler les terres. Ces données semblent plus objectives car elles sont agrémentées de souvenirs propres à chacun. Toutefois, ils ne sont pas en mesure de nous dire depuis quand leurs parents utilisaient cette technique. L'écobuage\* a vraisemblablement été employé régulièrement depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> ou le début du XX<sup>ème</sup> siècle.

Pour la plupart des habitants de Vescles, les brûlages dirigés sont nécessaires pour garder les terrains ouverts. Cette technique, peu onéreuse et facile à mettre en place, présente également l'avantage de ne pas nécessiter la présence de beaucoup de personnes, ce qui est important pour une commune qui ne compte à l'heure actuelle que quatre agriculteurs (au lieu de quarante dans les années 1950).

Localisation des parcelles à suivre

Au vu de toutes ces informations, la technique de l'écobuage\* semble avoir été employée régulièrement par les habitants de Vescles, au moins, à partir du milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, voire du début du XX<sup>ème</sup>. Toutefois, cette date ne peut être définie plus précisément. Cette technique ne doit pas avoir beaucoup plus de cent ans, car au XIX<sup>ème</sup> siècle, le bois se faisait rare sur la commune et les habitants exploitaient toutes les ressources ligneuses, aussi faibles soient-elles.

Au final, quatre parcelles (correspondant aux quatre modes de gestion qui ont été cités précédemment), ont été sélectionnées pour être suivies pendant ces trois années. Sur ces quatre parcelles, quatre suivis seront réalisés : le suivi de la flore, le suivi des Rhopalocères\*, le suivi des Orthoptères\* et le suivi de la faune vertébrée.

Concernant la gestion passée de ces parcelles, l'exploitation des photographies aériennes permet d'avancer quelques hypothèses. Aucune des parcelles choisies pour l'étude n'a été utilisée en culture au moins à partir de 1938.

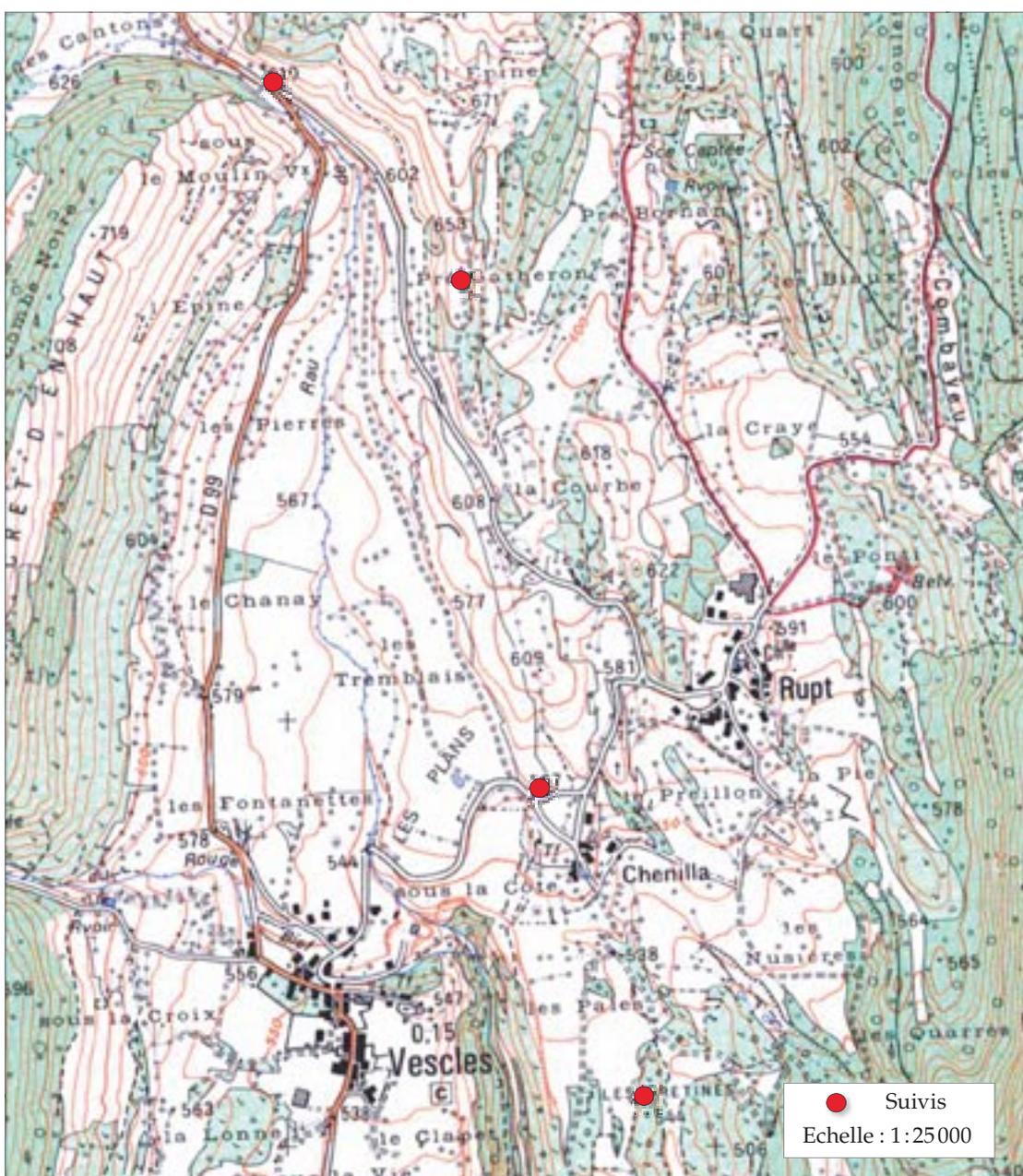
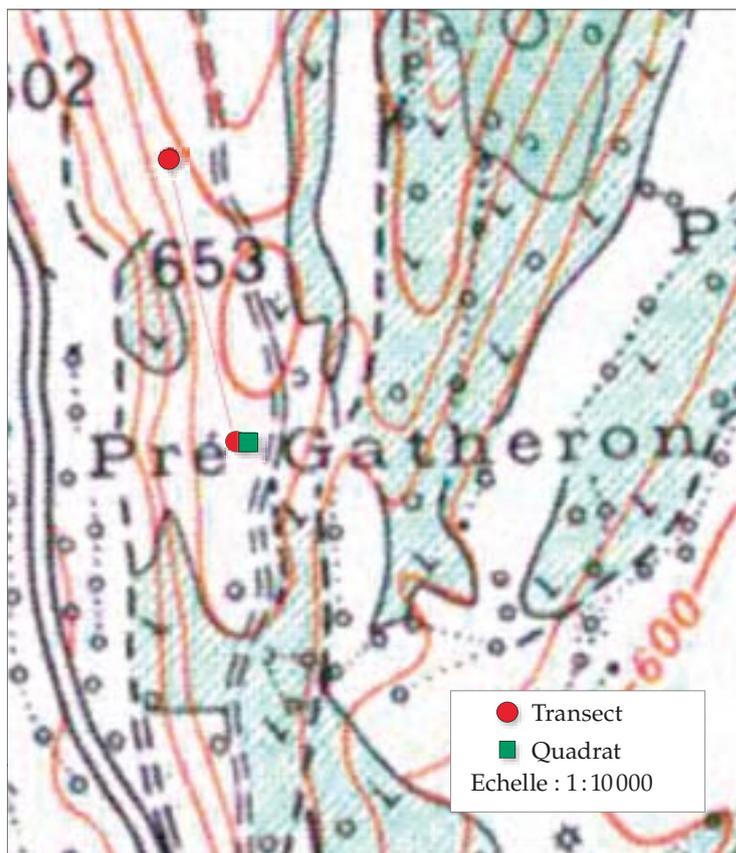
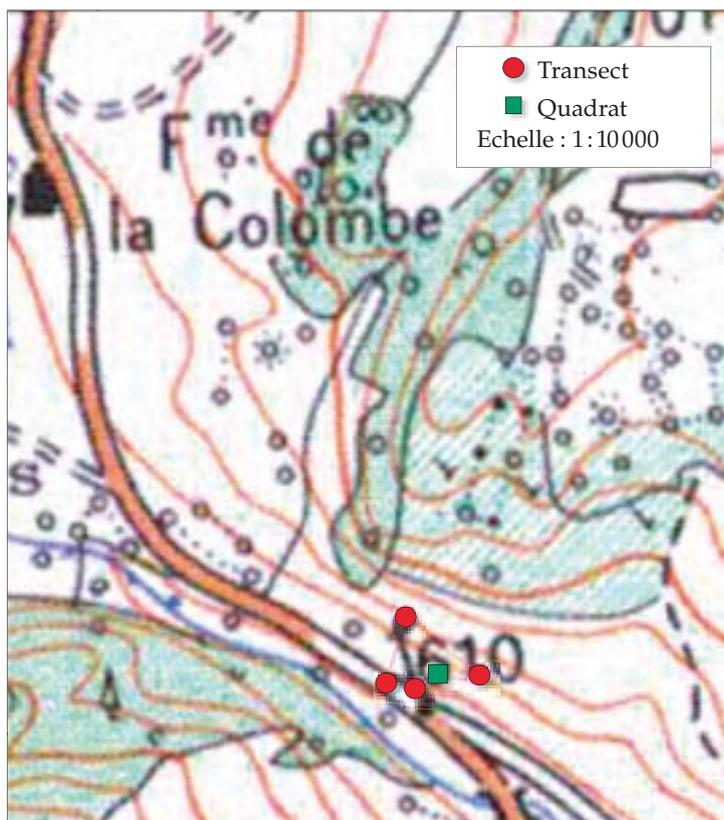


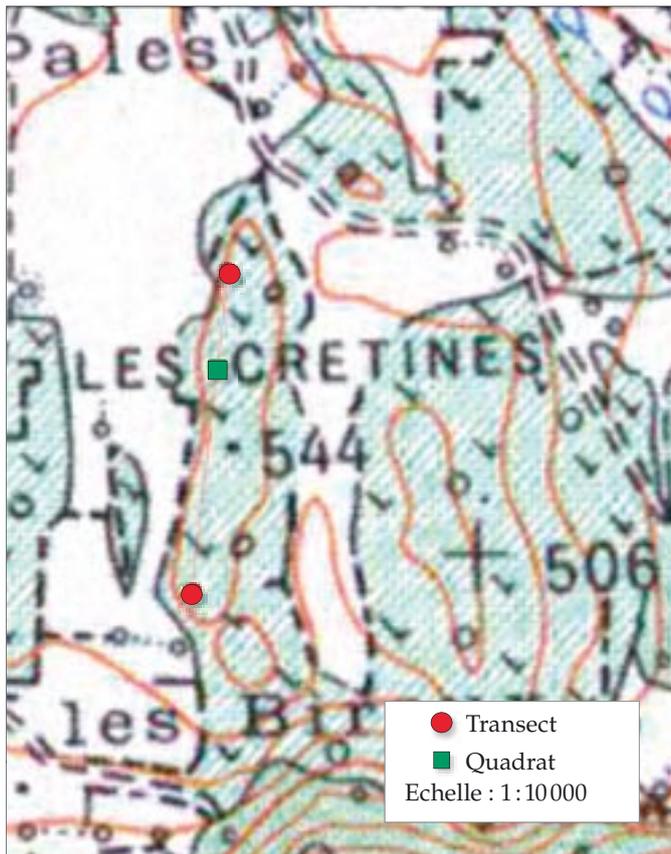
Figure n° 3 : localisation des points de suivis flore et entomofaune sur la commune de Vescles (39). Fond cartographique : extrait de la carte IGN , Saint-Amour, 3227 OT

Suivi n°1 (parcelle 72) : cette parcelle semble fermée à plus de 50% en 1938. Elle fut progressivement réouverte (la réouverture a peut-être commencé avant 1938, mais cela est impossible à vérifier) puisque les photos de 1962 puis de 2001 montrent une parcelle avec de moins en moins de ligneux. Étant donné sa pente très raide, elle n'était probablement pas utilisée comme pâture. Cette parcelle devait être brûlée en même temps que les parcelles voisines, mais elle n'a probablement jamais été pâturée. En acceptant qu'en 1938 la technique des brûlages dirigés étaient employée régulièrement, cette parcelle a dû être brûlée régulièrement depuis 1938.



Suivi n°2 (parcelle 72) : cette parcelle a une évolution différente de la précédente : de 1938 à 1962, elle semble se refermer, puis elle est rouverte entre 1962 et 2001. Cette parcelle devait être brûlée avant 1938 et, peut-être, pâturée. Entre 1938 et 1962, elle n'est plus brûlée, mais elle est peut-être gardée en pâture. Après 1962, elle est à nouveau rouverte et, à partir de cette époque, elle doit être brûlée tous les ans.

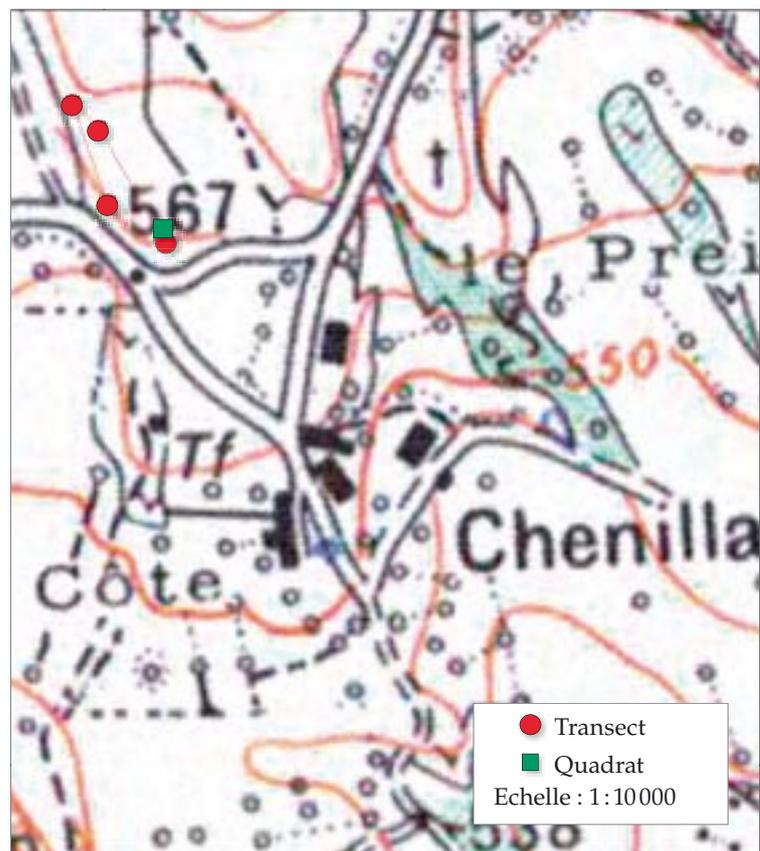




Suivi n°3 (parcelle 80) : comme pour la parcelle 1, elle semble être rouverte entre 1938 et 1962 et elle a été maintenue dans le même état jusqu'en 2001. Cette parcelle doit avoir eu la même gestion que la parcelle 1 concernant le feu. Par contre, contrairement à la parcelle 1, sa faible pente a probablement permis le pâturage. L'enquête auprès des habitants de Vescles a révélé que cette parcelle n'est ni brûlée, ni pâturée depuis au moins 5 ans.



Suivi n° 4 (parcelle 89) : cette parcelle est ouverte en 1938 et le reste jusqu'en 2001. Mêmes conclusions que pour la parcelle 3. L'enquête auprès des habitants a, là encore, révélé que cette parcelle n'était plus brûlée régulièrement depuis environ 25 ans et qu'elle était pâturée par des chevaux depuis 25 ans également. Cependant, cela reste des hypothèses vraisemblablement impossibles à confirmer.



### 3.3.1 - Suivi des Rhopalocères\*

## 3.2 - Protocole de suivi de la végétation

Le protocole qui a été choisi est la méthode phytosociologique, avec comme mode d'échantillonnage les quadrats (voir les tableaux phytosociologiques annexe n°4).

### Description des quadrats

Les quadrats sont des carrés de cinq mètres sur cinq délimitant une surface homogène. Les quatre coins de ces quadrats ont été repérés à l'aide d'un GPS et matérialisés sur le terrain par la mise en place de bornes de géomètre. Un quadrat a été mis en place sur chacune des quatre parcelles.

### Méthode

Au niveau de chaque quadrat, un relevé de végétation sera fait en précisant pour chaque espèce son indice d'abondance, de dominance et de sociabilité en prenant pour échelle de cotation celle de BRAUN-BLANQUET qui va de « + » à « 5 ».

Les relevés seront effectués chaque année à la même période comprise entre la mi-juin et le mois de juillet, ceci par la même personne.

### Précautions

- Les relevés étant basés sur une appréciation humaine, la même personne devra les faire chaque année pour éviter les biais dus au changement d'expérimentateur.
- L'expérimentateur devra marcher le moins possible à l'intérieur des placettes pour éviter d'écraser les végétaux.

## 3.3 - Protocole de suivi de l'entomofaune\*

Les insectes étant extrêmement nombreux, leur étude exhaustive est impossible. Les deux ordres qui semblent fournir les informations biologiques les plus pertinentes sont, d'après ce qui a été vu précédemment (cf. partie 2.2.2), celui des Orthoptères\* et celui des Lépidoptères\* (en particulier les Rhopalocères\*). Chacun de ces ordres fera l'objet d'un protocole de suivi qui lui sera propre.

Le suivi des Rhopalocères\* consiste en la mise en place d'un transect et au relevé, le long de ce transect, de tous les individus rencontrés.

L'ouvrage de D. DEMERGE («*Proposition de mise en place d'une méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères\* et Zygaenidae dans les Réserves Naturelles de France*», 2002) a servi de base à l'élaboration de ce protocole.

### Description du transect

Un transect, d'une longueur d'environ 200 mètres a été mis en place sur chaque parcelle après que ces dernières aient fait l'objet d'un repérage préliminaire. Sur les parcelles le permettant, le transect est constitué d'une ligne droite. Les extrémités de ce transect ont été repérées à l'aide d'un GPS et matérialisées sur le terrain par la mise en place de bornes de géomètre. Pour les autres parcelles, le transect est composé d'un chemin formé de plusieurs droites. Là encore, le GPS a été utilisé pour repérer les extrémités et les changements de direction. Des bornes de géomètre matérialisent le tout sur le terrain.

### Méthode

L'expérimentateur, à vitesse à peu près constante, suit le transect et note toutes les espèces qu'il voit. Le transect n'est pas une ligne mais une bande d'environ 5 mètres de large à l'intérieur de laquelle l'expérimentateur peut se « balader en zigzag ». Seuls les individus présents dans cette bande sont pris en compte.



Cliché n° 10 : *Polyommatus bellargus*, l'Azuré bleu céleste, est une espèce qui fréquente les pelouses calcaires sèches

La détermination se fait, en fonction du degré de connaissance de l'expérimentateur, soit à la vue de l'animal, en vol ou posé, soit après capture. Un filet à papillon est donc nécessaire. Une fois l'animal capturé, soit l'expérimentateur est en mesure de le déterminer directement, soit il n'en est pas capable : l'animal est alors prélevé pour une identification ultérieure (des contenants spécifiques sont donc à prévoir pour le transport des individus) ou photographié : des macrophotographies du dessous et du dessus de l'animal sont faites. Cette technique pose moins de problèmes que le prélèvement (prélèvement possible d'espèces protégées), mais elle est beaucoup plus onéreuse car elle nécessite l'utilisation d'un matériel spécial.

La période de prospection commence début mai pour se terminer à la fin août. Les dates doivent être les mêmes d'une année sur l'autre. Un relevé hebdomadaire est fortement recommandé malgré l'investissement (surtout en temps) qu'il nécessite. Dans le cadre de cette étude, nous devons toutefois rappeler que, pour des raisons matérielles, le protocole de suivi de la faune Lépidoptérique s'oriente davantage sur la réalisation d'un suivi semi-quantitatif plutôt que sur un suivi fin des populations.

#### Précautions

Lors des relevés, l'expérimentateur doit tenir compte de certaines sources d'erreurs :

- Conditions météorologiques : les Rhopalocères\* ne volent pas si la température est trop élevée ou au contraire trop basse, s'il y a trop de vent, s'il pleut ou s'il y a trop de nuages. La prospection doit donc avoir lieu au cours de journées ensoleillées ou légèrement nuageuses, avec une température d'environ 15°C et une légère brise. Les prospections le matin, surtout pendant la période estivale, sont fortement recommandées. Si les conditions ne permettent pas

de faire les relevés le jour prévu, ils peuvent être faits le lendemain ou le surlendemain.

- Double comptage : l'expérimentateur doit faire attention de ne pas comptabiliser deux fois le même individu pendant son relevé.

#### 3.3.2 - Suivi des Orthoptères\*

Le suivi des Orthoptères\* se fera également par la méthode des transects (voir le tableau des relevés annexe n°5).

#### Description des transects

Les transects qui seront employés sont les mêmes que pour le suivi des Rhopalocères\* (cf partie 3.3.1).

#### Méthode

L'expérimentateur suit le transect et balaye la partie aérienne de la végétation à l'aide d'un filet fauchoir. Le filet est vidé dans un sac en plastique au bout d'une cinquantaine de coups de filet, le nombre étant adaptable en fonction de la végétation (si la végétation est trop haute, elle risque de remplir le filet et de gêner son maniement) et de la densité du peuplement orthoptérologique\* (si le peuplement est trop dense, le filet devra être vidé plus souvent). À la fin du transect, le sac est soigneusement refermé et étiqueté (date plus lieu du relevé) et déposé dans une glacière pour être déterminé ultérieurement.



FRANÇOIS DEHONDT

Cliché n° 11 : *Ephippiger ephippiger* est bien présente dans les relevés effectués sur les transects de suivis.

Lorsque tous les transects sont réalisés, les sacs sont mis au congélateur pour tuer et conserver les insectes.

Les relevés doivent être fait au mois d'août ou de septembre à raison de plusieurs relevés dans la saison.

Afin d'obtenir une pression d'échantillonnage comparable d'un transect à l'autre, nous avons calculé, par expérimentation sur le terrain, que 450 coups de filets devraient être réalisés sur chaque ligne d'échantillonnage mesurant chacune 200 mètres (cf. premiers résultats en fin de rapport). Dans un même ordre d'idées, il s'avère indispensable de mener les prélèvements lors de déplacements à vitesse constante et assez soutenue (pour limiter la fuite des insectes), tout en opérant un balayage énergique de la végétation (pour optimiser la capture des individus). Il convient toutefois de signaler que les petites espèces vivant au ras du sol (*Tetrix*) sont de toute évidence sous-échantillonnées par ce procédé (leur récolte à l'aide d'un filet implique de racler la zone en contact avec le sol). Enfin, l'expérimentateur doit mener une récolte la plus aléatoire et ne pas focaliser son attention sur les espèces de grosse taille ou colorées qui fuient devant lui ; la solution la plus simple consiste ici à fixer au sol une ligne fictive matérialisant le transect et à s'attacher à la suivre activement tout en répétant les coups de filet.

#### Précautions

- Les dates d'échantillonnage doivent être respectées d'une année sur l'autre. Toutefois, si les conditions météorologiques ne conviennent pas, les relevés peuvent être faits le lendemain, mais le décalage doit essayer d'être le plus court possible.
- Les relevés ne peuvent se faire si le temps est trop couvert ou trop froid.
- Les sacs doivent être vérifiés avant d'y mettre les insectes (présence de trous).
- Avant de placer les insectes, mettre dans le sac en plastique des morceaux de papier absorbant et/ou quelques herbes sèches (pour garantir la conservation des insectes).
- Placer impérativement et rapidement les insectes dans une glacière afin d'éviter la détérioration des spécimens. Leur

conservation à plus long terme passe dans l'idéal par la congélation.

### **3.4 - Protocole de suivi de la faune vertébrée**

La Fédération Départementale des Chasseurs (FDC) du Jura étudiera l'impact du brûlage dirigé sur la faune en suivant l'évolution des populations de lièvres sur la commune de Vescles. Le Lièvre constitue un bon indicateur pour les milieux ouverts. De plus, cela fait déjà neuf ans qu'un suivi des populations est réalisé tous les ans à partir du même protocole sur la zone (voir le tableau des résultats annexe n° 6).

Le suivi consiste en la réalisation d'un Indice Kilométrique d'Abondance (IKA) qui correspond à la mise en place d'un circuit nocturne au niveau de la commune et au relevé de tous les individus rencontrés.

#### Description du circuit (carte ci-contre)

Un circuit de 19,2 km a été mis en place et parcourt toute la commune. Il passe à proximité de toutes les parcelles qui ont été repérées pour le suivi de la flore et de l'entomofaune\*. Ce circuit est fait de nuit, dans une voiture, à vitesse constante et toujours dans le même sens. Il est le même que celui qui est réalisé depuis neuf ans, à l'exception d'une petite portion qui a été ajoutée pour essayer de couvrir au maximum les zones brûlées de la commune.

#### Méthode

Un véhicule progresse, sur ce circuit, à une vitesse constante de 10 km/h. Ce véhicule doit être équipé d'un toit ouvrant, d'une remorque ou d'un plateau pour que deux personnes puissent se retrouver à l'extérieur de l'habitacle et éclairer, perpendiculairement au sens de la marche, les bords du chemin à l'aide de projecteurs. Ces personnes signalent toutes les espèces qu'elles voient et une quatrième personne (ou le chauffeur si le personnel vient à manquer) les note sur la fiche type. Le circuit doit être fait trois fois dans un laps de temps relativement court (moins d'une semaine) et les dates doivent être constantes d'une année sur l'autre. Elles sont faites à la fin du mois de mars ;



Figure n° 4 : localisation des IKA pour le suivi des populations de lièvres

cette année, ce fut les 23, 24 et 25 mars.

Ce protocole permet de suivre l'évolution des populations de lièvres non pas par l'estimation d'une densité mais par un indice qui est comparé annuellement.

Lors de ces comptages, toutes les espèces observées sont notées. Le Lièvre est soumis au plan de chasse depuis 1995 ; les données issues des prélèvements seront analysées parallèlement à celles de l'IKA. À partir de cet automne 2004, les lièvres prélevés seront étudiés afin de déterminer leur âge et, ainsi, de connaître la dynamique de leur population. La méthode retenue est la pesée du cristallin. L'échantillon sera petit car l'attribution est de sept lièvres.

#### Précautions

- Le projecteur doit être le plus fixe possible. C'est le mouvement du véhicule qui doit faire bouger le faisceau de lumière.
- L'éclairage en direction des habitations doit être évité.
- Lors de la rencontre avec un autre véhicule (croisement ou dépassement), les phares doivent être éteints ainsi que les projecteurs, ceci pour ne pas gêner le conducteur.
- Le circuit doit toujours être fait dans le même sens.

---

## C onclusion

La technique des brûlages dirigés, peu onéreuse et simple d'emploi, est depuis au moins une centaine d'années utilisée régulièrement à Vescles, même si, à l'heure actuelle, elle est clairement réglementée. Dans le cadre de l'arrêté préfectoral du 17 décembre 2002 visant à autoriser les habitants à brûler exceptionnellement les végétaux sur pied entre le 15 février et le 31 mars, la réalisation d'une étude scientifique sur l'impact de ces brûlages dirigés sur la flore et la faune a été en parallèle imposée.

Les conclusions de cette étude sont très attendues, notamment par les habitants de Vescles, qui ne voient pas d'autres moyens efficaces sur le plan financier et au niveau des résultats pour entretenir ces parcours. En effet, ceux-ci sont parfois très pentus et présentent de nombreux blocs rocheux, ce qui empêche leur entretien par des machines ordinaires. Si les conclusions de l'étude conduisent à une interdiction de l'emploi des brûlages dirigés, ces pelouses ne vont-elles pas finir progressivement par se refermer, envahies par les buis et autres ligneux ? Faut-il laisser « faire la nature », au risque de voir disparaître ces milieux ouverts, ou tolérer une pratique, certes néfaste pour certaines espèces, mais qui maintiendrait ces milieux si particuliers ? Ou encore rechercher une technique alternative d'entretien, plus coûteuse mais dont la prise en charge pourrait être assumée par la collectivité, afin de mieux répondre à une nouvelle demande sociale, la préservation de la biodiversité ?

## Bibliographie

- 1 : ATHIAS-BINCHE F., BRIARD J., FONS R. et SOMMER F., 1987. Study of ecological of fire on fauna in mediterranean ecosystems (soil and above-ground layer). Patterns of post-fire recovery. *Ecologia mediterranea* 13 (4) : 135-154.
- 2 : BELLIDO A., 1987. Approche expérimentale de l'effet immédiat d'un incendie sur le peuplement de Microarthropodes d'une lande. *Revue d'écologie et de biologie du sol* 24 (4) : 603-622.
- 3 : BIDAULT M., 1994. *Impact de la déprise agricole sur la végétation et la faune de Franche-Comté*. Université de Franche-Comté, non paginé.
- 4 : BOCK E. et BOCK H., 1991. Response of Grasshoppers (*Orthoptera : Acrididae*) to Wildfire in a Southeastern Arizona Grassland. *American Midland Naturalist*, non paginé.
- 5 : BUFFIERE D., FAERBER J., LE CARO P. et METAILIE J-P., 1991. Le feu et la friche dans les Pyrénées. Dynamiques d'abandon et pratique traditionnelle de débroussaillage. Colloques phytosociologiques XX : *phytodynamique et biogéographie historique des forêts*, Bailleul : 151-162.
- 6 : BUFFINGTON J.D., 1967. Soil Arthropod Population of the New Jersey Pine Barrens as Affected by Fire. *Annals of the entomological society of America* 60 (3), 530-535.
- 7 : 1998. Brûlages dirigés. *Pastum* n°51/52
- 8 : BURNEL P., DALENS H. et GERS C., non daté. L'impact du feu sur les microarthropodes du sol : mise en place d'un dispositif de suivi expérimental dans le canton d'Argelès-Gazost, non paginé.
- 9 : CHAMBERS B.Q. et SAMWAYS M.J., 1998. Grasshopper response to a 40-year experimental burning and mowing regime, with recommendations for invertebrate conservation management. *Biodiversity and conservation* 7 : 985-1012.
- 10 : CHAPPAU F., 1996. *Conservation des lisières aux abords des prairies sèches de la Haute-Chaine du Jura*, non paginé.
- 11 : CHAPUT E., 2002. *De l'écobuage au Brûlage dirigé. Feu et Environnement : Impacts et Préconisations*, non paginé.
- 12 : CHERRIERE K., 1997. *Méthodes de suivi de la végétation. Proposition d'un protocole d'étude de l'impact du pâturage sur la végétation dans les sites protégés*. Fédération des parcs naturels de France. Institut national Agronomique Paris-Grignon, non paginé.
- 13 : CHIFFAUT A. et GARCIA B., 1994. *Les pelouses calcaires de la Côte Bourguignonne (de Dijon à Beune - Côte d'Or). Diagnostique écologique et étude de faisabilité d'un retour au pâturage*. Conservatoire des sites naturels bourguignons, non paginé.
- 14 : CLEMENT B., RIVIERE A. et TOUFFET J., 1980. Répartition des graines au sol dans les landes incendiées des Monts d'Arrée. *Bulletin d'écologie* 11 (3), 365-371.
- 15 : COMMAND C., non daté. *Cartographie et proposition de gestion des pelouses sèches des Bas-Monts jurassien*. Rapport de stage.
- 16 : CRETIN J.Y., MORA F., et ROBERT J-CL., 1998. *Etude de l'impact du feu contrôlé sur le peuplement entomologique. (2ème année)*. Université de Franche-Comté.
- 17 : DELETTRE Y.R., 1994. Fire disturbance of a chironomid (*Diptera*) community on heathlands. *Journal of applied ecology* 31 (3), 560-570.
- 18 : DELPECH R., DUME G. et GALMICHE P., 1985. *Typologie des stations forestières, vocabulaire*. Ministère de l'Agriculture/Direction des forêts, Institut pour le Développement Forestier.

- 19 : DEMERGES P., 2002. *Proposition de mise en place d'une méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères et Zygaenidae dans les réserves naturelles*. Réserves Naturelles de France.
- 20 : DUCHE Y. et RIGOLOTT E., 2004. Equipement du territoire: le brûlage dirigé, bases scientifiques et réalisations. *Rendez-vous techniques* 4 : 36-40.
- 21 : DUPONT P. et LUMARET J.P., 1997. *Les invertébrés continentaux et la gestion des espaces naturels*. ATEN, Ministère de l'Environnement, RNF
- 22 : DUTOIT T. et ALARD D., 1995. Les coteaux calcaires de la basse Seine. Histoire de leurs utilisations agricoles. *Etudes normandes* 2 : 14-27.
- 23 : EVANS E.W., 1984. Fire as a natural disturbance to grasshopper assemblages of tall grass prairie. *Oikos* 43, 9-16.
- 24 : EVANS E.W., 1987. Grasshopper (*Insecta : Orthoptera : Acrididae*) assemblages of tall grass prairie : influences of fire frequency, topography, and vegetation. *Canadian journal of zoology* 66 (7), 1495-1501.
- 25 : EVANS E.W., 1988. Community dynamics of prairie grasshoppers subjected to periodic fire : predictable trajectories or random walks in time? *Oikos* 52, 283-292.
- 26 : FAERBER J., 1995. *Le feu contre la friche. Dynamiques des milieux, maîtrise du feu et gestion de l'environnement dans les Pyrénées centrales et occidentales*. Thèse de doctorat en Géographie, Université de Toulouse II.
- 27 : FAERBER J., 1996. Gestion par le feu et impact sur la diversité : le cas des friches sur anciennes terrasses de culture dans les Pyrénées centrales. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, n° spécial «friches et jachères», 38 (1) : 273-293.
- 28 : FERREZ Y. et MORA F., 2000. *Les pelouses des Bas-Monts Gessiens. Typologie, intérêt patrimonial, menaces. Elément pour l'élaboration d'un plan de gestion*.
- 29 : FIRE TORCH, non daté. *Le brûlage dirigé, un outil pour la gestion méditerranéenne. Une approche de gestion*. Contrat n°ENV4-CT98-0715. TASK 5 – DELIVRABLE E1 : Etat de l'Art sur les effets des brûlages dirigés dans les écosystème méditerranéens. Commission Européenne, Direction Générale XII.
- 30 : FORGEARD F. et TOUFFET J., 1980. La recolonisation des landes et des pelouses dans la région de Paimpont. Evolution de la végétation au cours des trois années suivant l'incendie. *Bulletin d'écologie* 11 (3), 349-358.
- 31 : FORUM DES GESTIONNAIRES, non daté. *La gestion des milieux herbacés. Une exigence croissante pour la protection de la nature*. Ministère de l'environnement.
- 32 : GAUTIER N. et HOSSAERT-PALAUQUI M., 1980. Régénération d'une lande après incendie. I. Evolution de la structure du peuplement végétal au cour de la première année. *Bulletin d'écologie* 11 (3), 373-386.
- 33 : GESTION ECOLOGIQUE, 1998. Compléments 5,6. GARDE n°35.
- 34 : GIMINGHAM C.H., 1992. *The lowland heathland management handbook*. English Nature Science.
- 35 : GLOAGUEN J.C., 1990. Post-burn succession on Brittany heathlands. *Journal of Vegetation Science* 1, 147-152.
- 36 : GUEGUEN A., FORGEARD J., LEFEUVRE J.C. et TOUFFET J., 1980. Analyse comparée de la dynamique de la restauration du peuplement d'orthoptères et du peuplement végétal dans une zone brûlée de Lande. *Bulletin d'écologie*, tome 11, n°3/4.
- 37 : GUILBAUD S-P., non daté. *Contribution à l'élaboration du plan de gestion sur les pelouses calcicoles de la haute-chaine*.
- 38 : KUCERA C.L. et KOELLING M., 1964. The influence of fire on composition of central Missouri

- prairie. *American Midland Naturalist* 72 : 142-147.
- 39 : Non daté, *Landes et pelouses en région méditerranéenne. Pour une gestion par le pastoralisme*. Guide pratique, non paginé.
- 40 : LANGLOIS D., 1999. *Suivis floristiques sur les pelouses de corniche. Evolution 1992-1998, non paginé*.
- 41 : LEMONNIER-DARCEMONT M., 2003. Effets du brûlage dirigé sur les peuplements d'orthoptères d'une formation pâturée en moyenne montagne (Alpes-Maritimes, France). *Revue d'écologie (La terre et la vie)* 58 : 283-292.
- 42 : LLOYD P.S., 1968. The ecological significance of fire in limestone grassland communities of the Derbishire Dales. *Journal of Ecology*, 56 : 811-826.
- 43 : MAES D. et VAN DYCK H., non daté. *Dagvlinders in Vlaanderen. Ecologie, verspreiding en behoud*.
- 44 : MATHIEU D., 1997. *Repères pour l'Environnement en Franche-Comté*. DIREN Franche-Comté.
- 45 : MERLIN C., non daté. *Ceux des villages. La société rurale dans la «Petite Montagne» jurassienne à la veille de la Révolution. Cahiers d'Etudes Comtoises* 52 (Annales littéraires de l'Université de Besançon). 296 p.
- 46 : METAILIE J-P. et AL., 1995. *La commission locale d'écobuage du canton d'Argelès-Gazost. Bilan d'une expérience de gestion des feux dans les Hautes-Pyrénées (1991-1994)*.
- 47 : MOOG D., POSCHLOD P., KAHMEN S. et SCHREIBER K.-F., 2002. Comparison of species composition between different grassland management treatments after 25 years. *Applied Vegetation Science* 5 : 99-106.
- 48 : MORRIS M.G., 1975. Preliminary observations on the effects of burning on the *Hemiptera (Heteroptera and Auchenorrhyncha)* of limestone grassland. *Biological Conservation* 7 : 311-319.
- 49 : MULLER F. et AL., 2002. *Recueil d'expériences de gestion et de suivi scientifique sur pelouses sèches*. Espaces Naturels de France, fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels, programme Life-Nature «Protection des pelouses relictuelles de France».
- 50 : ENGLISH NATURE. Moorland. [www.english-nature.org.uk](http://www.english-nature.org.uk)
- 51 : PORTER E.E. et REDAK R.A., 1996. Short-Term Recovery of the Grasshopper Communities (*Orthoptera : Acrididae*) of a California Native Grassland After Prescribed Burning. *Environmental entomology* 25 (5), 987-992.
- 52 : PUISSANT S., 1998. *Première contribution à l'étude des peuplements d'Orthoptères en Soulane sur la commune d'Err (Pyrénées-Orientales). Approche de l'impact du brûlage dirigé sur les peuplements*. Office Pour l'Information Eco-entomologique du Languedoc-Roussillon.
- 53 : PUISSANT S., 1999. *Deuxième contribution à l'étude des peuplements d'Orthoptères en Soulane sur la commune d'Err (Pyrénées-Orientales). Approche de l'impact du brûlage dirigé sur les peuplements*. Office Pour l'Information Eco-entomologique du Languedoc-Roussillon.
- 54 : PUISSANT S., 2002. *Les Orthoptères comme indicateurs de l'état de santé des milieux*. Office Pour l'Information Eco-entomologique du Languedoc-Roussillon.
- 55 : REMOND A., 1994. *La gestion des feux pastoraux en zone de basse montagne : première approche des impacts sur la végétation et recherche d'une méthode d'estimation des risques de propagation appliquée en Soule*. Maîtrise d'aménagement du territoire. Université de Pau et de l'Adour.
- 56 : RICOU G., 1976. L'action du feu contrôlé en prairies permanentes. Conséquences sur les biocénoses animales. *Annales de zoologie-écologie animale* 8 (4) : 559-578.

- 57 : SEASTEDT T.R., 1984. Belowground macroarthropods of annually burned and unburned tallgrass prairie. *American Midland Naturalist* 111 : 405-408.
- 58 : SEASTEDT, T.R., 1984b. Microarthropods of burned and unburned tallgrass prairie. *Journal of the Kansas Entomological Society* 57 : 468-476.
- 59 : SWAN F.R., JR, 1970. Post-Fire response of plant communities in south-central New York state. *Ecology* 51 (6) : 1074-1082.
- 60 : SWENGEL A.B., 1996. Effect of fire and hay management on abundance of prairie butterflies. *Biological conservation*, 76 : 73-85.
- 61 : TIHON C., 1984. La gestion de la Montagne Saint Pierre du Néolithique à nos jours. *Réserves Naturelles* 4 : 4-11.
- 62 : VERBEKE W. et LEJEUNE M., 1996. Quatre carrés permanents dans une pelouse calcaire de la Montagne Saint-Pierre. résultats sur douze années. In «*La gestion des pelouses calcicoles*» Actes du colloque international, p.61-69.
- 63 : VERMANDER J., 1987. Les pelouses calcaires de la Vallée du Viroin : dégradation ou restauration, *Réserves Naturelles* 3 : 52-59.
- 64 : VOISIN J.-F., 1986. Une méthode simple pour caractériser l'abondance des Orthoptères en milieu ouvert. *L'Entomologiste* 42 (2) : 113-119.

## Lexique

**Arthropodes** (*n. m. pl.*): embranchement d'invertébrés comprenant des animaux au corps chitineux segmenté et aux membres formés de pièces articulées, qui comprend en particulier les crustacés, les myriapodes, les insectes et les arachnides

**Auchenorrhyncha** (*n. m. pl.*): ordre d'insectes suceurs dont les ailes sont soit totalement sclérifiées (= durcies) (cicadelles), soit totalement membraneuses (cigales), aussi appelés « Homoptères »

**Biocénomètre** (*n. m.*): appareil de capture, généralement une cage grillagée, dont le principe consiste à isoler une portion de milieu (de surface et/ou de volume définis), permettant de la sorte d'y emprisonner la faune et la flore qui l'occupent

**Biocénose** (*n. f.*): ensemble des êtres vivants d'un biotope\* ou d'une station donnés

**Biomasse** (*n. f.*): masse de matière vivante subsistant en équilibre sur une surface donnée du globe terrestre

**Biotope** (*n. m.*): milieu biologique offrant à une biocénose\* des conditions de vie relativement stables

**Callune** (*n. f.*): plante de la famille des bruyères, caractéristique des landes sur sol acide d'Europe

**Carabe** (*n. m.*): insecte Coléoptère\* généralement prédateur et présentant souvent des reflets métalliques

**Chaméphyte** (*n. m.*): plante vivace dont les bourgeons affrontant l'hiver sont situés au-dessus de la surface du sol à moins de cinquante centimètres (ex. : Callune\*, Myrtille ...)

**Chilopodes** (*n. m. pl.*): arthropodes\* appartenant au groupe des Myriapodes ou « mille-pattes »

au corps plat brun roussâtre ayant des crochets venimeux appelés forcipules, de longues antennes et une paire de pattes par segment, comprenant les scolopendres

**Chironomidés** (*n. m. pl.*): famille de Diptères\* dont l'allure générale rappelle celle des moustiques et chez qui les mâles possèdent des antennes plumeuses caractéristiques

**Cochenille** (*n. f.*): insecte Hémiptère\* suceur à la biologie voisine de celle des pucerons

**Coléoptères** (*n. m. pl.*): ordre regroupant de très nombreux insectes de taille variable et dont les élytres recouvrent, au repos, les ailes à la façon d'un étui

**Collemboles** (*n. m. pl.*): ordre d'insectes primitifs dépourvus d'ailes, munis, à l'extrémité de leur abdomen, d'une petite fourche, la furca, qui leur permet de sauter ; ils mesurent moins de quatre millimètres et vivent dans la litière du sol

**Coprophage** (*adj.*): qui se nourrit d'excréments

**Diptères** (*n. m. pl.*): ordre d'insectes à métamorphose complète, à deux ailes, dont la tête est munie de pièces buccales en forme de trompe servant à piquer ou à sucer, qui comprend les mouches et les moustiques

**Ecobuage** (*n. m.*): pratique consistant à brûler la végétation pour fertiliser le sol

**Entomofaune** (*n. f.*): ensemble des insectes d'un lieu, d'une région ou d'une période déterminés

**Fabacées** (*n. f. pl.*): famille de plantes ligneuses ou herbacées dont le fruit est une gousse, autrefois appelées « légumineuses »

**Envahissant** (*adj.*): se dit d'espèces végétales exotiques ayant une dynamique de colonisation rapide et se développant au détriment de la flore indigène

**Formicidés** ou *formicidae* (*n. m. pl.*): famille d'insectes regroupant les fourmis