

Mai 2003

Impact du pâturage ovin sur les peuplements de Lépidoptères / Ropalocères des pelouses calcicoles de Lorraine

par Eric SARDET

avec la participation de Virginie Kremer, André Claude et Marc Meyer.



Résumé

Cette étude de l'impact du pâturage ovin l'entomofaune et plus particulièrement des Rhopalocères (« papillons de jour ») pour l'année 2002 a mis en évidence une difficulté méthodologique : la notion de peuplements lépidoptériques est très conceptuelle. En effet, les peuplements de papillons existent en théorie, mais sont très difficile à appréhender par la technique du transect. Cette méthode est avant tout adaptée pour un suivi dans le temps des papillons sur un site donné (= monitoring), mais ne permet pas la distinction des différents peuplements présent sur ce même site, pour la simple et bonne raison que les papillons sont extrêmement mobiles. Ainsi les approches classiques (indices de structures, AFC, ACP...) pour la description des peuplements biologiques se sont révélées inadaptées à cette étude. Finalement, nous avons adopté le codage flou ou logique flou pour décrire les peuplements à l'échelle du transect comme du site. Cette approche consiste à accepter qu'une espèce de papillon donnée, n'appartienne pas exclusivement à un groupe écologique donné. Nous avons défini huit groupes écologiques. Ainsi, une espèce peu appartenir par exemple à 25% au groupe 1, 25% au groupe 2 et 50% au groupe 7. A partir du codage flou des espèces, nous avons caractérisé les transects et les sites selon les huit groupes écologiques fonctionnels et défini des tableaux de bord pour chacun d'eux.

Les tableaux de bord permettront de faciliter le suivi dans le temps et permettent déjà de mesurer l'impact du pâturage ovin sur les peuplements lépidoptériques des huit pelouses retenues pour cette étude.

Nous avons constaté que le pâturage à court terme (une à trois années) ne modifie pas sensiblement les cortèges de papillons. Par ailleurs, le pâturage à long terme, mené de manière assez intensive, altère considérablement les peuplements, en exerçant une forte sélection sur les espèces. En toute logique les espèces xéro-thermophiles et les espèces typiques des pelouses sont largement favorisées, à la défaveur des espèces mésophiles, de lisières et d'ourlets. Par ailleurs, on constate une baisse importante de la richesse spécifique et une sélection forte des espèces xéro-thermophiles, souvent à haute valeur patrimoniale. En conséquence, le pâturage ne favorise pas la diversité mais permet de conserver des cortèges d'espèces spécialisées devenues très rares en Lorraine. Il s'agit donc de fixer des objectifs clairement définis avant la mise en place du pâturage ovin, à savoir, si l'on cherche à maintenir les peuplements de papillons en place, il faut choisir un pâturage extensif pluriannuel en rotation. Dans le scénario où l'on cherche à restaurer des pelouses dégradées ou encore à favoriser des espèces de papillons très spécialisées (xéro-thermophiles) il faut s'orienter vers un pâturage assez intensif, annuel (avec également la possibilité de rotations, ou au moins conserver des réservoirs biologiques non pâturés).

Sommaire

Résumé.....	2
Sommaire.....	3
Table des Figures	4
Table des Tableaux.....	4
Introduction.....	5
Partie 1 : Présentation de l'étude	7
A. Les insectes de bons indicateurs écologiques ?	7
Notion de bioindicateur.....	7
Notion de peuplement lépidoptérique : définition, intérêts et limites.....	8
Notion d'espèces cibles, d'espèces spécialisées et d'espèces clefs	9
B. Objectifs du suivi entomologique	10
Caractériser les peuplements de Lépidoptères	10
Mesurer l'impact à long terme du pâturage : cas particulier du site de Lorry-Mardigny (57).....	10
Identifier les variables environnementales discriminantes.....	10
Cas particulier du Damier de la Succise (<i>Euphydryas aurinia</i>) et de l'impact de la gestion.....	10
C. Matériel et méthodes	11
Choix de l'échantillonnage.....	11
Méthode d'échantillonnage des Rhopalocères (papillons de jour).....	11
Traitement des données.....	12
Partie 2 : Résultats.	14
A. Liste taxonomique des Lépidoptères des sites étudiés.....	14
B. Caractérisation des peuplements de Lépidoptères	16
Les indices de structure.....	16
Approche écologique : caractérisation des peuplements à partir de « groupes écologiques fonctionnels ».....	17
C. Variables environnementales discriminantes sur les peuplements.....	21
Variables physiques sites.....	21
Variables physiques transects.....	21
D. Impact immédiat et à court terme du pâturage ovin.	22
Impact du pâturage entre les années 2001 et 2002, sur les pelouses de Waville, Arnaville, Jezainville et Delme.....	22
Indices de structure écologique et pâturage.....	23
E. Impact à long terme du pâturage ovin : cas particulier du site de Lorry-Mardigny (57) 24	24
Interprétations des indices de structure des peuplements	24
Comparaison des peuplements à partir des tableaux de bords (Figure 10).....	25
Interprétations des variables environnementales.....	26
F. Cas particulier du Damier de la Succise : impact du pâturage ovin à long terme.....	26
Impact du pâturage immédiat et à court terme.....	27
Impact du pâturage à long terme.....	27
Conclusion	29
Bibliographie.....	30
Annexes	31

Table des Figures

Figure 1 – Stades successionnels des pelouses rases et définition du stade recherché.....	6
Figure 2 - Cycle biologique d'un Lépidoptère.....	8
Figure 3 – Limites de l'utilisation des fréquences spécifiques relatives.....	12
Figure 4 – Composition moyenne en groupes fonctionnels de l'ensemble des transects.....	19
Figure 5 – Tableau de bord des sites de Waville et Arnville, année 2002.....	20
Figure 6 – Tableau de bord du site de Jezainville, année 2002.....	20
Figure 7 – Tableau de bord des Côtes de Delme, année 2002.....	20
Figure 8 – Tableau de bord du plateau de Malzéville, année 2002.....	20
Figure 9 – Tableau de bord des sites de Circout-sur-Mouzon et de Villecloye, année 2002.....	20
Figure 10 – Tableau de bord du site de Lorry-Mardigny, année 2002.....	20
Figure 11 – Cartographie des transects et des sites (AFC).....	20
Figure 12 – Evolution des peuplements lépidoptériques sur les pelouses pâturées entre 2001 et 2002.	22
Figure 13 – ACP des variables transects et peuplements du site de Lorry-Mardigny.....	26
Figure 14 - Effectif du Damier de la Succise sur les 8 transects du site de Lorry-Mardigny, le 21/05/2002.....	27

Table des Tableaux

Tableau 1 – Typologie des sites en fonction des objectifs à atteindre.....	11
Tableau 2 - Liste taxonomique et statut patrimonial des 70 espèces de Rhopalocères/Zygènes recensées.....	14
Tableau 3 – Indices de structure écologique par transect.....	16
Tableau 4 – Composition des transects en groupes écologiques.....	18
Tableau 5 – Indices de structures des peuplements lépidoptériques selon les modalités de gestion de pâturage.....	23
Tableau 6 – Coefficients de Jaccard selon le mode de gestion et la topographie du site de Lorry- Mardigny.....	24
Tableau 7 – Indices de structure des peuplements sur le site de Lorry-Mardigny.....	25

Introduction

Les suivis entomologiques sur les pelouses calcicoles de Lorraine poursuivent le travail mis en place par Marc MEYER (responsable du département - faune invertébrée - au Muséum d'Histoire Naturelle du Luxembourg) dans le cadre du Programme Life Pelouses sèches. Ce programme coordonné par Espaces Naturels de France¹, concerne 10 régions et 29 sites en France (dont 9 en Lorraine). Il a débuté en 1998, avec pour objectif principal de conduire à une **stratégie nationale pour la restauration et la pérennisation des pelouses sèches**. Le programme Life Pelouse Sèche s'est traduit par un large éventail d'actions concrètes : des acquisitions, des locations ou conventions de gestion sur 1520 hectares, la réalisation de plans de gestion et d'opérations de restauration des pelouses récemment dégradées (sur 750 ha), des aménagements spécifiques et la conception d'outils pédagogiques sur certains sites. Concernant la Lorraine, l'action la plus remarquable est incontestablement la mise en place du pâturage ovin sur cinq des neuf pelouses concernées par ce programme.

Le programme Life prévoit un volet scientifique complémentaire aux actions très concrètes de maîtrise foncière ou d'usage des pelouses sèches. Ce volet permet notamment, d'évaluer la pertinence et l'efficacité des outils de gestion destinés à restaurer ou maintenir les pelouses sèches au stade de la succession végétale recherché. Une des difficultés, plutôt inattendue, réside alors à la définition de ce stade recherché. Effectivement, si tout le monde s'accorde sur la définition d'une pelouse calcicole secondaire comme « une formation herbacée peu productive sur sols pauvres, d'une hauteur moyenne de 20 centimètres, essentiellement composées de plantes vivaces, pauvre en arbres et arbustes », il n'en va pas de même sur la définition des objectifs à atteindre localement.

Dans le cas de la Lorraine, le comité scientifique du suivi se compose de botanistes et d'entomologistes membres du conseil scientifique du Conservatoire des Sites Lorrains. Ainsi, dans un premier temps, l'équipe scientifique interne du Conservatoire des Sites Lorrains appuyée par les conseillers scientifiques ont fixé l'objectif initial de maintenir ou retrouver des stades pionniers. Cet objectif a rapidement été remis en question et abandonné par la suite pour préférer une distinction fondamentale entre une gestion de restauration et une gestion « d'entretien », destinée à maintenir les stades végétatifs en place. En effet, la plupart des pelouses lorraines, pâturées par des ovins jusque dans les années soixante, sont été abandonnées pendant plus de 30 ans voire 40 pour certaines d'entre elles. Il en résulte que ces pelouses se sont largement complexifiées, mais aussi, que les espèces pionnières autrefois associées, ont largement régressé, voire disparu pour certaines d'entre elles. Les photographies aériennes en témoignent, l'analyse diachronique révèle qu'au cours des 50 dernières années, la surface de ces pelouses a régressé de 30 à 50% en moyenne, en faveur des stades pré-forestiers et forestiers. L'abandon des pratiques agropastorales conduit rapidement à une mosaïque végétative complexe, d'une grande richesse biologique. Par ailleurs, les pelouses sèches font véritablement office « d'arches de Noé » isolées dans des paysages agricoles simplifiés à l'extrême. On rencontre ainsi une superposition de cortèges floristiques et faunistiques d'une grande richesse, à l'origine d'enjeux conservatoires antagonistes... A titre d'exemple, pour les Lépidoptères et Orthoptères, on peut observer des espèces aussi bien typiques des pelouses sèches que des stades enfrichés, des prairies mésophiles ou encore des espèces forestières (ou au moins inféodées aux lisières) se côtoyer sur un espace réduit. Dans ces conditions, il s'agit de trouver un compromis entre la conservation de tous ces cortèges et la mise en place d'une gestion globale, par le pâturage ovin, qui tend inévitablement à homogénéiser, niveler la biodiversité en place (**Figure 1**).

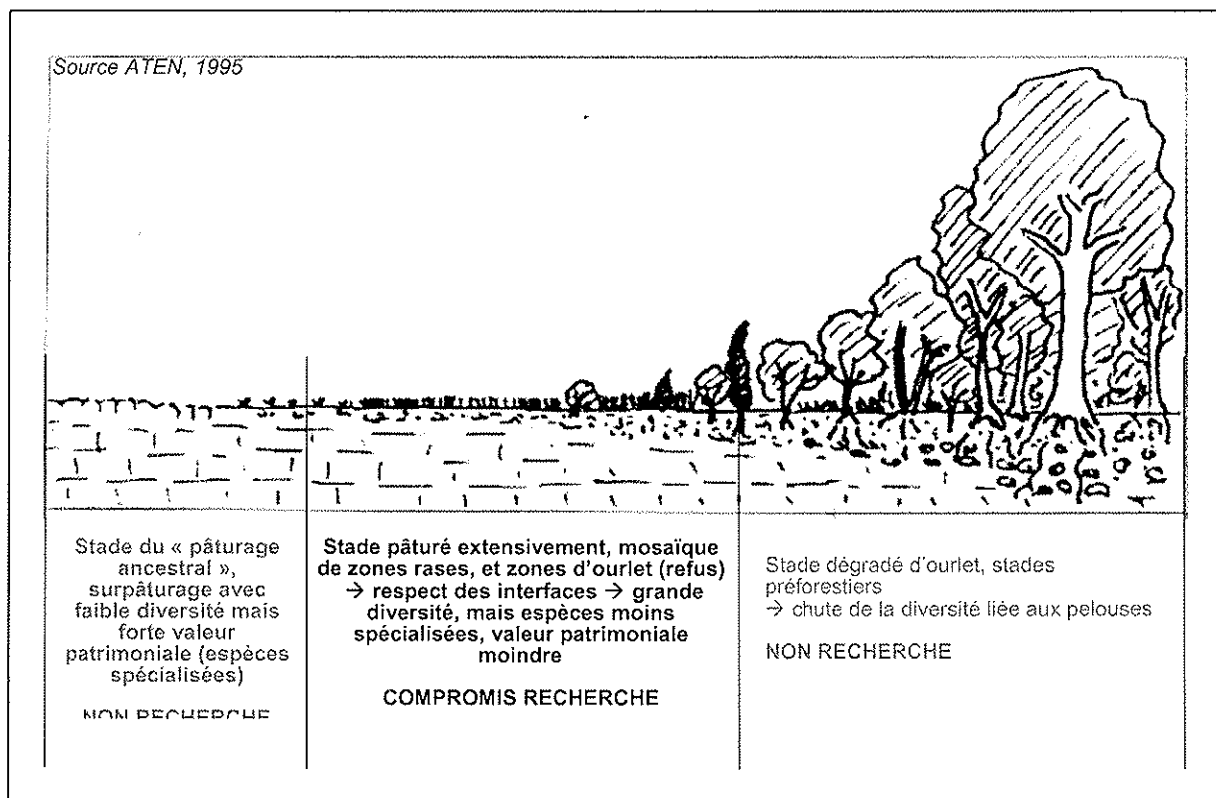
Aujourd'hui, dans le scénario d'un pâturage semblable aux pratiques des années 1950, sur une telle pelouse, il est très probable qu'au moins 60% des espèces d'Orthoptères et Lépidoptères disparaissent et, sans aucune certitude de retrouver des espèces pionnières associées à cette gestion.

On comprend alors la difficulté de choisir cette option, parier sur le retour de ces espèces à forte valeur patrimoniale, tout en prenant le risque de perdre les cortèges actuels, également patrimoniaux...

C'est dans ce contexte que les suivis entomologiques ont été poursuivis en 2002. Ces suivis s'appuient sur les bases posées par Marc MEYER en 2000 et 2001. Ils ont été assurés cette année par le Conservatoire des Sites Lorrains avec la contribution de Virginie KREMER (2002), stagiaire au CSL.

¹ Fédération des Conservatoires Régionaux des Espaces Naturels, basée à Orléans

Figure 1 – Stades successionnels des pelouses rases et définition du stade recherché.



Les objectifs de cette étude restent inchangés par rapport aux deux années précédentes : évaluer l'impact du pâturage ovin sur les peuplements de Lépidoptères et Orthoptères des pelouses sèches. Néanmoins, l'échantillonnage a été élargi à quatre nouvelles pelouses (état 0 avant mise en pâturage), portant le nombre total à 8 pelouses étudiées en 2002.

Enfin, les objectifs ont été complétés par une description des peuplements de Rhopalocères/Zygènes (analyses descriptives et multivariées) et l'identification des variables environnementales discriminantes de la structure des peuplements lépidoptériques.

Par ailleurs, l'étude réalisée sur le site de Lorry-Mardigny présente les premiers résultats de l'impact du pâturage ovin à long terme (hors gestion CSL) en comparaison à une pelouse en évolution spontanée localisée sur le même site.

Partie 1 : Présentation de l'étude

A. Les insectes de bons indicateurs écologiques ?

Notion de bioindicateur.

Il est bon de rappeler qu'un indicateur biologique n'a d'intérêt que si les renseignements qu'il fournit ne relèvent pas de la pure évidence.

La mise en place d'un nouvel outil de gestion (le pâturage ovin) sur les pelouses calcicoles, engage l'organisme gestionnaire, à être en mesure de pouvoir justifier de l'action bénéfique de cette gestion conservatoire, sur les habitats comme sur les espèces. D'où la nécessité de mettre en place des suivis écologiques.

La phytosociologie répond en grande partie à ces exigences mais pas en totalité. Cette approche renseigne sur la composition floristique des pelouses et sur l'abondance-dominance des différentes espèces du tapis herbacé. Néanmoins, **la réponse de la végétation est assez lente** et ne reflète pas à elle seule, l'impact du pâturage sur la biodiversité au sens large. Bien que nous n'ayons pas et n'aurons certainement jamais les moyens d'analyser la réaction de l'ensemble des communautés des êtres vivants, il semble intéressant de compléter l'approche phytosociologique par des groupes **d'indicateurs à réponse instantanée**. Les insectes répondent à ce critère, dans la mesure où la majorité des insectes vivants sur les pelouses sont tributaires de la composition et/ou de la structure du tapis herbacé.

Les deux groupes retenus sont les Orthoptères (Ordre d'insectes comprenant les Sauterelles, Criquets et Grillons) et les Lépidoptères Rhopalocères (« papillons de jours »).

Les Lépidoptères sont, dans l'absolu, des bioindicateurs très fins. Ils possèdent en majorité, une écologie complexe, exigeant la présence des sources nectarifères au moment où volent les adultes, mais aussi de plantes hôtes, sur lesquelles les œufs sont pondus et les chenilles se développent. Dans certains cas, le cycle biologique nécessite la présence d'une fourmi hôte qui prend en charge l'élevage de la chenille dans la fourmière.

Enfin, toutes les conditions peuvent sembler être réunies sans que le papillon soit présent sur le site, ou du moins le facteur discriminant nous échappe. Nous sous-estimons certainement un grand nombre de variables environnementales, comme l'action de l'exposition du site, de l'insolation en général ou encore la nécessité de microhabitats favorables au développement des œufs et des larves. Nous arrivons alors aux limites fonctionnelles du bioindicateur, à partir du moment l'on n'est plus en mesure d'expliquer la non-présence ou la disparition d'une espèce ou d'un groupe d'espèces.

Néanmoins, les papillons reflètent directement la qualité d'un milieu et surtout ils réagissent instantanément à une modification brusque de l'environnement. Par exemple la suppression des sommités florales par le pâturage, sources trophiques des imagos, conduit à une chute instantanée des densités de Lépidoptères.

Les Orthoptères sont des bioindicateurs remarquables de l'état de santé du milieu et des impacts que peuvent avoir les différentes activités humaines (positives comme négatives).

Effectivement, ce groupe est quant à lui, très sensible à la structure du couvert végétal. Les Orthoptères étant des phytophages peu sélectifs, ils sont quasiment indifférents à la composition végétale. En revanche, la structure et la stratification de la végétation conditionnent directement la composition des cortèges spécifiques. D'une manière très synthétique, la présence d'une espèce donnée est en grande partie déterminée par la possibilité ou non des œufs à se développer. Les œufs des espèces pionnières sont pondus dans le sol et exigent un niveau élevé d'accumulation de chaleur pour qu'ils éclosent. En conséquence, ces espèces ne pourront être présentes sur une pelouse si et seulement si le tapis végétal présente des zones écorchées (sol nu ou rocailleux).

Ces éléments écologiques introduisent des notions fondamentales en terme de conservation de la biologie sur les pelouses de Lorraine et sur la place du pâturage ovin sur ces espaces.

En effet, l'analyse des espèces dites « patrimoniales » démontre clairement que ce sont en majorité des espèces pionnières, xéro-thermophiles, souvent sténoèces (niche écologique étroite). Une autre clé d'entrée, à l'échelle des faunes de Lépidoptères et d'Orthoptères de la région Lorraine, démontrent que la majorité des espèces disparues, au bord de l'extinction ou très localisées sont des espèces pionnières, à affinité méditerranéenne, souvent liées aux parcours pastoraux ovins.

Enfin, quand on s'intéresse aux espèces les plus menacées aujourd'hui, on constate que beaucoup d'entre-elles sont présentes sur anciennes carrières d'extraction de roches ou encore sur des terrains militaires. Dans les deux cas ce sont des milieux pionniers. Cette courte démonstration permet d'appréhender un peu mieux la place du pâturage pour ces espèces sensibles. En conséquence, le pâturage est l'outil indispensable pour maintenir ces cortèges d'espèces pionnières, devenues très rares aujourd'hui. On trouve encore une ou quelques espèces témoins de ces « peuplements historiques » sur les pelouses les plus thermophiles de Lorraine.

Ces éléments amènent à poser une question essentielle, veut-on retrouver ces peuplements pionniers sur les pelouses lorrainès, au risque de perdre une grande partie des peuplements actuellement en place.

Notion de peuplement lépidoptérique : définition, intérêts et limites...

Le peuplement lépidoptérique² est un **assemblage d'espèces non aléatoire**. Par conséquent il est représentatif d'un milieu naturel particulier, et laisse apparaître des informations sur ce qui s'y déroule. Par leur lien étroit avec la végétation (composition, structure) à tous les stades de leur développement, et par leur durée de vie courte, les papillons réagissent très vite et fortement aux modifications de la végétation au point de s'éteindre localement si les conditions favorables ne se répètent pas d'une année à l'autre. L'analyse de la structure du peuplement dans sa diversité, sa composition, sa répartition spatiale et dans celle des exigences des espèces, apporte des informations très pertinentes en matière de **diagnostic écologique**, de l'échelle du paysage à celle de la station. Seule ou en complément d'autres approches, la prise en compte du peuplement de Lépidoptères est un outil intéressant d'évaluation de la gestion mais encore trop peu exploité, tout particulièrement pour les sites à dominance herbacée.

Pour information, la

Figure 2 ci-dessous présente le cycle biologique d'un papillon.

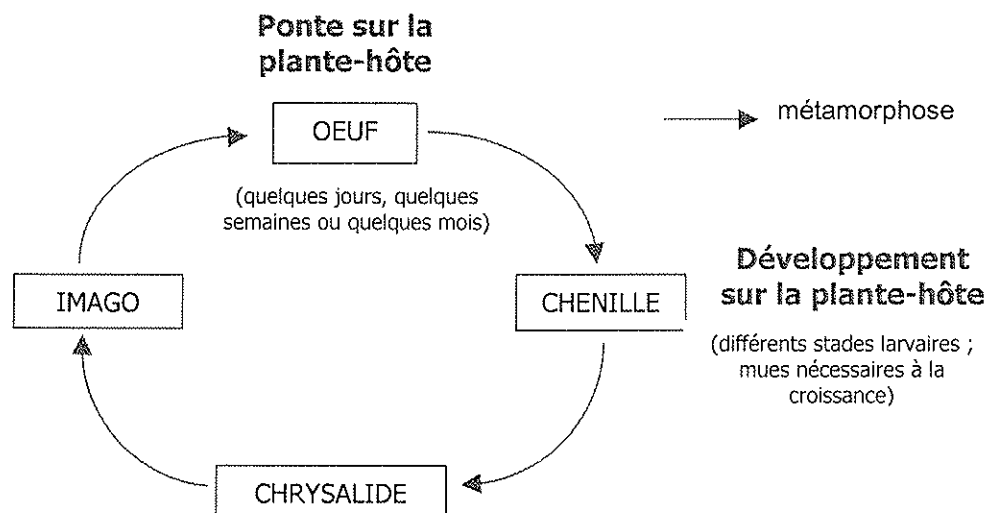


Figure 2 - Cycle biologique d'un Lépidoptère.

Une difficulté notable dans la définition des peuplements de Lépidoptères réside dans la prise en compte d'espèces à plusieurs générations. Effectivement, il existe des espèces monovoltines, une seule période de vol dans l'année et les espèces bivoltines. Ces dernières possèdent une génération au printemps et une seconde période de vol en été (il n'existe pas d'espèces à trois générations en Lorraine, contrairement aux régions plus méridionales).

La non synchronisation des périodes de vol de l'ensemble des espèces pose une difficulté majeure : peut-on considérer que des espèces utilisant un même espace à des périodes différentes appartiennent à un même peuplement ? Doit-on considérer la deuxième génération estivale d'une même espèce comme indépendante ou dépendante de la première génération et appartiennent-elles au même peuplement ?

Nous tenterons de répondre à ces points dans le cadre de cette étude.

² le terme de peuplement, n'est pas employé ici sensu stricto. Il n'y a pas d'interactions fortes entre populations de papillons. Le terme d' « assemblages » est plus rigoureux, mais nous semblait moins approprié...

Notion d'espèces cibles, d'espèces spécialisées et d'espèces clefs

Les espèces cibles

Définir les espèces cibles permet de représenter le **type écologique visé par les mesures de gestion**. L'éventail des exigences écologiques pour les différentes espèces cibles est garant de la sauvegarde d'une grande biodiversité dans les sites gérés. Ces espèces sont essentiellement pionnières et inféodées aux espaces très chauds et secs, à sol nu ou roche affleurante.

Mais les mesures de restauration ne sont pas uniquement destinées à ces espèces, puisque comme nous l'avons vu avec la Figure 1, il ne s'agit pas de retrouver un stade pionnier ou de relancer la dynamique végétale, mais bien de « bloquer » la succession sur les pelouses.

Les espèces spécialisées

Parmi les papillons, certaines espèces sont très spécialisées, et leur cycle biologique nécessite un espace écologique diversifié et de bonne qualité. Aussi, de nombreuses espèces de Lépidoptères ont une **vulnérabilité écologique qui leur confère un pouvoir d'intégration englobant tout un cortège d'autres taxons liés aux mêmes habitats**. Aussi, cette forme de « raccourci de biodiversité » (« **Umbrella species** » ou « **Flagship species** ») permet d'escompter un certain niveau de reconstitution de l'écosystème et de sa diversité biologique si la ou les « espèces parapluies » se maintiennent avec succès (Goffart *et al*, 2001).

Par ailleurs, une étude réalisée par STEFFEN-DEWENTER & TSCHARNTKE (2000) évalue l'effet de la fragmentation de l'habitat et plus particulièrement de l'aire de celui-ci sur les densités de papillons. Il en ressort que ces derniers ne réagissent pas de la même manière, qu'ils soient polyphages, oligophages ou monophages. Des espèces monophages comme *Polyommatus coridon*, *Cupido minimus*, *Spialia sertorius* voient leur densité augmenter avec l'aire de l'habitat, alors que des oligophages comme *Fabricia adippe*, *Speyeria aglaja*, *Erynnis tages*, *Polyommatus icarus*, *Leptidea sinapis*, *Zygaena viciae* voient leurs densités diminuer. Par conséquent, les pelouses calcaires sont prioritaires pour l'intérêt des espèces spécialisées, et pas seulement pour la diversité totale.

Les espèces clefs

Ces espèces, **particulièrement sensibles aux modifications de leur habitat, facilitent le suivi et la surveillance de la qualité de l'environnement biologique**, en constituant l'**objet privilégié de collectes d'informations** alimentant les banques de données biogéographique. Il s'agirait par exemple du Damier de la Succise (*Euphydryas aurinia*), désormais présente sur les pelouses et qui rend la gestion bien délicate sur les sites où il se reproduit, à cause de son cycle biologique particulier.

B. Objectifs du suivi entomologique

Caractériser les peuplements de Lépidoptères

On peut supposer, que l'impact du pâturage (ou de la gestion en générale) n'affecte pas de la même manière les peuplements. Il est donc essentiel de **caractériser les peuplements de Lépidoptères des 8 pelouses** calcicoles retenues, pour avoir une vision fonctionnelle de ces groupes d'espèces.

La caractérisation de peuplements fonctionnels devra également faciliter l'analyse dans le temps, pour des suivis futurs et particulièrement pour les sites pâturés pour la première fois en 2002 (état 0).

Cette approche vise également à évaluer l'impact immédiat du pâturage sur les peuplements de Lépidoptères, soit à l'échelle de l'année.

De plus, une première analyse à court terme (troisième année de pâturage seulement pour les sites du programme Life) sera esquissée.

Mesurer l'impact à long terme du pâturage : cas particulier du site de Lorry-Mardigny (57)

D'autre part, nous proposons d'évaluer l'impact du pâturage ovin à long terme sur les cortèges entomologiques, en nous attardant plus particulièrement **sur le site phare de Lorry-Mardigny**.

Ce site présente à la fois une partie des pelouses en évolution spontanée et une seconde partie est pâturée de manière assez intensive.

La partie en évolution spontanée est gérée par le CSL, tandis que la partie pâturée est exploitée par un privé, depuis plusieurs générations.

Nous sommes donc dans la configuration expérimentale idéale pour mesurer l'impact du pâturage, avec une zone témoin parfaitement comparable à la zone pâturée (même site, même topographie, même végétation initiale).

Identifier les variables environnementales discriminantes.

Nous tenterons également d'identifier les variables environnementales et modalités de gestion explicatives sur la formation des peuplements entomologiques définis au préalable. Dans cet objectif, une série de variables à mesurer sur le terrain sont définies au préalable. Ainsi, nous espérons distinguer le potentiel intrasèque du site par rapport à l'influence de la gestion sur les peuplements de Lépidoptères.

Cas particulier du Damier de la Succise (*Euphydryas aurinia*) et de l'impact de la gestion.

Enfin, une analyse s'attardera sur le cas spécifique du Damier de la Succise (*Euphydryas aurinia*), espèce inscrite à l'Annexe II de la Directive Habitats. Cette espèce a fortement régressé en Lorraine et en Europe.

En Lorraine, les premiers adultes (ou imagos) du Damier de la Succise émergent au début du mois de mai, l'espèce est visible jusqu'à la fin du mois de juin. Le pic de vol se situe généralement autour du premier juin.

Les femelles pondent les œufs par paquets de 20 à 60 sur la face inférieure des plantes hôtes, plusieurs couches sont déposées successivement. Les premières pontes peuvent contenir jusqu'à 300 œufs (Warren, 1996 in de Boissieu, 2000). Les plantes hôtes diffèrent en fonction des régions de son aire de distribution. En Lorraine, le Damier de la Succise pond sur la Succise (*Succisa pratensis*) en milieu humide, et d'autre part, sur la Scabieuse (*Scabiosa columbaria*) et la Knautie (*Knautia pratensis*) sur les pelouses sèches. La diversité des plantes hôtes amène certains auteurs à distinguer 8 sous-espèces en France (Descimon & Dureix, 1997 ; Mazel, 1984, 1986 in de Boissieu, 2000). Sur les conseils de Marc MEYER (comm. pers.) nous préférons distinguer deux « formes écologiques » plutôt que des sous-espèces.

Les chenilles se développent en six stades. Elles sont grégaires jusqu'au cinquième stade et deviennent solitaires au dernier stade. Les nids de chenilles se développent au cours du mois de juin et se déplacent quand le pied de la plante hôte est entièrement consommé. Les chenilles entrent en hibernation au quatrième stade, en septembre/octobre. Elles tissent alors un nid proche du sol, constitué d'une toile épaisse (Goffart & al., 2001). L'activité des chenilles reprend au printemps (mars/avril) et elles deviennent solitaires au dernier stade larvaire. Ces données biologiques sont valables pour la forme des milieux humides, en revanche nous ne disposons pas actuellement suffisamment d'informations pour la forme des « pelouses sèches ». Les chenilles se nymphosent fin avril, début mai, dans la végétation basse et les adultes émergent au bout d'une quinzaine de jour (Fouillet, 1996 in de Boissieu, 2000).

C. Matériel et méthodes

Choix de l'échantillonnage

Annexe 1 – Carte régionale de localisation des sites étudiés en 2002.

Choix des sites.

L'échantillon initial se limitait à 4 pelouses du programme Life « pelouses sèches » et a été élargi à 8 sites, permettant une plus grande diversité de situations et donc des analyses plus pertinentes. En fonction des sites, les objectifs diffèrent, ils sont rappelés dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 – Typologie des sites en fonction des objectifs à atteindre.

Objectifs	Delme (57)	Arnaville (54)	Waville (54)	Jezainville (54)	Villécloye (55)	Circourt-sur-Mouzon (88)	Lorry-Mardigny (57)	Maizéville (54)
Programme Life	oui	oui	oui	oui	non	non	non	non
Suivis antérieurs (2000 et 2001)	oui	oui	oui	oui	non	non	non	non
Caractérisation des peuplements en 2002	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Etude des variables environnementales	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Etude à <i>court terme</i> de l'impact du pâturage	oui	oui	oui	oui	non	non	non	non
Etude à <i>long terme</i> de l'impact du pâturage	non	non	non	non	non	non	oui	non
Etude de l'impact du pâturage sur le <i>Damier de la Succise</i>	oui	oui	oui	oui	non	non	oui	non
Etude à <i>moyen terme</i> de l'impact de la fauche	non	non	non	non	non	non	non	oui

Localisation des transects sur les sites.

Annexe 2 – Localisation des transects sur les 8 sites étudiés.

La localisation des transects sur les sites est primordiale, dans notre cas, ils doivent être représentatifs des différentes modalités de gestion analysées, soit des zones témoins (sans gestion), des zones pâturées et des zones fauchées.

Cette méthode permet, avec un échantillonnage pertinent, de caractériser les peuplements de Rhopalocères/Zygènes de **l'ensemble de la pelouse**, tout en permettant de comparer les modalités de gestion. Pour cela, il est essentiel de placer, au moins un transect sur une zone témoin (évolution spontanée), et de répartir les autres transects en fonction des modalités de gestion à étudier (zones pâturées, zones fauchées).

Nous avons d'une part repris les transects mis en place par Marc MEYER, sur les sites étudiés les années précédentes.

D'autre part, nous avons définis, en concertation avec Marc MEYER, 12 nouveaux transects sur les 4 sites supplémentaires intégrés à cette étude.

Méthode d'échantillonnage des Rhopalocères (papillons de jour)

Méthode des transects

Notre étude utilise la méthode des transects, inspirée du Bio Monitoring Scheme couramment utilisée en Angleterre, pour les relevés de terrain :

- Transects linéaires ou en zigzags/boucles si la parcelle est de surface trop petite
- Temps de prospection : 20-30 minutes (temps dépendant du nombre d'individus à déterminer et à noter)
- Longueur de 200-250 mètres
- Le dénombrement des imagos par transect se limite aux 5 mètres à gauche et à droite du chemin suivi d'un pas lent.
- On évitera au maximum les comptages redondants en observant de préférence les individus au repos
- Les transects doivent s'effectuer durant la partie moyenne du jour (10h-17h) et avec des conditions météorologiques optimales (ensoleillement continu ; température d'au moins 20°C)

En conséquence, cette méthode ne vise pas un inventaire exhaustif et certaines espèces échappent aux transects.

Cette méthode permet avant tout une étude comparative dans le temps sur un même site ou encore, une comparaison instantanée inter-sites.

Période et fréquence d'échantillonnage

L'ensemble des relevés a été effectué en 7 campagnes, entre le 01/05/02 et le 17/08/02. Une campagne est réalisée tous les 15 jours afin de cerner au mieux le pic d'effectif pour l'ensemble des espèces observées. La période de vol d'une espèce et d'une génération est, d'environ 30 jours. La vie moyenne d'un papillon est de 3 à 10 jours.

Détermination des espèces

Pour faciliter le déroulement des inventaires, Virginie KREMER a réalisé une **clef de détermination** des papillons des pelouses de Lorraine. Les informations suivantes sont notées : photographie de l'habitus (mâle et femelle), nom scientifique, période de vol, habitat, description succincte, plante-hôte.

La détermination des espèces a été régulièrement appuyée sur le terrain par des spécialistes des Lépidoptères : Marc MEYER et André CLAUDE. Les individus à la détermination délicate ont été collectés et déterminés à *posteriori*, par l'étude leurs génitalia. Tous les individus collectés ont également été confirmés par Marc MEYER et André CLAUDE.

Nous intégrerons aux relevés les différentes espèces de Zygènes (Hétérocères héliophiles). La détermination s'est appuyée sur l'ouvrage de Louis Faille (1993).

D'autre part, la clé de détermination réalisée pas P. DUPONT a permis d'identifier les espèces difficiles des genres *Mellicta*, *Plebejus* et *Pyrgus* par leur génitalia.

Traitement des données

Les indices de structure des peuplements lépidoptériques

D'après une étude menée sur la Réserve naturelle de Montenach sur les Orthoptères (Sardet, 2001 ; Sardet & Jager, 2001), il semblerait que les indices synthétiques de structure apportent peu d'informations supplémentaires aux approches descriptives. Toutefois, nous tenterons ici de les utiliser pour caractériser les peuplements de papillons et par conséquent d'évaluer l'intérêt de ces outils.

L'étude menée sur Lorry-Mardigny, qui constitue un site témoin de l'impact à long terme du pâturage ovin, s'appuiera également sur un coefficient de Jaccard, afin de comparer les quatre listes faunistiques (plateau/coteau non pâturés, plateau/coteau pâturés).

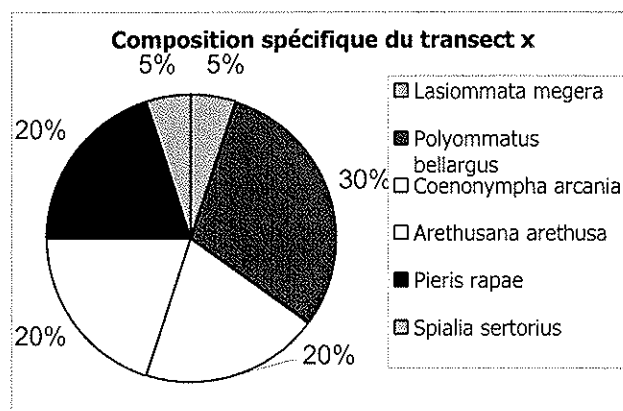
Approche descriptive des peuplements par l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC).

Les méthodes descriptives permettent de contourner la difficulté à caractériser des peuplements par les outils plus classiques des indices de structures, ou encore par une description basée sur les fréquences relatives spécifiques (**Figure 3**).

Figure 3 – Limites de l'utilisation des fréquences spécifiques relatives.

Si l'on tente de différencier la structure des peuplements des transects, la première méthode qui vient à l'esprit est de comparer les fréquences relatives de chaque espèce par relevé. De cette manière, il est possible de faire des comparaisons inter-transects, inter-sites et inter-annuelles. Cependant, les effectifs spécifiques varient considérablement d'une année à l'autre. Ainsi, une période courte de mauvais temps (10 jour p. ex.) provoque une chute considérable des effectifs d'un petit groupe d'espèces, qui vole précisément à cette période. Dans ces conditions, il y a un risque d'accusé à tort la gestion en place et en particulier le pâturage.

Comme nous avons déjà eu l'occasion de l'évoquer, les peuplements fonctionnels de Lépidoptères existent bien, néanmoins ces peuplements ne sont pas individualisés sur le terrain.



Au contraire de la phytosociologie ou encore de l'étude des peuplements des Orthoptères des pelouses, il n'est pas possible d'effectuer un transect ou un relevé, dans une unité (virtuelle) homogène d'espèces. Les papillons sont en mouvement constant et une grande partie des espèces utilisent plusieurs habitats (pour la ponte, pour se nourrir ou encore surveiller le territoire pour les espèces territoriales). Toute la difficulté pour le groupe des papillons, c'est que la niche écologique ne correspond pas à un « habitat » (au sens unité végétale homogène) précis mais bien à une mosaïque complexe de structures végétales.

En conséquence, il faut dépasser les indices de structures classiques pour adopter une approche multidimensionnelle.

Nous avons donc utilisé la méthode usuelle de caractérisation des peuplements, l'analyse descriptive classique telle qu'elle est définie par GUINOCHET (1973). Cette méthode est couramment employée dans l'étude des groupes floristiques et faunistiques (lors de l'étude des macroinvertébrés benthiques par exemple, JN BEISEL, comm. pers.), et plus précisément lors de l'étude des Orthoptères des pelouses calcicoles (Sardet, 2001). Cette analyse descriptive multivariée permettra de définir des groupes de transects, et des groupes d'espèces. L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) fournit une représentation graphique de groupes d'affinités (relevés proches par leur composition spécifique) ainsi que l'interprétation des facteurs écologiques responsables de la distribution des espèces de Rhopalocères/Zygènes. L'AFC est réalisée avec le logiciel XLSTAT Manager. Les arbres de classification (dendrogrammes) seront construits par Classification Hiérarchique Ascendante (CHA), réalisée sur les matrices de distances euclidiennes, et basée sur la méthode d'agglomération/regroupement de Ward (logiciel STATISTICA). Cette classification permettra de construire les « **groupes vrais** » de **relevés et d'espèces, que nous pourrons tracer sur l'AFC pour une interprétation graphique**, et de fournir une typologie des espèces par sites/transects.

Néanmoins un premier essai sur nos résultats de terrain s'est avérée décevante (pour cette raison nous ne présenterons pas les résultats de ces analyses dans ce rapport, pour plus de détails se référer à Kremer, 2002). A l'évidence, le transect ne peut pas rendre compte des différents peuplements, littéralement imbriqués entre eux.

Pour contourner cette difficulté, nous avons adopté une approche basée sur les **groupes écologiques fonctionnels**, construits à partir des connaissances bibliographiques et d'avis d'experts (pour l'adaptation régionale).

En revanche, l'**AFC** peut être utilisée **sur les relevés campagne par campagne**, dans l'objectif de mettre en évidence les déplacements graphiques des transects, après l'application d'une méthode de gestion (fauche, pâturage, pâturage sur regain) au cours de la saison de relevés.

Caractérisation des peuplements à partir des groupes écologiques

Il s'agit ici d'un essai méthodologique pour moduler les effets des espèces en faibles fréquences, des espèces accidentelles car très mobiles (et parfois présentes de façon « aléatoire » sur le transect), et les effets de la multiplicité des structures paysagères utilisées par les papillons.

La présence « aléatoire » de certaines espèces sur un transect semble contradictoire avec la définition d'un peuplement (association d'espèces « non au hasard »), mais explique simplement que la composition relevée sur le terrain ne reflète pas le « peuplement » au sens strict.

Nous tenterons donc de caractériser les sites/transects à partir de groupes écologiques. Cette approche peuplement permettra un suivi dans le temps pour évaluer l'impact du pâturage sur la composition fonctionnelle des transects.

Identification des variables environnementales discriminantes.

Enfin, nous tenterons d'identifier les variables environnementales explicatives des différents peuplements lépidoptériques (variables-sites, collectées par SIG, et variables-transects, mesurées sur le terrain, et dépendantes de la gestion). L'analyse sera réalisée par une Analyse en Composantes Principales (à partir du logiciel ADE qui permet de traiter des variables descriptives en tant que variables supplémentaires, et par conséquent d'évaluer la corrélation entre plusieurs types de variables).

Partie 2 : Résultats.

A. Liste taxonomique des Lépidoptères des sites étudiés.

Annexe 3 – Extrait de la matrice totale [relevés/espèces].

Annexe 4 – Codage des transects par site et gestion appliquée respectivement.

Les 7 campagnes des 31 transects ont permis de recenser 70 espèces de Lépidoptères, dont 9 espèces de Zygènes, et 61 Rhopalocères (Hesperiidae inclus). Le **Tableau 2** présente la liste taxonomique des 70 espèces de Lépidoptères recensées dans cette étude avec leur statut de rareté, leur importance régionale et l'éventuelle qualification d'espèce cible (Marc MEYER, comm. pers.). Pour comparaison, la faune des Lépidoptères Rhopalocères et Zygènes comprend 149 espèces en Lorraine.

Cette liste comprend 16 espèces d'intérêt régional à suprarégional (et même deux espèces d'intérêt international : *Arethusana arethusana* et *Euphydryas aurinia*).

La matrice totale relevés/espèces comprend ainsi [99 colonnes x 930 lignes], avec en colonnes [29 variables environnementales mesurées + 70 espèces] et en lignes les relevés détaillés en [tronçons/transect/site et par campagne]. Un extrait de cette volumineuse matrice est proposé en **Annexe 3**.

Les mauvaises conditions météorologiques du mois de juillet et du début du mois d'août nous ont conduit à espacer certaines campagnes de 3 semaines au lieu de 2.

L'**Annexe 4** présente les abréviations utilisées dans les tableaux et graphiques de cette étude, pour nommer les transects et la gestion respective associée à ces transects. On trouvera également dans cette annexe le détail des modalités du pâturage sur les différents sites.

Tableau 2 - Liste taxonomique et statut patrimonial des 70 espèces de Rhopalocères/Zygènes recensées.

code	Nom scientifique	Nom commun	Famille	Statut de rareté	Importance régionale	Espèce cible
capa	<i>Carterocephalus palaemon</i>	l'Échiquier	Hesperiidae	3:AR	4:L	oui
erta	<i>Erynnis tages</i>	le Point-de-Hongrie	Hesperiidae	4:AC	9:-	oui
heco	<i>Hesperia comma</i>	la Virgule	Hesperiidae	3:AR	3:R	oui
ocfa	<i>Ochlodes faunus</i>	la Sylvaine	Hesperiidae	5:C	9:-	non
pyal	<i>Pyrgus alveus</i>	le Plain-Chant	Hesperiidae			
pyma	<i>Pyrgus malvae</i>	le Tacheté	Hesperiidae	4:AC	9:-	non
pyse	<i>Pyrgus serratalae</i>	Hespérie olivâtre	Hesperiidae	3:AR	3:R	oui
spse	<i>Spialia sertorius</i>	la Sao	Hesperiidae	3:AR	4:L	oui
thac	<i>Thymelicus acteon</i>	Hespérie du Chiendent	Hesperiidae	4:AC	9:-	oui
thli	<i>Thymelicus lineolus</i>	Hespérie du Dactyle	Hesperiidae	5:C	9:-	non
thsy	<i>Thymelicus sylvestris</i>	Hespérie de la Houque	Hesperiidae	5:C	9:-	non
arag	<i>Aricia agestis</i>	l'Argus Brun	Lycaenidae	3:AR	4:L	oui
caru	<i>Callophrys rubi</i>	l'Argus Vert	Lycaenidae	5:C	9:-	non
cumi	<i>Cupido minimus</i>	l'Argus Frêle	Lycaenidae	4:AC	4:L	oui
glal	<i>Glaucopsyche alexis</i>	l'Azuré des Cytises	Lycaenidae	3:AR	4:L	oui
halu	<i>Hamaeris lucina</i>	la Lucine	Lycaenidae	3:AR	4:L	non
plar	<i>Plebejus argus</i>	l'Azuré de l'Ajonc	Lycaenidae	4:AC	9:-	oui
plarg	<i>Plebejus argyrognomon</i>	Azuré des Coronilles	Lycaenidae	4:AC	3:R	oui
pobe	<i>Polyommatus bellargus</i>	Argus Bleu Céleste	Lycaenidae	4:AC	4:L	oui
poco	<i>Polyommatus coridon</i>	Argus Bleu-Nacré	Lycaenidae	5:C	4:L	oui
poic	<i>Polyommatus icarus</i>	l'Argus Bleu	Lycaenidae	6:CC	9:-	non
poth	<i>Polyommatus thersites</i>	Argus de l'Esparcette	Lycaenidae	3:AR	3:R	oui
saac	<i>Satyrium acaciae</i>	Thécla de l'Amarel	Lycaenidae	3:AR	3:R	oui
agur	<i>Aglais urticae</i>	La Petite Tortue	Nymphalidae	5:C	9:-	non
aphy	<i>Aphantopus hyperanthus</i>	le Tristan	Nymphalidae	5:C	9:-	non
arle	<i>Araschnia levana</i>	Carte Géographique	Nymphalidae	5:C	9:-	non
arar	<i>Arethusana arethusana</i>	le Petit Agreste	Nymphalidae	4:AC	1:INT	oui
cldi	<i>Clossiana dia</i>	la Petite Violette	Nymphalidae	5:C	9:-	oui
coar	<i>Coenonympha arcania</i>	le Céphale	Nymphalidae	5:C	9:-	non
cogl	<i>Coenonympha glycerion</i>	l'Iphis	Nymphalidae	4:AC	3:R	oui

code	Nom scientifique	Nom commun	Famille	Statut de rareté	Importance régionale	Espèce cible
copa	<i>Coenonympha pamphilus</i>	le Procris	Nymphalidae	6:CC	9:-	non
didi	<i>Didymaeformia didyma</i>	Damier Orangé	Nymphalidae	3:AR	3:R	oui
erme	<i>Erebia medusa</i>	le Franconien	Nymphalidae	4:AC	9:-	oui
euau	<i>Euphydryas aurinia</i>	Damier de la Succise	Nymphalidae	4:AC	1:INT	oui
faad	<i>Fabriciana adippe</i>	le Moyen Nacré	Nymphalidae	4:AC	9:-	oui
hise	<i>Hipparchia semele</i>	l'Agreste	Nymphalidae	3:AR	3:R	oui
inio	<i>Inachis io</i>	le Paon du Jour	Nymphalidae	5:C	9:-	non
lama	<i>Lasiommata maera</i>	(F) Ariane/(M) Némusien	Nymphalidae	3:AR	4:L	oui
lame	<i>Lasiommata megera</i>	(F) Mégère/ (M) Satyre	Nymphalidae	5:C	9:-	oui
maju	<i>Maniola jurtina</i>	le Myrtil	Nymphalidae	6:CC	9:-	non
mega	<i>Melanargia galathea</i>	le Demi-Deuil	Nymphalidae	6:CC	9:-	non
meci	<i>Melitaea cinxia</i>	Damier du Plantain	Nymphalidae	3:AR	4:L	non
medi	<i>Melitaea diamina</i>	Damier noir	Nymphalidae	3:AR	9:-	non
meat	<i>Melicta athalia</i>	Damier Athalie	Nymphalidae	4:AC	9:-	non
meau	<i>Melicta aurelia</i>	Mélictée des Digitales	Nymphalidae	5:C	4:L	oui
paae	<i>Pararge aegeria</i>	le Tircis	Nymphalidae	5:C	9:-	non
pyti	<i>Pyronia tithonus</i>	l'Amaryllis	Nymphalidae	5:C	9:-	non
spag	<i>Speyeria aglaja</i>	le Grand Nacré	Nymphalidae	4:AC	9:-	oui
vaat	<i>Vanessa atalanta</i>	le Vulcain	Nymphalidae	MIG	9:-	non
vaca	<i>Vanessa cardui</i>	la Belle Dame	Nymphalidae	MIG	9:-	non
ippo	<i>Iphiclides podalirius</i>	le Flambé	Papilionidae	2:R	2:SR	oui
pama	<i>Papilio machaon</i>	le Machaon	Papilionidae	3:AR	9:-	non
anca	<i>Anthocharis cardamines</i>	l'Aurore	Pieridae	5:C	9:-	non
apcr	<i>Aporia crataegi</i>	le Gazé	Pieridae	4:AC	4:L	oui
coal	<i>Colias alfacariensis</i>	le Fluoré	Pieridae	5:C	9:-	oui
cocr	<i>Colias crocea</i>	le Souci	Pieridae	MIG	9:-	non
gora	<i>Gonepteryx rhamni</i>	le Citron	Pieridae	5:C	9:-	non
lesi	<i>Leptidea sinapis</i>	la Piéride du Lotier	Pieridae	5:C	9:-	non
pibr	<i>Pieris brassicae</i>	la Piéride du Chou	Pieridae	5:C	9:-	non
pina	<i>Pieris napi</i>	la Piéride du Navet	Pieridae	6:CC	9:-	non
pira	<i>Pieris rapae</i>	la Piéride de la Rave	Pieridae	6:CC	9:-	non
zyve	<i>Adscita geryon*</i>	-	Zygaenidae	2:R	3:R	oui
zyve	<i>Jordanita sp*</i>	-	Zygaenidae	-	-	oui
zyca	<i>Zygaena carniolica</i>	Zygène de la Carniole	Zygaenidae	4:AC	3:R	oui
zyep	<i>Zygaena ephialtes</i>	Zyg de la Coronille	Zygaenidae	3:AR	2:SR	oui
zyfi	<i>Zygaena filipendulae</i>	Zyg. de la Filipendule	Zygaenidae	5:C	9:-	non
zylo	<i>Zygaena loti</i>	Zyg. de la Millefeuille	Zygaenidae	4:AC	4:L	oui
zypu	<i>Zygaena purpuralis</i>	la Zygène Pourpre	Zygaenidae	3:AR	3:R	oui
zytr	<i>Zygaena transalpina</i>	-	Zygaenidae	3:AR	3:R	oui
zyvi	<i>Zygaena viciae</i>	-	Zygaenidae	5:C	9:-	non

* : Ces deux espèces de Zygènes seront regroupées dans l'analyse en une même catégorie : « Zygènes vertes », codée zyve, et dont l'habitat est le même, à savoir une pelouse xéro-thermique.

Légende des statuts :

Rareté : 2 : R = rare, 3 : AR = assez-rare, 4 : AC = assez commun, 5 : C = commun, 6 : CC = très commun

Importance régionale : 1 : INT = internationale, 2 : SR = suprarégionale, 3 : R = régionale, 4 : L = locale,

B. Caractérisation des peuplements de Lépidoptères

Les indices de structure.

Le **Tableau 3** regroupe les 4 indices de structure des peuplements totaux par transect, soit la somme des 7 campagnes par transect. Il s'agit de la richesse taxonomique, l'abondance aux 500m, la diversité structurale (\neq fonctionnelle), l'équitabilité.

Dans cette approche, nous privilégions le cortège total.

Tableau 3 – Indices de structure écologique par transect.

site	transect	S = richesse taxonomique	Q = abondance	H' = diversité structurale Shannon & Weaver (1949)	J' = équitabilité Pielou (1975,1977)
Waville	WT2	33	699	2,511	0,498
	WT1	42	722	3,242	0,601
Villemoye	VT2P	18	106	3,485	0,836
	VT1P	22	97	3,738	0,838
Delme (Juville)	UT4P	6	31	2,139	0,827
Delem (Puzieux)	PT6	26	231	4,027	0,857
Delme (Liocourt)	DT5P	26	181	3,101	0,660
	DT2P	25	192	2,803	0,604
	DT1P	23	164	2,674	0,591
Malzéville	MT5FP	14	89	2,995	0,787
	MT4P	23	238	2,587	0,572
	MT3P	24	304	2,595	0,566
	MT2	28	382	3,563	0,741
	MT1FP	34	440	2,490	0,490
Lorry-Mardigny	LT8P	29	462	3,055	0,629
	LT7P	31	435	4,102	0,828
	LT6P	25	372	2,765	0,595
	LT5P	19	275	2,963	0,697
	LT4	31	304	3,363	0,679
	LT3	27	328	3,483	0,733
	LT2	30	354	4,085	0,833
	LT1	33	494	3,323	0,659
Jézainville	JT4	33	201	3,880	0,769
	JT3	34	271	3,330	0,655
	JT2	27	291	3,854	0,811
	JT1	16	220	2,222	0,556
Circourt-sur-Mouzon	CT2	27	100	3,856	0,811
	CT1	23	66	3,600	0,796
Arnaville	AT3	32	270	3,777	0,755
	AT2P	30	308	3,521	0,718
	AT1P	28	207	3,391	0,705

Les bornes supérieures sont signalées en blanc sur fond noir et les bornes inférieures en bleu sur fond gris. Nous voyons apparaître des **différences intra-sites parfois importantes**. Nous pouvons également noter que la richesse taxonomique et l'abondance ne sont pas toujours corrélées positivement, et que le site le plus diversifié n'est pas forcément le plus équilibré (cf : WT1). Un site de diversité structurale importante peut avoir une équitabilité plutôt moyenne (cf : LT1P). Nous comparerons ci-après les sites/transects fauchés/pâturés et ceux en évolution spontanée.

Ainsi, ces indices sont peu informatifs sur les peuplements de Lépidoptères, comme nous avons déjà eu l'occasion de l'évoquer, les transects ne sont pas représentatifs des peuplements. En conséquence, les interprétations sont très aléatoires, avec un fort risque d'interprétations erronées voire contradictoires. Par exemple, un transect peut comporter une richesse taxonomique élevée, une abondance élevée et un indice d'équitabilité médiocre, ce qui nous amène à conclure que l'écosystème n'est pas en équilibre, résultant d'un petit nombre d'espèces à abondance élevée. En réalité, on observe sur le terrain des sources nectarifères particulièrement attractives, sur lesquelles de nombreux papillons sont présents. Une fois de plus, il n'est pas possible de distinguer les papillons qui, effectivement réalisent leur cycle biologique entièrement sur cet espace des papillons qui viennent uniquement se nourrir.

Ces indices ne conviennent pas à l'échelle du transect, car non représentatifs des peuplements. En revanche, l'utilisation de ces indices serait mieux adaptée à l'échelle de la pelouse.

Par ailleurs, l'analyse descriptive de l'AFC à partir de la matrice totale, conduit aux mêmes constats.

Il n'est pas possible de caractériser les peuplements lépidoptériques à partir de relevés spécifiques effectués sur des transects.

Approche écologique : caractérisation des peuplements à partir de « groupes écologiques fonctionnels ».

Construction des groupes écologiques

Annexe 5 – Répartition des 70 espèces en fonction des groupes écologiques.

Annexe 6 – Cartographie des 70 espèces en fonction des groupes fonctionnels.

Cette approche laisse de côté la méthode pragmatique consistant à établir des groupes fonctionnels d'espèces, construits à partir des relevés de terrain (transects).

Cette méthode consiste à répartir **a priori** l'ensemble des espèces, **parmi les 8 groupes écologiques** définis au préalable (habitat, structure paysagère...) :

1. **groupe « pelouses xéro-thermophiles »,**
2. **groupe « pelouses (herbeuse, typiques) »,**
3. **groupe « prairie (voire prairies/friches) »,**
4. **groupe « milieux ouverts (au sens large, pour les espèces plus euryèces) »,**
5. **groupe « ourlet »,**
6. **groupe « lisière »,**
7. **groupe « zones humides » (groupe de prime abord aberrant mais dû à la présence accidentelle de *Mellicta diamina* et *Anthocharis cardamines*),**
8. **groupe « migrants ».**

Une espèce donnée peut appartenir à un groupe ou plusieurs groupes écologiques.

La seconde étape consiste à attribuer les groupes écologiques aux 70 espèces de Lépidoptères recensées sur les 8 pelouses. Cette étape s'appuie sur **la logique floue**, basée sur **l'avis d'expert**.

Dans un premier temps, nous avons utilisé la typologie de Marc MEYER (2001), adaptée à l'échelle régionale. Elle attribue pour chacune des espèces, un stade successional. Par ailleurs, cette typologie a été complétée par les données bibliographiques, et l'approche de terrain. Néanmoins, cette approche reste **unidimensionnelle**.

Dans un second temps, partant du postulat qu'une espèce n'appartient pas exclusivement à un groupe écologique, nous avons utilisé le codage floue. Cette méthode a été réalisée avec succès sur les macro-invertébrés aquatiques (Tachet & al, 2002).

Pour considérer ces multiplicités, et de la même façon pour adapter les données bibliographiques, nous avons procédé à la méthode suivante de calcul :

Exemples :

Melanargia galathea : « prairies et pelouses » → 50% de ses effectifs seront joints au groupe « prairie » et 50% au groupe « pelouse ».

Certaines données étant plus précises, nous avons par exemple orienté les effectifs de *Polyommatus icarus* à 80% en prairie, et 20% en pelouse.

L'avis d'expert est primordial pour la validation des données régionalement.

Il est ensuite possible de caractériser les relevés, à l'échelle du transect comme à l'échelle du site, par la contribution des différents groupes écologiques, basée sur les abondances spécifiques.

Les peuplements « Lépidoptériques fonctionnels »

A partir des groupes fonctionnels, il est possible de constituer des peuplements de Lépidoptères fonctionnels en réalisant une AFC (**Annexe 6**).

Au préalable, il est nécessaire de retirer les espèces et les groupes fonctionnels non pertinents.

Ainsi, nous avons retiré de la matrice initiale (en Annexe 5) 2 groupes : le groupe des migrateurs et le groupe zones humides (une seule espèce, pouvoir discriminant trop important pour l'analyse).

En conséquence, quatre espèces ont été retirées de l'analyse : les trois espèces migratrices (*Vanessa cardui*, *Vanessa atalanta*, *Colias crocea*) et l'unique espèce de zones humides (*Melitaea diamina*).

Cette approche permet de distinguer trois groupes écologiques d'espèces bien distincts :

Groupe 1, regroupant les espèces de Prairies, Pelouses et Milieux ouverts. Ce groupe constitue le « fond de faune » typique des pelouse calcicoles de Lorraine, avec au total 42 espèces. Ce groupe correspond à des espèces à large valence écologique, peu d'entre-elles sont exclusivement liées aux pelouses.

Groupe 2, il comprend uniquement les espèces inféodées aux pelouses xéro-thermiques (12 espèces). Ce sont des espèces sténoèces, et leur présence ou absence est hautement significatives sur le potentiel des pelouses.

Groupe 3, il regroupe les espèces de Lisières et d'Ourlets (au total 16 espèces). Ce cortège d'espèces a en commun l'utilisation des pelouses et espaces ouverts en général, à la recherche de sources nectarifères. Mais le développement des chenille est toujours lié aux espèces végétales d'ourlets et de lisères.

Enfin, il faut rajouter un dernier « groupe » comprenant une espèce unique de zones humides (*Melitaea diamina*). Ce « groupe 4 » reste très marginal et ne permet pas de caractériser les peuplements lépidoptériques des pelouses.

En conclusion, cette approche démontre que la majorité des espèces constituent le fond de faune (42 espèces, soit 60% du nombre total d'espèces) et ne sont donc pas de bons indicateurs biologiques pour caractériser les pelouses.

En revanche le groupe 2 et 3 correspondent aux peuplements de Lépidoptères extrêmes des pelouses. En conséquence, ils possèdent un pouvoir discriminant bien plus élevé que le groupe 2 pour dresser une typologie des pelouses. Le groupe 2 correspond à des pelouses écorchées, colonisées par les espèces pionnières de papillons. Ce stade écorché de la végétation est typiquement consécutif au pâturage ovin (rajeunissement du tapis herbacé).

Quant au groupe 3, diamétralement opposé au groupe 2, il est typique des pelouses abandonnées, caractérisées par un phénomène d'ouléification dans un premier temps, suivi du pré-manteau forestiers.

Tableaux de bord par site, pour un monitoring à long terme.

Il s'agit de caractériser les transects et les sites par leur composition en groupes écologiques. Cette approche peuplement permettra un suivi dans le temps pour évaluer l'impact du pâturage sur la composition écologique des sites et/ou transects.

D'après la liste [espèce/groupe écologique] et la matrice des abondances, nous avons calculé les pourcentages d'espèces de chaque groupe écologique par transect (**Tableau 4**).

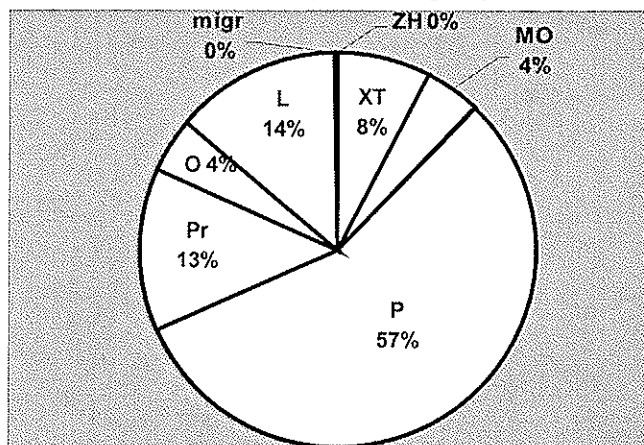
Tableau 4 – Composition des transects en groupes écologiques.

	%sp XT	%sp MO	%sp P	%sp Pr	%sp O	%spL	%sp migr	%sp ZH
WT2	6	1	52	37	1	2	0	0
WT1	3	2	55	32	3	5	0	0
VT2P	0	11	18	16	19	35	1	0
VT1P	0	6	25	18	21	31	0	0
UT4P	0	45	16	13	1	25	0	0
PT6	2	6	28	30	2	30	1	0
MT5FP	1	12	41	38	1	5	2	0
MT4P	1	6	47	39	1	5	1	0
MT3P	2	11	42	40	0	4	0	0
MT2	2	1	43	42	1	11	0	0
MT1	1	0	32	28	13	25	0	0
LT8P	5	0	33	31	7	24	0	0
LT7P	5	1	38	35	4	18	0	0

	%sp XT	%sp MO	%sp P	%sp Pr	%sp O	%spL	%sp migr	%sp ZH
LT6P	8	2	40	34	2	14	0	1
LT5P	18	1	45	31	1	3	0	0
LT4	17	1	45	32	1	5	0	0
LT3	6	2	42	42	1	8	0	0
LT2	8	1	40	39	1	10	1	0
LT1	3	7	37	32	7	12	1	0
JT4	4	1	32	25	14	23	0	0
JT3	14	2	41	33	2	7	0	0
JT2	13	1	47	32	2	5	0	0
JT1	14	3	50	23	3	7	0	0
DT5P	6	6	55	27	1	5	0	0
DT2P	21	1	45	25	1	7	0	0
DT1P	13	0	45	39	1	2	0	0
CT2	4	3	36	17	6	34	0	0
CT1	3	3	36	21	11	27	0	0
AT3	9	3	42	26	5	14	1	0
AT2P	25	2	38	24	2	8	1	0
AT1P	8	2	43	30	5	10	0	0
moyenne	7,1	4,6	39,7	30,0	4,5	13,6	0,3	0,1

Légende : XT = pelouse xéro-thermique, L = lisière, MO = milieux ouverts (au sens large, espèces + euryèces), migr = espèces migratrices, P = pelouse (herbeuse, typique), Pr = prairie (voire prairie/friche), ZH = zones humides, O = ourlet

Figure 4 – Composition moyenne en groupes fonctionnels de l'ensemble des transects.



La composition moyenne sur l'ensemble des papillons observés au cours de cette étude (

Figure 4) révèle que seuls 65% des papillons sont typiques des pelouses (soit XT + P), dont 8% sont caractéristiques des pelouses xéro-thermiques. D'autre part, on trouve une proportion non négligeable de papillons « prairiaux » (13% des effectifs totaux). Les espèces liées aux stades de colonisation arbustive sur les pelouses représentent 18% (L + O). Enfin, les 5% restants sont les espèces des milieux ouverts (euyèces), les espèces migratrices et des zones humides.

Cette première lecture transversale confirme l'intuition de départ, les pelouses calcicoles

constituent une forte attraction sur l'ensemble des papillons du paysage lorrain, puisque **qu'un tiers des papillons observés en 2002 sur les 8 pelouses étudiées n'appartiennent pas exclusivement aux pelouses.**

Ce phénomène trouve deux interprétations convergentes. (1) D'une part, l'abandon des pratiques agro-pastorales sur les pelouses conduit à une rapide évolution du tapis végétal vers des conditions moins extrêmes, donc moins sélectives. Par ailleurs, la complexification des pelouses est (au moins dans un premier temps), à l'origine d'une diversification des habitats, propice à la diversité lépidoptérique. (2) D'autre part, l'évolution à l'échelle du paysage au cours de ces dernières 50 années est plutôt désastreuse pour la diversité floristique et faunistique. Les papillons forestiers ont très fortement régressés (plusieurs espèces ont déjà disparu), les paysages agricoles simplifiés à l'extrême, sont devenus quasi-abiotiques. Aujourd'hui, trouver 10 espèces de papillon dans une prairie de fauche ou pâturée est un véritable défi... Dans ce contexte, on peut comprendre que 13% de la faune Lépidoptères est originaire des milieux prairiaux. Ainsi, les pelouses calcicoles sont très attractives et représentent de véritables « arches de Noé » pour les papillons, dispersées dans un océan agricole laissant peu de place à la diversité biologique.

Figure 5 – Tableau de bord des sites de Waville et Arnville, année 2002.

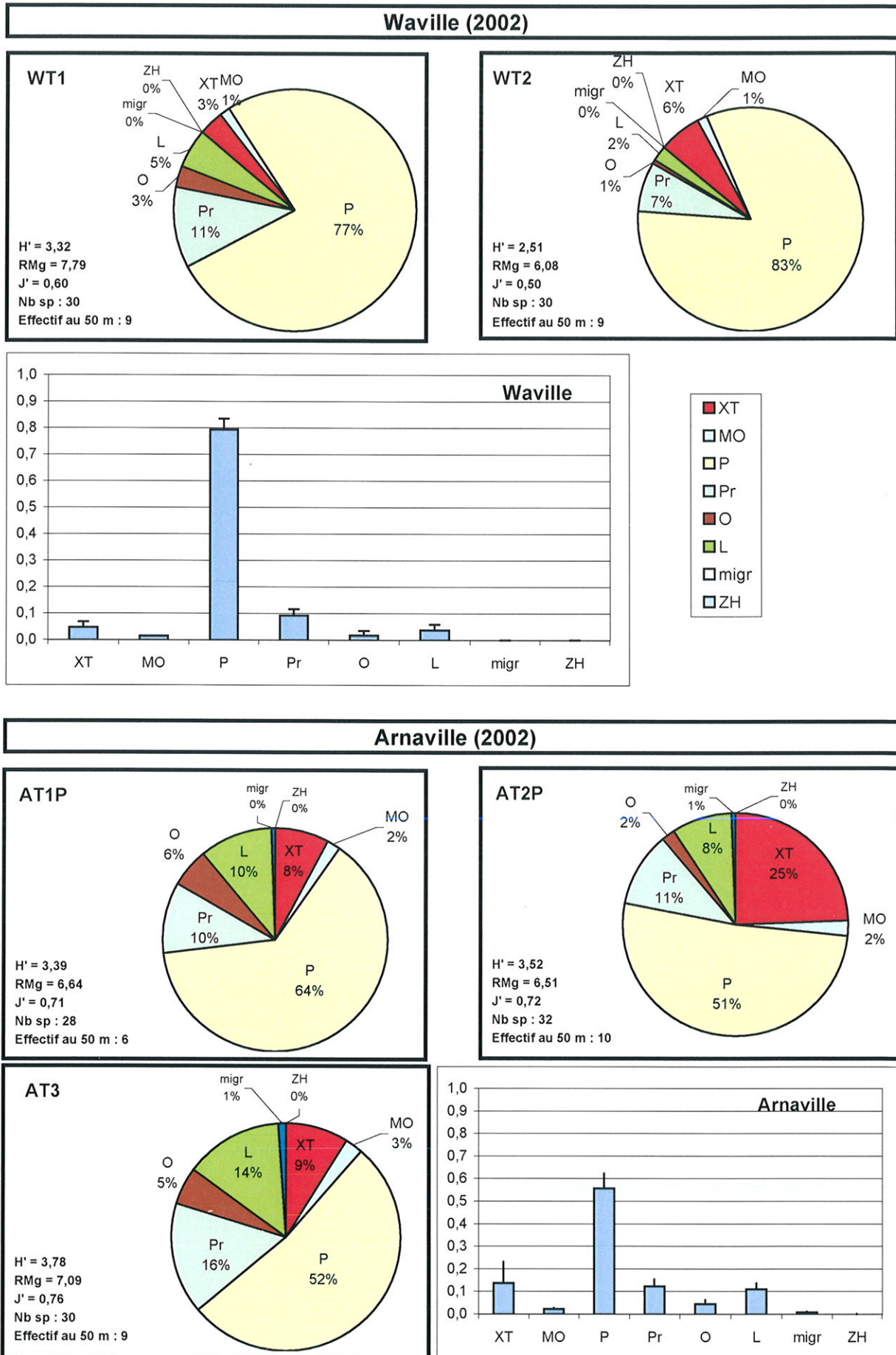


Figure 6 – Tableau de bord du site de Jezainville, année 2002.

Jézainville (2002)

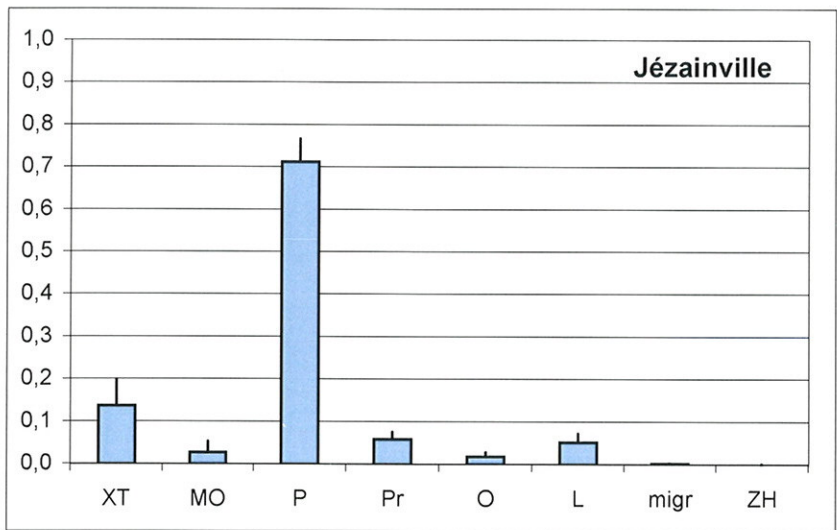
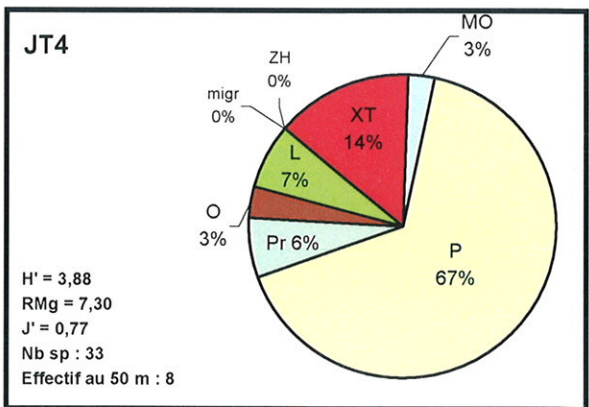
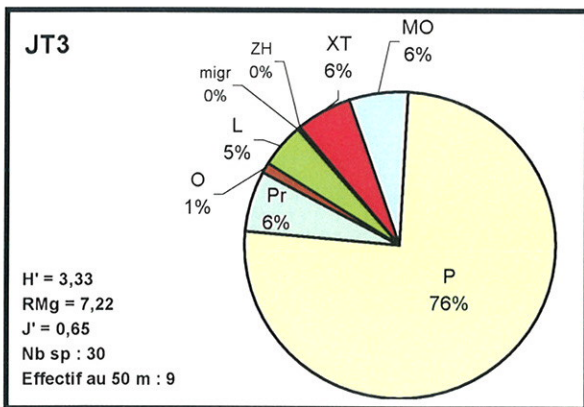
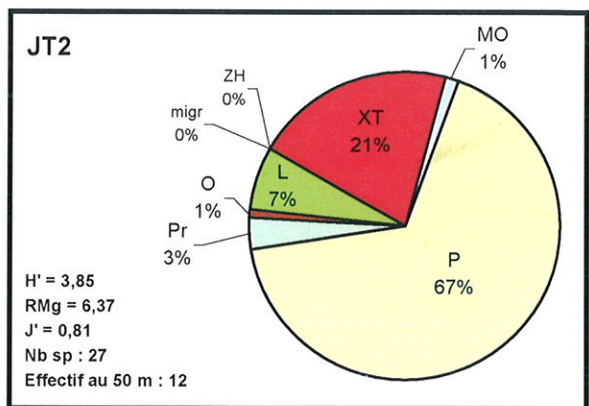
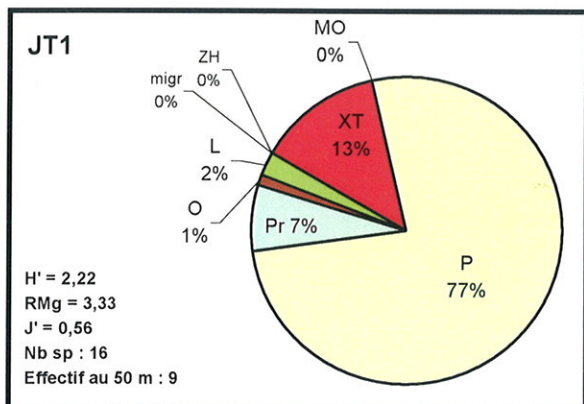


Figure 7 – Tableau de bord des Côtes de Delme, année 2002.

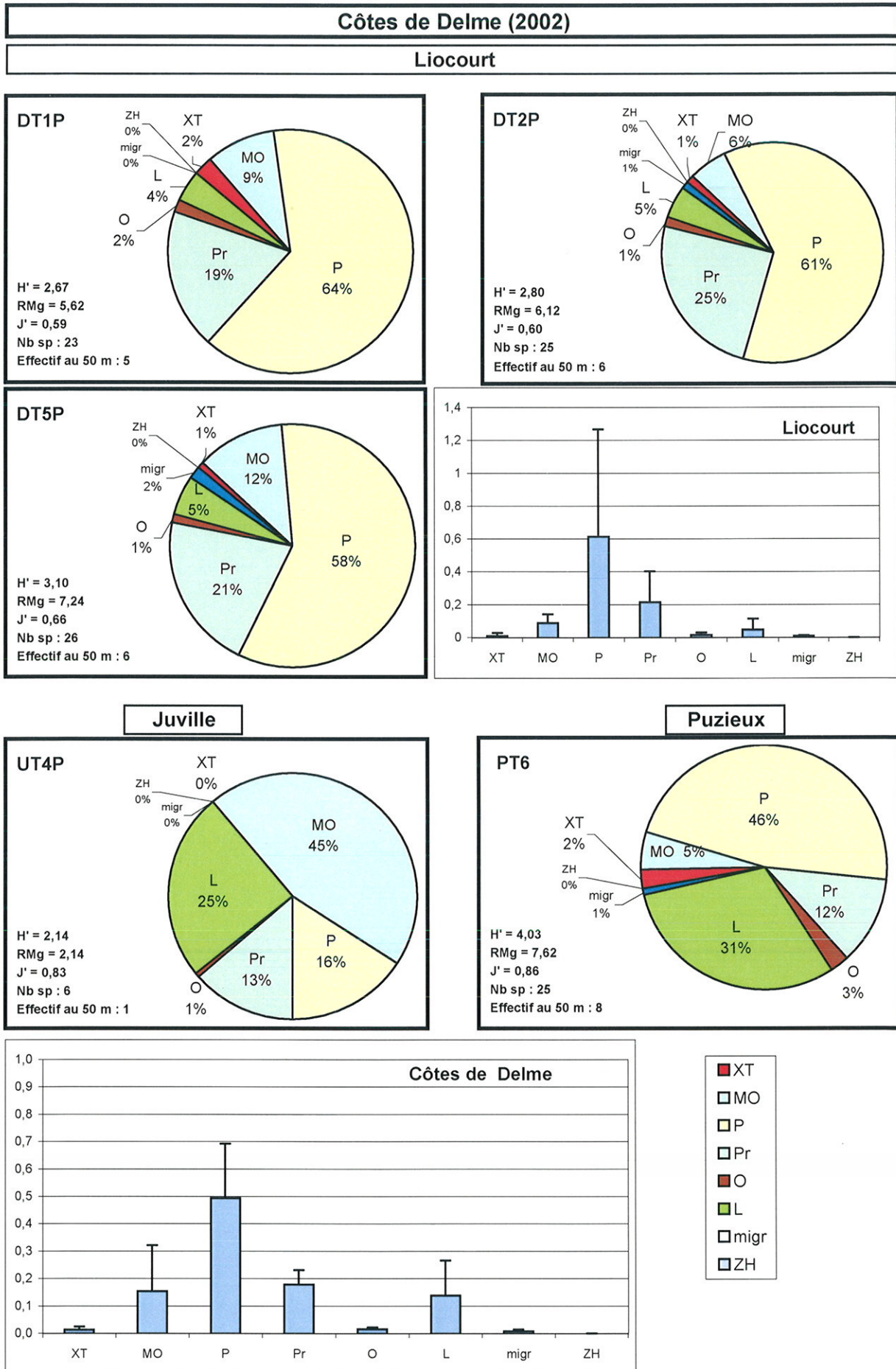


Figure 8 – Tableau de bord du plateau de Malzéville, année 2002.

Malzéville (2002)

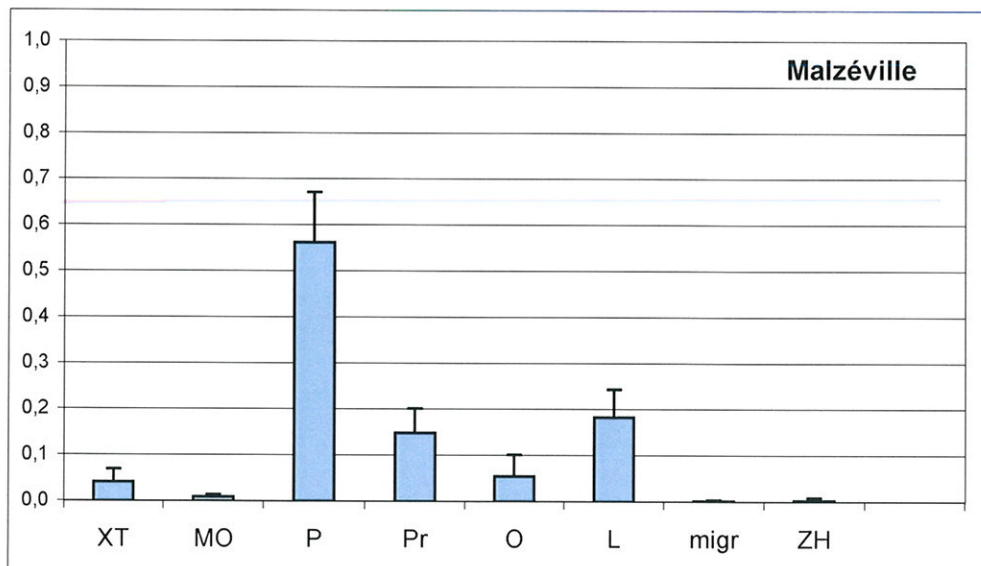
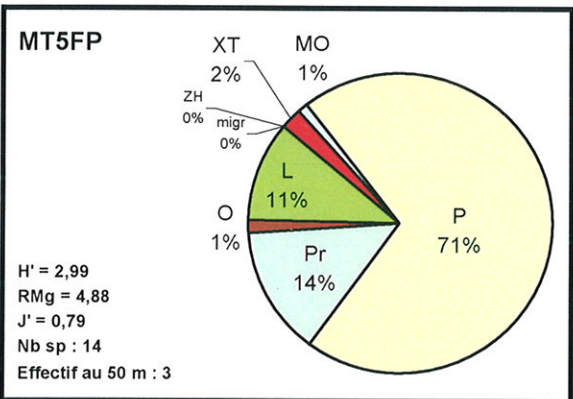
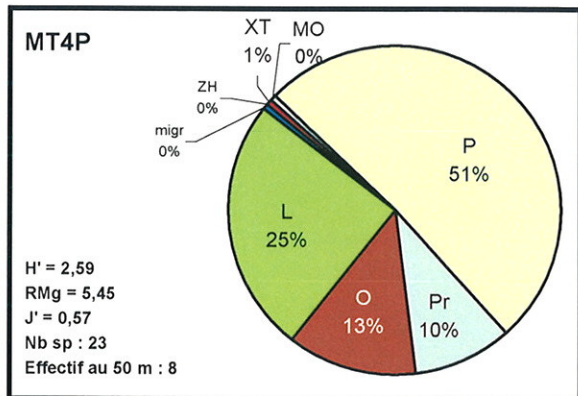
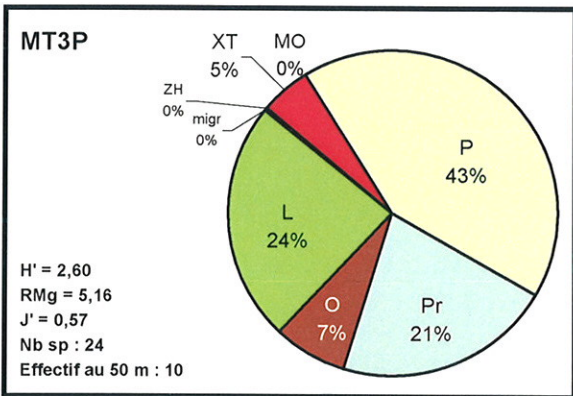
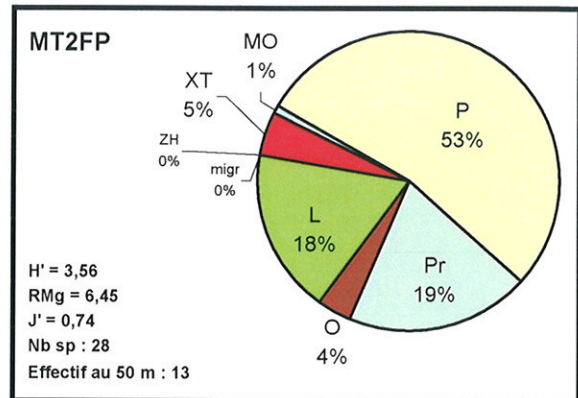
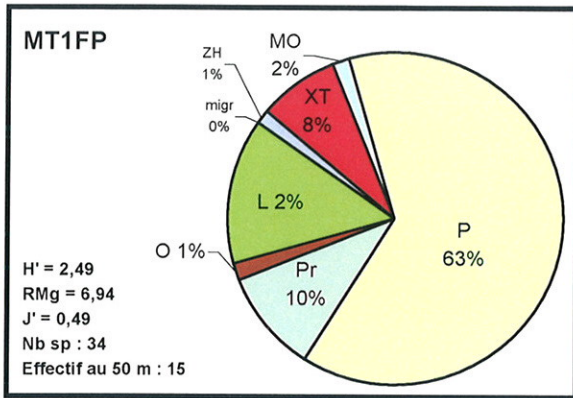
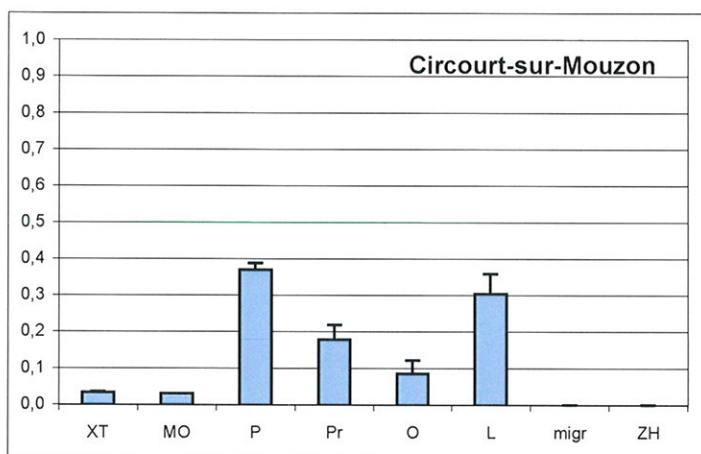
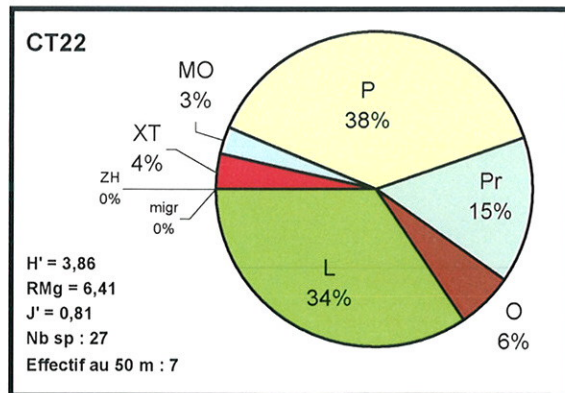
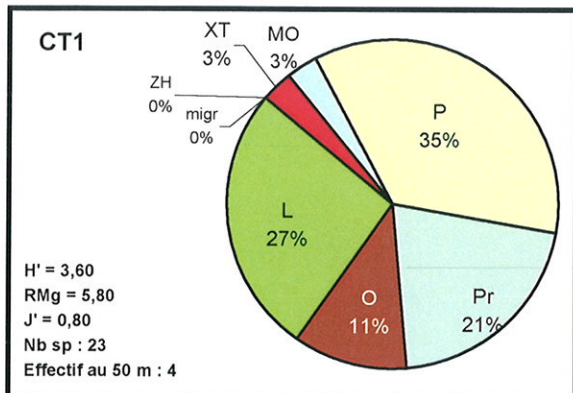


Figure 9 – Tableau de bord des sites de Circourt-sur-Mouzon et Villecloye, année 2002.

Circourt-sur-Mouzon (2002)



Villecloye (2002)

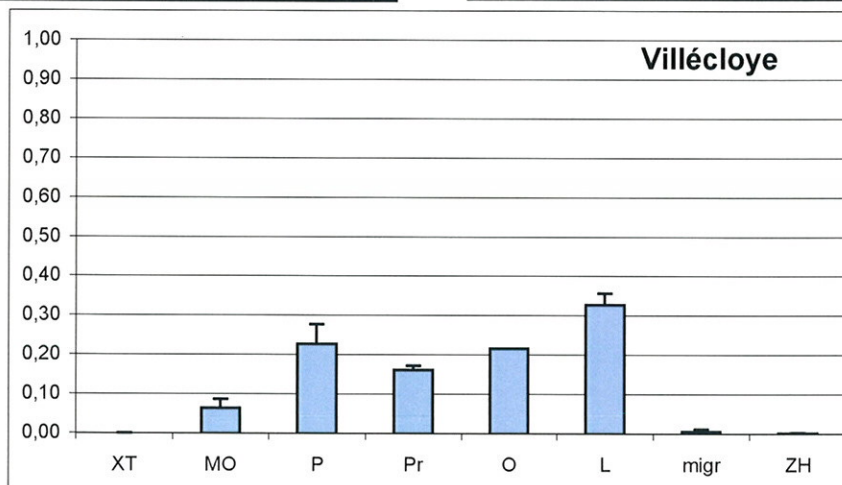
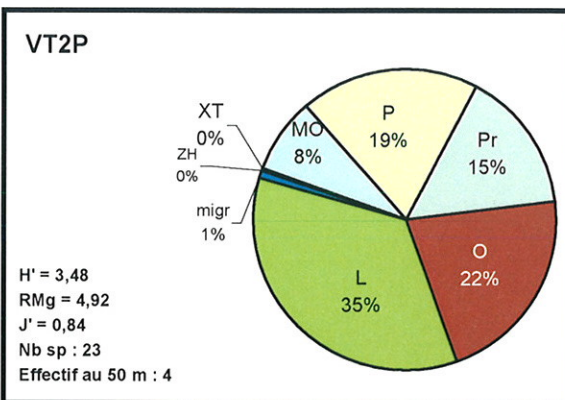
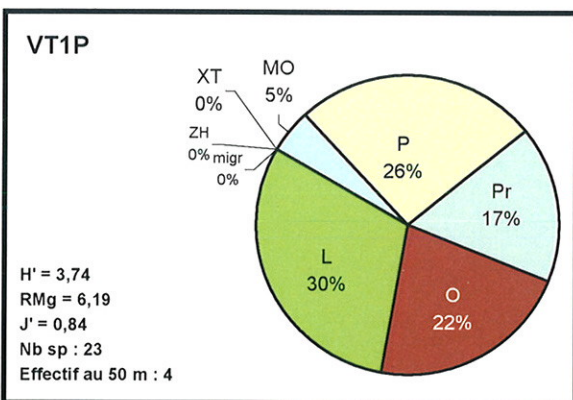
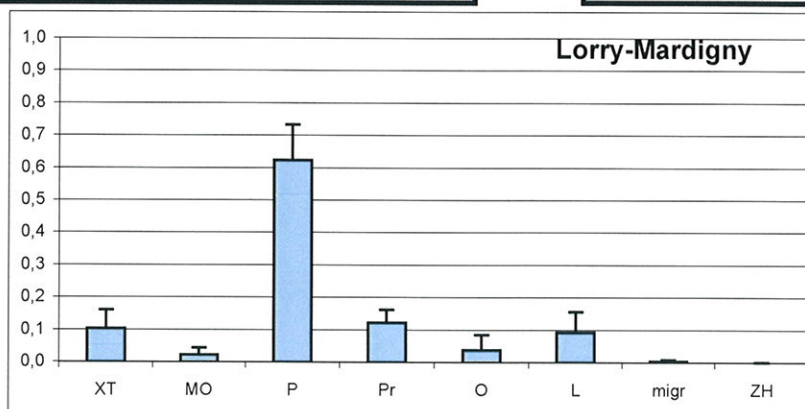
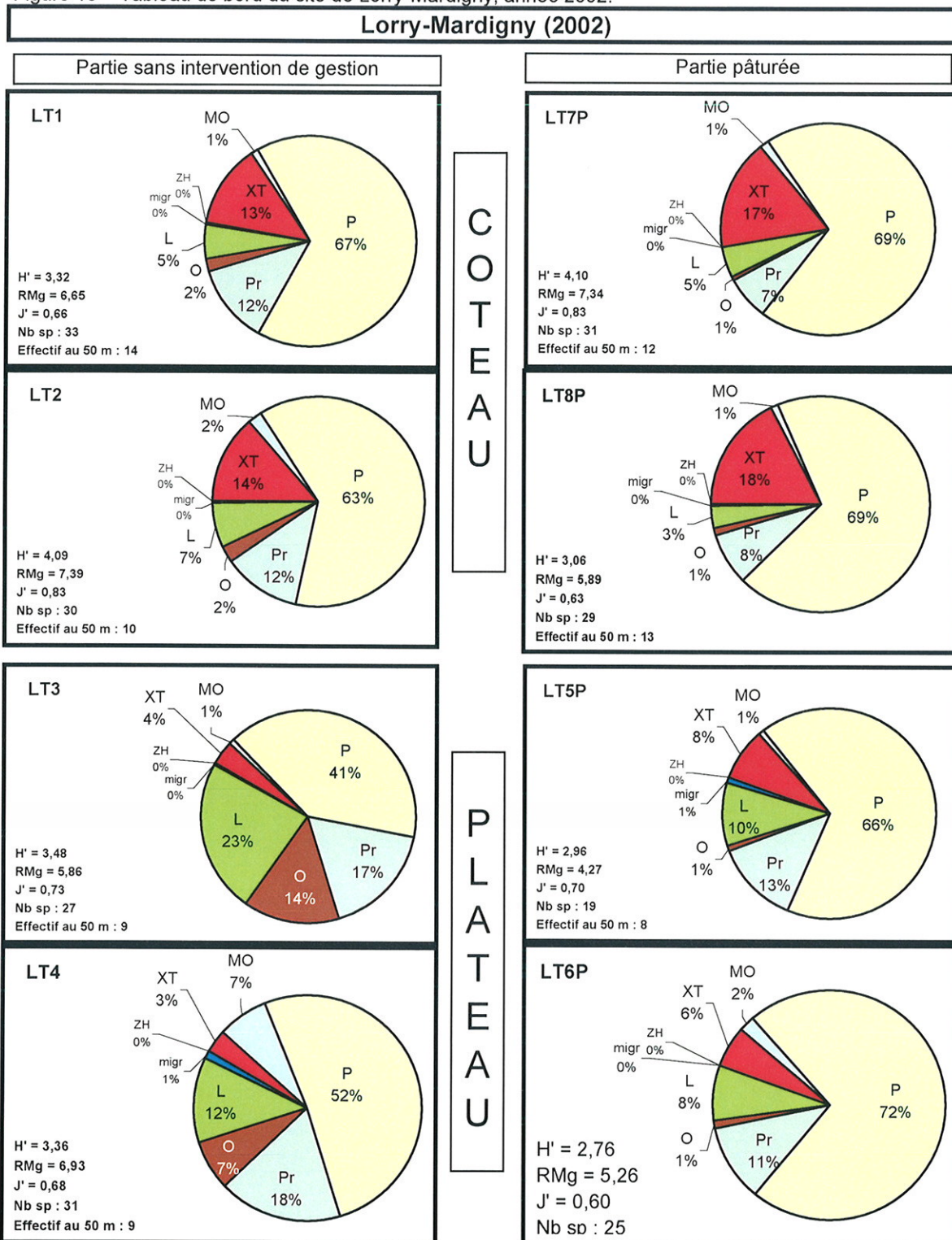


Figure 10 – Tableau de bord du site de Lorry-Mardigny, année 2002.

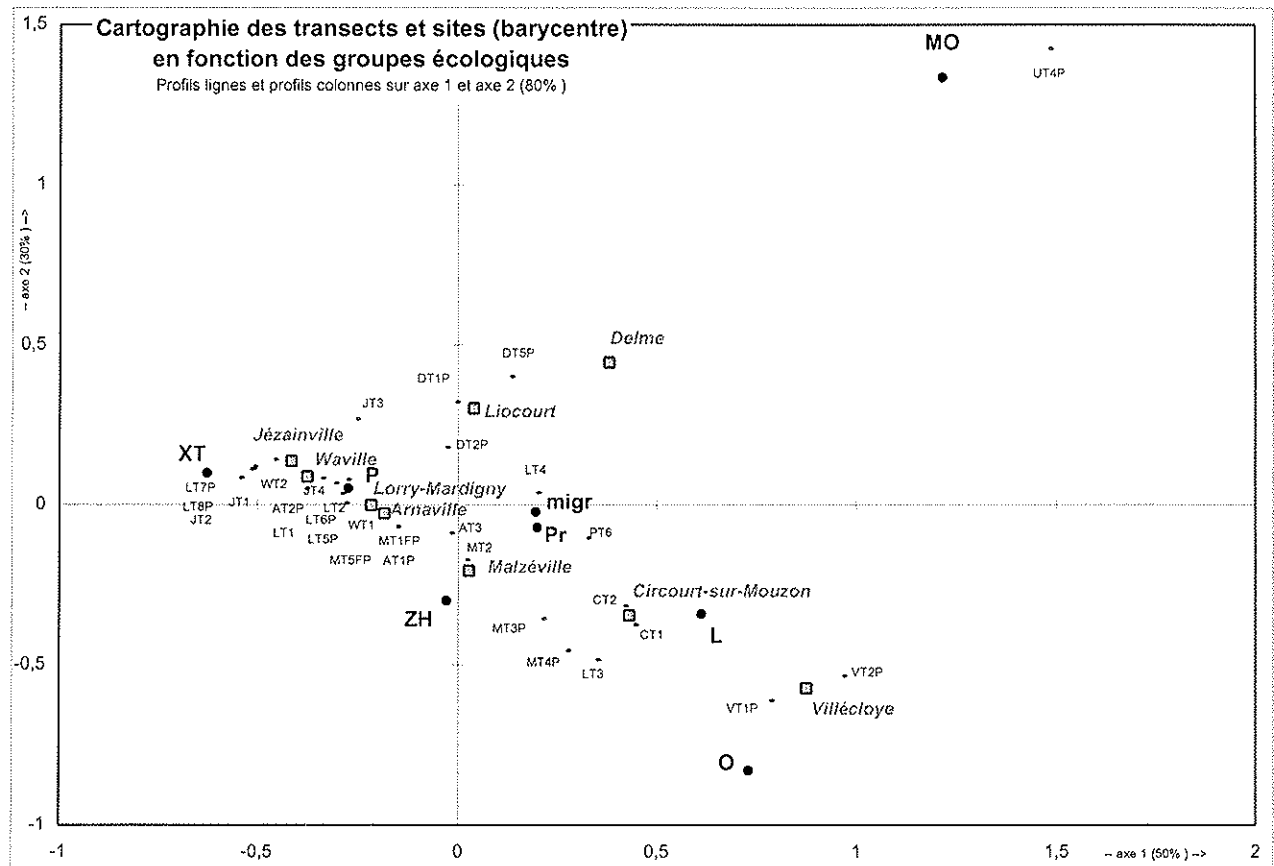


Pour un suivi dans le temps, l'information est synthétisée sous formes de **tableaux de bord (Figures 5 à 10)**. Ces tableaux de bord reprennent pour l'ensemble des transects et par site : la composition en groupes fonctionnels, les principaux indices de structures écologiques, le nombre d'espèces et les effectifs moyens aux 50 mètres (unité arbitraire, correspondant aux tronçons composant les transects). Enfin, un diagramme présente les moyennes et écart-types de tous les transects confondus, par site. Sans rentrer dans les détails, les tableaux de bord révèlent de grandes différences entre les transects et les sites. Ces différences sont expliquées par la contribution des groupes écologiques fonctionnels, soit par la contribution des espèces présentes sur les sites. Ce constat nous amène à établir une typologie des sites (et des transects), avec pour objectif final d'identifier les variables environnementales discriminantes, définissant le potentiel d'un site pour ses papillons.

Typologie des transects et des sites.

Une AFC à partir de la matrice [groupes fonctionnels x transects] permet de faire une typologie entre les transects, mais également les sites (Figure 11). Pour faire figurer les sites sur l'AFC, nous avons calculé la contribution moyenne des transects respectifs de chacun des sites. Ces « barycentres » ont été projetés comme des lignes supplémentaires de la matrice, ils n'interviennent donc pas directement dans l'analyse (pas de contribution).

Figure 11 – Cartographie des transects et des sites (AFC).



Cette analyse permet de distinguer quatre groupes de sites :

Groupe 1 : 4 sites possèdent des peuplements lépidoptériques très proches : Jézainville, Waville, Lorry-Mardigny et Arnaville. Ce groupe correspond aux sites caractérisés par des peuplements de papillons les typiques des pelouses calcicoles (espèces xéro-thermophiles et espèces typiques des pelouses). Si l'on pousse l'analyse plus loin, on constate que le site de Jézainville et de Waville possèdent quasiment une faune identique. Ce constat est valable pour le couple Lorry-Mardigny-Arnaville.

Groupe 2 : Liocourt et Delme, c'est deux « sites » font partie du complexe de la côte de Delme (ils sont très proches géographiquement). Ils se démarquent nettement du groupe précédent,

par des cortèges lépidoptériques appauvris (les espèces XT et P sont peu représentées), ils sont également déterminés par une forte contribution des espèces de milieux ouverts.

Groupe 3 : Circourt-sur-Mouzon et Villécloye, se situent à l'opposé du groupe 1. Les espèces XT et P sont totalement absentes du Groupe 3, au profit des espèces de Lisières et d'Ourlet, largement dominantes. Les espèces Prairials tiennent également une place importante dans les peuplements de Lépidoptères de ces 2 sites. Ces cortèges correspondent à des pelouses très dégradées et dans le cas de Villécloye, il est plus exact de parler de peuplements typiques du stade pré-forestier ou de friches mésophiles post-culturales.

Groupe 4 : Malzéville, ce site est assez atypique, il se positionne entre le groupe 1 et le groupe 3. C'est à dire qu'il possède à la fois des espèces typiques des pelouses xéro-thermophiles et des espèces de lisières/ourlets/prairies. Effectivement, on constate sur le terrain, une mosaïque de pelouses sèches sur plateau (localement à caractère xérothermophile prononcé), de haies, broussailles et zones nettement mésophiles (prairies). Le site de Malzéville illustre la phase intermédiaire, entre la pelouse typique et la pelouses dégradée.

Cette même démarche peut être appliquée aux transects, mais l'unité du transect est moins pertinente qu'à l'échelle du site.

L'évolution de la typologie des sites sera intéressante à suivre dans le temps, afin de déterminer l'effet du pâturage et de la gestion en général.

Enfin, la typologie des sites et des transects peut servir à la définition de nouveaux transects témoins, notamment il ne semble pas aberrant de suivre un transect témoin sur un autre site, possédant une faune comparable.

C. Variables environnementales discriminantes sur les peuplements.

Variables physiques sites.

Malgré un investissement important pour apprécier l'influence des variables environnementales sur la composition des peuplements de papillons, les résultats sont peu informatifs. La principale explication réside dans la taille de l'échantillonnage, puisqu'un certain nombre de variables dites « variables site » s'attachent à décrire l'environnement du site et autour du site. En effet, l'échantillon se limite aux 8 sites étudiés, ce qui est largement insuffisant dans une étude statistique ou descriptive (il est souhaitable d'avoir un échantillon supérieure à 20 sites, au minimum).

En conséquence, les transects sont regroupés par site, nous amenant à conclure à un pouvoir discriminant « effet site » très élevé, cependant délicat à interpréter.

Variables physiques transects.

Les interprétations de l'influence des variables environnementales sont plus fiables dans la mesure où le nombre de transects est élevé (31). Néanmoins l'effet site est toujours prédominant puisque les peuplements absolus de papillons sont en partie conditionnés par le potentiel site (taille, position biogéographique, isolement...).

Voici un extrait des résultats du rapport de Virginie KREMER (2002) :

- Les Nymphalidae, Papilionidae, Zygaenidae, sont favorisés par l'abondance des affleurements, des bryophytes, l'absence de morcellement intrinsèque de la pelouse et la connexion.
- Les espèces de milieux ouverts et les Pieridae sont moins exigeantes mais leur présence reste conditionnée par un environnement favorable.
- Les espèces xéro-thermophiles et d'ourlet semblent fonctionner de concert. Ceci prône pour le maintien des interfaces.
- Les espèces d'ourlet et de lisière sont favorisées par la densité de la strate herbacée, même si l'abondance de fleurs chute.
- les fleurs rouges et roses sont favorisées par les affleurements,
- les fleurs blanches, bleues et violettes, sont favorisées par le morcellement de la pelouse mais nécessitent une strate herbacée plutôt rase,
- les bryophytes sont défavorisés par la présence d'arbres et arbustes,
- le brachypode défavorise principalement les espèces végétales à fleurs rouges, roses et jaunes,
- **l'abondance et la richesse taxonomiques augmentent avec les affleurements, et ceci est dû à l'installation d'espèces xéro-thermophiles,**
- un environnement favorable est positif pour l'abondance de fleurs et l'équitabilité,
- le brachypode et la couverture arborescente et arbustive contribuent au morcellement intrinsèque des pelouses,

D. Impact immédiat et à court terme du pâturage ovin.

Impact du pâturage entre les années 2001 et 2002, sur les pelouses de Waville, Arnaville, Jezainville et Delme.

En utilisant les données des relevés 2001 de Marc MEYER, nous pouvons évaluer le déplacement graphique des transects entre les années 2001 (transects en police noire) et 2002 (transects en police grise) (Figure 12).

Cette comparaison n'est possible que pour les sites communs aux deux années d'études : Waville, Jezainville, Delme et Arnaville.

La projection sur l'axe 1 et 2 de l'AFC (sur la base des groupes écologiques) exprime 79% de l'information totale. Nous pouvons par conséquent interpréter directement les groupes de transects et les groupes d'espèces sur ce graphique.

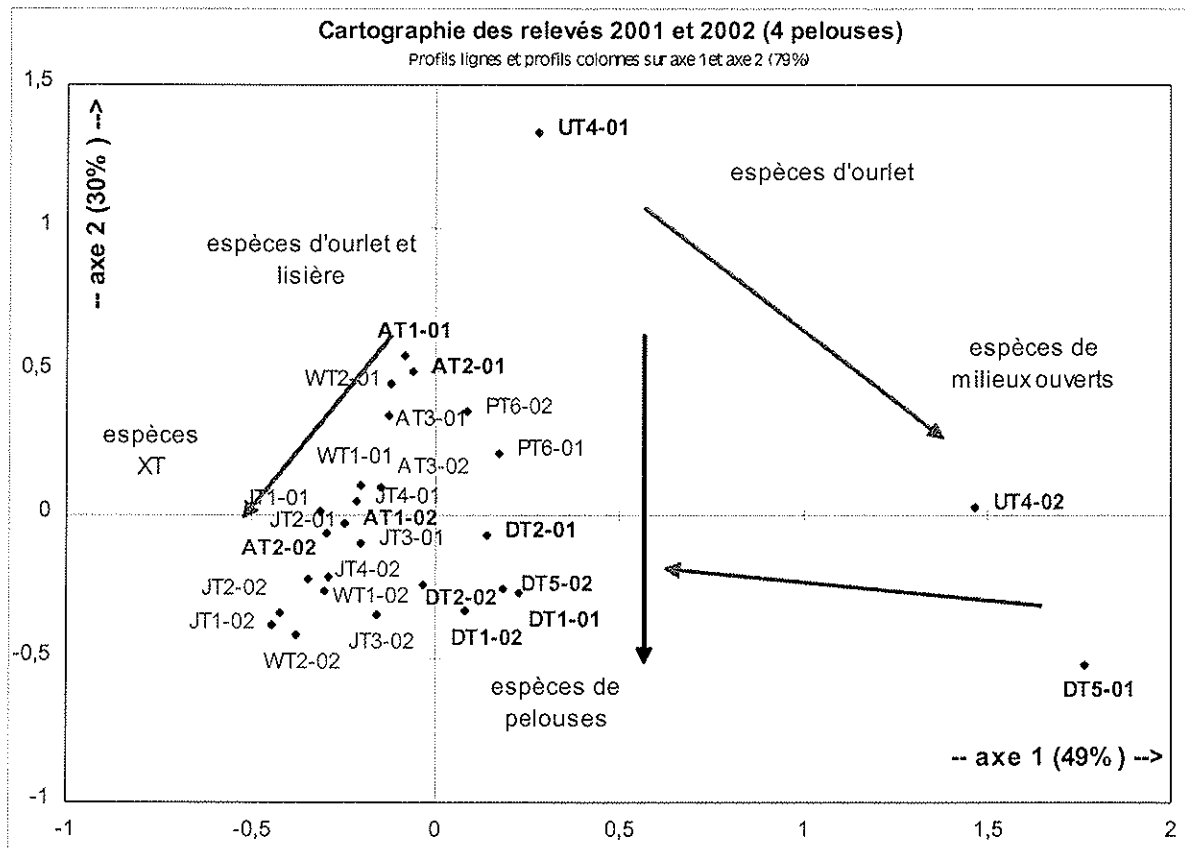
Nous remarquons alors qu'il y a un déplacement sensible des transects (au regard de ceux laissés en libre évolution), représenté par la flèche noire. Ce déplacement est léger et reste calé sur les espèces typiques des pelouses.

Par contre, les déplacements des transects gérés par le pâturage (**en gras**), représentés par les flèches grises, sont de diverses orientations.

Nous pouvons dire globalement que le transect DT5 (Liocourt) passe d'une majorité d'espèces de milieux ouverts à une majorité d'espèces typiques de pelouses et prairies. Le transect de Juville (UT4) voit sa proportion d'espèces de milieux ouverts augmenter, aux dépens des espèces d'ourlet. Les transects 1 et 2 d'Arnaville sont caractérisés par des espèces de pelouse typique à xérothermique en 2002 alors que les transects étaient majoritairement composés d'espèces de pelouse avec une tendance à l'ourléification et à l'effet lisière. Enfin, les deux autres transects de Liocourt (DT1 et DT2) passent d'une composition écologique plutôt prairiale, à une composition plutôt pelousaire.

Nous constatons une évolution des peuplements lépidoptériques vers des faunes plus caractéristiques des pelouses. Ainsi, le pâturage semble avoir un effet positif à court terme.

Figure 12 – Evolution des peuplements lépidoptériques sur les pelouses pâturées entre 2001 et 2002.



Indices de structure écologique et pâturage.

Afin de mesurer l'impact du pâturage sur les peuplements de papillons, nous avons comparé les divers indices de structure de l'ensemble des transects pâturés et non pâturés (Tableau 5).

Les écarts entre les pelouses pâturées et non pâturées sont relativement faibles. L'écart le plus important correspond aux abondances, s'expliquant par la suppression brutale des fleurs des pelouses pâturées. Dans cette situation, les papillons se reportent sur d'autres zones fleuries à la recherche de nouvelles sources trophiques, expliquant alors une chute momentanée des effectifs des papillons sur les transects.

Tableau 5 – Indices de structures des peuplements lépidoptériques selon les modalités de gestion de pâturage.

	transects	S = richesse taxonomique	Q = abondance	H' = diversité structurale	J' = équilibrabilité
pelouses pâturées	VT2P	18	106	3,5	0,8
	VT1P	22	97	3,7	0,8
	PT6	26	231	4,0	0,9
	MT5FP	14	89	3,0	0,8
	MT4P	23	238	2,6	0,6
	MT3P	24	304	2,6	0,6
	MT1FP	34	440	3,6	0,7
	LT8P	29	462	3,1	0,6
	LT7P	31	435	4,1	0,8
	LT6P	25	372	2,8	0,6
	LT5P	19	275	3,0	0,7
	DT5P	26	181	3,1	0,7
	DT2P	25	192	2,8	0,6
	DT1P	23	164	2,7	0,6
	AT2P	30	308	3,5	0,7
	AT1P	28	207	3,4	0,7
	moyennes	24,8	256,3	3,2	0,7
pelouses non pâturées	LT4	31	304	2,5	0,5
	LT3	27	328	2,5	0,5
	LT2	30	354	3,9	0,8
	LT1	33	494	3,9	0,8
	JT4	33	201	3,2	0,6
	JT3	34	271	3,4	0,7
	JT2	27	291	3,3	0,7
	JT1	16	220	3,6	0,8
	MT2	28	382	3,3	0,7
	AT3	32	270	3,5	0,7
	CT1	23	66	3,8	0,8
	CT2	27	100	3,9	0,8
	WT1	42	722	2,2	0,6
	WT2	33	699	4,1	0,8
	moyennes	29,7	335,9	3,4	0,7

Transect supprimé car non représentatif.

UT4P	6	31	2,1	0,8
------	---	----	-----	-----

D'autre part, la richesse taxonomique est sensiblement plus élevée, en moyenne, sur les sites non pâturés (toutefois, certains sites comme Villécloye, dont l'année 2002 était la première année de pâturage, étaient déjà très pauvres avant l'arrivée des moutons).

Le pâturage est par définition sélectif, et la manière dont il est mené aujourd'hui n'est pas sans incidence sur les cortèges de papillons.

A terme le pâturage mené annuellement, et même avec un chargement assez extensif, façonne les peuplements de papillons en sélectionnant les espèces les mieux adaptées à une végétation rase et à de fortes variations des ressources trophiques lors des passages des moutons.

Les peuplements des pelouses pâturées se modifient lentement et il n'est pas possible aujourd'hui, de mesurer ces changements (seulement trois années de pâturage). En revanche, nous possédons une expérience de pâturage intensif et à long terme sur le site de Lorry-Mardigny que nous pouvons comparer avec des pelouses laissées en évolutionsponantées, sur le même site.

E. Impact à long terme du pâturage ovin : cas particulier du site de Lorry-Mardigny (57)

Pour rappel, le site de Lorry-Mardigny présente une partie intensément pâturée depuis plusieurs dizaines d'années par un éleveur privé et le reste du site, géré par le CSL est laissée en évolution spontanée. Il s'agit d'une situation idéale pour l'étude de l'impact du pâturage à long terme.

Il s'agit dans ce chapitre de comparer les cortèges lépidoptériques en 2002, entre ces deux zones de gestion différente.

Nous distinguerons dans cette analyse le plateau et le coteau de la zone pâturée et de la zone non pâturée. Chacun de ces quatre « compartiments » comprennent deux transects, qui ont été cumulé dans cette approche.

Interprétations des indices de structure des peuplements

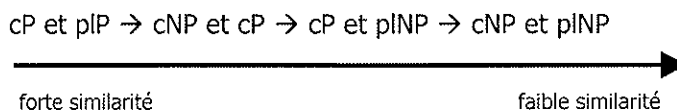
Le **Tableau 6** présente le coefficient de similarité de Jaccard calculé à partir des *listes faunistiques des quatre compartiments*.

Tableau 6 – Coefficients de Jaccard selon le mode de gestion et la topographie du site de Lorry-Mardigny.

	cP	pIP	pINP	cNP
cP				
pIP	0,675			
pINP	0,622	0,512		
cNP	0,652	0,595	0,587	

Légende : cP = coteau pâturé (LT7P+LT8P) pIP = plateau pâturé (LT5P+LT6P) pINP = plateau non pâturé (LT3+LT4) cNP = coteau non pâturé (LT1+LT2)

Nous pouvons alors dresser une classification des quatre compartiments en fonction de leur similarité :



Il semblerait donc que **le pâturage en plateau tende à faire évoluer le milieu vers une pelouse typique de coteau sec, alors qu'en coteau, un pâturage intensif semble appauvrir légèrement le milieu.**

D'autre part, en confrontant les coefficients de Jaccard et les indices de structure des peuplements (Tableau 7), nous constatons un **léger appauvrissement du plateau CSL et du coteau pâturé**.

Tableau 7 – Indices de structure des peuplements sur le site de Lorry-Mardigny.

		S = richesse taxonomique	Q = abondance	H' = diversité structurale	J' = équilibrabilité
pâturé	LT8cP	29	462,000	3,055	0,629
	LT7cP	31	435,000	4,102	0,828
	LT6pIP	25	372,000	2,765	0,595
	LT5pIP	19	275,000	2,963	0,697
non pâturé	LT4pINP	31	304,000	2,511	0,498
	LT3pINP	27	328,000	2,490	0,490
	LT2cNP	30	354,000	3,880	0,769
	LT1cNP	33	494,000	3,856	0,811

Commentaire : Il y a peu de différences entre les coteaux non pâturé et pâturé, les différences sont plus importantes entre les plateaux pâturé et non pâturé, notamment la diversité de Shannon & Weaver et la richesse taxonomique.

Il semble que le **pâturage en plateau tende à faire évoluer le milieu vers une pelouse typique de coteau sec, tandis que sur le coteau, un pâturage intensif semble appauvrir légèrement le milieu.**

Afin d'isoler le pouvoir discriminant de « l'effet topologique » par rapport à « l'effet gestion » sur les peuplements lépidoptérologiques des quatre compartiments, nous avons calculé un coefficient de Jaccard moyen :

Moyenne des similarités entre les plateaux et les coteaux (c'est-à-dire moyenne de quatre indices) = 0.6197

Moyenne des similarités entre la zone pâturée et la zone non pâturée (c'est-à-dire moyenne de quatre indices) = 0.5952

Par conséquent, l'effet gestion prédomine sur l'effet topologique.

Comparaison des peuplements à partir des tableaux de bords (Figure 10)

Comparaison [coteau pâturé - coteau non pâturé]

La proportion d'espèces xéro-thermophiles est franchement plus importante sur le coteau pâturé (17,5% contre 13,5% en moyenne) et les espèces typiques des pelouses sont sensiblement mieux représentées sur la partie pâturée. A l'inverse, les espèces typiques des ourlets, lisières et des prairies sont bien mieux représentées sur la partie non pâturée.

Le pouvoir sélectif du pâturage est confirmé par cette analyse. Les espèces les mieux adaptées aux conditions extrêmes résultant d'un pâturage intensif dominent largement le peuplement. **Ainsi le pâturage permet de maintenir des cortèges typiques des pelouses sèches, en revanche, ce mode de gestion aboutit à des cortèges simplifiés (mais très spécialisés) et à un appauvrissement spécifique.**

Comparaison [plateau pâturé – plateau non pâturé]

Toujours à partir de la Figure 10, nous constatons un effet bénéfique du pâturage sur le plateau, avec une proportion bien plus importante d'espèces typiques des pelouses et xéro-thermophiles et à l'instar du commentaire précédant, les espèces des lisières, ourlets et des prairies s'expriment nettement moins avec le pâturage.

Là encore, le pâturage permet de favoriser les espèces typiques des pelouses sèches aux dépens des espèces des stades pré-forestiers. On constate également une forte baisse de la richesse spécifique sur le plateau pâturé.

Interprétations des variables environnementales.

L'ensemble des analyses montre que le pâturage a un impact plus important sur les papillons à phénologie printanière. Il est intéressant de noter que les espèces xéro-thermophiles sont précisément des espèces exclusivement estivales.

Nous avons réalisé une ACP sur les variables environnementales (toutes campagnes confondues) et les indices de structure des peuplements par transect, afin d'identifier les variables discriminantes sur les peuplements lépidoptériques (**Figure 13**). Il ressort de cette analyse, que le pâturage modifie les couvertures de fleurs, en favorisant certaines espèces de couleurs jaune et blanche sur le plateau, bleues/violettes et rouges/roses en coteau.

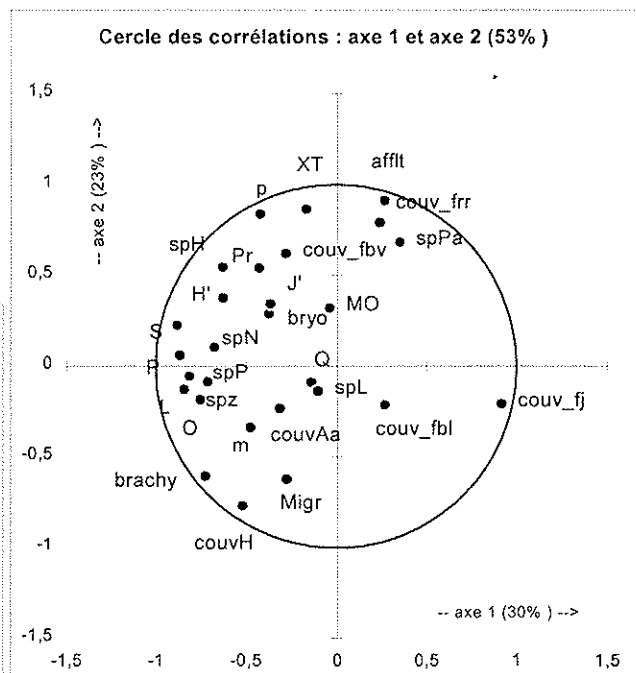
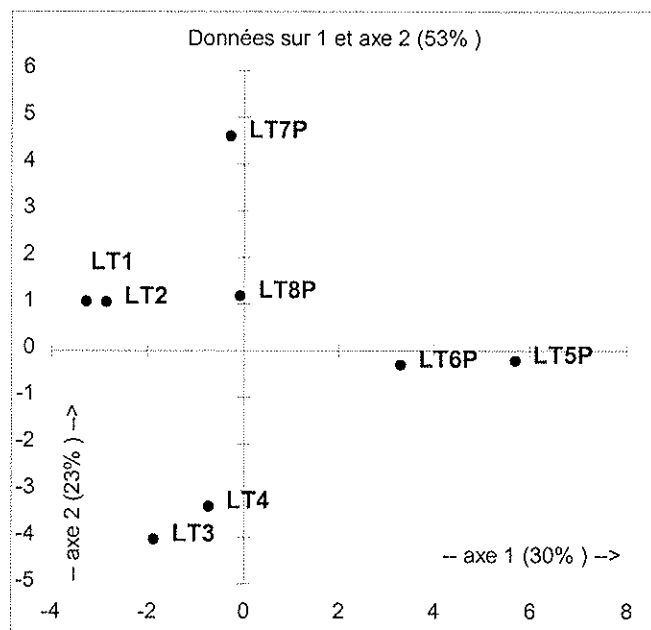


Figure 13 – ACP des variables transects et peuplements du site de Lorry-Mardigny.

Le pâturage permet bien de lutter contre le brachypode, il semble favoriser le développement des bryophytes et surtout il sélectionne une faune plus typique de milieux xérothermiques.

F. Cas particulier du Damier de la Succise : impact du pâturage ovin à long terme.

Une étude récente (Sardet, 2003) présente un état des lieux de la distribution du Damier de la Succise (*Euphydryas aurinia*) en Lorraine et confirme l'intuition des entomologistes lorrains, ce papillon a largement régressé en contexte agricole (prairies humides).

Le bilan est très préoccupant, sur les 136 sites prospectés en 2002, 28 seulement abritent le papillon et 20 sont gérés par le CSL. Le même raisonnement en terme d'effectifs amène à constater que 88% des papillons observés en 2002 sont sur les sites CSL. Par conséquent, les milieux agricoles ou plus généralement, non gérés de manière conservatoire, sont devenus très hostiles au Damier de la Succise.

Une autre lecture de ces résultats valide l'intuition des spécialistes lorrains (Marc MEYER, André CLAUDE et Louis PERRETTE), la forme des prairies du Damier de la Succise est au bord de l'extinction (elle représente seulement 10% des effectifs totaux recensés en 2002, dont les deux plus importantes stations sont gérées par le CSL).

Dans un tel contexte, il est légitime de chercher à évaluer l'impact du pâturage ovin sur cette espèce très sensible.

Impact du pâturage immédiat et à court terme.

Le Damier de la Succise est présent sur les sites de Waville, Delme (uniquement à Liocourt), Jezainville et Arnaville.

Nous avons constaté que les effectifs de ce papillon sont plus élevés en 2002 par rapport à l'année 2001. De toute évidence l'espèce n'est pas affectée par le pâturage ovin, au moins à court terme et dans la mesure où le passage des moutons ne correspond pas à la période de vol du papillon. Dans ce dernier cas, on constate une nette diminution des effectifs du Damier de la Succise, mais également des autres espèces de papillons. La suppression instantanée des fleurs, consécutive au pâturage des moutons, contraint les papillons à se déplacer vers de nouvelles sources trophiques. Les analyses précédentes indiquent une plus grande sensibilité des espèces printanières de papillons aux modifications brutales du couvert végétale. Dans le cas particulier du Damier de la Succise, ce papillon consacre beaucoup de temps à butiner et à la recherche de sources trophiques, il est probable qu'il soit très sensible au pâturage au moment où les adultes vols (début mai à début juin).

En revanche, il ne semble pas être directement menacé par le pâturage estival. En effet, l'expérience de pâturage estival par des ovins sur une partie des pelouses de la Réserve Naturelle de Monténach (57), ne semble pas affecter le Damier de la Succise. Néanmoins, nous ne possédons qu'une année de recul, le pâturage ayant débuté en 2002.

Toutefois, cette expérience est très intéressante, et mérite d'être développée. Le pâturage a été mis en place dans un objectif de restauration des pelouses et en conséquence, il peut être qualifié de « pâturage intensif ».

Les pelouses, d'une surface totale de 3 hectares, ont été pâturées en rotation, de mi-juillet à mi-septembre. La surface totale a été divisée en quatre zones (clôture mobile), les brebis ne restant pas plus de vingt jours sur une même zone. La charge du troupeau est estimée à 500 brebis/jour/ha, soit 25 brebis/20 jour/zone pâturée (un peu moins d'un hectare).

Ces modalités de gestion devraient, a priori, affecter le cycle biologique du Damier de la Succise. En effet, la mise en pâturage intervient début juillet, au moment de l'éclosion des chenilles et couvre exactement la période de développement des chenilles qui rentrent en diapause au début de l'automne.

Cependant, les effectifs du Damier de la Succise en mai 2003, sont au moins équivalents à ceux de l'année 2002, sinon plus.

Dans ce scénario d'un pâturage estival assez intensif, il semble que les chenilles (grégaires) n'aient pas été affectées par le pâturage ovin. Pourtant, nous pouvions nous attendre à une destruction directe des chenilles par le piétinement des brebis ou encore à un impact indirect, de concurrence trophique.

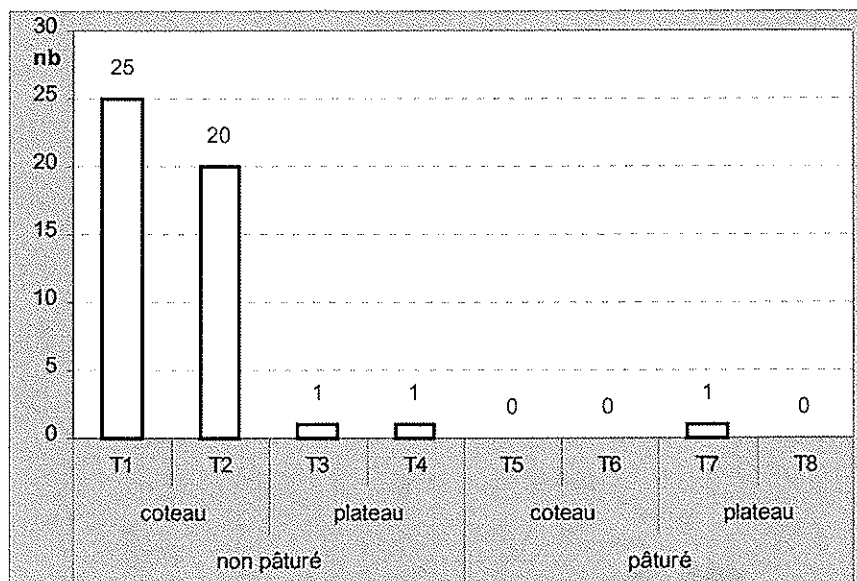
Une étude plus fine sera mise en place en 2003, afin de mieux mesurer l'impact des brebis sur les nids de chenilles.

Impact du pâturage à long terme.

Pour évaluer l'impact du pâturage à long terme sur le Damier de la Succise, nous reprenons l'analyse du cas particulier du site de Lorry-Mardigny.

Les résultats sont très démonstratifs (**Figure 14**), le Damier de la Succise est quasiment absent de la partie pâturée (1 seul individu sur les quatre transects cumulés).

Figure 14 - Effectif du Damier de la Succise sur les 8 transects du site de Lorry-Mardigny, le 21/05/2002.



En comparaison, la partie non pâturée cumule 47 individus sur les 4 transects. On note une concentration des papillons sur les coteaux, tandis que sur la zone pâturée, l'unique papillon observé se trouvait sur le plateau. Ces résultats très contrastés permettent d'avancer qu'un pâturage intensif (pas de zones refuges, les pelouses sont pâturées une grande partie de l'année et notamment au printemps) fait rapidement disparaître le Damier de la Succise.

Le cas particulier du Damier de la Succise mérite d'être clair et illustre la règle générale définie dans les précédents chapitres : le pâturage mené de manière intensive, exerce une forte pression de sélection sur les peuplements lépidoptériques. Ce mode de pâturage favorise les papillons thermophiles et xéro-thermophiles au détriment des espèces typiques des lisières, des ourlets et des prairies.

Conclusion

Cette étude de l'impact du pâturage ovin l'entomofaune et plus particulièrement des Rhopalocères (« papillons de jour ») pour l'année 2002 a mis en évidence une difficulté méthodologique : la notion de peuplements lépidoptériques est très conceptuelle. En effet, les peuplements de papillons existent en théorie, mais sont très difficile à appréhender par la technique du transect. Cette méthode est avant tout adaptée pour un suivi dans le temps des papillons sur un site donné (= monitoring), mais ne permet pas la distinction des différents peuplements présent sur ce même site, pour la simple et bonne raison que les papillons sont extrêmement mobiles. Ainsi les approches classiques (indices de structures, AFC, ACP...) pour la description des peuplements biologiques se sont révélées inadaptées à cette étude. Finalement, nous avons adopté le codage flou ou logique flou pour décrire les peuplements à l'échelle du transect comme du site. Cette approche consiste à accepter qu'une espèce de papillon donnée, n'appartienne pas exclusivement à un groupe écologique donné. Nous avons défini huit groupes écologiques. Ainsi, une espèce peu appartenir par exemple à 25% au groupe 1, 25% au groupe 2 et 50% au groupe 7. A partir du codage flou des espèces, nous avons caractérisé les transects et les sites selon les huit groupes écologiques fonctionnels et défini des tableaux de bord pour chacun d'eux.

Les tableaux de bord permettront de faciliter le suivi dans le temps et surtout ils permettent déjà de mesurer l'impact du pâturage ovin sur les peuplements lépidoptériques des huit pelouses retenues pour cette étude.

Nous avons constaté que le pâturage à court terme (une année à trois années) ne modifie pas sensiblement les cortèges de papillons. Par ailleurs, le pâturage à long terme et mené de manière assez intensive altère considérablement les peuplements, en exerçant une forte sélection sur les espèces. En toute logique les espèces xéro-thermophiles et les espèces typiques des pelouses sont largement favorisées sur les espèces mésophiles, de lisières et d'ourlets. Par ailleurs, on constate une baisse importante de la richesse spécifique et une sélection forte des espèces xéro-thermophiles, souvent à haute valeur patrimoniale. En conséquence, le pâturage ne favorise pas la diversité mais permet de conserver des cortèges d'espèces spécialisées et très rares en Lorraine. Il s'agit donc de fixer des objectifs clairs avant de mettre en place le pâturage ovin, à savoir si l'on cherche à maintenir les peuplements de papillon en place, il faut choisir un pâturage extensif pluriannuel en rotation. Dans le scénario où l'on cherche à restaurer des pelouses dégradées ou encore à favoriser des espèces de papillons très spécialisées (xéro-thermophiles) il faut s'orienter vers un pâturage assez intensif, annuel (avec également la possibilité de rotations, ou au moins conserver des réservoirs non pâturés).

Bibliographie

- Atelier Technique des Espaces Naturels, 1995. *Connaître et gérer les pelouses calcicoles*. Ministère de l'Environnement. 65 pp.
- De Boissieu, D., 2000. *Modes de gestion adaptés au maintien du Damier de la Succise (Euphydryas aurinia) en Centre-Bretagne : qualité de l'habitat, mobilité du papillon et impact de la fauche sur ses populations*. Mémoire de DESS « Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables, génie écologique », Université des Sciences et Techniques de Lille. 100 pp.
- Descimon, H. & Dutreix, C., 1997. *Distribution, écologie et conservation des Mélitées en France. Rapport préliminaire*. Office Pour l'Information Eco-entomologique, Université de Provence, Laboratoire de Systématique Evolutive, non paginé.
- Dupont P., 2002. *Clé de détermination des espèces de Lépidoptères Rhopalocères. Complément aux guides d'identification du commerce*. Stage Office Pour les Insectes et leur Environnement (OPIE) du 04/06/02 au 06/06/02.
- Faille L., 1993. *Guide pour l'identification des espèces françaises du genre Zygaena*. Ed. J-M Desse. 50 pp.
- Ford, H.D. & Ford, E.B., 1930. Fluctuations in numbers and its influence on variation in *Melitaea aurinia*. *Trans. Ent. Soc. Lond.*, 78 : 345-351.
- Fouillet, P., 1996. *Les insectes de la Directive Habitats en Bretagne. Bilan des connaissances sur les espèces dans la région, écologie, répartition et niveau de vulnérabilité*. Rapport DIREN Bretagne, Préfecture de Bretagne, Rennes, 34 pp.
- Goffart, P., Baguette, M., Dufrière, M., Meusson, L., Nève, G., Sawchik, J., Weisberg, J.A. & Lebrun, M., 2001. *Gestion des milieux semi-naturels et restauration de populations menacées de papillons de jour*. Travaux n°25, Division de la nature et des forêts, Région wallonne, Direction générale des ressources naturelles et de l'environnement.
- Kremer V., 2002. *Suivi lépidoptérique des pelouses calcicoles : contribution au suivi écologique des actions de restauration et d'entretien des pelouses calcicoles de Lorraine*. Rapport de stage de DESS « Espace et Milieux », Université Denis Diderot, Paris 7. 58 p. + 13 Annexes.
- Lafranchis, T., 2000. - *Les Papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles*. - Parthénope Collection : Mèze (Hérault, FRANCE). - 448 p..
- Mazel, R., 1986. *Trophisme, hybridation et spéciation chez Eurodryas aurinia Rottemburg (Lepidoptera) dans le sud-ouest européen*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Perpignan, 321 pp.
- Meyer M., 2000. *Suivi entomologique. Pelouses relictuelles de France*. Rapport préliminaire - 54 p.
- Meyer M., 2001. *Suivi entomologique. Pelouses relictuelles de France*. Rapport final - 23 p.
- Porter, K., 1981. *The population dynamic of small colonies of the butterfly Eurodryas aurinia*. Oxford University, 281 pp.
- Sardet, E., 2000. - *Diagnostic Orthoptères sur la Réserve Naturelle de Montenach (Moselle). Pré-étude avant la mise d'une gestion des pelouses sèches par pâturage ovin/équin*. - Conservatoire des Sites Lorrains / Réserve Naturelle de Montenach - 23 p..
- Sardet, E., 2003. - *Distribution du Damier de la Succise (Euphydryas aurinia Rottemburg) en Lorraine et définition d'une stratégie de conservation*. - Conservatoire des Sites Lorrains, rapport interne - 16 p..
- Sardet, E. & Jager, C., 2002. Diagnostic des peuplements orthoptériques de la Réserve Naturelle de Montenach (Moselle, France). *Matériaux Entomocénologiques*, n°7 : 89-108.
- Steffan-Dewenter I. & Tscarntke T., 1999. - Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set. - *Oecologia*, 121 : 432-440.
- Steffan-Dewenter I. & Tscarntke T., 2000. - *Butterfly community structure in fragmented habitats*. - Ecology letters - 3 - 456 p..
- Tolman, T. & Lewington, R., 1999. - *Guide des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord*. - Delachaux et Niestlé S.A., Lausanne (Switzerland) : Paris, France. - 320 p..
- Warren, M.S., 1996. *Euphydryas aurinia Rottemburg*. In. : *Background information on Invertebrates of the Habitat Directive and the Berne Convention. Part I : Crustacea, Coleoptera and Lepidoptera*. Nature and Environment, vol. 79, Council of Europe, Strasbourg, pp. 121-126.

Annexe 1 – Carte régionale de localisation des sites étudiés en 2002.

Annexe 2 – Localisation des transects sur les 8 sites étudiés.

Annexe 3 – Extrait de la matrice totale [relevés/espèces].

Annexe 4 – Codage des transects par site et gestion appliquée respectivement.

Annexe 5 – Répartition des 70 espèces en fonction des groupes écologiques.

Annexe 6 – Cartographie des 70 espèces en fonction des groupes fonctionnels.

Annexe 4 – Codage des transects par site et gestion appliquée respectivement.

Codage des transects	Correspondance	Gestion
WT2	Transect n°2 à Waville	Evolution spontanée(denier pâturage en 2001)
WT1	Transect n°1 à Waville	Evolution spontanée (denier pâturage en 2001)
VT2P	Transect n°2 à Villécloye	Pâturage estival
VT1P	Transect n°1 à Villécloye	Pâturage estival
UT4P	Transect n°4 de la Côte de Delme (Juville)	Pâturage estival
PT6	Transect n°6 de la Côte de Delme (Puzieux)	Evolution spontanée
MT5FP	Transect n°5 de Malzéville	Fauche + Pâturage estival
MT4P	Transect n°4 de Malzéville	Pâturage estival
MT3P	Transect n°3 de Malzéville	Pâturage estival
MT2FP	Transect n°2 de Malzéville	Pâturage estival
MT1	Transect n°1 de Malzéville	Fauche + Pâturage estival
LT8P	Transect n°8 de Lorry-Mardigny	Pâturage estival
LT7P	Transect n°7 de Lorry-Mardigny	Pâturage estival
LT6P	Transect n°6 de Lorry-Mardigny	Pâturage estival
LT5P	Transect n°5 de Lorry-Mardigny	Pâturage estival
LT4	Transect n°4 de Lorry-Mardigny	Evolution spontanée
LT3	Transect n°3 de Lorry-Mardigny	Evolution spontanée
LT2	Transect n°2 de Lorry-Mardigny	Evolution spontanée
LT1	Transect n°1 de Lorry-Mardigny	Evolution spontanée
JT4	Transect n°4 de Jézainville	Evolution spontanée
JT3	Transect n°3 de Jézainville	Evolution spontanée
JT2	Transect n°2 de Jézainville	Evolution spontanée
JT1	Transect n°1 de Jézainville	Evolution spontanée
DT5P	Transect n°5 de la Côte de Delme (Liocourt)	Pâturage estival
DT2P	Transect n°2 de la Côte de Delme (Liocourt)	Pâturage estival
DT1P	Transect n°1 de la Côte de Delme (Liocourt)	Pâturage estival
CT2	Transect n°2 de Circourt-sur-Mouzon	Evolution spontanée
CT1	Transect n°1 de Circourt-sur-Mouzon	Pâturage estival sur 1 tronçon
AT3	Transect n°3 d'Arnaville	Evolution spontanée
AT2P	Transect n°2 d'Arnaville	Pâturage estival
AT1P	Transect n°1 d'Arnaville	Pâturage estival

	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre
Juville	XXXX			XXXX			
Liocourt		XX			XXXXXX	XX	X
Puzieux		XXXXX				XXXXX	
Jézainville			***				
Arnaville			XX				
Waville				**			

Conditions :

Temps de présence = 15j/3 semaines

X : Jézainville était pâturé durant 3-4 semaines, mais ne l'est plus ; Waville était pâturé durant 1-3 semaines, mais ne l'est plus.

Uniquement des adultes, pas de vieilles brebis, NEC > = 2.5/3

Pâturage bi-quotidien : 2*3-4h)

Seul complément autorisé = bloc à lécher, minéral.

Annexe 5 – Répartition des 70 espèces en fonction des groupes écologiques.

		XT	P	PR	MO	O	L	ZH	migr
	Adscita geryon	100							
agur	Aglais urticae				100				
anca	Anthocharis cardamines			50			25	25	
aphy	Aphantopus hyperantus					50	50		
apcr	Aporia crataegi		75		12,5	12,5			
arle	Araschnia levana						100		
arar	Arethusana arethusa	100							
arag	Aricia agestis	100							
caru	Callophrys rubi					50	50		
capa	Carterocephalus palaemon		50				50		
cldi	Clossiana dia		100						
coar	Coenonympha arcania					50	50		
cogl	Coenonympha glycerion		100						
copa	Coenonympha pamphilus		33	33			33		
coal	Colias alfacariensis		100						
cccr	Colias crocea								100
cumi	Cupido minimus		80	20					
erme	Erebia medusa					50	50		
erta	Erynnis tages		100						
euau	Euphydryas aurinia		50	50					
faad	Fabriciana adippe		50	50					
glal	Glaucopsyche alexis					50	50		
gora	Gonepteryx rhamni						100		
halu	Hamaeris lucina		50				50		
heco	Hesperia comma	100							
hise	Hipparchia semele	100							
inio	Inachis io				100				
ippo	Iphiclides podalirius	75				12,5	12,5		
zyve	Jordanita sp.	100							
lama	Lasiommata maera	100							
lame	Lasiommata megera				50		50		
lesi	Leptidea sinapis						100		
maju	Maniolia jurtina		33	33			33		
mega	Melanargia galathea		50	50					
medi	Melitaea diamina		5					95	
didí	Melitaea didyma		100						
meci	Melitea cinxia		33	67					
meat	Mellicta athalia			50			50		
meau	Mellicta aurelia		100						
ocfa	Ochlodes faunus					50	50		
pama	Papilio machaon		50		50				
paae	Pararge aegeria						100		
pibr	Pieris brassicae				100				
pina	Pieris napi				50		50		
pira	Pieris rapae				100				
plar	Plebejus argus		33	33			33		
plarg	Plebejus argyrognomon		80			20			
poth	Polyommatus thersites		100						
pobe	Polyommatus bellargus	50	50						
poco	Polyommatus coridon		100						
poic	Polyommatus icarus		20	80					
pyal	Pyrgus alveus	100							
pyma	Pyrgus malvae		33	67					
pyse	Pyrgus serratulae		100						
pyti	Pyronia tithonus						100		
saac	Satyrion acaciae						100		
spag	Speyeria aglaja						100		
spse	Spialia sertorius		100						
thac	Thymelicus acteon		100						
thsy	Thymelicus sylvestris		33			33	33		
thli	Thymelocis lineola		50		50				
vaat	Vanessa atalanta								100
vaca	Vanessa cardui								100
zyca	Zygaena carniolica	100							
zyep	Zygaena ephialtes	100							
zyfi	Zygaena filipendulae		50	50					
zylo	Zygaena loti		80	20					
zypu	Zygaena purpuralis		100						
zytr	Zygaena transalpina	100							
zyvi	Zygaena viciae		50	50					

Légende :

XT : pelouses xéro-thermophiles
P : pelouses (herbeuse, typiques)
PR : prairie/friches
MO : milieux ouverts
O : ourlet
L : lisière
ZH : zones humides
migr : migrateurs
rien : non défini

Annexe 6 – Cartographie des 70 espèces en fonction des groupes fonctionnels.

