

GESTION DIFFÉRENCIÉE DES PARCELLES DE LUZERNE. UN IMPACT POSITIF
SUR LES PAPILLONS DE JOUR (LEPIDOPTERA : RHOPALOCERA)Luc MANIL¹ & Julien CHAGUÉ²

SUMMARY. — *Differentiated management of alfalfa fields: a positive impact on butterfly populations (Lepidoptera: Rhopalocera).* — The impact of differentiated management of alfalfa fields on butterfly populations (Rhopalocera) was investigated in 2009 and 2010 on 18 sites in Champagne-Ardennes and 6 in Haute-Normandie (France), in comparison with both conventionally managed alfalfa and cereal crops. The STERF method (Suivi Temporel des Rhopalocères de France), the national French program for butterfly populations follow up, was used. Alfalfa itself (classical management) and moreover a flowered strip maintaining (7 m-wide band alternating non-swath in each cut) are significantly favourable to richness (31 species on the 43 observed, compared with 15 in and on the edge of cereal fields) and the abundance of butterflies (53 ± 6 butterflies per 10 minutes of counting in the non-mown strip, against 15 ± 2 on the edge of mowed alfalfa crops and 6 ± 1 on the edge of cereal fields). The most abundant species were *Vanessa cardui* (amazing position linked to the exceptional migration of 2009, with a particular concentration on alfalfa), *Pieris rapae*, *Polyommatus icarus*, *Colias croceus*, *Pieris brassicae*, *Aglais io* and *Pieris napi*. The more the species were common, the more they seemed to be favoured by these alfalfa blooms. Bloom alfalfa condition is an essential parameter, especially in the second half of the season, when wildflowers are less numerous. There is an additional interest of the flowering bands of alfalfa for species such as *P. icarus* (sedentary) and *C. croceus* (migratory), whose caterpillars can feed with alfalfa.

RÉSUMÉ. — L'intérêt de la gestion différenciée des parcelles de luzerne pour les populations de Rhopalocères a été étudié en 2009 et 2010 sur 18 sites en Champagne-Ardennes et 6 en Haute-Normandie, en comparaison avec des luzernières traitées classiquement et des cultures de céréales d'hiver. La méthode du Suivi Temporel des Rhopalocères (papillons de jour) de France (STERF), programme national de comptage des papillons sans capture a été utilisée. La luzerne en elle-même (gestion classique) et plus encore le maintien d'une bande fleurie (bande de 7 m alternée non fauchée à chaque coupe) s'avèrent significativement favorables à la richesse spécifique (31 espèces sur 43 observées, contre 15 dans et en bordure de champs de céréales) et à l'abondance des papillons (53 ± 6 papillons par 10 minutes de comptage dans la bande non fauchée, contre 15 ± 2 en bordure des parcelles de luzerne témoins et 6 ± 1 en bordure des champs de céréales); les espèces les plus abondantes étaient *Vanessa cardui* (première position étonnante liée aux migrations massives et exceptionnelles de 2009, avec une concentration particulière sur les luzernes), *Pieris rapae*, *Polyommatus icarus*, *Colias croceus*, *Pieris brassicae*, *Aglais io* et *Pieris napi*. Plus les espèces sont communes, plus elles semblent favorisées par ces floraisons de luzerne. L'état de floraison de la luzerne est un paramètre essentiel, surtout en deuxième moitié de saison, lorsque les fleurs sauvages sont moins nombreuses. Il ressort un intérêt supplémentaire des bandes non fauchées de luzerne pour les espèces comme *P. icarus* (sédentaire) et *C. croceus* (migrateur) dont les chenilles peuvent se nourrir de luzerne.

¹ Association des Lépidoptéristes de France (ALF), 45, rue Buffon, F-75005, Paris & UMR 5173, Département Ecologie et Gestion de la Biodiversité, Muséum national naturelle (MNHN), 55, rue Buffon, F-75005 Paris. E-mail : sterf.manil@free.fr

² Réseau Biodiversité pour les Abeilles, BPI, F-69690 Bessenay. E-mail : julien.chague@jachères-apicoles.fr

Les pratiques agricoles sont souvent décriées par les écologistes : les agriculteurs sont notamment montrés du doigt pour les pollutions occasionnées par l'épandage des engrais, l'utilisation généralisée de pesticides dans les cultures, l'élevage, notamment porcin, qui entraîne un enrichissement en azote des eaux aussi bien de surface que souterraines et l'utilisation des organismes génétiquement modifiés (OGM). Un débat existe aussi concernant les agro-carburants, dont le bilan carbone, en principe équilibré, est compensé par des effets négatifs, dont le premier est probablement la surface qu'ils occupent, au détriment des cultures alimentaires, des friches, des jachères et des forêts, gardiennes de la biodiversité « ordinaire ». Bref, les contentieux sont nombreux et divers entre agriculteurs et environnementalistes, mais une discussion plus approfondie sur ce sujet dépasse le cadre de cet article.

À l'opposé, l'agriculture biologique est plus consensuelle et le succès commercial croissant des produits étiquetés « bio » contribue à faire progressivement augmenter les surfaces consacrées à ces pratiques agricoles plus acceptables pour l'environnement.

Cette situation souvent conflictuelle est-elle inéluctable ou certaines convergences sont-elles possibles ?

Nous nous intéresserons à un cas particulier et positif lié à la culture de la Luzerne (*Medicago sativa* L.). Cette Fabaceae est un produit de grande culture, destiné avant tout à l'alimentation du bétail (mais elle est aussi marginalement un aliment diététique riche en azote, en vitamines et en sels minéraux). En France, la luzerne est surtout cultivée en Champagne, en région Centre et en Haute-Normandie. Les luzernières en tant que telles sont déjà très écologiquement « acceptables », puisqu'elles ne nécessitent que peu ou pas d'intrants et pas d'irrigation ; la luzerne enrichit modérément le sol en azote (fixé à partir de l'azote de l'air), disponible les années suivantes pour les cultures suivantes sur le même champ.

Une adaptation limitée des pratiques culturales des luzernières a été proposée dans la présente étude mise en place par COOP-de-France - Déshydratation, dans le but de rendre cette culture encore plus performante en termes de bénéfices écologiques, notamment pour les papillons de jour (Lépidoptères Rhopalocères), les oiseaux, les chauves-souris, les sauterelles et criquets (Orthoptères) et les abeilles domestiques. Cet article traite essentiellement de l'effet de cette pratique sur les papillons de jour.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

GESTION DES PARCELLES

L'aménagement dans la gestion des parcelles-tests de luzerne consiste en une modification des modalités de récolte. Alors qu'habituellement, lors de chaque coupe, l'intégralité de la surface d'une parcelle est fauchée puis récoltée, les parcelles de luzerne aménagées ne sont pas fauchées sur une des deux bordures du champ, sur une largeur d'environ 7 m, correspondant à la largeur de la barre de coupe de la machine servant à faucher. Cette mesure est reproduite à chacune des quatre ou cinq coupes annuelles. Le côté de la parcelle non récolté change d'une coupe à l'autre : ainsi, si lors de la première coupe c'est la longueur « droite » de la parcelle qui n'est pas récoltée, ce sera la longueur « gauche » qui ne sera pas fauchée lors de la coupe suivante réalisée une quarantaine de jours plus tard, et ainsi de suite alternativement.

Les protocoles d'aménagement des parcelles de luzerne et de suivi des indicateurs ont été appliqués sur 24 sites en région Champagne-Ardenne, en Picardie et en Haute-Normandie. Dans ces régions, le paysage est uniformément agricole (grandes cultures), sans haies mais parfois avec des rangées d'arbres, pratiquement sans zones boisées.

Par site, on entend un ensemble de trois parcelles rapprochées (situées dans un environnement semblable et soumises à des conditions climatiques similaires) ainsi composé :

- une parcelle de luzerne dont la gestion est aménagée ; ces parcelles seront dénommées « luzernes (Lz) aménagées » ;

- une parcelle de luzerne dont la gestion n'est pas modifiée par rapport aux pratiques habituelles de récolte ; ces parcelles seront dénommées « luzernes (Lz) témoins » ;

- une parcelle de blé d'hiver conduite classiquement, selon les itinéraires culturaux habituels dans la région pour la culture du blé ; ces parcelles seront dénommées « céréales témoins » ou « céréales ».

Sauf pour 8 sites étudiés en 2010, les parcelles de luzerne (aménagées et témoin) étaient des parcelles de première année.

COMPTAGES DES RHOPALOCÈRES

Les comptages des papillons ont été réalisés conformément à la méthodologie du STERF (Manil *et al.*, 2006), elle-même inspirée par la méthode décrite par Pollard & Yates (1993), adaptée par Demerges (2002). C'est une méthode sans capture consistant à compter tous les papillons de jour (Lépidoptères Rhopalocères) observés le long de transects (dont la longueur : 300 m +/- 100 m), est fixée au début de l'étude) et qui sont parcourus systématiquement en 10 minutes lors de chacune des 5 visites annuelles (de mai à septembre). Les papillons, identifiés visuellement à l'espèce (méthode sans capture), sont comptés dans un cube virtuel de 5 m de côté se déplaçant avec l'observateur. Les résultats des études STERF ont été publiés par Manil *et al.* (2007-2010) et font l'objet de rapports annuels consultables en ligne sur le site de Vigie-Nature.

Les papillons de jour ont été suivis :

- en 2009 sur 15 sites en Champagne-Ardenne et,
- en 2010, sur 11 sites en Champagne-Ardenne (dont 8 sites déjà suivis en 2009 et en 2^e année en 2010, et 3 nouveaux sites avec des luzernes en 1^{ère} année) et 6 sites en Haute-Normandie (avec des luzernes en 1^{ère} année) (Tab. I).

TABLEAU I

Liste des communes des sites expérimentaux (2009-2010)

	Département	Commune du site	2009	2010
Champagne-Ardenne	Aube	Fontaine-Macon	X	
	Aube	La Motte-Tilly	X	
	Aube	Saint-Loup-de-Buffigny	X	
	Marne	Allemanche	X	X
	Marne	Châlons-en-Champagne - Mt Héry	X	
	Marne	Dampierre-au-Temple	X	X
	Marne	Epoye	X	
	Marne	Fère-Champenoise	X	X
	Marne	Fresne-lès-Reims (9)	X	X
	Marne	Cernon (12)	X	X
	Marne	Faux-Vésigneul (13)	X	X
	Marne	Somme-Tourbe (14)	X	X
	Marne	Songy (15)	X	X
	Marne	Dampierre-au-Temple b (6b)		X
	Marne	Somme-Suipe (14b)		X
	Ardennes	Ardennes	Alincourt (10)	X
Ardennes		Hannogne-Saint-Rémy (11)	X	
	Aisne, en limite de la Marne	Orainville (16)		X
Haute-Normandie	Eure	Ecouis Est		X
	Eure	Ecouis Nord		X
	Eure	La Bucaille		X
	Eure	Morgny		X
	Eure	Les-Thilliers-en-Vexin		X
	Eure	Tourny		X

Sur chaque site, six transects (t1-6) correspondant aux habitats suivants ont été suivis :

- t1 : bande de luzerne non fauchée
- t2 : centre de la parcelle de luzerne avec bande non fauchée
- t3 : centre de la parcelle de luzerne témoin
- t4 : bordure de la parcelle de luzerne témoin
- t5 : centre de la parcelle de céréale d'hiver
- t6 : bordure de la parcelle de céréale d'hiver.

L'analyse de la richesse spécifique des populations de papillons de jour étudie le nombre d'espèces présentes dans les différents habitats. L'abondance étudie les effectifs (nombre d'individus). Ces analyses sont complétées par le calcul de l'indice de Shannon-Weaver H' (Pielou, 1966) qui, en combinant richesse spécifique et abondance relative, renseigne

sur la répartition des individus dans les différentes espèces : à nombre d'espèces égal, H' est maximal lorsque toutes les espèces sont représentées équitablement, il est au contraire plus faible si une espèce domine sur les autres.

ANALYSES STATISTIQUES

Les données ont été saisies puis incluses dans une base de données Excel pour être analysées statistiquement. Des tests statistiques de comparaison des moyennes ont été réalisés sur les variables quantitatives obtenues à l'issue du suivi afin de comparer les différents milieux suivis. Les tests utilisés sont le test de Kruskal-Wallis (pour comparer plusieurs distributions entre elles) et le test de Student pour comparer les distributions deux à deux. Toutes ces analyses ont été faites au moyen du logiciel statistique R.2.12.1 (R Development Core Team (2010), www.-project.org).

RÉSULTATS

Notre base de données inclut 738 relevés (en général 6 transects par site et par date de passage, mais seulement 3 transects pour certains sites en 2010 (champs de luzerne aménagée de deuxième année où seuls les transects t1, t2 et t4 (bordure du même champ) ont été étudiés).

RICHESSSE SPÉCIFIQUE

La figure 1 présente la distribution des résultats de la richesse spécifique par transect pour les différents milieux suivis. Le tableau II présente la moyenne (M) de la richesse spécifique par transect et l'écart-type (σ) dans les différents habitats.

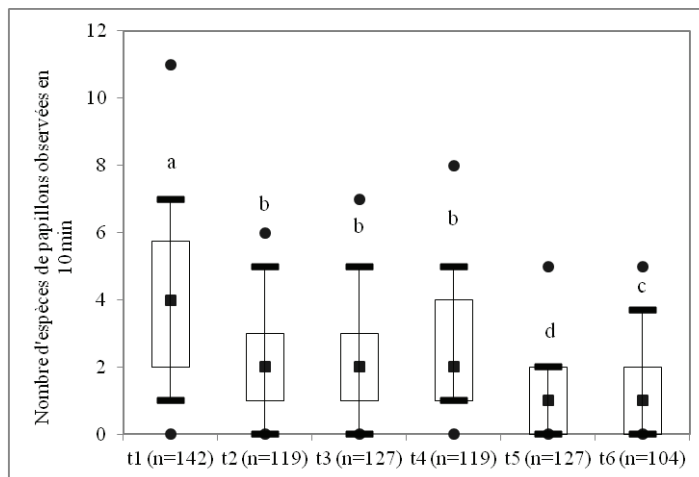


Figure 1. — Distribution des résultats richesse spécifique des rhopalocères par transect : médiane (■), avec quartiles (□), déciles (⌈) et valeurs extrêmes (●). Les lettres a b c d correspondent aux groupes statistiques significativement différents les uns des autres.

TABLEAU II

Moyenne (M) et l'écart-type (σ) de la richesse spécifique par transect dans les différents habitats

	t1 (n=142)	t2 (n=119)	t3 (n=127)	t4 (n=119)	t5 (n=127)	t6 (n=104)
Richesse spécifique moyenne / transect	M = 4,0 σ = 2,2	M = 2,4 σ = 1,5	M = 2,2 σ = 1,7	M = 2,7 σ = 1,8	M = 1,0 σ = 1,1	M = 1,5 σ = 1,4
Nb total d'espèces observées	31	17	24	29	15	15

Le nombre moyen d'espèces de papillons de jour observées en 10 minutes dans les bandes de luzerne non fauchées (t1) est très supérieur ($t = 5,44$, $p = 1,24 \cdot 10^{-7}$) à celui dénombré dans les bordures de parcelles de luzerne témoin (t4) et dans les autres milieux suivis. Les luzernes

gérées classiquement (t2, t3) présentent par ailleurs une richesse spécifique moyenne en rhopalocères supérieure à celle observée dans les bordures de céréales (t6) (par exemple, $t_3 > t_6$, $t = 3,76$, $p = 0,00022$). Le milieu logiquement le plus pauvre du point de vue de la diversité des espèces de papillons de jour est le centre des parcelles de blé (t5), qui présente une richesse spécifique plus faible que les bordures de ces mêmes parcelles ($t = 2,92$, $p = 0,0039$).

ABONDANCE

La figure 2 présente la distribution des résultats abondance des papillons de jour par transect pour les différents milieux suivis. Le tableau III donne l'abondance moyenne par transect de 10 minutes pour les six habitats suivis.

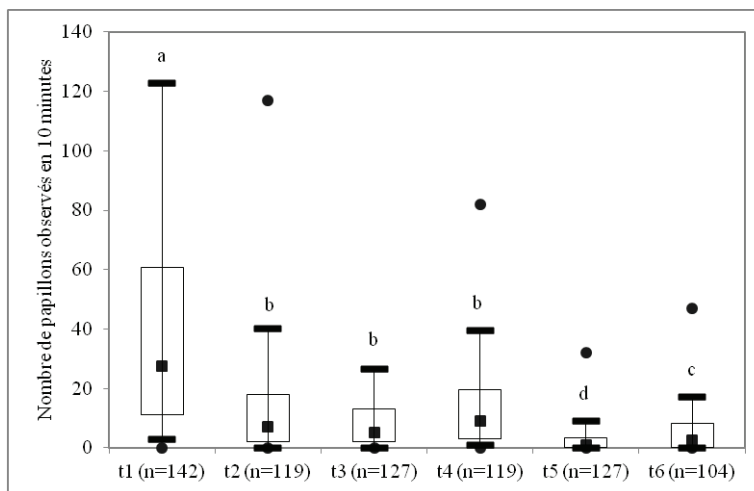


Figure 2. — Distribution des résultats abondance des rhopalocères par transect ; l'échelle ayant été adaptée pour faciliter la lecture, les points maximums pour t1 (556 individus) et t3 (176 ind.) n'apparaissent pas. Médiane (■), avec quartiles (□), déciles (┌) et valeurs extrêmes (●). Les lettres a b c d correspondent aux groupes statistiques significativement différents les uns des autres.

TABLEAU III

Abondance moyenne par transect de 10 minutes pour les six habitats suivis

t1 (n=142)	t2 (n=119)	t3 (n=127)	t4 (n=119)	t5 (n=127)	t6 (n=104)
M = 52,57	M = 14,93	M = 12,29	M = 15,32	M = 2,81	M = 5,87
$\sigma = 74,04$	$\sigma = 21,25$	$\sigma = 22,37$	$\sigma = 17,51$	$\sigma = 4,67$	$\sigma = 8,10$

Ces résultats d'abondance des papillons dressent la même tendance claire que les résultats relatifs à la richesse spécifique, avec des rhopalocères largement plus nombreux dans les luzernes non fauchées (t1) que dans les bordures des luzernes témoins (t4) ($t = 5,80$, $p = 3,38 \times 10^{-8}$) et que dans tout autre habitat suivi. Le plus grand intérêt de la luzerne de manière générale (t2 et t3) par rapport au blé (t5) et aux bordures des parcelles de blé (t6) est également confirmé par ces résultats.

ESPÈCES OBSERVÉES

Sur l'ensemble de l'étude, 13 595 papillons appartenant à 43 espèces (incluant deux couples d'espèces difficilement distinguables) ont été dénombrés. L'espèce la plus abondante était *Vanessa cardui*, mais cette observation « anormale » doit être mise en relation avec l'exceptionnelle migration de 2009. Les sept autres espèces les plus abondantes étaient *Pieris rapae*, *Colias croceus*, *Polyommatus icarus*, *Pieris brassicae*, *Aglais io*, *Colias hyale* et *Pieris napi*.

Le tableau IV donne le nombre total d'exemplaires de chaque espèce dénombrés par transect (2009-2010, tous sites confondus). Dans ce tableau, on voit que certaines espèces n'ont été vues qu'une seule fois en deux ans, alors que *Vanessa cardui* à lui seul représente près de 40 % du total. Par ailleurs, 20 % des espèces regroupent plus de 95 % des individus (l'influence de l'abondance exceptionnelle de *V. cardui* en 2009 influe peu sur ce pourcentage, qui reste de 94,4 % si on enlève ces 5 432 individus du calcul). L'analyse de l'impact des bandes non fauchées sur ces différentes espèces varie donc en fonction de la classe d'effectif dans laquelle se situe telle espèce.

TABLEAU IV

Nombre total d'exemplaires de chaque espèce dénombrés par transect (2009-2010, tous sites confondus)

Habitat	t1 (142 transects)	t2 (119)	t3 (127)	t4 (119)	t5 (127)	t6 (104)	Tous (738)
Nombre total d'individus	7 467	1 777	1 561	1 823	357	610	13 595
<i>Vanessa cardui</i>	3 406	637	602	449	157	181	5 432
<i>Pieris rapae</i>	1 112	410	316	502	107	254	2 701
<i>Polyommatus icarus</i>	946	301	287	420	14	67	2 035
<i>Colias croceus</i>	824	246	133	219	15	34	1 471
<i>Pieris brassicae</i>	260	45	80	55	36	28	504
<i>Aglais io</i>	326	26	49	31	10	12	454
<i>Pieris sp. (napi ou rapae)</i>	250	53	31	47	1	10	392
<i>Pieris napi</i>	66	12	24	32	6	3	143
<i>Issoria lathonia</i>	81	7	2	5	0	0	95
<i>Colias hyale</i>	36	20	10	14	2	0	82
<i>Aglais urticae</i>	69	3	2	0	0	0	74
<i>Maniola jurtina</i>	30	0	6	9	4	8	57
<i>Coenonympha pamphilus</i>	12	4	1	8	1	7	33
<i>Vanessa atalanta</i>	11	4	4	2	1	0	22
<i>Gonepteryx rhamni</i>	2	5	3	1	0	0	11
<i>Melanargia galathea</i>	8	0	0	3	0	0	11
<i>Pyronia tithonus</i>	2	0	0	7	0	0	9
<i>Colias sp. (hyale ou alfacariensis)</i>	4	1	2	1	0	0	8
<i>Papilio machaon</i>	3	2	2	1	0	0	8
<i>Argynnis paphia</i>	1	0	0	4	0	0	5
<i>Plebeius agestis</i>	1	0	0	2	1	1	5
<i>Polyommatus coridon</i>	4	1	0	0	0	0	5
<i>Celastrina argiolus</i>	2	0	1	1	0	0	4
<i>Leptidea sinapis</i>	2	0	0	0	0	2	4
<i>Anthocharis cardamines</i>	0	0	0	2	0	1	3
<i>Pararge aegeria</i>	0	0	1	1	1	0	3
<i>Polygonia c-album</i>	2	0	0	1	0	0	3
<i>Aporia crataegi</i>	2	0	0	0	0	0	2
<i>Boloria dia</i>	0	0	1	1	0	0	2
<i>Colias alfacariensis</i>	1	0	1	0	0	0	2
<i>Cupido minimus</i>	0	0	0	2	0	0	2
<i>Iphiclides podalirius</i>	1	0	1	0	0	0	2
<i>Apatura ilia</i>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Apatura iris</i>	0	0	0	0	1	0	1

Habitat	t1 (142 transects)	t2 (119)	t3 (127)	t4 (119)	t5 (127)	t6 (104)	Tous (738)
<i>Araschnia levana</i>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Coenonympha arcania</i>	0	0	0	1	0	0	1
<i>Cyaniris semiargus</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Lasiommata megera</i>	0	0	0	0	0	1	1
<i>Lycaena dispar</i>	0	0	0	0	0	1	1
<i>Melitaea parthenoides</i>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Plebeius argyrognomon</i>	0	0	0	1	0	0	1
<i>Polyommatus bellargus</i>	0	0	0	1	0	0	1
<i>Argynnis aglaja</i>	0	0	1	0	0	0	1
Nombre total d'espèces (41 + 2 groupes*)	31	17	24	29	15	15	43

* : *Pieris napi* et *rapae*, d'une part, et *Colias hyale* et *alfacariensis*, d'autre part, sont morphologiquement très proches, si bien qu'ils ne peuvent pas toujours être identifiés sans capture. Le protocole prévoit donc la possibilité de noter *Pieris* sp. et *Colias* sp., lorsque les conditions d'observation ne permettent pas de trancher.

LES SEPT ESPÈCES LES PLUS ABONDANTES

Sept espèces ont été observées à plus de 100 individus : *Colias croceus*, *Aglais io*, les trois *Pieris* (*P. brassicae*, *P. rapae* et *P. napi*), *Polyommatus icarus* et *Vanessa cardui*. Si *Vanessa cardui* et *Colias croceus* sont des grands migrants, les cinq autres sont sédentaires. Toutes ces espèces sont nettement plus abondantes sur les bandes de luzerne gérées (t1), mais il existe des variations saisonnières marquées, non détaillées ici : en résumé, la fin de l'été est la période où l'intérêt des bandes non fauchées est le plus marqué pour presque toutes ces espèces (sauf pour *Vanessa cardui*, dont la migration exceptionnelle en juin-juillet 2009 et la quasi-absence en 2010 rend l'analyse de ce paramètre ininterprétable).

Seules deux de ces espèces peuvent à l'état larvaire se nourrir de luzerne : *Polyommatus icarus* (sédentaire) et *Colias croceus* (migrateur). Les imagos de toutes ces espèces exploitent les fleurs de luzerne comme source de nectar, mais la consommation de luzerne par les chenilles des deux dernières espèces est un élément favorable supplémentaire qu'il n'est pas possible de dissocier de la consommation de nectar par les imagos dans le cadre de cette étude.

INDICE DE DIVERSITÉ SPÉCIFIQUE

Étant donné l'importance des effectifs de *V. cardui* en 2009, l'indice de Shannon-Weaver H' (logarithme de base 10) pour les papillons observés dans les différents milieux suivis lors de l'étude a été calculé une première fois en intégrant l'ensemble des données puis une seconde fois sans intégrer les effectifs de *V. cardui* de 2009, avec les résultats suivants (Tab. V).

Ces résultats illustrent bien l'influence de la forte abondance de *Vanessa cardui* en 2009 qui, en fréquentant massivement les bandes de luzerne non fauchées (t1), influence négativement l'équitabilité dans ce milieu (et dans les autres où la proportion de *V. cardui* est importante). Lorsque les effectifs 2009 de *V. cardui* sont extraits du calcul, ce sont bien les bandes non fauchées qui présentent la plus grande diversité de papillons.

TABLEAU V

Indice de Shannon-Weaver H' (logarithme de base 10) pour les papillons observés dans les différents milieux suivis lors de l'étude

	t1	t2	t3	t4	t5	t6
Toutes données confondues	0,76	0,75	0,77	0,80	0,68	0,70
Toutes données sauf <i>Vanessa cardui</i> 2009	0,88	0,74	0,79	0,76	0,70	0,63

IMPACT DE L'ÉTAT DE DÉVELOPPEMENT DE LA LUZERNE

La richesse spécifique et l'abondance des papillons ont aussi été analysées en fonction de l'état de la végétation de la luzerne (taille et floraison), quel que soit le type de gestion des champs. Quatre classes de hauteur de végétation et de développement ont été considérées : (1) 0 à 25 cm, (2) 26 à 50 cm, (3) + de 50 cm, avec quelques fleurs et (4) + de 50 cm, avec de nombreuses fleurs. Les figures 3 et 4 présentent respectivement la distribution des résultats richesse spécifique et abondance par transect de 10 minutes pour les différentes classes de hauteur / développement de la luzerne ; le tableau VI donne moyenne et écart-type pour ces deux variables selon la classe de hauteur.

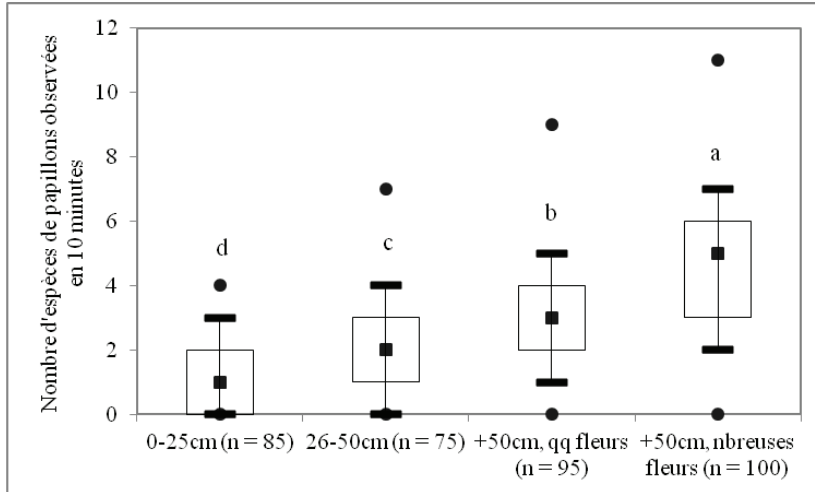


Figure 3. — Distribution des résultats richesse spécifique par transect pour les 4 classes de hauteur / développement de la luzerne.

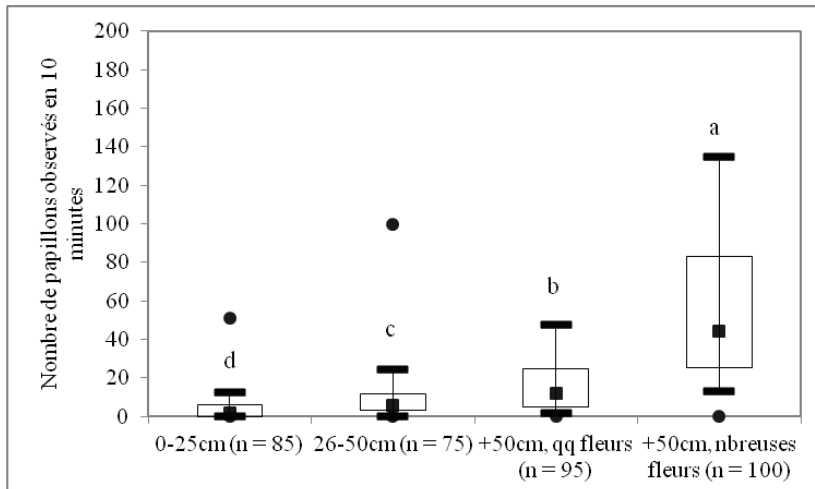


Figure 4. — Distribution des résultats d'abondance par transect de 10 minutes pour les 4 classes de hauteur / développement de la luzerne ; l'échelle ayant été adaptée pour faciliter la lecture, les points maximums pour la classe « +50 cm, qq fleurs » (556 individus) et « +50 cm, nombreuses fleurs » (312 ind.) n'apparaissent pas ici.

TABLEAU VI

Richesse spécifique et abondance (moyenne et écart-type) par transect de 10 minutes pour les différentes classes de hauteur de la luzerne

	0-25 cm	26-50 cm	+50 cm, qq fleurs	+50 cm, nombreuses fleurs
Nombre espèces / transect	M = 1,33 $\sigma = 1,12$	M = 2,25 $\sigma = 1,49$	M = 2,86 $\sigma = 1,72$	M = 4,72 $\sigma = 2,01$
Nombre papillons / transect	M = 4,93 $\sigma = 7,84$	M = 10,68 $\sigma = 15,45$	M = 27,44 $\sigma = 64,00$	M = 65,60 $\sigma = 63,45$

Les luzernes présentant de nombreuses fleurs sont significativement plus attractives pour les rhopalocères que celles qui ne présentent que quelques fleurs, que ce soit sur l'indicateur richesse spécifique ($t = 6,94$, $p = 6,10 \cdot 10^{-11}$) ou sur l'abondance ($t = 4,18$, $p = 4,44 \cdot 10^{-5}$). De manière générale, plus la luzerne est développée plus la diversité des papillons est importante. Ces résultats sont essentiels, car ils montrent que la floraison est bien un critère déterminant pour la concentration des imagos de papillons et qu'une gestion permettant de conserver en permanence une partie du champ en fleur est bénéfique pour la lépidofaune. Le tableau VII met en évidence que le mode de gestion retenu est efficace pour proposer ces floraisons abondantes, et montre par ailleurs que la gestion classique de la luzerne (t2 et t3) offre ponctuellement sur l'ensemble des parcelles de production ces fortes abondances florales.

TABLEAU VII

État des luzernes en fonction de la zone de relevé (en % du nombre de transects effectués)

	0-25 cm	26-50 cm	+50 cm, qq fleurs	+50 cm, nombreuses fleurs
t1 (n = 123 transects)	4 %	5 %	24 %	67 %
t2 (n = 124)	34 %	30 %	27 %	9 %
t3 (n = 108)	35 %	30 %	29 %	6 %

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DES AUTRES INDICATEURS

D'autres groupes animaux ont aussi été étudiés pour mesurer l'intérêt de la pratique des bandes non fauchées de luzerne ; les résultats résumés des deux ans de suivi sont les suivants :

Pour les *oiseaux* (suivi uniquement pendant un an), des tendances positives sur l'abondance et la richesse spécifique des populations sont apparues, qui ne peuvent cependant être rattachées à la seule présence de la bande non fauchée du fait d'un effet site apparent et de plusieurs biais expérimentaux (observateurs, plus grande facilité d'observation dans les parcelles fauchées). Il est toutefois à noter que plusieurs observations qualitatives ont mis en évidence que les bandes de luzerne non fauchées permettaient à des nichées d'être sauvées de la destruction mécanique liée au passage de la faucheuse, et que cet habitat fleuri constituait une source alimentaire en insectes pour les oiseaux.

Pour l'*abeille domestique (Apis mellifera)*, les bandes de luzerne non fauchées ont également constitué une source privilégiée de nectar, permettant aux colonies de réaliser des réserves plus importantes que dans un paysage dépourvu de ces bandes fleuries. Le fort intérêt mellifère de la luzerne, traduit directement pour l'apiculteur par des récoltes de miel plus importantes, a clairement été retrouvé en Haute-Normandie en 2010.

Les *Chiroptères* (chauves-souris) et les *Orthoptères* (sauterelles-criquets) n'ont apparemment pas été favorisés par la présence des bandes de luzerne en fleurs. Seule la Pipistrelle commune, espèce de chauve-souris la plus courante, semble avoir davantage fréquenté cet habitat que les luzernes témoins ou les céréales. Mais les multiples réserves à apporter à ce résultat (effet du paysage notamment) ne permettent pas de valider cette conclusion.

Plus de détails pour ces groupes peuvent être trouvés dans le rapport exhaustif, disponible en ligne sur le site *Biodiversité-luzerne*.

DISCUSSION

La gestion différenciée des luzernes a un effet bénéfique très marqué tant sur l'abondance que sur la richesse spécifique des papillons de jour. Cette différence est très significative. Ces bandes représentent une source alimentaire en nectar très fortement exploitée par les papillons adultes, plus particulièrement en fin de saison (Manil & Chagué, 2010), quand les autres sources nectarifères se raréfient alentour. Elles contribuent aussi probablement à une meilleure reproduction des nombreuses espèces dont les imagos se concentrent et se nourrissent dans les bandes non fauchées. Cet effet probable sur la reproduction est encore plus direct pour les espèces dont la chenille peut se nourrir de luzerne (comme *Colias croceus* et *hyale* et *Polyommatus icarus* dans notre étude).

La présence permanente de fleurs nectarifères semble être un élément déterminant dans l'attractivité de la luzerne, même si cette attirance n'est pas identique pour toutes les espèces (Dennis, 2010) ; si la modification du mode de récolte testée s'est révélée efficace pour assurer une présence quasi permanente entre juin et septembre d'une surface significative de luzerne en pleine floraison, le fait que les parcelles de luzerne gérées classiquement (habitats t2 et t3 de notre étude) présentent ponctuellement une forte abondance florale, faisant du cœur de ces parcelles de production des sources ponctuelles mais massives de nectar, plus attractives pour les papillons que les bordures de parcelles de céréales et pas moins que les bordures des luzernières, constitue une bonne illustration de l'intérêt naturel direct de la culture de luzerne pour de nombreux organismes consommateurs de nectar.

Cette étude montre que des modifications à la marge de certaines pratiques culturales peuvent, si elles sont judicieusement choisies, avoir des répercussions positives significatives sur la biodiversité. La pratique des bandes gérées de luzerne en est un bon exemple, mais elle ne peut occulter d'autres approches positives comme le maintien de bandes herbeuses, de bosquets ou de talus fleuris sans parler du choix et des modalités de l'utilisation des intrants.

En termes de coût, la pratique des bandes non fauchées a entraîné une perte de rendement que l'on peut évaluer à environ 7 %, dont le coût a été totalement pris en charge par les organisateurs de l'étude. Une agriculture plus respectueuse de l'environnement est certainement souhaitable, mais elle a un coût en termes de rendement et/ou de frais supplémentaires qui se répercuteront sur les comptes de l'exploitation. Ce coût doit-il être pris en charge par la collectivité, au titre du bénéfice environnemental qu'elle procure, être répercuté sur le prix final payé par le consommateur ou amputer le bénéfice de l'exploitant ? Cette question délicate mérite d'être posée, mais nous nous gardons de prendre position sur ce sujet éminemment politique dans le cadre d'un travail dont l'objectif est uniquement scientifique.

REMERCIEMENTS ET CRÉDITS

Les relevés ont été effectués par Alain Sauvage (LPO Champagne-Ardenne) (2 sites), Guillaume Geneste et Violaine Tiberghin (Association Nature du Nogentais) (3 sites), Stéphane Bellenoue (CPIE Souleine Dhuys) (4 sites), Luc Manil (MNHN, ALF) (6 sites), et Jean-Pierre Frodello (LPO Haute-Normandie) (6 sites, uniquement en 2010). Nous remercions Anne-Laure Gourmand, Benoît Fontaine et Romain Julliard (MNHN), pour leurs conseils méthodologiques et statistiques, et tout particulièrement COOP-de-France - Déshydratation, qui a mis en place et contribué au financement de cette étude, et en particulier Thierry Maleplate, Denis Le Châtelier et Eric Guillemot. Cette étude a également été soutenue par la région Champagne-Ardenne, le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, FranceAgriMer et ARVALIS. Nous remercions également les agriculteurs qui ont participé à cette étude et tous les intervenants professionnels et associatifs qui ont contribué aux relevés des groupes autres que les papillons de jour.

RÉFÉRENCES

- DEMERGES, D. (2002). — *Proposition de mise en place d'une méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères et Zygaenidae dans les Réserves Naturelles de France*. Réserves Naturelles de France et Office pour les Insectes et leur Environnement du Languedoc-Roussillon, Quétigny, France.
- DENNIS, R.L.H. (2010). — *A resource-based habitat view for conservation: Butterflies in the British landscape. Appendix 3 « Nectar sources of British Butterflies »*. Wiley-Blackwell Publ.

- MANIL, L. (interview de) (2011). — Dossier : Où sont passés les papillons ? *L'Écologiste*, n° 35, vol. 12, n° 2 : 39-41.
- MANIL, L. & CHAGUÉ, J. (2010). — Essais luzerne et biodiversité : un impact positif pour les papillons (Lepidoptera : Rhopalocera). *Lépidoptères (Paris)*, 20, 49: 79-87.
- MANIL, L., LERCH, A. & JULLIARD, R. (2008). — Phénologie et répartition par types d'habitats des Rhopalocères d'Île-de-France (Lepidoptera : Rhopalocera). Exploitation des données du STERF (2005-2008). *Lépidoptères (Paris)*, 17, 41: 95-109.
- PIELOU, E.C. (1966). — Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use and measure. *Am. Nat.*, 100: 463-465.
- POLLARD, E. & YATES, T.J. (1993). — *Monitoring butterflies for ecology and conservation*. Chapman & Hall, London.
- ROY, D.B., ROTHERY, P. & BRERETON, T. (2007). — Reduced-effort schemes for monitoring butterfly populations. *J. Appl. Ecol.*, 44: 993-1000.
- THIÉBEAU, P., BADENHAUSSER, I., MEISS, H., BRETAGNOLLE, V., CARRÈRE, P., CHAGUÉ, J., DECOURTYE, A., MALEPLATE, T., MÉDIÈNE, S., LECOMPTE, P., PLANTUREUX, S. & VERTÈS, F. (2010). — Contribution des légumineuses à la biodiversité des paysages ruraux. *Innovations Agronomiques*, 11: 187-204.

LIENS INTERNET

- RAPPORT GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE BIODIVERSITÉ-LUZERNE : <http://www.biodiversite-luzerne.com/>
- MANIL L. *et al.* - Protocole STERF : www2.mnhn.fr/vigie-nature/spip.php?rubrique4.
- MANIL L., LERCH A., FONTAINE B. & JULLIARD R. — Suivi Temporel des Rhopalocères de France (STERF) - Bilan 2005-2011. vigienature.mnhn.fr/sites/vigienature.mnhn.fr/files/.../STERF2011.pdf
- NOMENCLATURE UTILISÉE. — *Fauna Europaea* : http://www.faunaeur.org/taxon_tree.php?id=0,1,54070,2,3,4,7