Etude des Rhopalocères

Atlas de la Biodiversité Chalonnaise

Dorian Angot

STAGE DE LICENCE PROFESSIONNELLE « ESPACES NATURELS » BIOLOGIE APPLIQUEE AUX ECOSYSTEMES EXPLOITES

Table des matières

I. Introduction 1
II. Matériel et méthode 2
A. Principes 2
B. Zone d'étude 2
C. Description des transects 3
D. Comptages 5
E. Enregistrement des données 6
F. Période 6
G. Contraintes Météorologiques 6
H. Analyse des données 7
III. Résultats 8
A. Transects et conditions de réalisation 8
B. Espèces inventoriées 9
C. Richesse spécifique, fréquences relatives et d'occurrences 9
D. Statut communal 12
E. Variations de la Richesse spécifique selon la typologie des sites 13
F. Variation de la diversité alpha selon la typologie des sites 13
G. Evolutions saisonnières 16
Richesse spécifique 16
Densité 17
H. Mode de gestion des secteurs inventoriés 19
Comparaison des différents modes de gestion 19
Comparaison entre milieux pâturés et fauchés 21
Diversité β entre les sites d'un même milieu géré différemment 22
I. Cortèges par type de milieux 24
Les coteaux 25
Les Landes 28
Les Prairies Mésophiles 30
Les Prairies humides 32
Les Boisements 34
Les Zones de parc/Agrément 36
Les Bords de routes 37

IV. Discussion 39
Conclusion 42
Bibliographie 43
Sitographie : 44
Annexes 45

Photos : ©Dorian Angot

Table des figures

Figure 1. Articulation des inventaires dans le cadre de l'Atlas de la Biodiversité Chalonnaise 2
Figure 2. Localisation des secteurs inventoriés 5
Figure 3. Matérialisation de la "boîte virtuelle" de relevés 5
Figure 4. Répartition par famille des espèces chalonnaise (N=55) 9
Figure 5. Répartition par famille des espèces chalonnaises observées durant l'échantillonnage par transects 9
Figure 6.Distribution des transects en fonction du nombre d'espèces inventoriés 9
Figure 7. Fréquences d'occurrence des espèces observées sur les transects 10
Figure 8. Diagramme rang-fréquence des espèces observées sur les transects (N=42) 11
Figure 9. Boxplots montrant la Richesse spécifique par transect en fonction de la typologie 13
Figure 10. Boxplots représentant la diversité par type de milieu 14
Figure 11. boxplots représentants l'équitabilité par type de milieu 15
Figure 12. Evolution temporelle de la richesse spécifique observée par type de milieu 16
Figure 13. Evolution temporelle de la densité en fonction de la typologie et des passages 18
Figure 14. Boxplots de la richesse spécifique, l'indice de Shannon (H') et celui de Pielou (J) selon la conduite des milieux 20
Figure 15. Densité cétonique moyenne en fonction de la conduite du milieu et des différents passages 21
Figure 16. Résultats de L'AFC prenant en compte abondances spécifiques par type de milieu 24
Figure 17. Coteau de Petit Grésigné 25
Figure 18. Coteau des Ligerais 25
Figure 19. Diagramme rang-fréquence – Coteaux 25
Figure 20. Mélitée des scabieuses, M.parthenoides 26
Figure 21. Mélitée orangée, M.didyma 26
Figure 22. Gazé, A.crataegi 26
Figure 23. Cuivré commun, L.phlaeas 26
Figure 24. Cuivré fuligineux, L.tityrus 26
Figure 25. Flambé, I.podalirius 27
Figure 26. Belle dame, V.cardui 27
Figure 27. Marbré de cramer, E.crameri 27
Figure 28. Grande tortue, N.polychloros 27
Figure 29. Lande de l'Armangé 28
Figure 30. Diagramme rang-fréquence – Landes 28
Figure 31. Lande de la Dauphineté 28
Figure 32. Hespérie du dactyle, T.lineola 28
Figure 33. Sylvain azuré, L.reducta 29
Figure 34. Argus vert, C.rubi 29
Figure 35. Petite tortue, A.urticae 29
Figure 36. Prairie de la Bodinière 30
Figure 37. Prairie de l'île 30
Figure 38. Diagramme rang-fréquence – Prairies Mésophiles 30
Figure 39. Fadet commun, C.pamphilus 30
Figure 40. Myrtil, M.jurtina 31
Figure 41. Souci, C.crocea 31
Figure 42. Carte géographique, A.levana 31
Figure 43. Robert le diable, P.c-album 31

Figure 44. Diagramme rang-fréquence – Prairies humides 32
Figure 45. Prairie de candais 32
Figure 46. Prairie du Layon 32
Figure 47. Piéride du navet, P.napi 32
Figure 48. Mélitée des scabieuses, M.parthenoides 33
Figure 49. Aurore, A.cardamines 33
Figure 50. Bois de la montée de Pierre-coût 34
Figure 51. Diagramme rang-fréquence – Boisements 34
Figure 52. Bois des Ligerais 34
Figure 53. L'Amaryllis, P.tithonus 34
Figure 54. Tircis, P.aegeria 35
Figure 55. Thècle du chêne, Q.quercus 35
Figure 56. Piéride du chou, P.brassicae 35
Figure 57. Diagramme rang-fréquence – prairies périurbaines (« parc/agrément ») 36
Figure 58. Secteur du Coteau Moreau 36
Figure 59. Parc de la Deniserie 36
Figure 60. Mélitée du plantain, M.cinxia 36
Figure 61. Azuré commun, P.icarus 37
Figure 62. Diagramme rang-fréquence – Bords de routes 37
Figure 65. Demi-deuil, M.galathea 37
Figure 63. Route de Montjean 37
Figure 64. Route de la Bourgonnière 37
Figure 66. Azuré des Nerpruns, C.argiolus 38
Figure 67. Point de Hongrie, E.tages 38
Figure 68. Azuré de la faucille, C.alcetas 38

Table des Tableaux

Tableau 1. Milieux inventoriés pour les Rhopalocères 3
Tableau 2.Statistiques descriptives de la variable "longueur des transects" 8
Tableau 3. Résultats du test non paramétrique de Wilcoxon, Mann & Whitney appliqué aux différentes variables pour comparer la fauche et le pâturage. 21
Tableau 4. Résultats des indices de diversité β 23

Table des annexes

Annexe 1. Bilan des espèces observées en 2015 et leurs plantes hôtes d'après Lafranchis, 2010 et Perrein, 2012. 45
Annexe 2. Localisation des transects en milieu de Parc/Agrément 48
Annexe 3. Localisation des transects en milieu landicole 49
Annexe 4. Localisation des transects sur les Coteaux 50
Annexe 5. Localisation des transects dans les milieux boisés 51
Annexe 6. Localisation des transects sur les prairies mésophiles 52
Annexe 7. Localisation des transects sur les Prairies humides 53
Annexe 8. Localisation des transects en bords de routes 54
Annexe 9. Tableau des données soumis à l'AFC reprenant les abondances par transect selon la typologie de milieu 55

I. Introduction

Les Lépidoptères Rhopalocères, appelés plus communément papillons de jour figurent parmi les groupes d'insectes les plus utilisés en terme d'inventaires du fait de leur statut bio-indicateur. Ils sont en effet de bons indicateurs pour étudier les milieux ouverts. Avec 261 espèces en France dont 113 connues en Maine et Loire (LEPI'NET, 2012), il existe une vraie diversité.

Le Papillon que l'on voit voler dans une prairie, dans son jardin ou au coin d'un bois n'est en fait que le reflet d'une vie larvaire plus ou moins exigeante. Les Rhopalocères ne peuvent pas être considérés sans la/les plante(s) hôte qui abrite(nt) les chenilles. La présence des espèces dépend de façon non négligeable de ces dernières. La nature d'un milieu et son évolution dans le temps va influencer de façon importante les cortèges présents. La diversité des milieux qu'ils occupent et leurs identifications généralement relativement aisées les rendent intéressants et incontournables à prendre en compte. Toutes ces caractéristiques font de ce groupe un véritable indicateur sensible qu'il est nécessaire d'étudier lorsque l'on s'intéresse aux milieux ouverts.

Il ne faut pas être scientifique pour se rendre compte que les densités de papillons subissent des baisses importantes … Des travaux sur le long terme ont montré que certaines espèces disparaissent de nos territoires par une artificialisation croissante des milieux et un dérèglement climatique grandissant (Biohistoire des papillons- PERREIN, 2012). Sur les territoires voisins de Loire Atlantique et Vendée, se sont respectivement 20 et 23 espèces qui ont disparu au 20^{e} siècle (PERREIN, 2012). La fragilité de ce taxon vis-à-vis des menaces subies en fait un indicateur pertinent à étudier.

Avec 57 espèces connues, la commune possède une grande richesse spécifique. On trouve sur le territoire des espèces aux exigences écologiques variées. Les milieux thermophiles (coteaux, pelouses, fruticées, …) semblent jouer un rôle important dans cette diversité. Aucune espèce protégée n'est connue sur le territoire Chalonnais. Par contre, il est important de souligner que dix espèces sont déterminantes ZNIEFF en Pays de la Loire. Ces espèces sont affiliées aux milieux thermophiles, comme *Spialia sertorius,* l'Hespérie des sanguisorbes (LAFRANCHIS, 2010). Il est cependant important de ne pas négliger l'importance des espèces dites « communes » ou « ordinaires ».

Si la présence/absence des espèces semble bien cernée sur le territoire, les connaissances sur leurs répartitions semblent lacunaires. De plus, les connaissances actuelles du territoire ne prennent pas en compte les milieux dans lesquelles les espèces sont observées. C'est dans ce cadre qu'il a été décidé de se focaliser en 2015 sur l'étude de ce taxon à l'échelle communale en prospectant différents milieux. Cela répond à un double objectif, celui de compléter la répartition des espèces dans un maillage de 1x1 km, mais aussi d'étudier les cortèges présents par type de milieu. La présente étude formule dans ce cadre un état des lieux à une échelle locale du peuplement présent en analysant différents paramètres. Une première approche comparative de la gestion des milieux permet d'évaluer l'évolution des espèces présentes en fonction de la conduite du milieu.

II. Matériel et méthode

A. Principes

Dans le cadre du programme ABC, trois types de méthodes d'inventaire pour les Lépidoptères-Rhopalocères peuvent être envisagées : l'étude des imagos, celle des chenilles et celle des pontes (TANGUY & GOURDAIN, 2011). L'étude menée en 2015 sur Chalonnes s'est focalisée sur les imagos. Les œufs peuvent être intéressants pour détecter certaines espèces comme Thecla *betulae*, la Thècle du bouleau mais leurs recherches s'avèrent souvent très chronophages. Aucun protocole spécifique n'a donc été mis en place mais les recherches ponctuelles vivement encouragées. La même méthode est appliquée aux chenilles.

Dans le cadre de l'Atlas de la Biodiversité Chalonnaise et de sa méthodologie, **il a été décidé de faire correspondre différents niveaux d'inventaires : des inventaires ciblés, des inventaires standardisés et des données ponctuelles** (Figure 1).

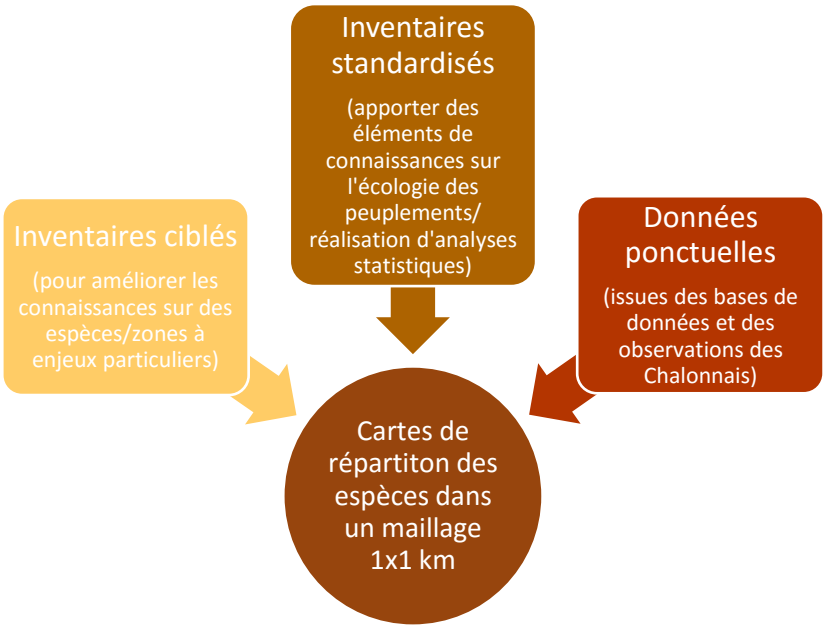


Figure 1. Articulation des inventaires dans le cadre de l'Atlas de la Biodiversité Chalonnaise

Le recensement des Lépidoptères Rhopalocères est souvent lié à la réalisation de comptages au moyen de transects. Cette méthode a été mise en place dès la seconde moitié du 20e siècle par les anglais avec le « Butterfly Monitoring Scheme » (MOORE, 1975). La méthode a permis de montrer que les Rhopalocères constituent de bons indicateurs du maintien de l'ouverture des milieux mais aussi de leur conservation (POLLARD & YATES, 1993). En France, ce type d'inventaires a été mis en place en 2006 par le MNHN avec le lancement du STERF (Suivi Temporel des Espèces Rhopalocères de France) dont le protocole de ce rapport est inspiré. La réalisation de ce protocole constituera la phase d'inventaires standardisés. Aucun inventaire ciblé n'a été mis en œuvre pour ce taxon en 2015. Les données ponctuelles n'ont pas toutes été récupérées auprès des différents partenaires. Les cartes de répartition des différentes espèces ne sont donc pas éditées dans le présent rapport.

B. Zone d'étude

La commune de Chalonnes-sur-Loire possède des milieux très diversifiés. La mosaïque de milieux présents sur le territoire permet une grande hétérogénéité et donc une grande richesse. De nombreuses espèces vivent sur les coteaux qui surplombent les différents cours d'eau de la commune

(Jeu/Armangé/Saint-Denis). Les parcelles bocagères en haut de ces coteaux présentent aussi un véritable intérêt pour les Rhopalocères. Les zones humides communales jouent aussi leurs rôles dans cette mosaïque. Le décalage phénologique de la floraison des espèces permet aux espèces de trouver une ressource nectarifère au milieu de l'été.

Les bords de routes, non fauchés en période estivale, peuvent jouer un véritable rôle de refuge. Ils peuvent permettre une connexion entre les différentes populations. Le linéaire routier étant important sur la commune, ces milieux représentent un véritable enjeu.

La présence de quelques secteurs périurbains gérés comme des prairies est intéressante à noter (fauche annuelle). Ils représentent un biotope intéressant pour plusieurs espèces.

La commune de Chalonnes-sur-Loire présente des surfaces boisées peu importantes. Les quelques boisements se situent sur les coteaux. Le peuplement d'arbres y est alors relativement jeune et éparse. Ces zones sont intéressantes à étudier pour détecter les espèces arboricoles.

Les huit espèces déterminantes ZNIEFF sont connues localement sur le territoire sans aucune idée précise de leur répartition réelle. L'analyse des données bibliographiques montre une grande hétérogénéité de connaissances : certaines zones n'ont jamais été prospectées alors que l'on recence dans certains jardins la présence de 48 espèces.

C. Description des transects

De façon à étudier les Rhopalocères sur la commune, il a été nécessaire de procéder à la sélection d'un nombre défini de sites d'échantillonnages. Les sites ont été choisis en fonction des grandes unités de milieux favorables aux Rhopalocères sur la commune. La majorité des milieux relevant du statut privé, il a fallu contacter les propriétaires pour obtenir leur accord afin de mener les prospections. Un accent particulier a aussi été mis sur les propriétés communales (Les Ligerais et les prairies humides du Layon) afin d'avoir un état des lieux de ce taxon sur les sites.

L'échantillonnage réalisé est donc stratifié. Par contre, le choix des zones par typologie peut être considéré comme aléatoire car effectué en début de stage sans préjugés des différents secteurs.

Les milieux échantillonnés sont répertoriés dans le tableau ci-dessous. **Sept types de milieux ont été définis reprenant les principaux milieux favorables aux rhopalocères. Pour chaque type de milieu, deux secteurs géographiquement distincts ont été choisis. Pour chaque secteur, trois transects ont été géo-localisés. Ce qui représente un total de 42 transects sur le territoire communal.**

Tableau 1. Milieux inventoriés pour les Rhopalocères

Milieux	**Localisation**
Coteau	Les Ligerais
	Le Petit Grésigné
Lande	L'Armangé
	La Dauphineté
Boisement	Les Ligerais
	La Montée de Pierre Coûts
Prairie humide	Le Plan d'eau du Layon
	La Prairie de candais
Prairie naturelle mésophile	La Bodinière
	L'île

Parc/Zone d'agrément	Le Parc de la Deniserie
	Le Coteau Moreau
Bord de route	Route de Montjean
	La Guittière

Les milieux échantillonnés sont majoritairement « ouverts » d'un point de vue des strates en présence (strate herbacée). Cependant, le milieu boisé est intéressant à échantillonner car certaines espèces y sont affiliées (ex : *Limenitis reducta,* le Sylvain Azuré). La typologie « boisement » a donc été retenue à ce titre.

Pour la Typologie « Coteau », les deux zones retenues pour l'inventaire présentent des gestions différentes. La première, sur les Ligerais est laissée en libre évolution en attendant une remise au pâturage tandis que la seconde est exploitée par pâturage bovin. Ces deux zones sont incluses dans le projet Trame sèche piloté par le CPIE Loire-Anjou et la Chambre d'Agriculture.

La Typologie « Lande » traduit le plus souvent une étape intermédiaire dans les successions écologiques suite à un abandon du pâturage ou un déboisement. Ce milieu est souvent temporaire en l'absence de gestion (notion de landes régressives[1]). Les milieux retenus pour cette typologie sont une ancienne zone boisée entretenue par pâturage ovin (Zone de l'Armangé) et une lande à Ajonc d'Europe, *Ulex Europaeus* et Genêt à balais, *Cytisus scoparius* (La Dauphineté)

Pour la Typologie « Boisement », des bois clairs ont été retenues car potentiellement plus favorables aux cortèges de Rhopalocères.

Les Prairies humides choisies présentent un caractère hydromorphe marqué, elles sont fauchées annuellement.

Les Prairies naturelles mésophiles retenues ne font pas l'objet d'une même gestion. La première dans le secteur de la Bodinière est pâturée régulièrement tandis que la seconde est une prairie de fauche.

Les Zones de « Parc/Agréments » sont communales. Elles sont entretenues une fois par an par fauche durant la première quinzaine de juin.

Les bords de routes sont nombreux sur la commune, le choix des zones a été effectué de façon à optimiser la couverture communale en termes d'inventaire.

[1] **Les landes secondaires** (ou régressives), c'est-à-dire dont l'origine provient de la régression de la végétation, dans la majorité des cas d'un défrichement forestier antérieur. Ces landes artificielles ou semi-naturelles sont donc liées à une intervention humaine directe ; en ce sens, on les qualifie parfois de landes « anthropiques ». Si l'action humaine dont elles ont fait l'objet s'arrête, leur évolution naturelle les conduira à redevenir un milieu boisé et donc à disparaître.

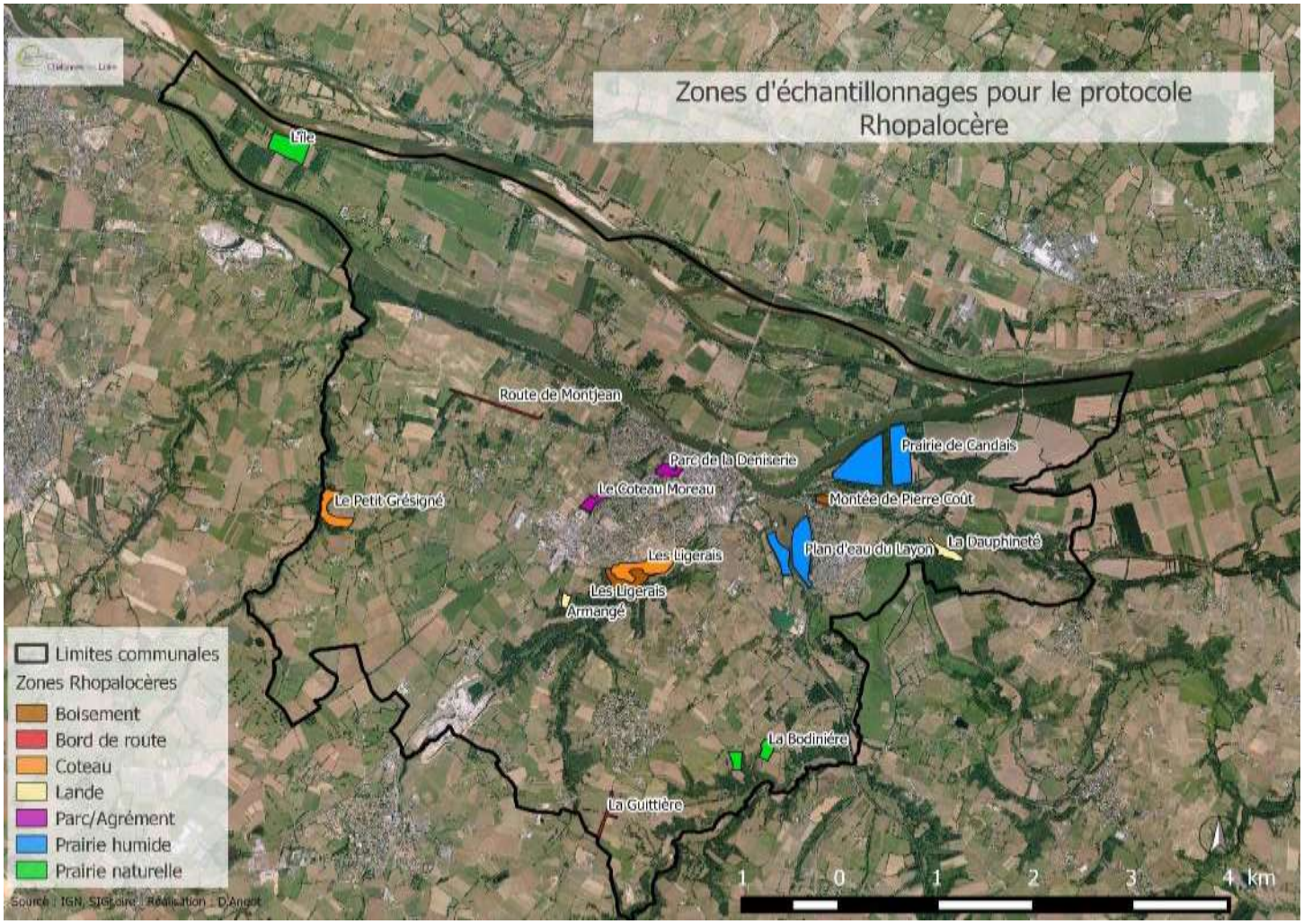


Figure 2. Localisation des secteurs inventoriés

D. Comptages

Les captures sont réalisées à l'aide d'un filet. Les relevés ont été réalisés par une même personne tout au long du suivi de façon à limiter le biais « observateur ».

Les transects sont de longueurs variables (50 à 500m) contrairement au temps de parcours qui est standardisé dans ce protocole. Le transect devra être parcouru en 10 minutes (+/- 1 minutes) (STERF, 2007). L'observateur doit se considérer comme à la limite postérieure d'une boîte virtuelle de 5 m de côté avançant avec lui (Figure 3) Tous les papillons ont été comptés, soit directement si l'espèce le permet, soit par capture des individus, puis indentification rapide ou stockage dans une boîte non hermétique et identification à la fin du transect.

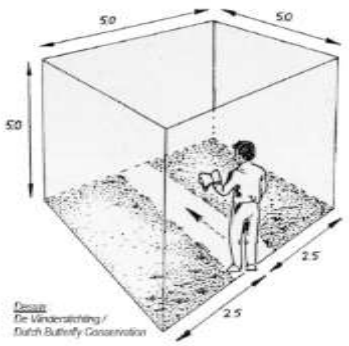


Figure 3. Matérialisation de la "boîte virtuelle" de relevés

Lors du comptage, seuls les individus présents dans la boîte virtuelle ont été comptés pour disposer de données standardisées comparables entre sites. Une

prospection complémentaire de quelques minutes a été effectuée une fois le transect réalisé de façon à noter de façon qualitative les espèces ayant « échappé » au comptage.

En cas de forte abondance d'une espèce ou d'un genre non identifié, les individus ont été recensés au niveau du groupe (ex : Mélitées) puis à la fin du transect un échantillon d'individus a été capturé pour attribuer un effectif en fonction du pourcentage de capture.
Dans la mesure du possible, le passage répété d'un individu dans la « boîte » ne sera pris en compte qu'une seule fois.

Sur chaque milieu échantillonné, 3 transects de 10 minutes sont réalisés simultanément de façon à homogénéiser les données par site et avoir des données les plus précises et les moins biaisées possible.

E. Enregistrement des données

Les données ont été enregistrées dans un carnet de terrain relatant les conditions abiotiques, les espèces et les effectifs observés. Ces données ont ensuite été saisies sur Excel de façon à pouvoir être analysées.

F. Période

Quatre visites ont été réalisées comme le préconise le protocole STERF. Ces visites ont été réparties sur la période la plus propice aux différentes espèces, c'est-à-dire entre avril et Juillet. Quinze jours sont laissés au minimum entre chaque visite. Par manque de temps et exigence de rendu des rapports, aucun passage en août n'a pu être réalisé.

Mois	**Avril**			**Mai**				**Juin**				**Juillet**				
Semaines	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31
Réalisation des transects	**X**			**X**						**X**				**X**	**X**	

G. Contraintes Météorologiques

Les transects ont été effectués aux heures les plus chaudes de la journée soit dans un créneau entre 10 et 18 heures. D'autres contraintes s'imposent de façon à standardiser au maximum la récolte des données :

- La couverture nuageuse ne doit pas excéder 75%
- Aucun relevé n'est effectué par temps pluvieux
- Le vent doit être inférieur à 30 km/h (les petites branches se plient, la poussière s'envole)
- La température extérieure doit être d'au moins 13°C si le temps est ensoleillé à faiblement nuageux ou d'au moins 17°C si la couverture nuageuse est supérieure à 10%.

H. Analyse des données

Le protocole d'échantillonnage réalisé avait pour objectif de compléter la répartition des différentes espèces sur le territoire communal mais aussi d'analyser par type de milieu les cortèges présents. La rigueur d'échantillonnage a pour cette raison été nécessaire. Les inventaires ont permis d'obtenir une base de données qu'il a été nécessaire d'analyser pour comparer certains sites entre eux.

Pour analyser les données, certaines informations comme la richesse spécifique (nombre d'espèces observées) sont facilement analysables sur les sites. L'occurrence des espèces sur les transects a permis de représenter graphiquement les fréquences d'occurrences des différentes espèces. Cet indicateur se calcule en divisant le nombre de sites où l'espèce a été inventoriée par le nombre de sites suivis. Les fréquences d'occurrences et les observations ponctuelles recueillies ont permis d'attribuer un statut communal de rareté aux différentes espèces.

La diversité spécifique apporte des informations complémentaires de la richesse spécifique en prenant en compte un autre paramètre : la régularité des différentes espèces (équitabilité). Le calcul d'indices permet de mesurer ces deux paramètres. La régularité d'une espèce est liée à sa fréquence et donc à son abondance sur chaque milieu. Les calculs sont intéressants dans le cas présent pour comparer les peuplements de rhopalocères entre eux.

Il est intéressant de rappeler qu'il existe différents types de diversités, deux d'entre elles ont été mesurées.

- La diversité α : elle quantifie la diversité au sein d'un même écosystème, en mettant en relation les effectifs d'espèces présentes (la richesse spécifique) et leurs fréquences relatives.
- La diversité β : elle compare la diversité entre écosystèmes et mesure le taux de remplacement des espèces dans différents milieux avec des gradients de conditions abiotiques (topographie, climat, habitat) dans une zone géographique donnée.

Selon la typologie mise en place, des variations de la diversité et de la richesse spécifique ont été mesurées. Des tests non paramétriques de Kruskal-Wallis et de Wilcoxon, Mann & Whitney ont été réalisés afin d'observer si les différences de médianes observées étaient significatives statistiquement. Si l'on confronte une variable qualitative à deux modalités avec une variable quantitative, le test U de Wilcoxon, Mann & Whitney est utilisé. S'il y a plus de deux modalités qualitatives, c'est le test de Kruskal-Wallis qui est utilisé.

Les inventaires se sont réalisés au moyen de quatre passages sur chaque transect. Durant ces derniers, des variations de la richesse spécifique et de la densité cénotique [2] ont été mesurées. Les représentations graphiques ont alors permis d'analyser ces évolutions.

Les Rhopalocères fréquentent surtout les milieux ouverts. Ces zones, souvent maintenues par l'action humaine peuvent présenter différentes gestions (aucune/fauche/pâturage). Selon la conduite des différents milieux il paraissait intéressant de mesurer si les évolutions observées étaient différentes statistiquement. Pour cela, différents paramètres ont été pris en compte : richesse spécifique, diversité α, densité cénotique. La mesure de la diversité β a permis d'observer les différences entre les sites d'une même typologie gérés différemment.

Le relevé de données quantitatives durant l'échantillonnage a permis de mesurer les fréquences relatives des différentes espèces en fonctions du type de milieu et a ainsi permis de tracer des diagrammes rang-fréquences. L'analyse de ces diagrammes a précisé les cortèges d'espèces par type

[2] Densité globale du peuplement

de milieu. Une AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) a permis d'observer la répartition des espèces selon le type de milieu.

III. Résultats

A. Transects et conditions de réalisation

Les transects réalisés ont des longueurs variables (Tableau 2), ces longueurs dépendent du milieu. Dans le cadre de l'application du STERF, il a été préférable de standardiser le temps de parcours des transects (10 min +/- 1min) plutôt que leurs longueurs. Pour les 42 transects réalisés, la longueur moyenne est de 321,6m. On peut cependant observer certaines variations selon le type de milieu : les transects en bords de route et au sein des prairies humides ont une longueur moyenne nettement supérieure (respectivement 445,8 et 443,4m). Ces milieux ont généralement des densités inférieures ce qui permet le parcours d'un linéaire plus important sur le temps de prospection. Une amplitude importante de la longueur des transects peut être notée : le plus court mesure ainsi 131,6 m (Coteau) et le plus long 560,5 (bords de route).

Type	Moyenne	écart-type	Intervalle inter-quartile	min	25%	50%	75%	max	N
Total	**321,60**	**106,07**	**151,80**	**131,60**	**247,08**	**300,35**	**398,88**	**560,50**	**42**
Boisement	**229,80**	44,07	71,05	180,40	193,65	226,25	264,70	285,60	6
Bord de route	**445,23**	98,31	149,58	317,20	370,85	454,00	520,43	560,50	6
Coteau	**281,47**	87,38	91,70	131,60	247,68	304,55	339,38	368,40	6
Lande	**206,08**	39,40	59,60	158,80	178,93	198,75	238,53	256,10	6
Parc/Agrément	**325,63**	63,22	97,33	245,50	283,53	317,60	380,85	399,00	6
Prairie humide	**443,40**	33,10	31,83	401,80	423,83	441,80	455,65	496,90	6
Prairie mésophile	**319,60**	46,37	49,28	277,40	290,83	300,35	340,10	398,50	6

Tableau 2.Statistiques descriptives de la variable "longueur des transects"

Les conditions météorologiques pour la réalisation des passages ont été fixées (cf. Contraintes Météorologiques). Cependant, il est difficile de pouvoir les respecter exactement à chaque passage sur les transects. Le premier passage et le troisième ont été réalisés dans des conditions optimales. Pour le deuxième et le quatrième, il a fallu composer avec les aléas climatiques. Pour le second passage (en mai), la couverture nuageuse était assez importante avec un vent modéré. Un secteur de prairie humide n'a alors pas pu faire l'objet de prospections lors de ce passage pour cause de crue de la Loire (prairies du Layon). Lors du quatrième passage, il a été difficile de trouver des conditions optimales pour réaliser l'inventaire. Les conditions caniculaires ne laissaient que très peu de temps en matinée pour réaliser les transects. Aux heures les plus chaudes, la température extérieure était tellement importante que les papillons ne volaient plus. Malgré ces quelques biais, la météo de la saison était assez propice à la réalisation des inventaires.

B. Espèces inventoriées

Les recherches bibliographiques et les consultations de bases de données locales ont permis de montrer la présence de 55 espèces de Rhopalocères sur le territoire communal. Cette richesse est non négligeable. Cependant, ces données ne distinguent pas les espèces rares et occasionnelles des espèces régulières sur la commune.

L'échantillonnage effectué entre avril et juillet 2015 a permis de suivre les principaux milieux de la commune et d'observer les cortèges d'espèces par type de milieu**. Ces prospections ont permis l'observation de 42 espèces sur les 55 connues sur le territoire. Si l'on ajoute à ces données les données ponctuelles hors transects, 51 espèces ont été observées en 2015**. Aucune espèce faisant l'objet de statut réglementaire n'a été observée. Les espèces chalonnaises ne sont pas protégées par la loi mais certaines sont déterminantes ZNIEFF (10 espèces).

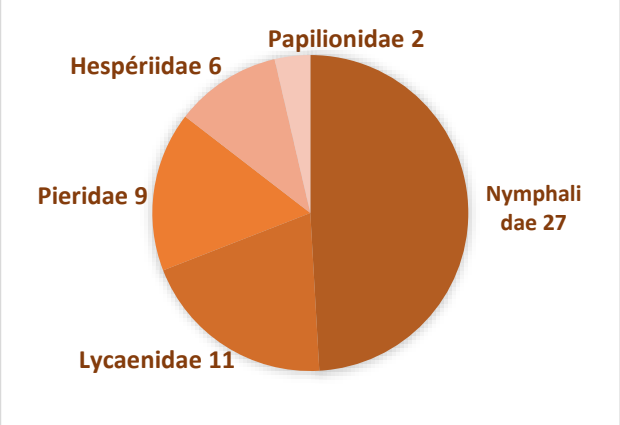


Figure 4. Répartition par famille des espèces chalonnaise (N=55)

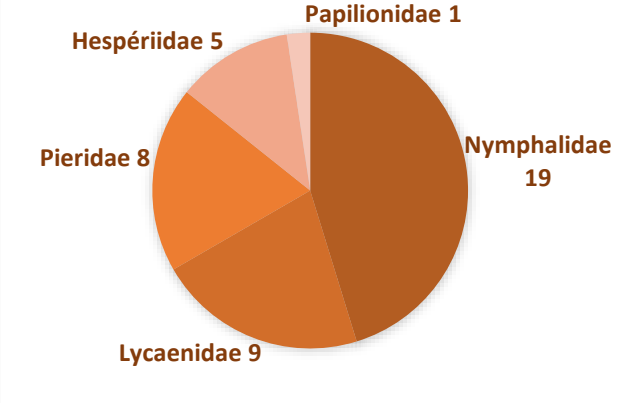


Figure 5. Répartition par famille des espèces chalonnaises observées durant l'échantillonnage par transects

C. Richesse spécifique, fréquences relatives et d'occurrences

Les 42 transects réalisés et la hiérarchisation des échantillons (7 typologies, 2 secteurs par typologie, 3 transects par secteur) ont permis d'observer un nombre variable d'espèces sur les différents transects dont la distribution figure ci-dessous. Une classification par intervalles égaux a été effectuée.

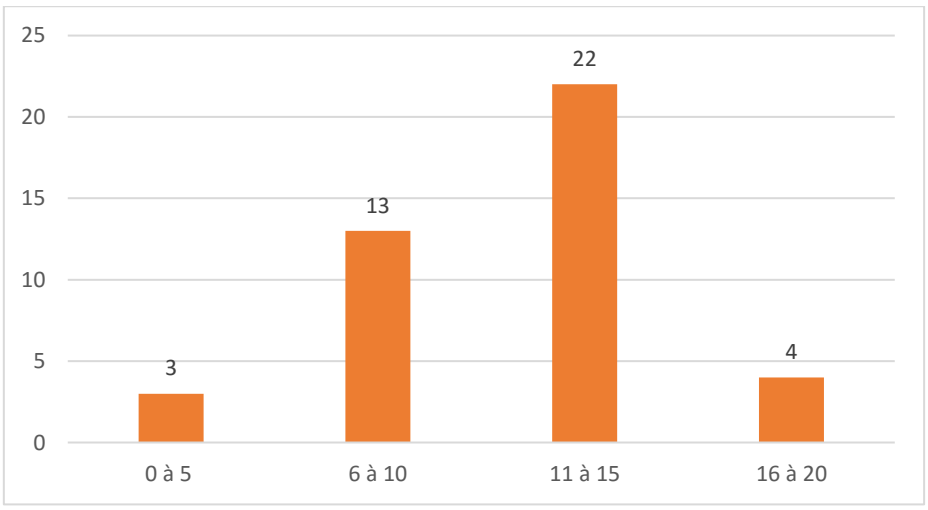


Figure 6.Distribution des transects en fonction du nombre d'espèces inventoriés

La figure permet d'observer *que* la moitié des transects présente une richesse spécifique entre 11 et 15 espèces. Le nombre moyen d'espèces par transect (tout passages cumulé) est de 11,3 espèces (écart type : 3,4). Aucun transect ne fait exception hormis quatre ayant une richesse spécifique supérieure. Seuls trois sites présentent une richesse spécifique nettement inférieure, il s'agit de sites en zones inondables donc très peu favorables aux Rhopalocères (prairies du Layon). Ces derniers cumulent l'observation de quatre et cinq espèces observées.

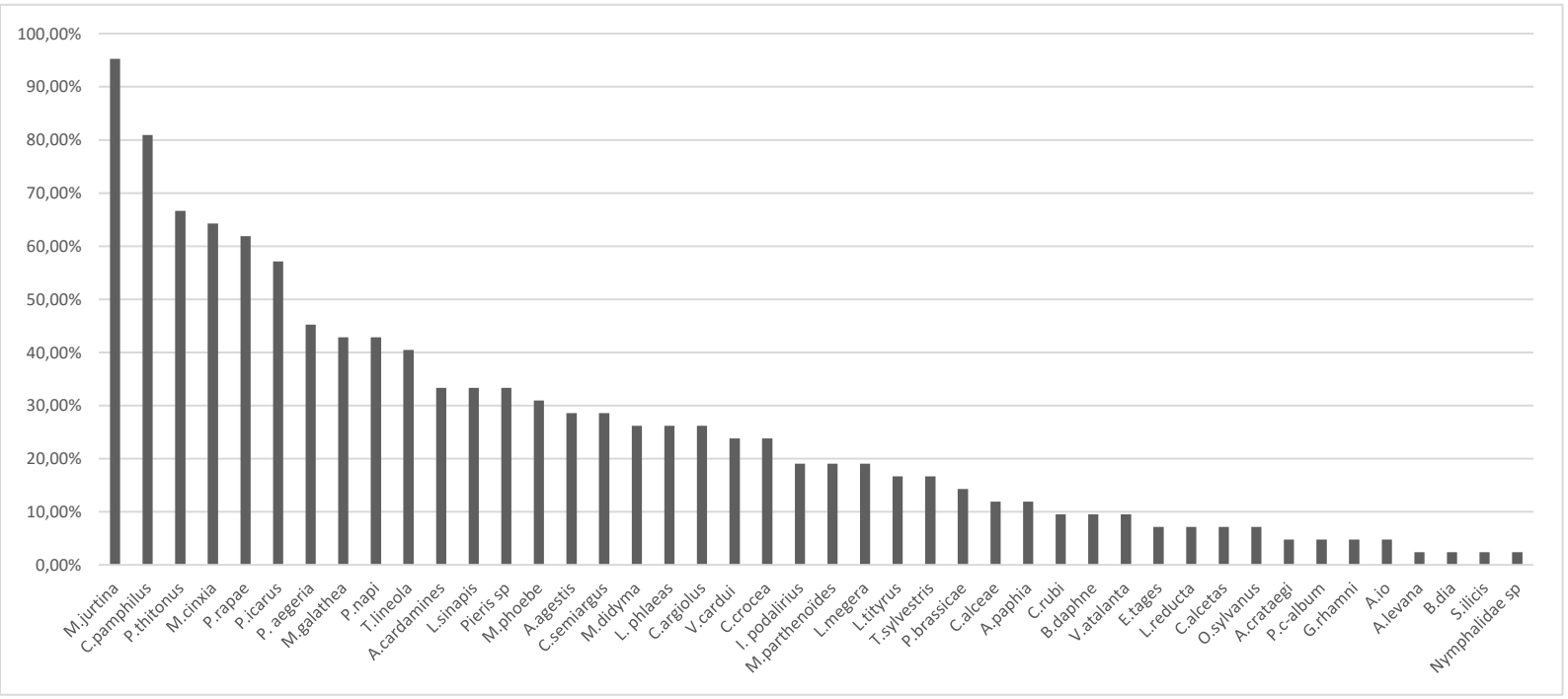


Figure 7. Fréquences d'occurrence des espèces observées sur les transects

A partir de l'occurrence des espèces sur les différents transects, le diagramme de la Figure 7**Erreur ! ource du renvoi introuvable.** a pu être tracé. L'espèce la plus présente est le Myrtil (*Maniola jurtina)*, cette espèce très ubiquiste est présente dans 95% des transects (N=40).

Les deux espèces suivantes en termes d'occurrences sont aussi très communes, il s'agit de l'Amaryllis (*Pyronia tithonus)* et du Fadet commun (*Coenonympha pamphilus)*. Ces deux espèces sont respectivement présentes dans 67 et 81 % des transects (N=34 et N=28). Avec la Mélitée du plantain (*Melitaea cinxia*), la Piéride de la rave (*Pieris rapae*) et l'Azuré commun (*Polyommatus icarus*), ce sont les espèces les plus fréquemment contactées sur le territoire communal (plus de 50% des transects).

Les autres espèces sont moins régulières. Certaines ont été observées uniquement sur un transect. C'est le cas du Thècle de l'Yeuse (*Satyrium ilicis*) et de la Petite violette (*Boloria dia*). Ces espèces semblent donc localisées sur la commune.

D'autres espèces sont présentes sur seulement deux transects. C'est le cas pour le Gazé (*Aporia crataegi*), Le Robert le diable (*Polygonia c-album*), le Citron (*Gonepteryx rhamni*) et le Paon du jour (*Aglais io*). Ces espèces ne sont pas pour autant toutes localisées. Pour certaines comme le Citron les prospections ont débuté en dehors de la période la plus favorable. Le Robert le diable fréquente souvent les milieux de lisières. Or les transects réalisés se situent majoritairement en milieu ouvert ce qui peut expliquer le faible nombre d'observation dans l'échantillonnage.

Au vu du nombre moyen d'espèces par site (11) et des fréquences d'occurrences des espèces on peut noter qu'il existe des variations selon les transects. Si le nombre d'espèces peut parfois être assez

proche, la Figure 7 nous montre que les espèces ne sont pas présentes de façon homogène. Malgré tout, le cortège de base est semblable dans la majorité des milieux (espèces plus ou moins ubiquistes).

Sur le diagramme figurent au même titre que les espèces les taxa Pieris sp. et Nymphalidae sp. Ils correspondent à des observations d'individus qui n'ont pas été capturés et dont l'identification se fait très difficilement en vol. La méthode prévoit la recherche d'individus post-transect si certains n'ont pu l'être pendant mais tout ceci ne peut être réalisé uniquement en cas de fortes abondances. En cas de faibles abondances, il est alors souvent difficile de rattraper les individus manqués au premiers coup ce qui vaut l'apparition des dénominations *Pieris* sp. et *Nymphalidae* sp. sur le graphique.

La mesure des effectifs par transects permet de tracer au même titre que le diagramme des occurrences, un diagramme rang-fréquence basé sur les fréquences relatives mesurées pour les différentes espèces (Figure 8). On remarque alors que les espèces ne figurent pas dans le même ordre sur les deux figures. L'espèce figurant au rang 1 est par contre identique : le Myrtil (*M.jurtina*). Cette espèce représente à elle seule plus de 25% des individus observés.

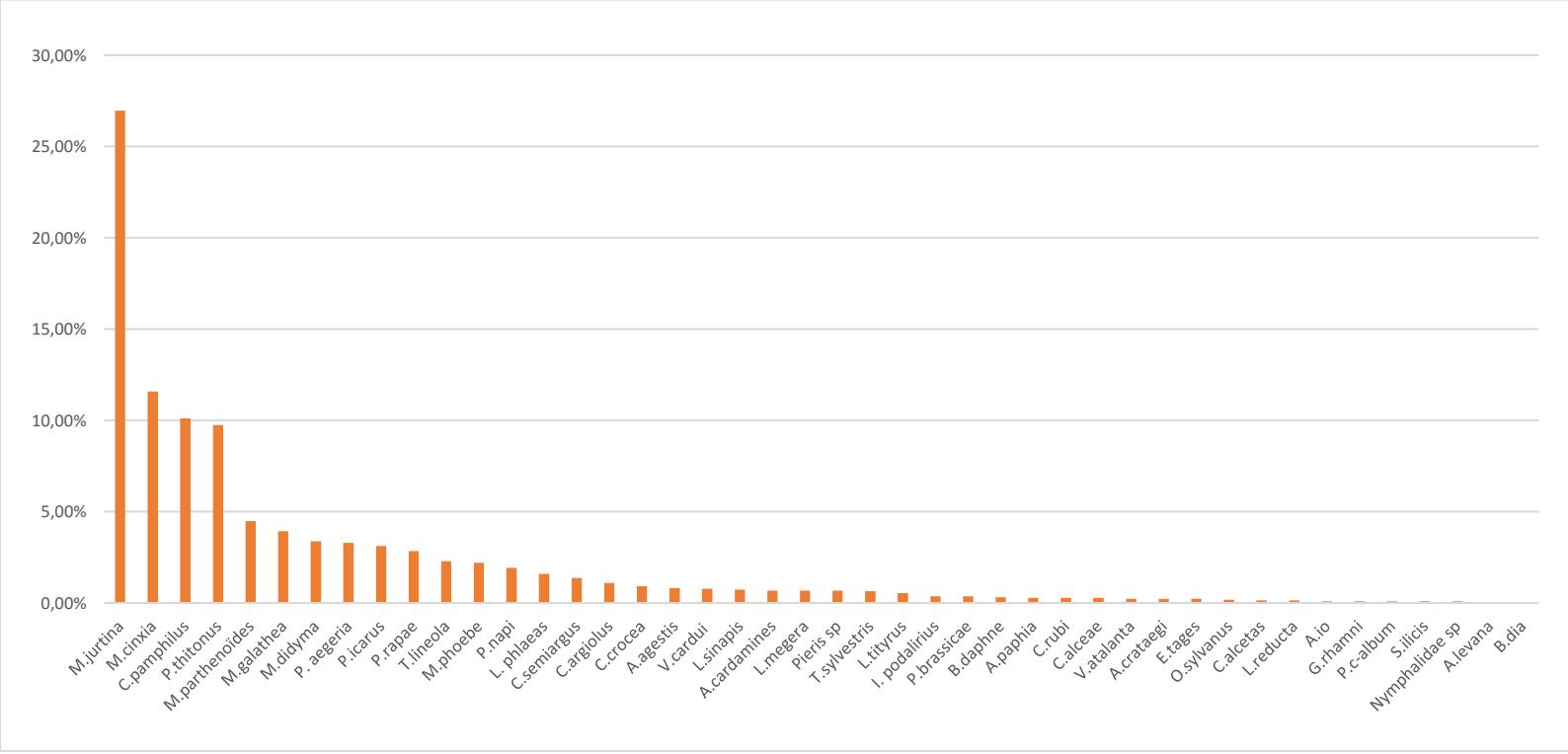


Figure 8. Diagramme rang-fréquence des espèces observées sur les transects (N=42)

Certaines espèces sont très régulières (fréquences d'occurrences élevées) mais généralement peu abondantes (fréquences relatives faibles). C'est le cas pour l'Aurore (*Anthocharis cardamines*) qui est présente au rang 11 en termes d'occurrences et au rang 21 pour les abondances. A l'inverse, certaines espèces sont très localisées (fréquences d'occurrences faibles) mais sur les stations sur lesquelles on peut les trouver elles sont abondantes (fréquences relatives élevées). Citons par exemple la Mélitée orangé (*Melitaea didyma*) présente au 17e rang en termes d'occurrence et au 7e pour les d'abondances. D'autres sont très régulières et en effectifs importants, c'est le cas pour les espèces ubiquistes comme l'Amaryllis (*P.tithonus*) ou le Fadet commun (*C.pamphilus*). Ces espèces figurent dans les premiers rangs sur les deux diagrammes.

D. Statut communal de rareté

En se basant sur les occurrences des observations de 2015 et en comparant les espèces observées durant la saison (données ponctuelles + échantillonnage), un statut communal de rareté a été affecté aux 55 espèces de Rhopalocères. Les statuts ont été attribués de la façon suivante :

- espèce rare et localisée : fréquence d'occurrence < 5% ou espèce non observée durant les transects
- espèce peu fréquente : fréquence d'occurrence de 5 à 10 %
- espèce assez commune : fréquence d'occurrence de 10 à 20 %
- espèce commune : fréquence d'occurrence de à 20 à 30 %
- espèce très commune : fréquence d'occurrence > 30%
- Manque de données : Espèce sans doute sous prospectée car difficile à détecter

Pour certaines espèces, peu notées durant l'échantillonnage mais observées régulièrement en données ponctuelles, la classe de statut a été modifiée. Ainsi, le Vulcain (*V.atalanta*), noté sur moins de 10% des transects devrait figurer avec le statut peu fréquent. Or, il a régulièrement été observé durant les prospections « ponctuelles » ce qui le fait figurer dans la classe espèce « Assez commune ».

Statut communal	Espèces		
Rare et localisée	*Aglais urticae*	*Lampides boeticus*	*Satyrium ilicis*
	Apatura ilia	*Limenitis camilla*	*Satyrium pruni*
	Boloria dia	*Issoria lathonia*	*Spialia sertorius*
	Euchloe crameri	*Melitaea athalia*	
Peu fréquente	*Araschnia levana*	*Cupido alcetas*	*Papilio machaon*
	Brenthis daphne	*Gonepteryx rhamni*	*Polygonia c-album*
	Callophrys rubi	*Limenitis reducta*	*Quercusia quercus*
	Carcharodus alceae	*Nymphalis polychloros*	
Assez commune	*Aglais io*	*Lasiommata megera*	*Vanessa cardui*
	Aporia crataegi	*Lycaena tityrus*	*Vanessa atalanta*
	Argynnis paphia	*Melitaea parthenoides*	
	Erynnis tages	*Pieris brassicae*	
	Iphiclides podalirius	*Thymelicus sylvestris*	
Commune	*Anthocharis cardamines*	*Colias croceus*	*Ochlodes sylvanus*
	Celastrina argiolus	*Lycaena phlaeas*	
	Cyaniris semiargus	*Melitaea didyma*	
Très commune	*Aricia agestis*	*Melitaea cinxia*	*Polyommatus icarus*
	Coenonympha pamphilus	*Melitaea phoebe*	*Pyronia tithonus*
	Leptidea sinapis	*Pararge aegeria*	*Thymelicus lineola*
	Maniola jurtina	*Pieris napi*	
	Melanargia galathea	*Pieris rapae*	
Manque de données	*Thecla betulae*		

Les statuts affichés ne sont pas figés, ils représentent un état des lieux des connaissances actuelles sur le territoire Chalonnais conduit sur l'année 2015.

E. Variations de la Richesse spécifique selon la typologie des sites

La mise en place d'une typologie de sites et la stratification de l'échantillonnage qui en découle a permis d'étudier les principaux milieux de la commune tout en faisant apparaitre les cortèges présents.

Selon les milieux, une variation de la richesse spécifique peut être observée. Elle parait maximale pour les secteurs de Coteau et de lande. Viennent ensuite les Prairies non humides (qualifiées ici de mésophiles), puis les secteurs de parc/Agrément. Les Zones de boisements et les prairies humides semblent avoir une richesse spécifique nettement inférieure. Ces différences sont significatives statistiquement comme le montre la réalisation d'un test de Kruskal-Wallis (chi-squared = 22.6181, df = 6, p-value = 0.000935). Ce sont les milieux les plus thermophiles qui présentent une richesse spécifique supérieure (coteau/lande). La richesse spécifique semble donc suivre un gradient d'humidité. En termes de richesse, les différences observées sont donc importantes selon la typologie définie.

Pour les milieux qualifiés de « lande » l'affirmation précédente semble à relativiser car on observe de grandes variations selon les transects comme le montre l'intervalle interquartile de la boîte à moustache correspondante.

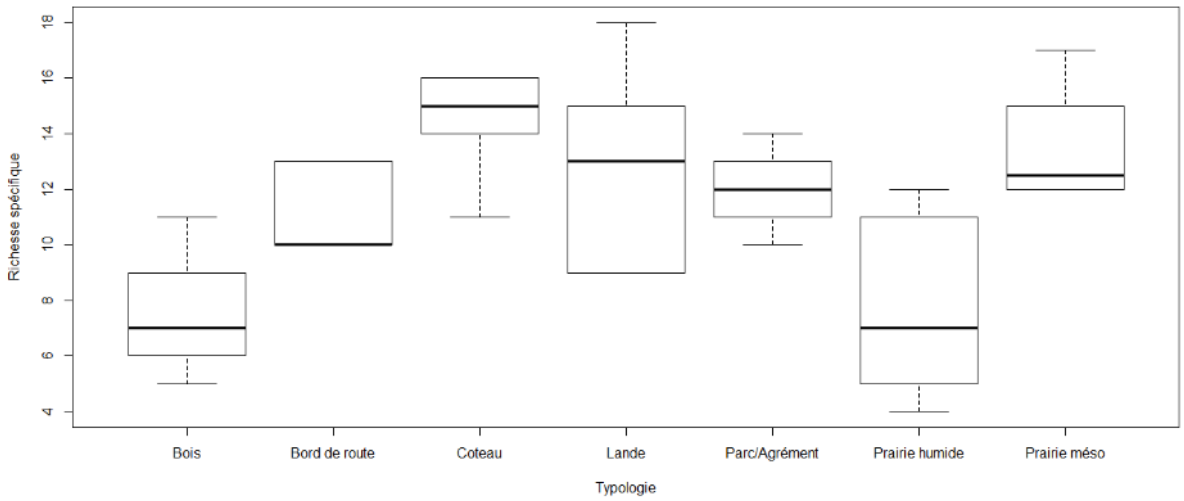


Figure 9. Boxplots montrant la Richesse spécifique par transect en fonction de la typologie

F. Variation de la diversité alpha selon la typologie des sites

L'indice de Shannon-Wiener :

Cet indice prend en compte le nombre d'espèces et l'abondance relative des individus observés. Une communauté dominée par une seule espèce aura un coefficient moindre qu'une communauté dont toutes les espèces sont codominantes. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres) à ln(S) (lorsque toutes les espèces ont la même abondance). Ainsi, plus la valeur sera élevée, plus il y aura d'espèces à répartition égales dans le peuplement.

L'indice est défini de la façon suivante :

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} (\ln(fi) \times fi)$$

S : Nombre d'espèce sur la zone échantillonnée

$$fi = \frac{Nombre\ d'individus\ de\ l'espèce}{Nombre\ total\ d'individus}$$

L'indice de Pielou :

Cet indice mesure l'équitabilité des fréquences (régularité des espèces). Il vient en complément de l'indice précédent. Sa valeur sera d'autant plus élevée que les fréquences des différentes espèces seront égales. Son calcul se base sur celui de l'indice de Shannon-Wiener.

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

S : Nombre d'espèce sur la zone échantillonnée

Les Figure 10 et 11 ci-dessous, illustrent respectivement à l'aide de boxplots les variations de la diversité des peuplements (indice de Shannon, H') et celle de l'Equitatbilité (Indice de Pielou, J). Des variations des valeurs médianes peuvent être notées (traits gras).

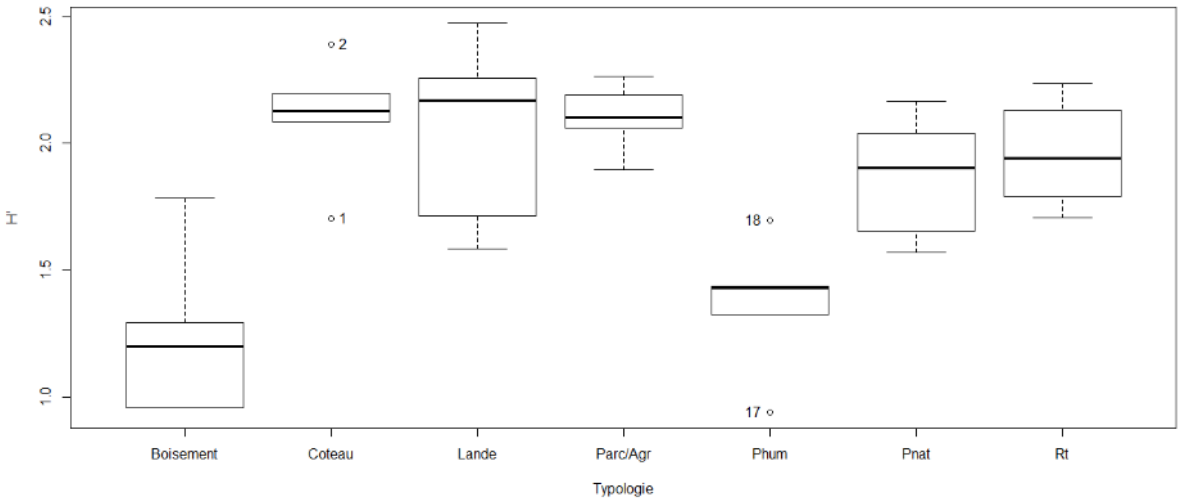


Figure 10. Boxplots représentant la diversité par type de milieu

La réalisation d'un test non paramétrique de Kruskal-Wallis permet de montrer que les variations observées visuellement sont significativement différentes statistiquement (chi-squared = 25.5482, df = 6, p-value = 0.0002702). La diversité est nettement inférieure pour les milieux boisés et les prairies inondables. Elle est maximale pour les secteurs de Coteau, de Landes et de Parc/Agrément. La diversité prend en compte deux paramètres : la richesse spécifique et la régularité des espèces. Il parait donc intéressant de regarder lequel de ces deux paramètres influence le plus les différences de diversités observées.

L'indice de Pielou (J) se base comme énoncé précédemment sur la mesure de l'indice de Shannon, il mesure l'équitabilité des fréquences (régularité des espèces). La Figure 11 montre les variations de des valeurs de de l'indice en fonction des différents milieux.

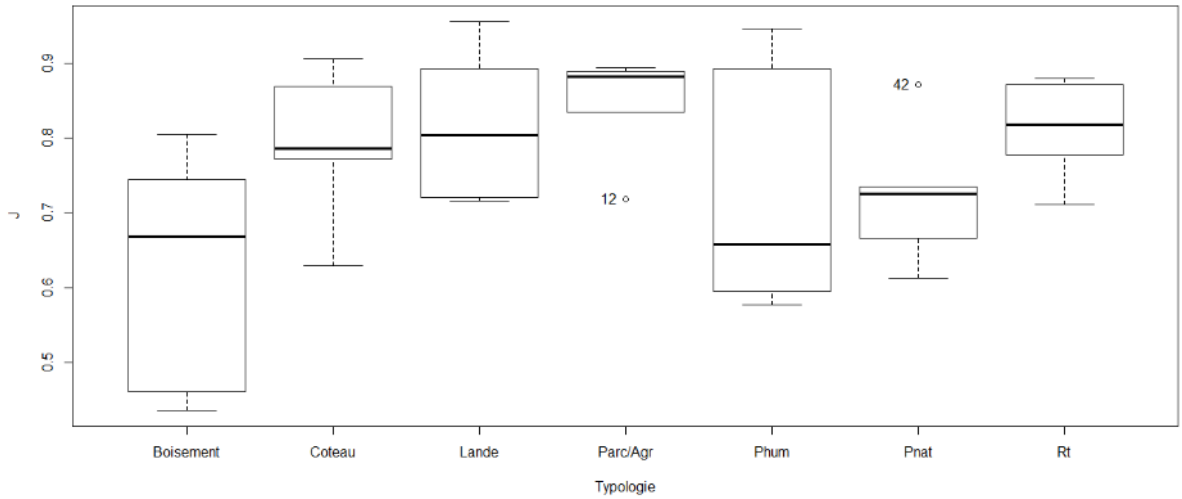


Figure 11. boxplots représentants l'équitabilité par type de milieu

La régularité semble maximale pour le milieu de parc/agrément, les bords de routes, les coteaux et les landes. Par contre, Les différences observées ne sont pas justifiées statistiquement (Kruskal-Wallis chi-squared = 11.9048, df = 6, p-value = 0.06413). Ce résultat amène donc à dire que les différences de diversités observées statistiquement entre les milieux s'expliquent par une richesse spécifique différente (cf. E).

G. Evolutions saisonnières

Richesse spécifique

Quatre passages ont été réalisés sur chaque transect, ces passages ont permis de mesurer une évolution temporelle de la richesse spécifique (Figure 12). Si on ne prend pas en compte les typologies, une augmentation de la richesse spécifque peut être notée. 19 espèces ont été observées en avril, 25 en mai, 27 en juin et 31 en juillet. Cette augmentation générale du nombre d'espèces traduit la variabilité due aux différences phénologiques des espèces. Ainsi, Le point de Hongrie, *Erynnis tages* a uniquement été observé lors du premier passage, le Nacré de la ronce, *Brenthis daphne* observé uniquement lors du passage de juin. Enfin, certaines espèces ont une longue période de vol et/ou plusieurs générations dans la saison.

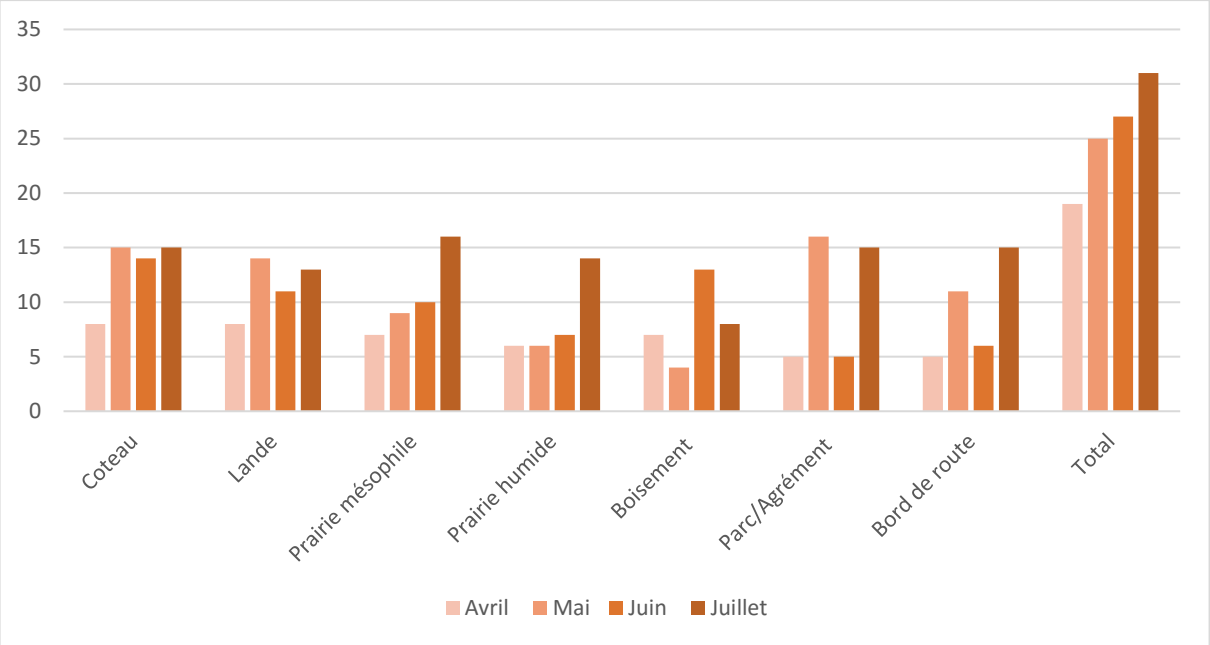


Figure 12. Evolution temporelle de la richesse spécifique observée par type de milieu

Les secteurs très thermophiles (landes et coteaux) ont une richesse spécique supérieure aux autres milieux au mois d'avril. Ces milieux par leurs caractéristiques ont une dynamique végétale plus rapide que les autres (période de floraison plus précoce). Les Coteaux maintiennent ensuite une richesse spécifique importante durant la saison (~15 espèces/passage).

Au second passage, les zones de Parc/Agrément ont une richesse spécifique supérieure aux autres milieux. Ces zones sont gérées comme des prairies, elles sont fauchées au mois de juin. Avant cet entretien de la zone, celle-ci est très favorable pour les Rhopalocères. Les prairies sont diversifiées en espèces végétales et permettent à de nombreuses espèces d'accomplir leur cycle larvaire et imaginale.

Les prairies mésophiles prennent en compte des parcelles de prairies pâturées pour la plupart, ces zones ne subissent pas de perturbation majeure sur la structure de végétation mais plutôt une perturbation continue quand le bétail est présent. Cette observation pourrait être une hypothèse à la différence observée entre les zones de « prairies mésophiles pâturées » et celles de « Parc/agrément ». Le stress induit sur le milieu par la fauche pourrait être responsable de la faible richesse spécifique observée en juin.

Les secteurs de boisements présentent une diversité très variable. Au premier passage ces milieux, encore peu ombragés, accueillent des espèces de milieux ouverts qui viennent s'y nourrir ou s'y déplacer. En mai, le feuillage créé un ombrage très important qui est sans doute responsable du faible effectif d'espèce observé. En juin, certaines espèces de lisière ou de boisement émergent et fréquentent à leur tour ces milieux (principalement les lisières). C'est le cas par exemple du Nacré de la ronce (*Brenthis daphne*), du Thècle de l'yeuse (*Satyrium ilicis*) ou la Tabac d'Espagne (*Argynnis paphia*). Les fortes chaleurs au mois de juillet ont sans doute incité de nombreux individus à trouver refuge aux heures les plus chaudes de la journée dans les zones de boisements et les lisières ombragées.

Les bords de routes présentent une richesse spécifique importante en juillet (richesse équivalente aux autres milieux). Ces zones sont alors les seules non fauchées et accueillent de nombreuses espèces. elles semblent jouer un véritable rôle de refuge pour les espèces.

Les prairies humides, accueillent peu d'espèces durant les mois d'avril, mai et juin (6-7 espèces). Par contre, on observe sur le mois de juillet une augmentation importante de la richesse spécifique. Celle-ci double pour atteindre 14. Les milieux humides sont peu colonisés en début de saison sans doute pour leur caractère hydromorphe important. Le développement de la végétation et la floraison des espèces y est plus tardive. En juillet, alors que toutes les prairies sont fauchées, l'humidité du sol favorise une repousse et une floraison plus importante sur ces zones humides. On observe alors certaines espèces de milieux thermophiles se nourrir et se déplacer sur ces zones. Des observations de la Mélitée orangée (*M.didyma*) et de la Mélitée des scabieuses (*M.parthenoides*) confirment ces dires. Les zones non fauchées que peuvent constituer les lisières ou les fossés de drainage sont idéales aux espèces pour butiner. L'Innule d'Angleterre (*Inula britannica*) ou la Salicaire (*Lythrum salicaria*) abondantes sur les Prairie du Layon attirent de nombreuses espèces et permettent une augmentation du nombre d'espèces inventoriées sur le site.

Densité

La standardisation du protocole permet de calculer des densités cénotiques relatives. L'échantillonnage effectué a permis de d'obtenir un effectif de Rhopalocères sur une surface précise : longueur du transect multipliée par 5 (largeur sur laquelle les individus sont dénombrés). Les densités ont été calculées en m^2 et non en m^3 car cette donnée paraissait plus parlante et représentative.

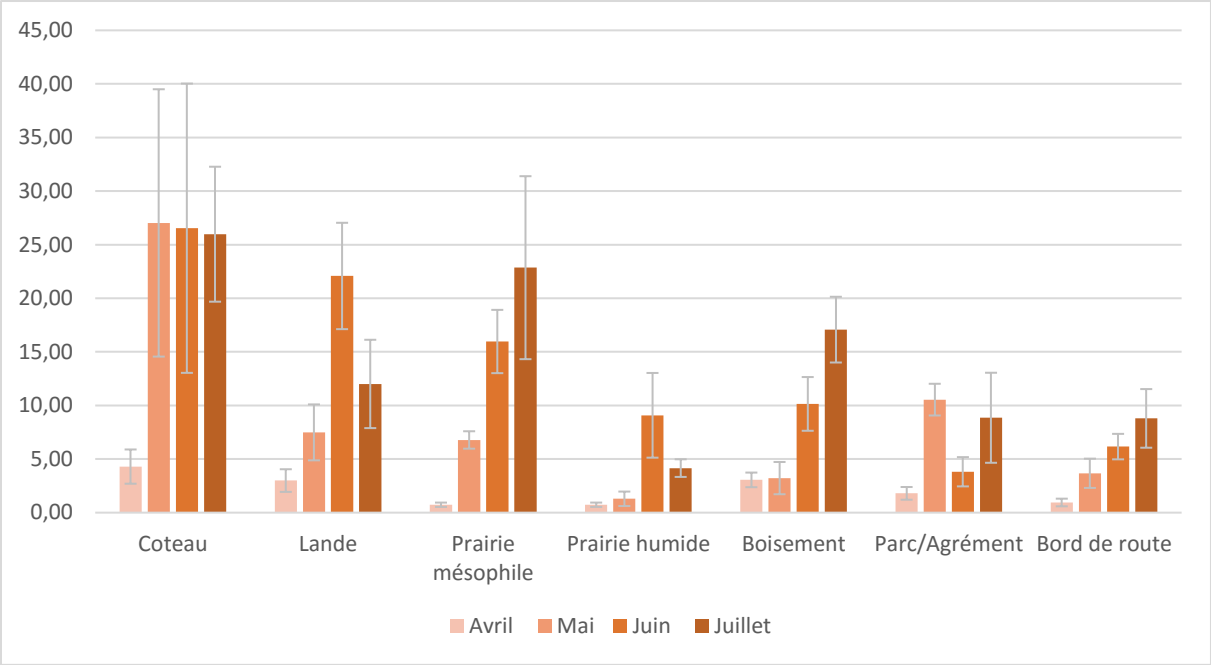


Figure 13. Evolution temporelle de la densité (Nombre moyen d'individus par 1000m² +/- SE) en fonction de la typologie et des passages

La Figure 13 ci-dessus représente l'évolution de la densité cénotique de Rhopalocères selon la typologie et les différents passages. On peut remarquer des variations importantes selon les relevés et les types de milieux. La confrontation des données à un test non paramètrique de Kruskal-Wallis montre que les différences de densités observées selon les relevés sont significatives statistiquement (chi-squared = 49.4696, df = 3, p-value = 1.036e-10). Si l'on prend en compte les densités moyennes par type de milieu (tous relevés confondus), les différences sont là aussi significatives statistiquement (chi-squared = 37.3643, df = 13, p-value = 0.0003632).

En s'attachant de plus près aux données, certaines observations sur ces variations peuvent être réalisées. Les milieux présentant les densités les plus importantes sont les coteaux. Les densités dépassent pour les mois de mai, juin et juillet 25 ind/1000m². Il y a par contre de grandes variations aux seins des transects de ce type de milieu (grandes barres d'erreurs).

L'observation de l'augmentation des densités sur les prairies mésophiles pâturées est à mettre en relation avec l'augmentation de la richesse spécifique. Ces deux données semblent montrer l'impact de la fauche sur les prairies. Les milieux prairiaux fauchés des zones de Parc/Agrément ont en effet une densité qui passe de 15 à moins de 5 ind/1000m² entre les mois de mai et de juin. La fauche ayant eu lieu entre ces deux passages. Les prairies humides sont quant à elles aussi fauchées mais la floraison plus tardive des espèces semble permettre un regain important et permettre notamment aux espèces de butiner, d'où l'observation de l'augmentation de la densité en juin.

Les prairies humides accueillent de très faibles densités de Rhopalocères durant les mois d'avril et mai, cette densité augmente ensuite en juin mais diminue ensuite en juillet. La crue de Loire du mois de mai est responsable de la très faible densité observée sur ces zones à cette période. Les prairies étaient alors soit complétement subemergées (Prairies du Layon), soit en partie (Prairies de Candais).

Les bords de route semblent jouer un rôle imporant pour l'accueil des Rhoplaocères, ces milieux non fauchés en période estivale accueille une densité d'individus plus importante au mois de juin (période de fauche) que les prairies fauchées (zone de Parc/Agrément). Les bandes enherbées semblent alors être utilisées par les différentes espèces comme zone de refuge. Suite à la repousse des regains en

Juillet, les bords de routes comme les prairies fauchées accueillent une richesse spécifique et une densité d'individus similaire.

En milieu boisé, il a pu être observé dans le paragraphe précédent que la richesse spécifique fluctue. Les mesures de densités cénotiques sur ces milieux montrent par contre une augmentation régulière au cours des différents passages. Ces zones accueillent alors souvent certaines espèces de milieux ouverts durant les heures les plus chaudes de la journée (surtout en période caniculaire comme il a été le cas en juillet).

Les zones de Landes semblent accueillir une densité plus importante durant le mois de juin d'après la Figure 13. Ces milieux très thermophiles semblent avoir des densités moins importantes en juillet. Cependant, le biais « canicule » semble important à prendre en compte. Le nombre d'espèces observées reste par contre similaire à celui des autres secteurs thermophiles (Coteaux des Ligerais et du Petit Grésigné).

Les augmentations de densités semblent importantes à relativiser car certaines espèces (*Maniola jurtina, Pyronia thithonus, Coenonympha pamphilus*, …) sont en effectifs très importants durant leur pic de vol.

Pour le calcul des densités, deux transects n'ont pas été pris en compte car se situant dans la zone communale incendiée le 10 juillet 2015 (Coteau des Ligerais). La prise en compte de ces deux transects aurait induit un biais trop important sur la moyenne des densités par transect.

H. Mode de gestion des secteurs inventoriés

Comparaison des différents modes de gestion

Les différentes parcelles inventoriées en 2015 appartiennent à différents milieux mais sont gérés différemment. Certaines parcelles sont pâturées, certaines fauchées et d'autres ne font l'objet d'aucune gestion et sont laissées en évolution libre.

Pour tester s'il existait des différences de composition spécifiques selon la conduite des parcelles, des tests statistiques de Kruskal-Wallis ont été réalisés de façon à observer si les pratiques étaient plus ou moins favorables aux cortèges d'espèces présents. Ces tests ont été réalisés pour trois variables : la richesse spécifique, la diversité et l'équitabilité (Figure 14).

Tous les transects n'ont pas été pris en compte. En effet, les bords de route et les boisements ont été écartés car ils ne rentraient pas dans les trois classes retenues et auraient fortement biaisé les résultats.

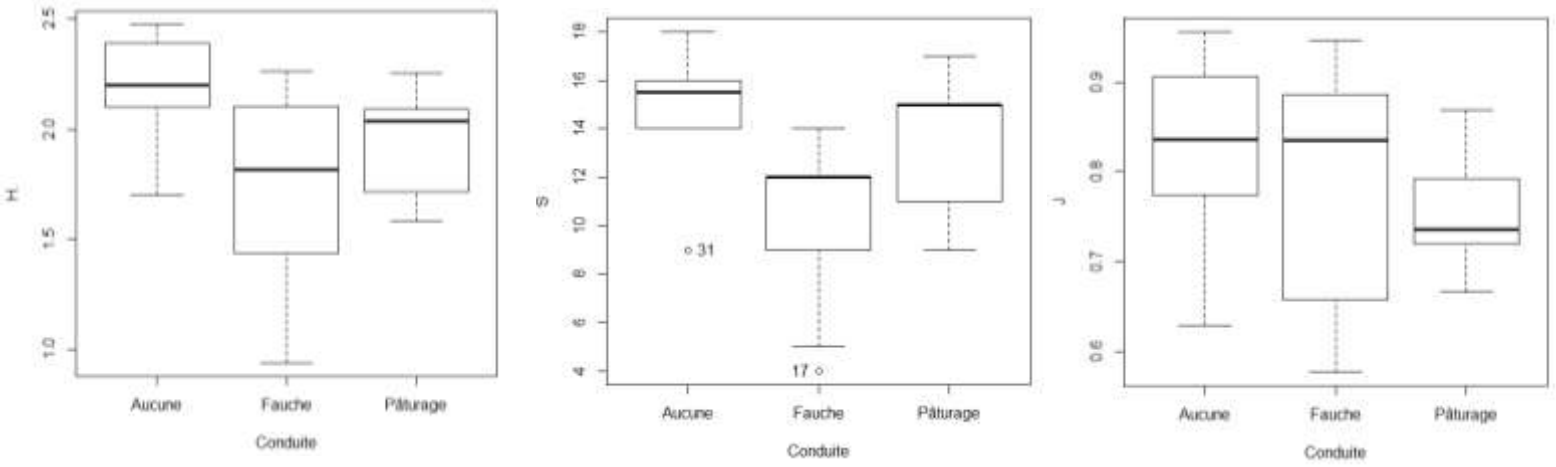


Figure 14. Boxplots de la richesse spécifique, l'indice de Shannon (H') et celui de Pielou (J) selon la conduite des milieux

Certaines observations peuvent être relevées sur les figures. Tout d'abord, on observe sur le premier boxplot que la diversité semble supérieure sur les milieux ne présentant aucune gestion que sur les autres milieux. La valeur médiane (trait gras) est plus élévée pour les parcelles en absence de gestion, viennent ensuite les parcelles pâturées puis celles fauchées. Sur ces dernière on observe une grande variabilité selon les transect (grandes barres d'erreurs). Les différences observées apparaissent significatives au vu du test statistique réalisé (chi-squared = 6.2159, df = 2, p-value = 0.04469).

La diversité, calculée ici avec l'indice de Shannon, prend en compte deux paramètres : la richesse spécifique et la régularité des espèces. Pour observer laquelle de ces deux variables influençait le plus les différences de diversités observées, deux test de Kruskal-Wallis ont été réalisés. Sur les deuxième et troisième boxplots de la Figure 14, il semble que les variations les plus importantes soient observées pour la richesse spécifique (S). Pour l'équitabilité, traduisant la régularité des espèces (J), les variations semblent moins homogènes car les boites de dispersion sont plus étendues. Les tests montrent que les différences observées sont significatives pour la richesse spécifique (chi-squared = 8.4168, df = 2, p-value = 0.01487) contrairement à l'équitabilité (chi-squared = 2.0753, df = 2, p-value = 0.3543).

Les parcelles soumises à aucune gestion semblent donc plus diversifiées que celles entretenues, ces différences semblent s'expliquer par une richesse spécifique accrue. Cependant, le test non paramétrique de Kruskal-Wallis permet de montrer simplement qu'au moins une des médianes est significativement différente des autres. Aucune différenciation entre prairies pâturées et fauchées ne peut être effectuée.

Les milieux non gérés semblent donc plus riches que ceux entretenus que ce soit par fauche ou bien par pâturage. L'évolution du milieu entraine le développement optimal de la grande majorité des plantes hôtes. Cependant, cette gestion du milieu entraine une évolution plus ou moins rapide selon les zones des successions écologiques. Cette évolution favorise dans un premier dans une hétérogénéité de milieux, puis, au fur et à mesure des années, les milieux évoluent en s'homogénéisant. Cette homogénéisation vers une strate souvent arborée dans nos régions entraine la disparition progressive des espèces de milieux ouverts. L'entretien des milieux ouvert reste donc primordial pour maintenir cette diversité. Cependant, l'entretien intensif des milieux est défavorable aux Rhopalocères comme à beaucoup d'autres taxa. Il convient donc de préserver une mosaïque de milieux dans les différents secteurs pour accueillir une biodiversité importante.

Comparaison entre milieux pâturés et fauchés

Afin d'observée si des différences significatives statistiquement existaient entre les parcelles fauchées et pâturées, des tests non paramétriques de comparaison de médianes de Wilcoxon, Mann & Whitney ont été réalisés pour la diversité, la richesse spécifique et l'équitabilité. Aucun lien statistique n'a pu être mis en évidence pour les trois variables testés (Cf. Tableau 3).

Variables	**Résultats du test de Wilcoxon, Mann & Whitney**
Diversité (Indice de Shannon)	W = 48, p-value = 0.2631 alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
Richesse spécifique	W = 34.5, p-value = 0.05007 alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0.
Equitabilité (Indice de Pielou)	W = 78, p-value = 0.5584 alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

Tableau 3. Résultats du test non paramétrique de Wilcoxon, Mann & Whitney appliqué aux différentes variables pour comparer la fauche et le pâturage.

La mesure de la densité cénotique a permis tracer les diagrammes de la Figure 15**Erreur ! Source du envoi introuvable.** ci-dessous. On observe de nettes différences, la densité cénotique du peuplement semble nettement inférieure sur les parcelles fauchées.

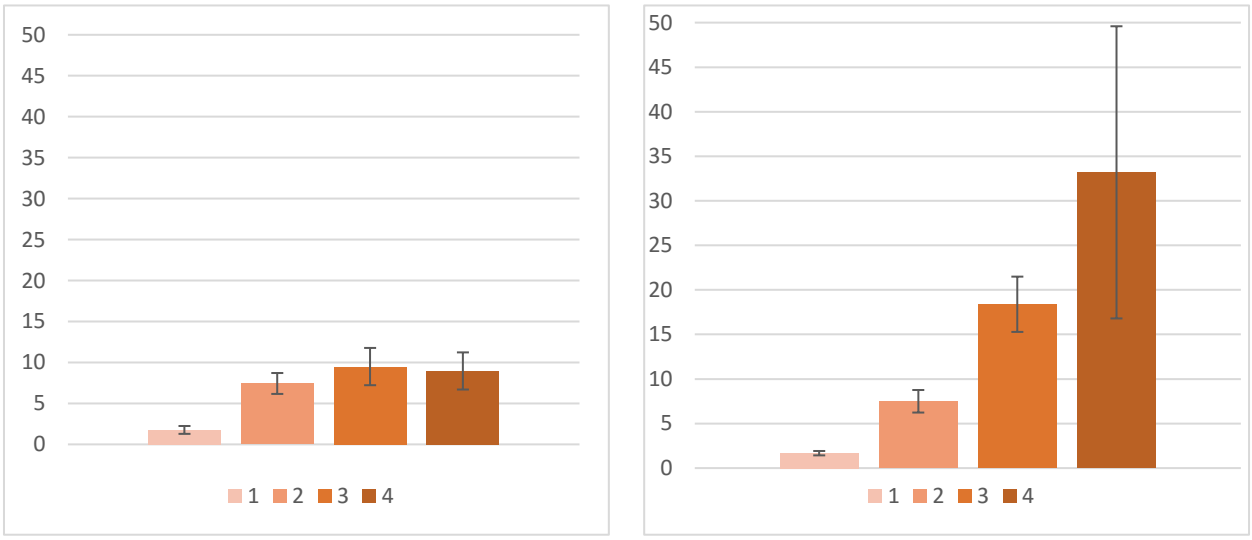


Figure 15. Densité cétonique moyenne (ind/1000m²) +/- SE en fonction de la conduite du milieu et des différents passages – à gauche sur les parcelles fauchées et à droite sur les parcelles pâturées

Pour ne pas mélanger les données traitées et éviter un biais important, seules les prairies mésophiles ont été prises en compte pour comparer les densités (parcelles de parc/Agrément et prairies mésophiles à méso-hygrophile).

Globalement, plus la saison avance, plus on observe une augmentation de la densité cénotique (que ce soit en milieu fauché ou pâturé). Cette augmentation se fait progressivement pour les parcelles fauchées tandis qu'elle est très importante pour les parcelles pâturés à partir du mois de mai (troisième passage). Les différences entre les deux conduites de milieux se font ressentir à partir du troisième et du quatrième passage. La réalisation d'un test non paramétrique de comparaison de médiane

(Wilcoxon Mann & Whitney) permet de confirmer en partie cette observation. En effet, les différences apparaissent significatives pour le quatrième passage (W = 4, p-value = 0.04835) mais pas pour les trois premiers.

La fauche des parcelles a eu lieu juste avant la réalisation du troisième passage. Lors de la réalisation de ce dernier, les densité observées étaient nettement plus faibles. Cependant, ces différences n'apparaissent pas significatives statistiquement. Elles ne le deviennent seulement durant le quatrième passage sur les transects.

Il semble y avoir une diminution de la densité cénotique entre le troisième et le quatrième passage mais les différences sont trop faibles et largements recouvertes par les barres d'erreurs.

La barre d'erreur du quatrième passage sur les parcelles pâturées présente une grande amplitude. Une hypothèse qui pourrait être avancée serait le fait que le pâturage, surtout quand il n'est pas intensif (ce qui est le cas ici), permet une hétérogénéité du milieu par les différents refus du bétail. Ces derniers permettent à la fois à certaines plantes hôtes de mieux se développer mais aussi à certaines plantes nectarifères de fleurir (*Cirsium vulgare, Centaurea* spp., *Eryngium campestre*, …). Dans le cas d'un pâturage, la « perturbation » sur le milieu est diffuse dans le temps. En cas de fauche, le stress induit semble impacter les densités cénotiques de façon importante. Dans notre cas, cela semble provoquer la stagnation des densités de Rhopalocères.

Diversité β entre les sites d'un même milieu géré différemment

La diversité β permet de comparer les différences, les dissemblances entre deux écosystèmes. Dans notre cas, il s'agit de comparer les peuplements entre deux milieux gérés différemment : aucune gestion, pâturage et fauche dans différentes typologies. Différents indices permettent alors d'apporter des informations complémentaires sur les peuplements. Certains d'entre eux ont été calculés dans le cas présents : la distance de Jaccard, l'indice βSimpson et l'indice de Bray-Curtis. Les calculs ont été effectués avec les deux types de milieux pour lesquels deux modalités différentes existaient.

La distance de Jaccard :

Cet indice est calculé à partir de l'indice de Jaccard mais dans le souci de faire varier les indices dans le même sens, il a été préféré de prendre en compte la distance de Jaccard. Il prend en compte la proportion d'espèces différentes entre deux peuplements. Plus deux peuplements seront identiques, plus la valeur de l'indice sera faible. Pour son calcul, il ne prend en compte que la présence/absence des espèces, il est borné entre 0 et 1.
Il consiste à diviser le nombre d'espèces communes à deux habitats différents par le nombre d'espèce présente dans l'un ou l'autre des deux habitats.

$$\delta J = 1 - \frac{A \cap B}{A \cup B}$$ Avec A et B deux milieux différents

L'indice βS*impson :*

Cet indice apporte une information complémentaire du précédent, il permet de distinguer si un milieu n'est en fin de compte que le sous ensemble du premier. Si c'est le cas, sa valeur va tendre vers 0, à l'inverse, si les deux milieux sont différents il tendra vers 1. Il est donc borné entre 0 et 1.

$$\beta Simpson = \frac{\min(A \setminus B, B \setminus A)}{A \cap B + \min(A \setminus B, B \setminus A)}$$

$A \setminus B$: Espèces uniquement dans le milieu A
$B \setminus A$: Espèces uniquement dans le milieu B

L'indice de Bray-Curtis :

Il prend en compte une information complémentaire dans son calcul : les abondances relatives. Il est borné entre 0 et 1. Si les espèces et les abondances sont les mêmes, sa valeur tendra vers 0. A l'inverse, si les espèces et les effectifs sont différents, il tendra vers 1.

$$BC = \frac{\sum_{i=1}^{S} Abs(ni, A - ni, B)}{N}$$

ni,A – ni,B : différence d'effectif entre deux milieux pour l'espèce i
N : Nombre total d'individus toutes espèces confondues dans le milieu

Dans le cas présent les valeurs de densités spécifiques ont été appliquées.

Les résultats des valeurs de ces trois indices figurent dans le Tableau 4. ci-dessous :

	Indice de Jaccard	**Indice βSimpson**	**Indice de Bray-Curtis**
Coteau des Ligerais (Aucune gestion)/Coteau du petit Grésigné (pâturage)	0,47	0,15	0,52
Lande de la Dauphineté (Aucune gestion)/Lande de l'Armangé (pâturage)	0,57	0,35	0,49
Prairie de la Bodinière (pâturage)/Prairies de l'île (fauche)	0,42	0,22	0,36

Tableau 4. Résultats des indices de diversité ß

D'après les définitions des indices et les valeurs obtenues, certaines observations peuvent être effectuées. Tout d'abord, l'indice de Jaccard présente une valeur autour de 0,5 pour les trois comparaisons, cela montre qu'il existe des proportions similaires d'espèces différentes. Pour ces milieux, deux hypothèses peuvent être émises : soit il dispose d'un même cortège de base complété par certaines espèces exclusives aux milieux, soit un des milieux est un sous ensemble du premier.

Les valeurs faibles de l'indice βSimpson permettent de conclure que les différences observées pour l'indice de Jaccard s'expliquent plus par la notion de sous-ensemble que par des espèces exclusives au milieu car les valeurs de l'indice sont faibles.

Ces deux premiers indices permettent d'observer que le peuplement des milieux prairiaux est le plus similaire (valeurs les plus faibles). Pour rappel, on compare ici un milieu pâturé avec un milieu fauché tandis qu'en comparant les coteaux des Ligerais et du Petit Grésigné ainsi que la lande de la Dauphineté et celle sur l'Armangé on compare une absence de gestion avec du pâturage. Les différences Absence de gestion/pâturage sont donc plus fortes malgré de grandes similarités dans la composition spécifique.

Le dernier indice calculé, celui de Bray-Curtis, permet de conforter les observations précédentes. En effet, les valeurs ne tendent pas vers 1. Il y a donc une tendance à avoir les mêmes espèces et les mêmes effectifs. Les milieux prairiaux comparés présentent plus de similarités en termes de peuplement que les milieux de coteaux et les landes comparés deux à deux. Ces derniers semblent connaître de plus grandes variations d'effectifs. En effet, la valeur de l'indice de Bray-Curtis est proche de 0,5. La différence de gestion semble favoriser un changement dans l'abondance des différentes espèces mais celui-ci ne semble pas très important au vu des valeurs des différents indices qui ne sont pas très élevées.

I. Cortèges par type de milieux

Les 42 espèces observées durant les transects sont généralement présentes dans différents milieux. A partir des abondances spécifiques une AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) a été réalisée à partir du tableau présent en Annexe. Pour plus de lisibilité, seules les abréviations des noms d'espèces apparaissent.

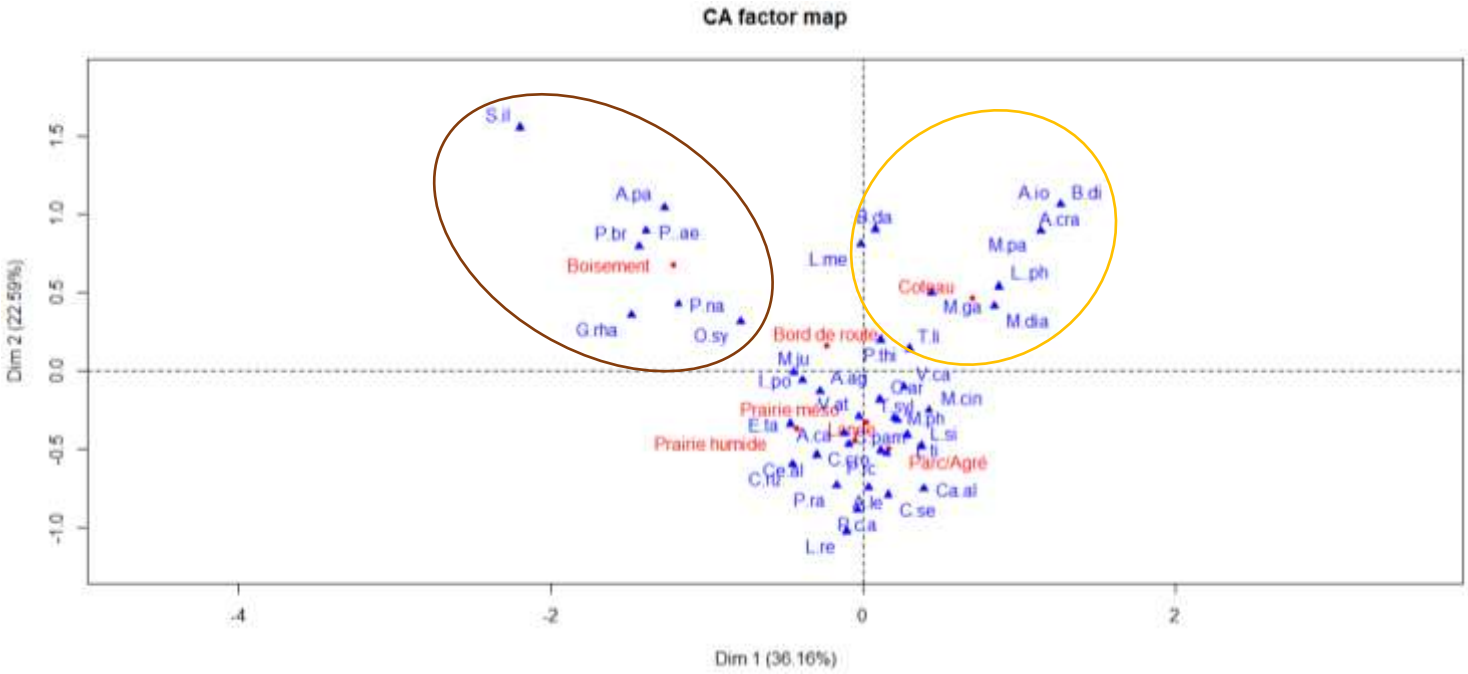


Figure 16. Résultats de L'AFC prenant en compte abondances spécifiques par type de milieu

Certaines agréations entre les milieux et les espèces présentes peuvent être relevées. On observe ainsi que deux types de milieux se démarquent des autres : les boisements et les coteaux. Pour les boisements, l'AFC fait ressortir un cortège composé du Thècle de l'Yeuse (*Satyrium ilicis*), du Tabac d'Espagne (*Argynnis paphia),* du Tircis (*Pararge aegeria*), de la Piéride du chou (*Pieris brassicae)*, de la Piéride du navet (*Pieris napi*), du Citron (*Gonepteryx rhamni*) et de la Sylvaine (*Ochlodes sylvanus*). Certaines espèces, comme la Thècle de l'yeuse, sont liées au milieu boisé pour y trouver leurs plantes hôtes, d'autres comme les Piérides fréquentent surtout les lisières.

Les coteaux ressortent aussi sur la figure. Plusieurs espèces apparaissent près de ce type de milieu (entouré en jaune). Le cortège d'espèces est composé de la Petite violette (*Boloria dia*), du Gazé (*Aporia crataegi*), Du Paon du jour (*Aglais io*), de la Mélitée des scabieuses (*Melitaea parthenoides*), de la Mélitée orangé (*Melitaea didyma*), du Cuivré commun (*Lycaena phlaeas*), du Demi-deuil (*Melanargia galathea*), de l'Hespérie du dactyle (*Thymelicus lineola*), du Nacré de la ronce (*Brenthis daphne*) et de la Mégère (*Lasiommata megera*). Ces espèces ne sont pas toutes exclusives aux coteaux mais ces milieux renferment les plus fortes abondances observées.

Les autres milieux ne ressortant pas sur l'AFC réalisée, toutes les espèces se concentrent autour sans pouvoir noter d'agrégations particulières. Il est important malgré tout de signaler que les landes apparaissent avec un cortège similaire aux milieux prairiaux avec cependant deux espèces plus caractéristiques : le Sylvain Azuré (*Limenithis reducta*) et l'Argus vert (*Callophrys rubi*). Ces deux espèces n'ont pas un poids assez important (faibles effectifs) ce qui ne permet pas de les faire ressortir sur la Figure 16. Les landes sont des milieux transitoires très hétérogènes (jeunes boisements, zones

ouvertes, strate arbustive). Cette hétérogénéité pourrait être responsable de la localisation de ce type de milieu au centre de la figure. Aucun cortège caractéristique ne peut alors y être dégagé.

L'axe 1 (horizontal) de l'AFC explique 36,16% des données tandis que l'axe 2 en explique 22,59. Des hypothèses peuvent être émises pour expliquer la répartition des espèces selon des axes. La répartition sur l'axe 1 pourrait s'effectuer selon un gradient de température. On observe en effet que les milieux les plus « thermophiles » se situent à droite de la figure tandis que ceux les plus frais se répartissent à gauche. Globalement, les espèces semblent suivre cette répartition. Aucune explication n'a par contre été trouvée pour la différenciation selon l'axe 2 (vertical).

L'AFC a donc permis de dégager certains cortèges caractéristiques pour certains milieux, il convient de regarder plus finement pour chaque milieu les espèces présentes à partir de leurs abondances relatives afin de préciser les cortèges en lien avec l'écologie des espèces. Pour cela des diagrammes rang-fréquences par type de milieu ont été tracés.

Les coteaux

31 espèces peuvent être observées sur le coteau des Ligerais et celui du Petit Grésigné. C'est le type de milieu présentant la plus grande richesse spécifique.

Figure 17. Coteau de Petit Grésigné

Figure 18. Coteau des Ligerais

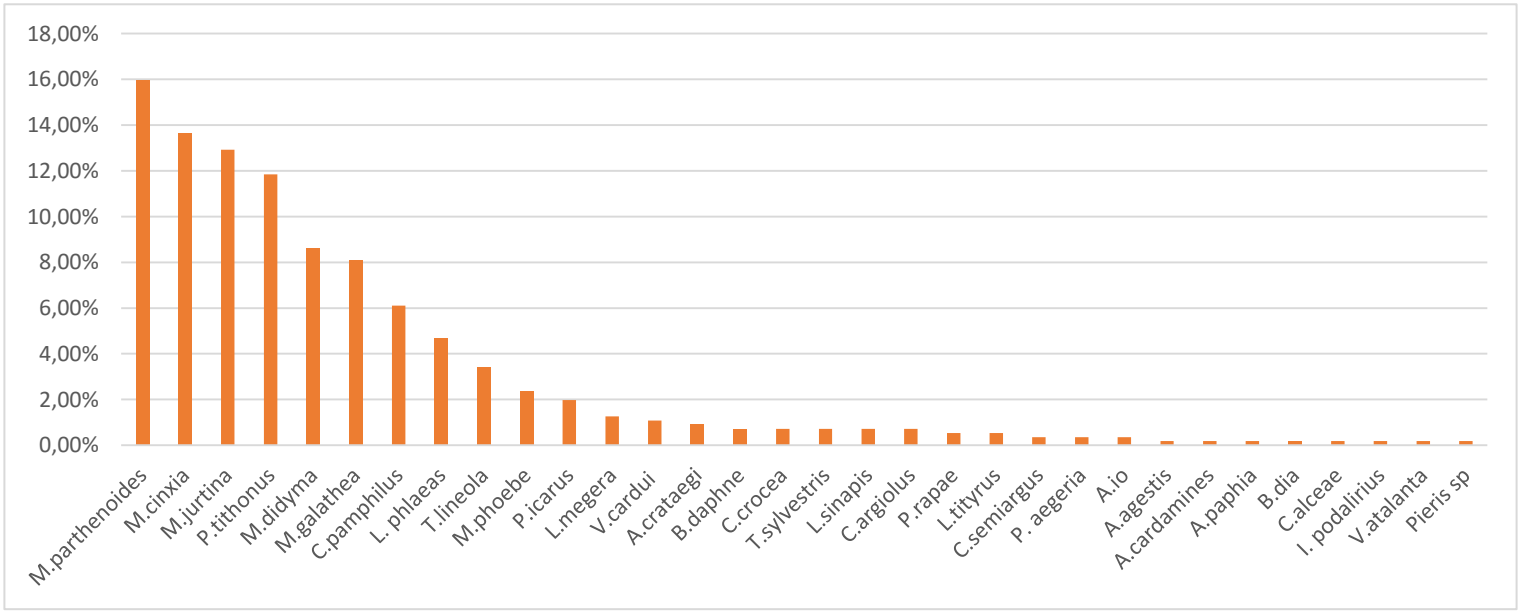


Figure 19. Diagramme rang-fréquence – Coteaux

Le diagramme rang-fréquence montre une certaine régularité dans les espèces présentes. Aucune espèce ne domine réellement les autres. Quatre espèces ont des fréquences entre 10 et 16%, parmi lesquelles la Mélitée des scabieuses (*Melitaea parthenoides*) rassemblant le grand nombre de contacts. Suivent ensuite la Mélitée du Plantain (*Melitaea cinxia*), le Myrtil (*Maniola jurtina*) et l'Amaryllis (*Pyronia tithonus)*.

Figure 20. Mélitée des scabieuses, M.parthenoides

Certaines espèces sont régulièrement observées mais en effectifs légèrement moindres, c'est le cas pour la Mélitée orangée (*Melitaea didyma*), le Demi-deuil (*Melanargia galathea*), le Fadet Commun (*Coenonympha pamphilus*) et le Cuivré commun (*Lycaena phlaeas*).

Figure 21. Mélitée orangée, M.didyma

D'autres sont aussi caractéristiques des milieux thermophiles mais en effectifs nettement inférieurs comme Le Gazé (*Aporia crataegi*) ou la Petite violette (*Boloria dia*). Ces deux espèces n'ont été observées que sur ce milieu durant les transects. Le Gazé semble un peu plus répandu sur la commune vis-à-vis des observations ponctuelles réalisées mais il s'agit toujours de sites plus ou moins thermophiles proches de zones arbustives à Aubépine monogyne (*Crataegus monogyna*) et Prunelliers (*Prunus spinosa*) ses principales plantes hôtes. La Petite violette, se reproduit sur plusieurs espèces du genre *Viola,* Elle n'a été observée que sur le coteau du Petit Grésigné. Des données antérieures la signalent sur le coteau des Ligerais (Damien Brochard comm.pers).

Figure 22. Gazé, A.crataegi

Certaines espèces ont enfin une préférence pour ce type de milieu car on les y observe en très fort effectifs mais elles peuvent être observées dans une grande variété de milieu. C'est le cas par exemple du Cuivré commun (*Lycaena phlaeas*), de l'Hespérie du dactyle (*Thymelicus lineola*), le Demi-deuil (*Melanargia galathea*).

Figure 23. Cuivré commun, L.phlaeas

Si certaines de ces espèces ont une forte valence écologique (*M.jurtina, P.thithonus*, …), d'autres sont beaucoup plus inféodées aux milieux thermophiles (*M.parthenoides, M.didyma*, *A.crataegi*, B.dia, ...) et forment le cortège caractéristique de ce genre de milieu. La tribu des Mélitées semble particulièrement représentée, 5 des 6 espèces chalonnaises y ont été observées et souvent en effectifs conséquents.

Le Cuivré commun (*L.phlaeas*), comme dit précédemment est très abondant sur les coteaux, surtout en première génération. Sa principale plante hôte, *Rumex acetosella*, est très abondante sur les secteurs thermophiles de la commune. Le cuivré doit trouver sur ces milieux les conditions nécessaires à son développement.

Figure 24. Cuivré fuligineux, L.tityrus

Le Cuivré fuligineux (*L.tityrus*) est aussi observé préférentiellement sur les milieux thermophiles dont les coteaux. Espèce des milieux mésophile à xérophile, il est moins abondant que Le Cuivré commun avec pourtant une plante hôte principale identique.

Le Paon du jour (*Aglais io*), espèce de milieux sur sols frais à humide sur lequel se développe sa principale plante hôte : *Urtica dioica*, s'observe en temps normal couramment. Durant l'échantillonnage, elle n'a été observée que sur un milieu : le coteau de Ligerais. D'autres observations ponctuelles viennent compléter cette première observation mais leur nombre reste très faible que ce soit en première ou en deuxième génération.

Le Flambé (*I.podalirius*), espèce de milieux thermophiles a régulièrement été observé sur la commune. Ce papillon est un bon voilier qui se déplace aisément, cette faculté est responsable de l'observation dans de nombreux milieux de la commune (même humide). Sur Chalonnes, les milieux favorables pour l'espèce ne manquent pas (nombreux coteaux thermophiles à végétation arbustive).

Figure 25. Flambé, I.podalirius

La Mégère (*L.megera*), a été observée dans différents milieux de la commune mais les coteaux cumulent le nombre d'observations le plus élevé. Sa principale plante hôte, *Poa annua* est régulière sur le territoire.

La Belle-Dame (*V.cardui*), a été observée dans de nombreux milieux en 2015. Malgré tout, les milieux thermophiles tels que les coteaux présentent les effectifs maximaux observés. Un fort afflux de l'espèce en mai semble traduire une migration. Cette espèce se reproduit sur de nombreuses espèces : près de 70 de 8 familles différentes (LAFRANCHIS, 2010).

Figure 26. Belle dame, V.cardui

Le Marbré de Cramer, espèce de milieux thermophiles, est aujourd'hui favorisé par l'ouverture du bocage et le développement de friches d'origines diverses : déprise, jachères, friches suburbaines (PERREIN, 2012). Il n'a pas été observé durant les transects mais sa présence a été avérée sur plusieurs secteurs thermophiles de la commune : coteau des Ligerais, Lande de la Dauphineté. Sur les Ligerais il a été observé en première et en deuxième génération. Un individu en transit a été observé dans la zone d'activités de l'Eperonnerie en deuxième génération.

Figure 27. Marbré de cramer, E.crameri

La Grande Tortue (*Nymphalis polychloros*), espèce affiliée aux espèces ligneuses (*Ulmus* spp., *Prunus avium*, *Salix* spp., …) n'a pas été observée durant les transects. Le premier passage a été effectué après son pic de vol de première génération. L'espèce a cependant été observée sur plusieurs localités de la commune dont le coteau des Ligerais où l'espèce semble régulière.

Le Machaon (*Papilio machaon*), a été peu observé sur la commune. Espèce se reproduisant sur de nombreuses espèces d'Apiacées, le Machaon est sans doute plus commun sur le territoire. Les prochaines années de prospections pour l'Atlas devraient permettre d'affiner sa répartition.

Figure 28. Grande tortue, N.polychloros

30 espèces ont été observées sur ce milieu (Lande sur l'Armangé et la Dauphineté). La richesse spécifique de ce genre de milieu est similaire à celle présente sur les coteaux mais certains changements dans le cortège d'espèces peuvent être notés.

Figure 29. Lande de l'Armangé

Figure 31. Lande de la Dauphineté

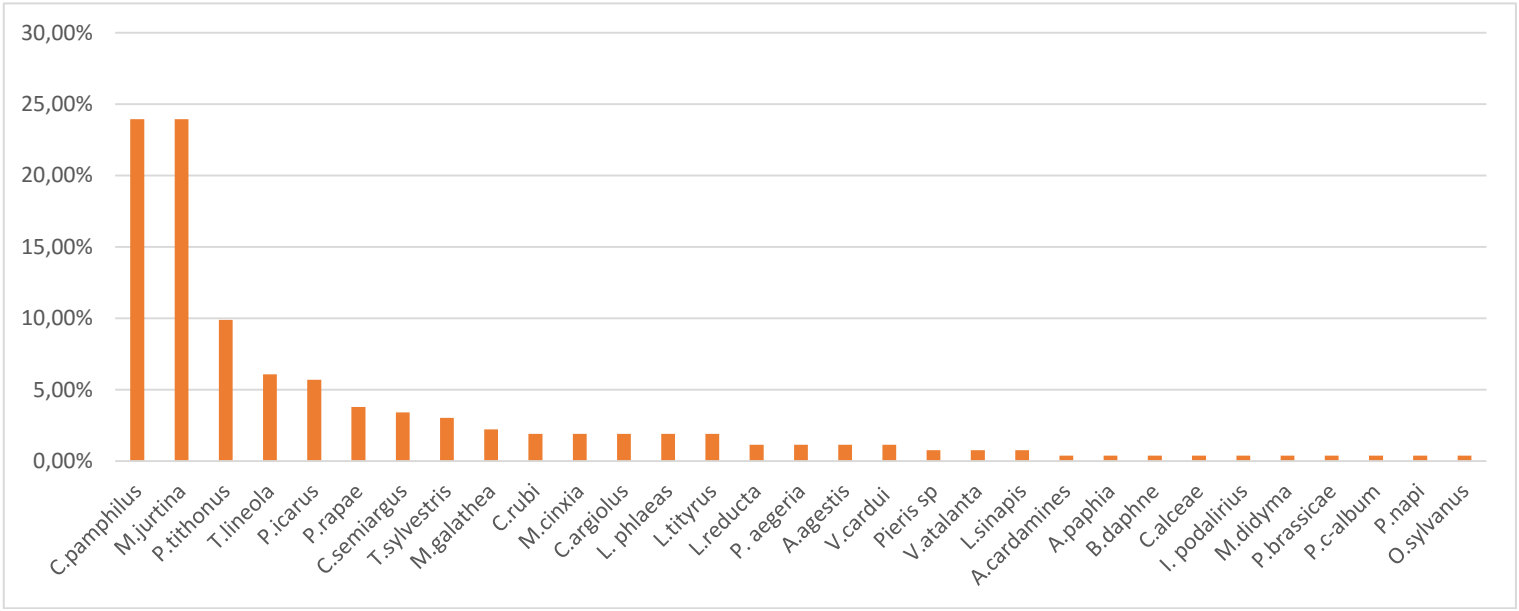


Figure 30. Diagramme rang-fréquence – Landes

Deux espèces sont beaucoup plus abondantes que les autres, il s'agit du Fadet commun (*C.pamphilus)* et du Myrtil (*M.jurtina*). Les milieux de landes sont les seuls dans lesquels le Fadet commun apparait au rang 1 dans les diagrammes rang-fréquence.

Les Hespéries du dactyle et de la Houque (*T.lineola et T.sylvestris*) apparaissent parmi les espèces les plus abondantes (rang 4 et 8). Elles se reproduisent sur de nombreuses espèces de poacées. La première est la plus fréquente et la plus abondamment notée sur la commune. Les abondances semblent maximales dans les zones prairiales de végétation haute. Les densités maximales de L'Hespérie de houque ont été notées sur les lisières de milieux boisés (landes) et les sites thermophiles (Coteaux).

Figure 32. Hespérie du dactyle, T.lineola

Le Demi-argus est noté au 6e rang avec une fréquence proche de 4%. Cette espèce n'est pourtant pas caractéristique des milieux landicoles. La présence d'une prairie à proximité de la zone d'étude sur la propriété de la Dauphineté est sans doute responsable de l'observation de cette espèce sur le diagramme.

Figure 33. Sylvain azuré, L.reducta

La présence du Sylvain azuré (*Limenitis reducta*) est à remarquer, c'est le seul milieu sur lequel l'espèce a été observée durant les transects. Les observations de cette espèce ont été effectuées sur les deux secteurs inventoriés (Dauphineté et Armangé). Le Sylvain azuré dépend du Chèvrefeuille (*Lonicera periclymenum*) pour se développer au stade larvaire. Cette espèce floristique n'est pas ou très peu présente sur les deux secteurs inventoriés. Par contre, on la retrouve sur les périphéries (jeunes boisements de chênes) ce qui peut expliquer la présence du Sylvain azuré sur les zones de landes thermophiles. Le Sylvain azuré semble nettement plus commun que le Petit Sylvain (*Limenitis camilla*) sur Chalonnes. Il semble par ailleurs absent des mauges contrairement au petit Sylvain qui semble régulier sur les communes du sud de la Loire en Maine et Loire.

Figure 34. Argus vert, C.rubi

Les milieux landicoles et les boisements sont les seuls milieux sur lesquels le Thècle de la ronce (*Callophryrs rubi*) a été observé. C'est une espèce de landes, clairière et lisière dans lesquelles on retrouve ses plantes hôtes : *Cystisus scoparius* et *Ulex Europeus* (PERREIN, 2012).

Le diagramme rang-fréquence est beaucoup moins régulier que celui des coteaux. Pourtant la richesse spécifique est semblable. La grande majorité des Rhopalocères apprécie les milieux ouverts. Or, les landes régressives traduisent une évolution progressive du milieu vers un stade boisé, donc un recul des surfaces herbacées aux profits de la strate arbustive puis arborée.

L'absence des Mélitées dans les premiers rangs du graphique est à noter. Celles-ci étant affiliées aux milieux ouverts n'ont pas (ou très peu) été observées dans un milieu sur lequel la strate herbacée ne domine pas.

Figure 35. Petite tortue, A.urticae

La Petite tortue (*Aglais urticae),* n'a pas été observée durant l'échantillonnage. Cette espèce fait l'objet de deux données ponctuelles sur la lande de la Dauphineté. Plusieurs imagos ont été observés en première génération sur ce milieu.

24 espèces ont été inventoriées sur ce type de milieu. Le cortège d'espèce est plus irrégulier que pour les milieux précédemment décrits. Le Myrtil (*M.jurtina*) cumule plus de 30% des contacts apparait au rang 1.

Figure 36. Prairie de la Bodinière

Figure 37. Prairie de l'île

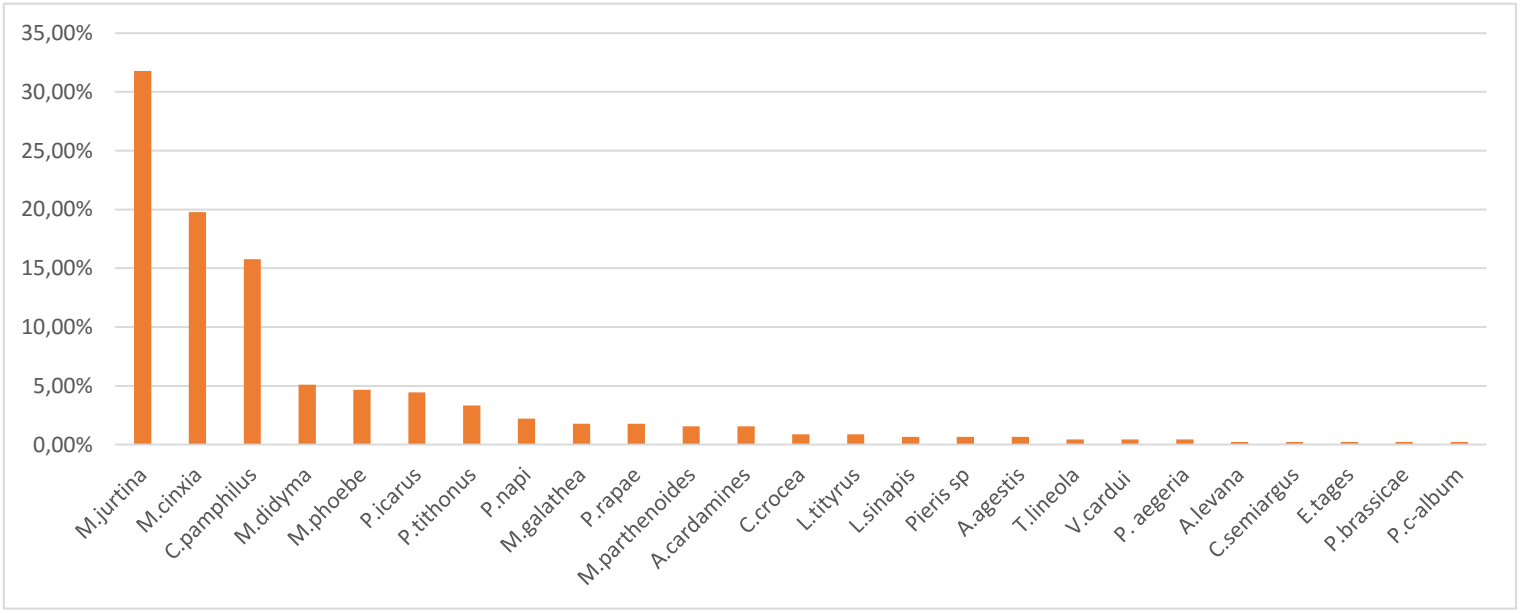


Figure 38. Diagramme rang-fréquence – Prairies Mésophiles

La Mélitée du plantain (*M.cinxia*) et le Fadet commun (*C.pamphilus*) arrivent ensuite par ordre de fréquences relatives. Ces trois espèces semblent former la base du cortège prairial. Les autres espèces sont nettement moins abondantes avec des fréquences inférieures à 5%. On retrouve dans ces espèces la Mélitée orangée (*M .didyma*) et la Mélitée des centaurées (*M.phoebe*) qui semblent être un peu plus fréquentes que les autres. Cette dernière fréquente les milieux ouverts fauchés comme pâturés mais elle est plus abondante sur les

Figure 39. Fadet commun, C.pamphilus

milieux mésophiles d'après les observations effectuées durant l'échantillonnage. La Mélitée orangée et la Mélitée des scabieuses ont été observées sur les sites mésophiles en deuxième génération. Reste à savoir si la fréquentation de ces zones est habituelle ou si l'effet de la canicule les amène à fréquenter les zones mésophiles devenues très thermophiles durant l'été 2015.

Figure 40. Myrtil, M.jurtina

Le Souci (*Colias crocea*) a été observé plusieurs fois durant les prospections mais les prairies « mésophiles » sont le secteur sur lequel l'espèce a été contactée dès le mois d'avril traduisant sans doute une émergence locale.

Figure 41. Souci, C.crocea

Plusieurs espèces ne font l'objet que d'une seule observation sur ce genre de milieu. Pour la majorité d'entre elles il ne s'agit pas du milieu optimal pour le cycle larvaire des chenilles. On trouve des espèces de milieux plus thermophiles comme le Demi-deuil (*M.galathea*) mais aussi des espèces de lisières et/ou milieux frais comme la Carte géographique (*A.levana*) ou le Robert-le-diable (*P.c-album*).

L'Aurore (*Anthocharis cardamines)* a été observée dans de nombreux milieux. Les abondances mesurées en avril étaient maximales sur les prairies mésophiles. L'Aurore de reproduit sur plusieurs espèces de Brassicacées dont *Allieria petiolata, Arabis hirsuta et Cardamine pratensis.* Ces espèces sont présentes sur les prairies mésophiles à méso-hygrophiles dont certaines sur les lisières ombragées en périphérie de parcelles.

Figure 42. Carte géographique, A.levana

La Mélitée des mélampyres (*Melitaea athalia*) n'a pas été observée durant les transects mais les prospections ponctuelles ont permis d'observer l'espèce sur une prairie mésophile en périphérie de boisement dans le secteur des Pirouets. Cette espèce auparavant connue dans le secteur des Charrères semble localisée sur le territoire communal. Sa détection est parfois rendue difficile par l'abondance et la forte variabilité d'une espèce proche : la Mélitée des Scabieuses (*M.parthenoides*).

Figure 43. Robert le diable, P.c-album

22 espèces ont été observées sur les transects en prairies humides. Le diagramme rang-fréquence pour ce milieu montre des fréquences très hétérogènes selon les espèces. Une espèce domine largement le cortège présent avec plus de 50% des contacts : le Myrtil (*M.jurtina)*. Mais il s'agit aussi du milieu sur lequel la densité cétonique la plus faible a été observée. Cette fréquence est donc à relativiser.

Figure 46. Prairie du Layon

Figure 45. Prairie de candais

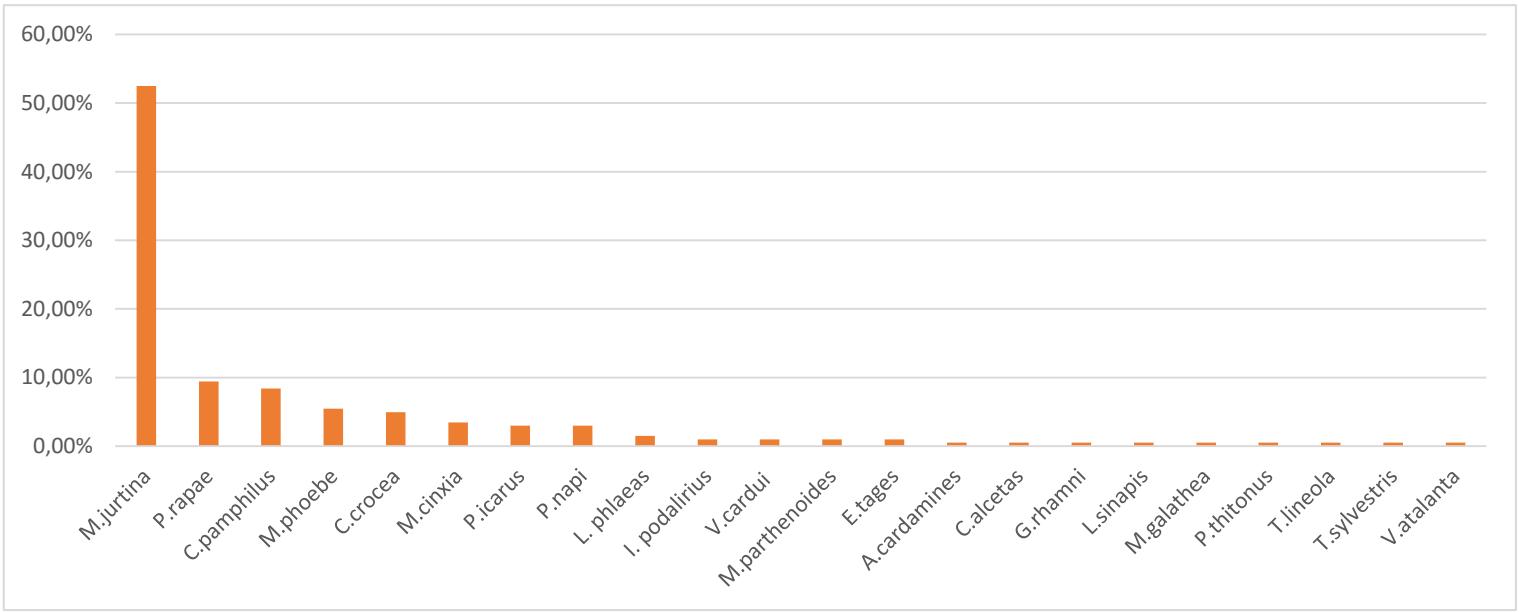


Figure 44. Diagramme rang-fréquence – Prairies humides

Les autres espèces présentent des fréquences inférieures à 10%. La Piéride de la rave apparait au rang 2. Il est cependant difficile de tirer une conclusion sur le lien entre sa présence et le milieu car les observations proviennent principalement des Prairies sur l'île de Chalonnes, les crucifères y sont nombreuses en lisières. Les Piérides étant des espèces très mobiles, plusieurs déplacements de l'espèce ont permis le comptage des individus au sein de la parcelle.

Figure 47. Piéride du navet, P.napi

Concernant la tribu des Mélitées, il peut être remarqué que la Mélitée des centaurées (*M.phoebe*) est l'espèce la plus abondamment notée sur ce milieu, viennent ensuite la Mélitée du plantain (*M.cinxia)* et la Mélitée des scabieuses (*M.parthenoides*).

Les prairies humides sont les seules milieux pour lesquels le Collier de corail (*Aricia agestis*) n'a pas été observé. Les plantes hôtes de cette espèce appartiennent à la famille de Géramniacées (genre *Erodium* et *Geranium* principalement) et sont rares voire absentes en prairies humides. De plus ces milieux sont régulièrement soumis aux inondations ce qui n'est pas favorable au développement des chenilles.

Le Petit Mars Changeant (*Apatura ilia*) fait l'objet de quelques données ponctuelles sur le territoire chalonnais. L'espèce a été observée à proximité de plusieurs cours d'eau. Il semble apprécier les ripisylves pour se reproduire. C'est en effet sur ces milieux que ses plantes hôtes les plus courantes : les Peupliers (*Populus tremula et Populus nigra*) et les Saules *(Salix* spp.).

Figure 48. Mélitée des scabieuses, M.parthenoides

Figure 49. Aurore, A.cardamines

19 espèces ont été observées dans les zones boisées inventoriées (boisement sur le coteau des Ligerais et sur la corniche angevine).

Figure 50. Bois de la montée de Pierre-coût

Figure 52. Bois des Ligerais

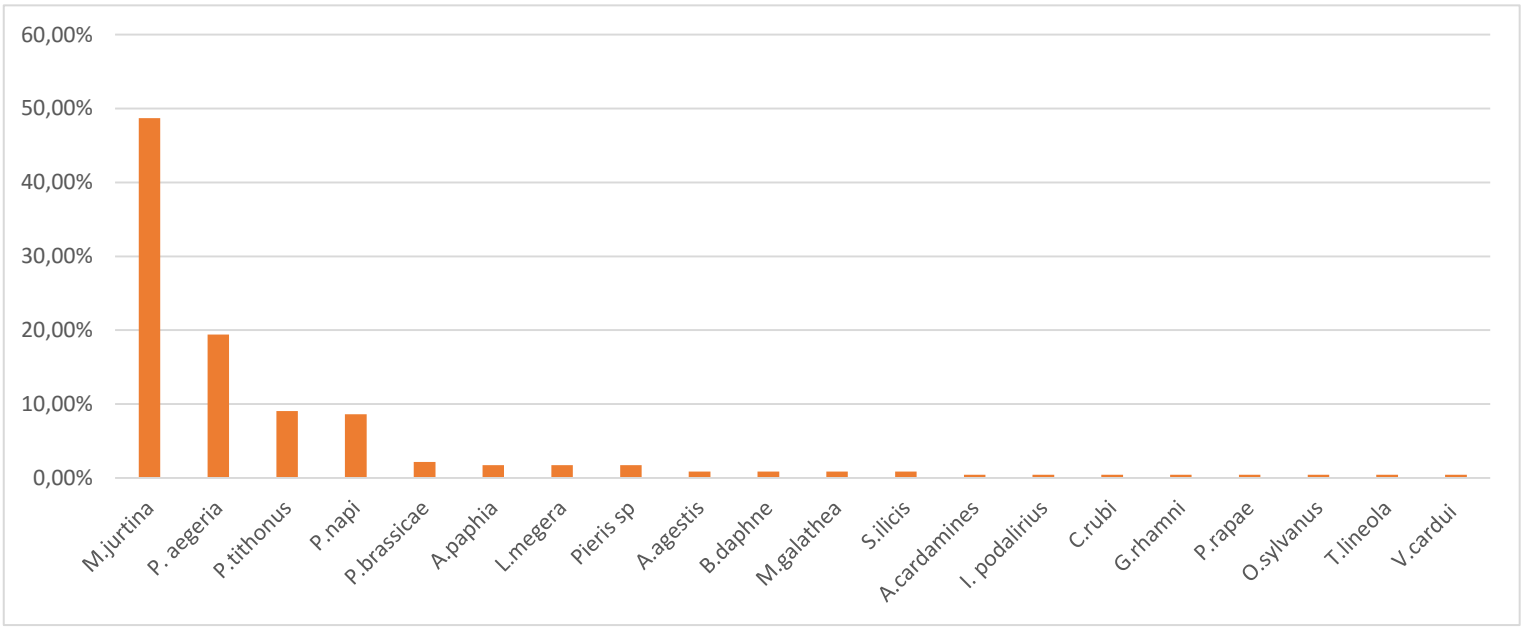


Figure 51. Diagramme rang-fréquence – Boisements

Là aussi, le Myrtil (*M.jurtina*) est l'espèce la plus fréquemment observée. Elle cumule 50% des observations. Le milieu boisé est celui dans lequel l'effectif total de papillons observés est le plus faible après les prairies humides (232 contacts).

Par ordre de fréquence, les espèces des rangs suivants sont le Tircis (*P.aegeria),* l'Amaryllis (*P.tithonus*) et la Piéride du navet (*P.napi*). Le milieu boisé est le seul sur lequel on observe ces trois espèces dans les premiers rangs. L'Amaryllis, papillon de milieux prairiaux fréquente souvent les lisières d'où le nombre important de contacts réalisé. Le Piéride du navet a été observée en fort effectif sur un transect en sous-bois clair de la corniche angevine avec des effectifs assez importants et réguliers ce qui explique la

Figure 53. L'Amaryllis, P.tithonus

place de cette espèce au rang 4. Le Tircis apparait au second rang, les boisements sont le milieu sur lequel l'espèce a été le plus contactée sur la commune. La Piéride du navet est beaucoup plus exigeante que celle du chou ou celle de la rave. Elle affectionne particulièrement les lisières de bois, milieux dans lesquels elle a été principalement observée en 2015.

Figure 54. Tircis, P.aegeria

La Tabac d'Espagne est lié par ses plantes hôtes aux milieux boisés. Par contre, le faible nombre de contacts effectué révèle que l'espèce est plus difficile à contacter que sur les milieux de lisières (coteaux ouverts notamment) sur lesquels elle va butiner.

Le milieu boisé est le seul sur lequel le Thècle de l'Yeuse (*S.ilicis*) a été observé. Il a été vu qu'une seule fois durant la réalisation des transects mais plusieurs observations ponctuelles font état de sa présence sur le coteau des Ligerais (Bois clair et landeux par endroit). D'autres données ponctuelles font l'état de la présence du Thècle du chêne (*Quercusia quercus*). Cette espèce est plus ubiquiste que la précédente en termes de milieu malgré des plantes hôtes similaires (plusieurs espèces du genre *Quercus*).

Figure 55. Thècle du chêne, Q.quercus

Le Nacré de la ronce (*B.daphne*) espèce d'affinité méridionale, a fait progressivement remonter son aire de répartition vers le Nord. Les conditions climatiques actuelles (réchauffement) et l'omniprésence de ses plantes hôtes (Genre *Rubus*) facilitent sans doute sa progression vers le Nord. Cette espèce affectionne les lisières et les zones forestières. Elle a été régulièrement observée dans ce genre de milieu (mais jamais en forts effectifs sur la commune). Le nacré a été détecté sur les transects les coteaux, le milieu landicole et les boisements (lisières).

En milieu boisé, la majorité des espèces ont été contactées avec de faibles abodances. Il s'agit le plus souvent d'espèces non affiliées à ce genre de milieu mais l'utilisant en transit ou en lisières.

Le Citron (*Gonepteryx rhamni)* fréquente les milieux de lisières ou les zones bocagères. L'espèce a été peu observée durant l'échantillonnage. Les milieux boisés échantillonnées, notamment les zones de lisières ont permis les quelques observations de l'espèce. La Boudaine (*Frangula alnus*) et le Nerprun purgatif (*Rhamnus catharticus*) ne semblent pas très abondants sur le territoire communal.

La Piéride du chou (Pieris brassicae) a été peu observée durant l'échantillonnage et sur la commune de façon générale. Ces abondances durant la saison 2015 semble relativement faible. Elle est pourtant non exigeante pour ses plantes hôtes (nombreuses Brassicacées) mais semble subir des variations d'effectifs interannuels, soutenues certaines années par des vagues de migrations.

Figure 56. Piéride du chou, P.brassicae

23 espèces ont été observées en milieu dit de Parc/Agrément, ces zones en secteur urbain (parc de la Deniserie) ou périurbain (secteur de lagunage du Coteau Moreau) sont gérées comme des prairies. Elles sont fauchées vers le 15 juin.

Figure 59. Parc de la Deniserie

Figure 58. Secteur du Coteau Moreau

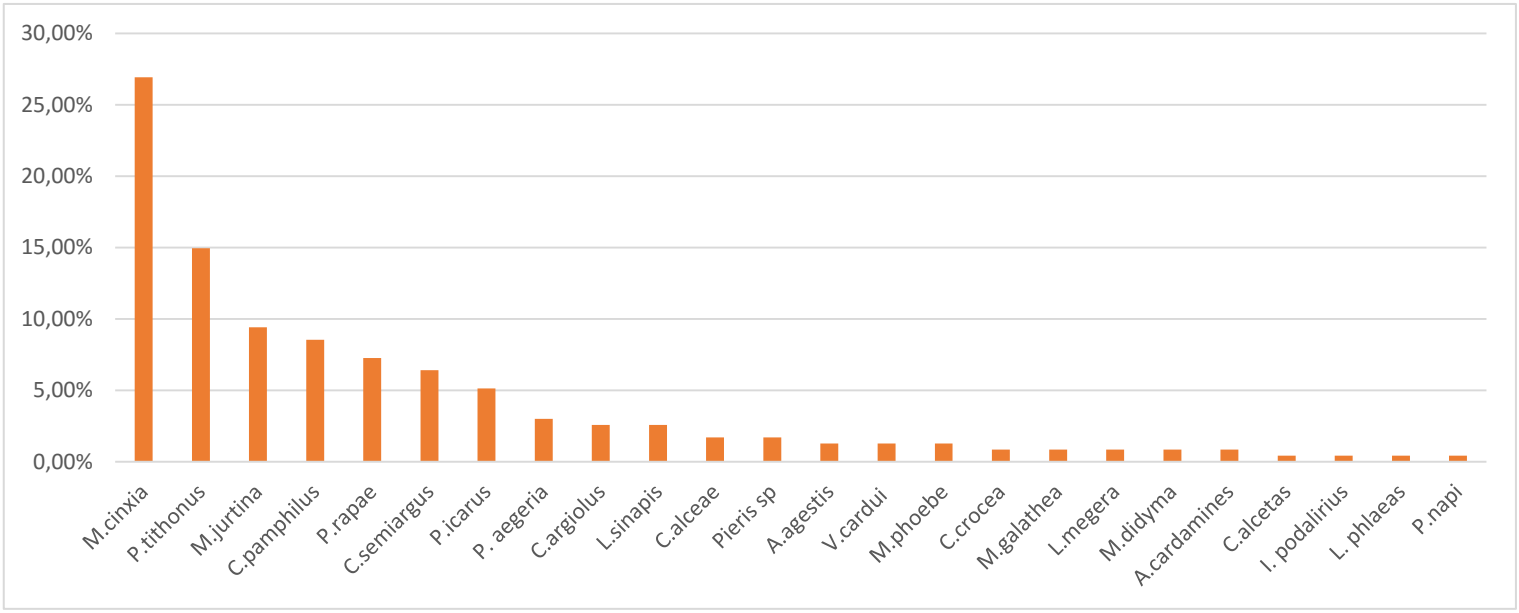


Figure 57. Diagramme rang-fréquence – prairies périurbaines (« parc/agrément »)

On peut noter sur ce genre de milieu une régularité plus importante comparable aux milieux prairiaux mésophiles. L'espèce dont le nombre de contacts a été le plus important n'est pas le Myrtil mais la Mélitée du plantain (*M.cinxia*). Viennent ensuite les espèces les plus régulièrement contactées sur la commune : l'Amaryllis (*P.tithonus*) et le Fadet commun (*C.pamphilus*).

Sur ce milieu, La Piéride de la rave (*P.rapae*), le Demi-argus (*P.semiargus)* et l'Azuré commun (*P.icarus*) sont des espèces

Figure 60. Mélitée du plantain, M.cinxia

assez régulières sur les prairies de fauche. La première espèce se reproduit sur différentes plantes principalement de la famille des Brassicacées. Les deux autres se reproduisent principalement sur *Trifolium pratense* pour le Demi-argus et sur plusieurs fabacées dont *Lotus corniculatus* et *Trifolium repens* pour l'Azuré commun. Ces espèces, sont communes sur les deux milieux échantillonnés.

Figure 61. Azuré commun, P.icarus

Les Bords de routes

22 espèces ont été observées sur les Bords de route échantillonnés. La régularité est comparable aux autres zones mésophiles (Parc/Agrément et Prairies). Cependant, certaines différences dans le rang des espèces peuvent être notées.

Figure 65. Route de la Bourgonnière

Figure 64. Route de Montjean, RD 751

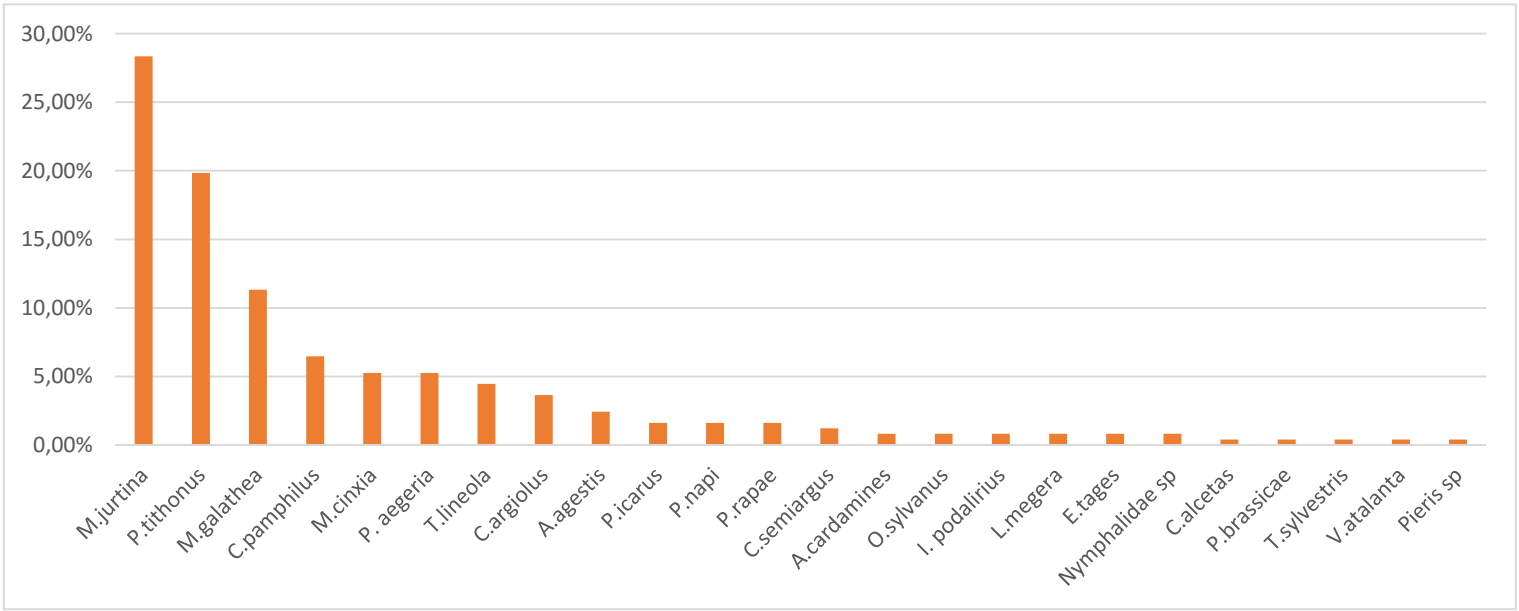


Figure 62. Diagramme rang-fréquence – Bords de routes

Le Demi-deuil (*M.galathea*) apparait au 3e rang du diagramme, cette espèce a pourtant été peu observée sur les milieux prairiaux. Les plus fortes densités observées pour cette espèce se situent sur les bords de routes et au niveau des zones ouvertes sur les coteaux. L'espèce est connue pour apprécier les milieux assez thermophiles

Figure 63. Demi-deuil, M.galathea

sur lesquels ses plantes hôtes évoluent (Entre autres *Phleum pratense* et *Dactylis glomerata*). Les bords de routes bien exposés sont donc propices pour l'installation de l'espèce.

Les bords de route semblent bien convenir aux Rhopalocères, un pic de fréquentation est à noter après la période de fauche. Nombreux individus des prairies alentours doivent se retrouver dans ces milieux.

La présence de l'Azuré des Nerpruns (*C.argiolus)* est à remarquer sur ce milieu. Espèce des haies, lisières, coteaux et landes, l'espèce se reproduit sur de nombreuses plantes de plusieurs familles (Rhamnacae, Cornaceae, Fabaceae, Ericaceae, Aquifoliaceae). Les bords de routes inventoriés possédaient des linéaires plus ou moins importants de haies dans lesquelles le Cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*), plante hôte avérée, était bien présent.

Figure 66. Azuré des Nerpruns, C.argiolus

L'Hespérie de L'Alcée (*C.alceae*) n'a pas été observée sur ce genre de milieux durant les transects. Les observations ont été principalement effectuées sur des sites ouverts et thermophiles. Cependant au vu de son écologie, l'espèce fréquente sûrement les bords de routes sur lesquelles on retrouve ses plantes hôtes (Malvacées, principalement genre *Malva, Althaea et Alcea).*

Figure 67. Point de Hongrie, E.tages

Le Point de Hongrie (*Erynnis tages*), a été observé dans les différents milieux prairiaux fauchés ou pâturés extensivement mais jamais en gros effectifs. Cette espèce de milieux à tendance oligotrophe, a pour plantes hôtes plusieurs espèces de fabacées dont les principales sont *Lotus corniculatus* et *Hippocrepis comosa*. Elle semble très bien s'accommoder aux bords de route. La gestion actuelle de ces milieux (broyage partiel de l'accotement durant la saison estivale) semble lui convenir.

Figure 68. Azuré de la faucille, C.alcetas

L'Azuré de la faucille (*Cupido alcetas*), espèce en progression en Pays de la Loire, a été observée sur différents milieux prairiaux sur la commune mais aussi sur les bords de routes. Cette espèce se reproduit sur plusieurs espèces de fabacées dont *Medicago lupulina*. Si on prend en compte les données ponctuelles, l'espèce est régulière mais jamais abondante.

La Piéride de la moutarde (*Leptidea sinapis*) a été observée sur tous les milieux échantillonnés hormis les bords de routes. Aucune explication plausible à cette absence n'a été trouvée.

La Sylvaine (*Ochlodes sylvanus*), est présente sur les lisières de différents milieux dont les bords de routes où *Dactylis glomerata*, sa principale plante hôte, est abondante. Les effectifs observés sont toujours faibles (1-2 individus).

L'Azuré Porte-Queue (*Lampides boeticus*) n'a pas été observé durant les transects en bords de route mais une prospection ponctuelle le long de la D762 (Chalonnes-Saint Laurent de la Plaine) a permis de détecter l'espèce. Elle était déjà connue sur la commune mais en milieu urbain dans une zone sur laquelle une de ces plantes hôtes : le Baguenaudier (*Colutea arborescens*) est présente. Cette espèce, encore migratrice ne survit pas l'hiver, elle devrait à terme se « naturaliser ».

IV. Discussion

L'inventaire des Rhopalocères mené en 2015 a permis la détection de 51 espèces de Rhopalocères sur les 55 connues d'après la bibliographie sur Chalonnes. Le Thècle du Bouleau (*T.betulae*), le Petit Nacré (*I.lathonia*), le Thècle du prunier (*S.pruni*) et l'Hespérie des Sanguisorbes (*S.sertorius*), sont les espèces non observées en 2015 mais connues sur le territoire communal. Elles sont sans doute rares et localisées. Pour le Thècle du Bouleau, des prospections ciblées permettraient sans doute de préciser la répartition.

Les 42 transects parcourus sur 4 passages ont permis d'affiner la répartition des espèces et de préciser les cortèges présents par type de milieux en lien avec l'écologie des espèces. Une moyenne de 11 espèces par transect peut être avancée avec cependant des variations importantes selon les typologies.

La standardisation de l'échantillonnage a permis de récolter des données quantitatives analysables et le calcul de différents indicateurs comme la richesse spécifique, la diversité, l'équitabilité et la densité cénotique. La richesse spécifique et la diversité observées sont maximales pour les milieux de landes et de coteaux. Les différences observées apparaissent significatives statistiquement. L'évolution temporelle de la richesse spécifique et de la densité selon les passages a confirmé ces données et a permis d'observer une augmentation générale de ces deux variables en fonction des passages avec cependant quelques variations selon les typologies.

Malgré tout, certains aléas climatiques ont entrainé quelques biais : incendie du coteau des Ligerais en juillet et crue de Loire en mai. Ces événements sont responsables de la non réalisation de certains transects durant les passages concernés. Trois transects n'ont pas été effectués en mai sur les prairies du layon et deux en juillet sur le coteau des Ligerais. Hormis ces aléas, la météo a globalement été favorable à la réalisation des prospections.

Aucun passage n'a été réalisé au mois d'août. Ce passage n'aurait sans doute pas permis de détecter de nouvelles espèces mais il aurait pu s'avérer pertinent pour détecter les espèces en deuxième génération.

Aucun inventaire ciblé n'a été réalisé pour le taxon des Rhopalocères. Les occurrences des différentes espèces ont permis de leurs attribuer un statut communal de rareté. Ce statut a été affiné ensuite par les données ponctuelles recueillies. Il faut cependant prendre en compte que ce statut s'appuie uniquement sur une année de prospection. Les Rhopalocères peuvent connaitre des variations d'effectifs interannuelles importantes. Ce statut affecté aux espèces donne donc une image à un « instant t » qui sera amenée sans doute à évoluer dans les prochaines années.

Les milieux ouverts sont gérés différemment, certains sont fauchés, d'autres pâturés ou encore non entretenus. Ces différentes conduites paraissaient intéressantes à étudier pour préciser l'évolution des peuplements en fonction des modalités énoncées. Aucune différence significative de richesse spécifique, de diversité et d'équitabilité n'a pu être notée entre les milieux pâturés et fauchés. Une différence significative statistiquement semble par contre montrer que ces trois variables possèdent des valeurs supérieures pour les milieux non entretenus. Les calculs des densités cénotiques en fonction des différents passages et selon les deux modalités (fauche/pâturage) montrent de nettes différences graphiquement à partir du troisième passage : les milieux pâturés présentent une densité cénotique nettement supérieure. Les différences apparaissent significatives statistiquement uniquement au quatrième passage (juillet).

La mesure de plusieurs indices de diversité β montre que pour une même typologie il existe des différences dans la composition spécifique même si le cortège de base est identique. Les indices semblent montrer une variation des abondances spécifiques. Celles-ci sont beaucoup plus importantes en comparant des milieux non gérés et entretenus qu'en comparant des milieux entretenus par fauche/pâturage entre eux.

L'échantillonnage initial a été réfléchi pour comparer différents types de milieux entre eux et non pour comparer la gestion de ces milieux. Les résultats obtenus paraissaient intéressants mais devrait être complétés par un échantillonnage réfléchi spécifiquement pour obtenir des résultats plus rigoureux statistiquement. L'utilisation de tests statistiques paramétriques pourrait aussi permettre d'obtenir des résultats plus robustes que ceux obtenus dans le présent document.

Les Bords de routes paraissent intéressants pour les espèces surtout au moment de la fauche en juin. Les espèces semblent y trouver des refuges adéquats.

Les coteaux, milieux d'une grande richesse, sont très importants dans le paysage communal. Leur entretien par pâturage s'il n'est pas intensif semble favorable aux rhopalocères même si on a observé des variations de la densité cénotique en fonction des différentes modalités.

Les landes, milieu de transition sont aussi très favorables aux rhopalocères bien que la régularité des espèces y soit bien moins importante que sur les coteaux. Ce milieu abrite certaines espèces qui n'ont pas été observées sur les coteaux.

Les Prairies mésophiles présentent une richesse spécifique comparable aux milieux périurbains de « parc/agrément ». Ces derniers forment de véritables refuges pour la biodiversité et particulièrement les Rhopalocères en milieu urbanisé.

Les prairies humides, présentent une richesse spécifique inférieure aux autres milieux ouverts. Cependant, ce milieu reflète un intérêt non négligeable pour les espèces durant l'été car il présente une diversité de plantes nectarifères. Certaines espèces, non affiliés à ce genre de milieux peuvent alors être observées à butiner.

Les zones boisées de la commune présentent une richesse et une diversité spécifique inférieure aux milieux ouverts mais sont les milieux de vie larvaire de plusieurs espèces qui peuvent être observées régulièrement sur les lisières ou dans d'autres milieux. L'inventaire réalisé montre donc une vraie complémentarité des milieux malgré des fluctuations dans les paramètres mesurés ou calculés. C'est cette hétérogénéité qui permet une diversité importante pour ce taxon à l'échelle communale.

Il serait intéressant d'engager un suivi dans le temps des Rhopalocères sur Chalonnes à une échéance de 5 à 10 ans. Une zone devra être suivie spécifiquement : le Coteau des Ligerais. Cette zone devrait être remise au pâturage en 2016. Des suivis seront donc à engager pour observer l'évolution de la biodiversité sur le site. Les Rhopalocères, bio-indicateurs particulièrement intéressants pour étudier les milieux ouverts, devront donc être ciblés.

La gestion de certaines zones inventoriées pourrait être améliorée et ainsi être beaucoup plus favorable à la biodiversité. Les prairies péri-urbaines, fauchées vers le 15 juin pourraient être fauchées plus tardivement pour que l'entretien du milieu soit moins impactant. Mais surtout, des zones refuges non fauchées pourraient être créées. Il peut s'agir des zones sur lesquelles la faucheuse ne passe pas (verger du parc de la Deniserie ; lisières et pentes sur la zone du coteau moreau). Le broyage de ces zones en fin d'été permettrait sans doute aux espèces de mieux se maintenir sur les zones. Le broyage des regains devrait être aussi évité pour permettre une deuxième floraison aux espèces floristiques présentes et donc favoriser l'accueil et le cycle de vie des espèces.

Une autre piste à envisager serait de solliciter les entreprises privées disposant de terrain non bâtis. Ces derniers, aujourd'hui tondus ou broyés régulièrement ne sont pas accueillants pour la biodiversité. De simples mesures de fauche/broyage tardif pourraient être un geste à moindre coup favorisant grandement la biodiversité. Toutes ces pistes pour être avantageuses pour disposer d'une hétérogénéité de milieux et participer au mieux à la préservation de la biodiversité.

Conclusion

Les 57 espèces de Rhopalocères présentes sur le territoire Chalonnais reflètent une richesse non négligeable. Si certaines comme le Myrtil sont omniprésentes sur le territoire, d'autres comme le la Petite violette ou le Marbré de de cramer restent localisés à certains secteurs précis de la commune. L'hétérogénéité de milieux favorise la richesse et la diversité d'espèces présentes sur le territoire chalonnais. Ces milieux sont complémentaires les uns vis-à-vis des autres et permettent à de nombreuses espèces végétales de se développer. Certaines d'entre elles servent de plantes hôtes aux espèces de rhopalocères. Les coteaux sont des milieux les plus riches en termes d'espèces mais ne présentent pas les mêmes cortèges que les prairies, les bois, les landes ou les bords de routes.

L'étude de la gestion des différents milieux a permis d'observer certaines tendances sur le lien entre la gestion et la présence des Rhopalocères sur les milieux. Ainsi le pâturage extensif semble la modalité de gestion la plus favorable après l'absence d'entretien. Il semble donc que l'hétérogénéité au sein d'un milieu soit importante, tout comme l'hétérogénéité des milieux entre eux.

Les analyses statistiques permettent de mettre en avant certaines généralités mais il existe une grande hétérogénéité entre les sites inventoriés. L'échantillonnage effectué n'a pas été réfléchi pour prendre en compte les modalités de gestions. Certaines variables environnementales peuvent ne pas avoir été prises en compte. Cependant, les comparaisons effectuées permettent de mettre en avant des tendances qu'il serait intéressant de vérifier dans le futur.

Les observations de terrain ont permis d'observer que la gestion de certains secteurs, communaux notamment, pourrait être améliorée de façon à la rendre plus favorable dans certains milieux. De plus, L'inscription dans le temps du suivi de rhopalocères sur la commune permettra dans les prochaines années de comparer avec les données récoltées en 2015 et de suivre les peuplements sur les différents milieux de la commune.

Les cartes de répartition des espèces n'ont pas pu être éditées en 2015 car certaines observations ponctuelles de bases de données n'ont à ce jour pas été communiquées.

Bibliographie

COTREL N. & GUILLON M. (2007). Observatoire du patrimoine naturel du Marais poitevin –Pôle entomofaune : Lépidoptères rhopalocères -Synthèse de la phase 1 : état des connaissances -Action F27 du programme LIFE Nature Marais poitevin. Deux-Sèvres Nature Environnement, Nature Environnement 17. Parc Interrégional du Marais poitevin. 23p.

COTREL N. (2010). Observatoire du patrimoine naturel du Marais poitevin : Suivi des Lépidoptères Rhopalocères du Marais poitevin. Deux-Sèvres Nature Environnement. Edition Parc interrégional du Marais poitevin. 27 p.

DEMERGES D. (2002). Proposition de mise en place de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères et Zygaenidae dans les Réserves Naturelles de France. Réserves Naturelles de France, 29 p.

DURAND O & GABORY O, (2007). Les Rhopalocères des Mauges, Observations de 3 espèces inhabituelles – Etat des connaissances et appel à contribution. Mauges Nature, bulletin n°80. 6p

HERBRECHT & al, (2015) - Mise en place d'un suivi orthoptérique sur 4 ENS 35 - GRETIA, 70p

JOMAT E., DORE F., ROQUES O., BARON G., TROTIGNON P., COTREL N. et TEXIER A. (2012). Suivi des communautés de rhopalocères du Marais poitevin. Parc Interrégional du Marais Poitevin, 31p.

LAFRANCHIS T (2010), Papillons d'Europe, Guide et clé de détermination des papillons de jour. Diatheo 380p.

LANGLOIS D & GILG O, (2007). Méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères dans les Réserves Naturelles de France – révision de la proposition de protocole 2002 de DEMERGES & BACHELARD. Réserves Naturelles de France, 34p.

MANIL L & HENRY P-Y, (2007). Suivi Temporel des Rhopalocères de France (STERF)- Suivi Temporel des Insectes Communs (STIC) : Protocole National MNHN. 10p.

MANIL & al, (2014). Suivi Temporel des Rhopalocères de France (STERF) Bilan 2005 -2013. MNHN. 75p.

PAQUIN M, ROULOT J & LEVEQUE P. (2014). ATLAS DE LA BIODIVERSITÉ COMMUNALE, S'approprier et protéger la biodiversité de son territoire - GUIDE ABC. MEDD. 80p.

PERREIN C. (2012). Biohistoire des papillons – Atlas Entomologique Régionale, Presse Universitaires de Rennes. 621p.

POLLARD E. et YATES T. (1993). Monitoring butterflis for ecologiy and conservation. Chapman and Hall, London.

TANGUY A. & GOURDAIN P. (2011). Guide methodologique pour les inventaires faunistiques des especes metropolitaines terrestres (volet 2) – Atlas de la Biodiversite dans les Communes (ABC). MNHN- MEDDTL. 195 p.

UICN France, MNHN, Opie et SEF (2012). La Liste rouge des espèces menacées en France, Papillons de jour de France métropolitaine. 18p.

Sitographie :

Lépi'net, Les Carnets du Lépidoptériste Français, http://www.lepinet.fr (consulté en juillet 2015)

INPN, Inventaire National du Patrimoine Naturel, http://inpn.mnhn.fr/accueil/index (consulté en juillet 2015)

CPIE Loire Anjou, base de données, http://www.cpieloireanjou.fr/index.php/base-donnees-faune-flore (consultée en août 2015)

Annexes

Annexe 1. Bilan des espèces observées en 2015 et leurs plantes hôtes d'après Lafranchis, 2010 et Perrein, 2012.

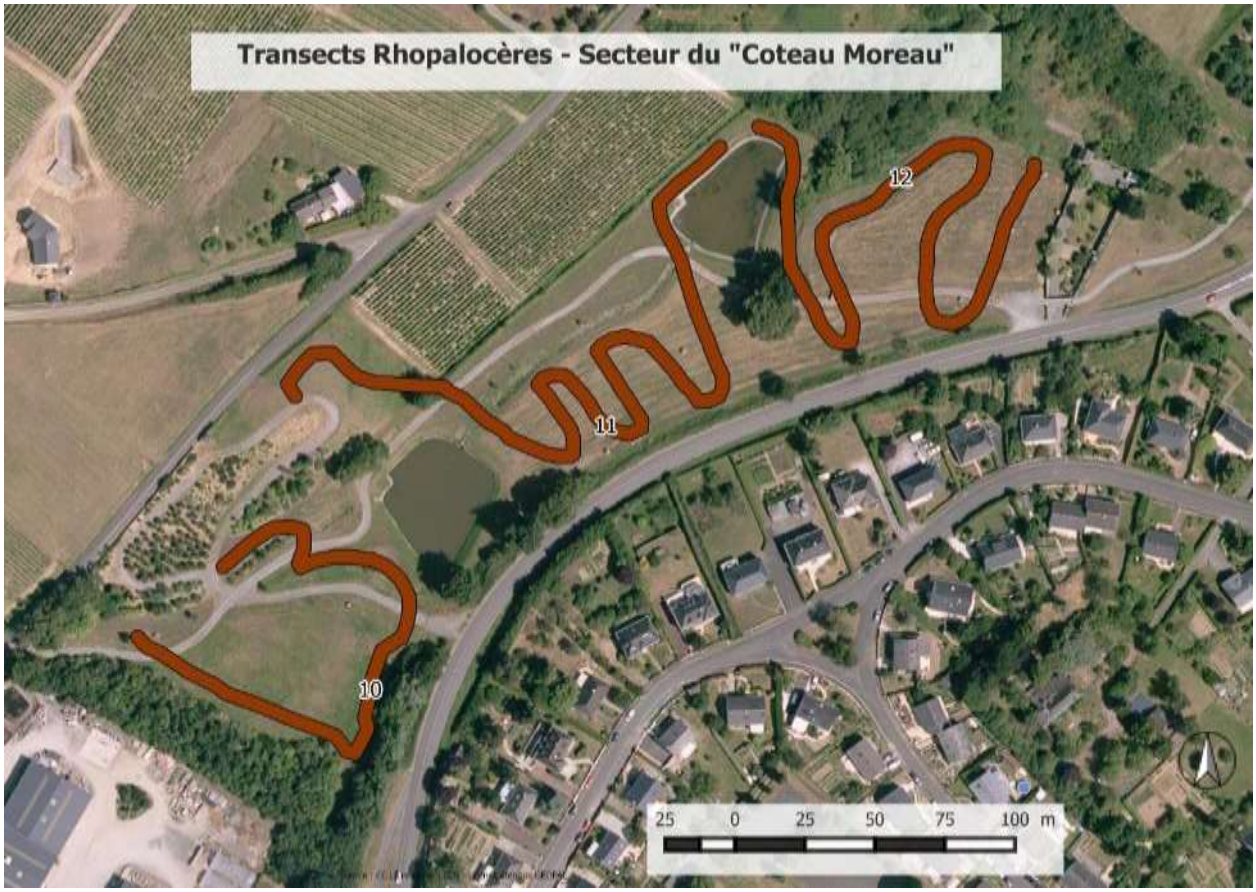
Marron = espèces observée uniquement en données ponctuelles, Orange = espèce observée lors de l'échantillonnage, blanc = espèce non observée en 2015

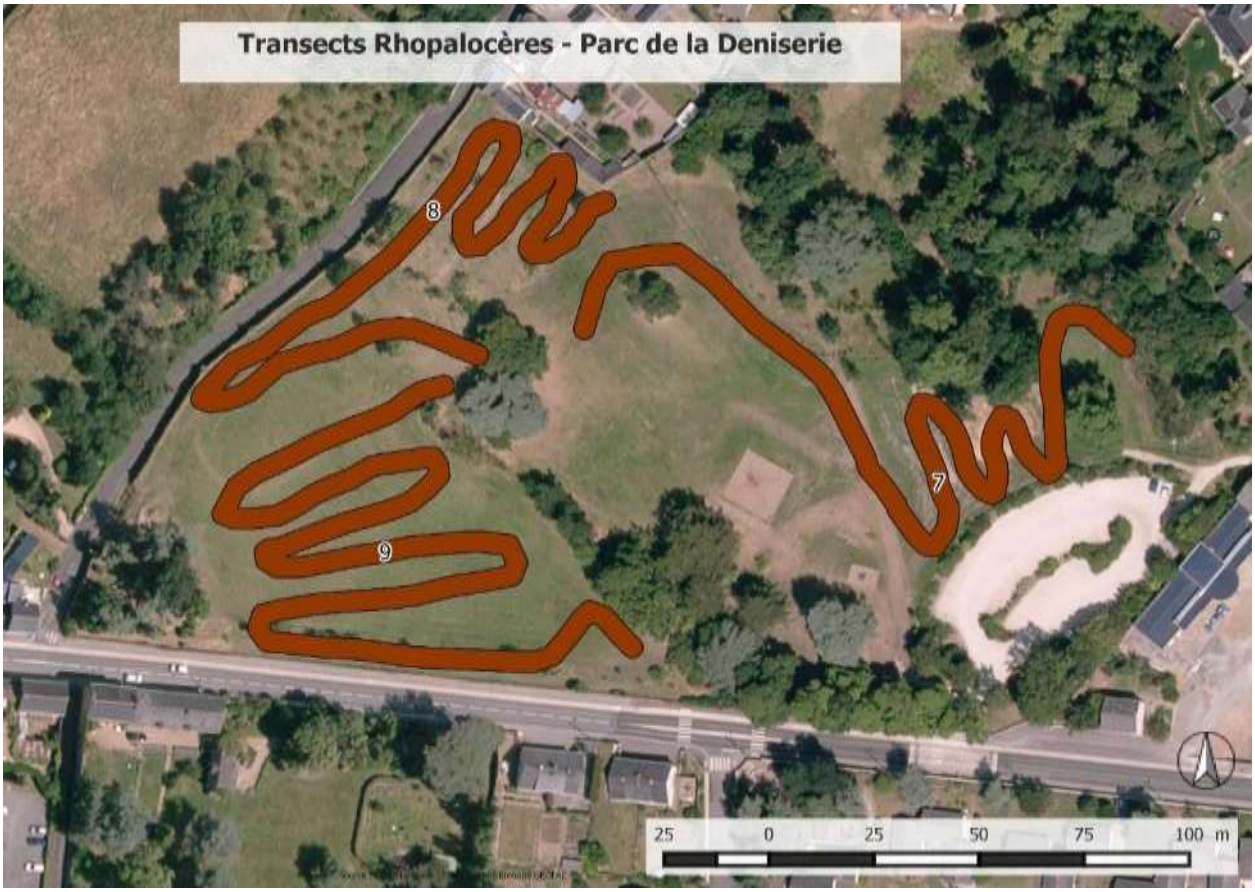
Nom latin	**Nom francais**	**Bilan des observations en 2015**	***Plantes hôtes***
Aglais urticae (Linnaeus, 1758)	Petite tortue		*Urtica dioica*
Anthocharis cardamines (Linnaeus, 1758)	Aurore		Brassicaceae dont *Cardamine pratensis, Cardamine hirsuta, Alliara petiolata*
Apatura ilia (Denis & Schiffermüller, 1775)	Petit mars changeant		*Populus tremula, Populus nigra, Salix* spp.
Aporia crataegi (Linnaeus, 1758)	Gazé		Rosaceae dont *Crataegus monogyna et Prunus spinosa*
Araschnia levana (Linnaeus, 1758)	Carte géographique		*Urtica dioica*
Argynnis paphia (Linnaeus, 1758)	Tabac d'Espagne		*Viola* spp.
Aricia agestis (Denis & Schiffermuller, 1775)	Argus brun		Geraniaceae principalement les genres *Gernium et Erodium*
Boloria (Clossiana) dia (Linnaeus, 1767)	Petite Violette		*Viola* spp.
Brenthis daphne (Bergstrasser, 1780)	Nacré de la ronce		*Rubus* spp.
Callophrys rubi (Linnaeus, 1758)	Thécla de la Ronce		*Cyticus scoparius et Ulex europaeus*
Carcharodus alceae (Esper, 1780)	Hespérie de l'alcée		*Malvaceae*
Celastrina argiolus (Linnaeus, 1758)	Azuré des nerpruns		15 familles différentes en Europe les principales espèces étant *Hedera helix et Ilex aquifolium*
Coenonympha pamphilus (Linnaeus, 1758)	Fadet commun		Poaceae en particulier *Poa pratensis, Anthoxanthum odoratum, Cynosurus cristatus*
Colias croceus (Fourcroy, 1785)	Souci		Fabaceae dont *Medicago sativa, Medicago lupulina, Trifolium pratense, Lotus corniculatus*
Cupido alcetas (Hoffmannsegg, 1804)	Azuré de la faucille		Fabaceae surtout *Medicago lupulina*
Erynnis tages (Linnaeus, 1758)	Point de Hongrie		*Lotus corniculatus, Hippocrepis comosa*
Euchloe crameri Butler, 1869	Marbré de cramer		*Brassicaceae* dont *Diplotaxis tenuifolia*
Gonepteryx rhamni (Linnaeus, 1758)	Citron		*Frangula alnus et Rhammus catharticus*

Glaucopsyche alexis (Poda, 1761)	Azuré des cytises		Surtout *Genista tinctoria*
Inachis io (Linnaeus, 1758)	Paon du jour		Surtout *Urtica dioica*
Iphiclides podalirius (Linnaeus, 1758)	Flambé		Rosaceae dont *Prunus spinosa, Prunus avium, Malus domestica, ...*
Issoria lathonia (Linnaeus, 1758)	Petit nacré		*Viola spp. Borago officinalis*
Lampides boeticus (Linnaeus, 1767)	Azuré porte queue		Fabaceae dont *Lathyrus odoratus et Colutea arborescens*
Lasiommata megera (Linnaeus, 1767)	Mègère		Poaceae en particulier *Elymus repens et Poa annua*
Leptidea sinapis (Linnaeus, 1758)	Piéride de la moutarde		Fabaceae dont *Lotus corniculatus et Lathyrus pratensis*
Limenitis camilla (Linnaeus, 1764)	Petit Sylvain		*Locinera periclymenum*
Limenitis reducta Staudinger, 1901	Sylvain azuré		*Locinera periclymenum*
Lycaena phlaeas (Linnaeus, 1761)	Cuivré commun		*Rumex acetosa et Rumex acetosella*
Lycaena tityrus (Poda, 1761)	Argus myope		*Rumex acetosa et Rumex acetosella*
Maniola jurtina (Linnaeus, 1758)	Myrtil		Poaceae en particulier *Poa pratensis, Anthoxanthum odoratum, Cynosurus cristatus*
Melanargia galathea (Linnaeus, 1758)	Demi-Deuil		Poaceae en particulier *Dactylis glomerata, Phleum*
Melitaea athalia (Rottemburg, 1775)	Mélitée du mélampyre		*Melampyrum pratense, Digitalis purpurea, Veronica* spp. *Plantago* spp.
Melitaea cinxia (Linnaeus, 1758)	Mélitée du plantain		*Plantago lanceolata, veronica serpyllifolia*
Melitaea didyma (Esper, 1778)	Mélitée orangée		30 plantes de 5 familles différentes dont *Plantago lanceolata, Linaria vulgaris*
Melitaea parthenoides Keferstein, 1851	Mélitée des scabieuses		*Plantago lanceolata*
Melitaea phoebe (Denis & Schiffermuller, 1775)	Mélitée des centaurées		*Centaurea* spp. *Cirsium* spp.
Nymphalis polychloros (Linnaeus, 1758)	Grande tortue		Nombreux arbres mais surtout *Salix* spp*. Ulmus* spp. *Prunus avium, Pyrus communis*
Ochlodes sylvanus (Esper 1777)	Sylvaine		Poaceae dont *Elymus sp., Holcus sp, Poa annua*
Papilio machaon Linnaeus, 1758	Machaon		Apiaceae *(+ de 50 espèces en Europe)*
Pararge aegeria (Linnaeus, 1758)	Tircis		Poaceae en particulier *Agrostis stolonifera, Poa annua, Poa trivialis, Elymus repens*

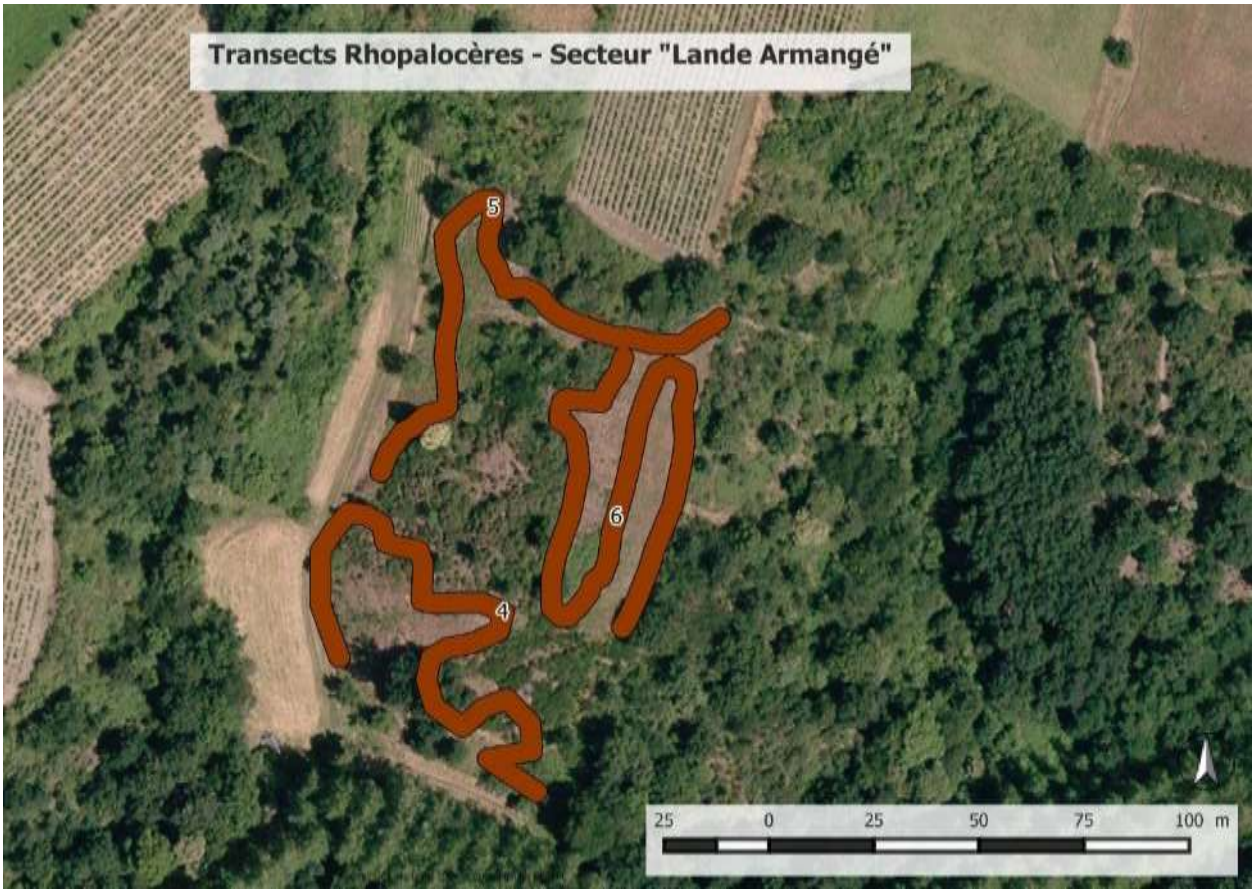
Pieris brassicae (Linnaeus, 1758)	Pieride du chou		Brassicaceae et Tropaelaceae
Pieris napi (Linnaeus, 1758)	Pieride du navet		Brassicaceae
Pieris rapae (Linnaeus, 1758)	Pieride de la rave		Brassicaceae *dont Alliaria petiolata, Arabis* spp, *Cardamine pratensis et* Tropaelaceae
Polygonia c-album (Linnaeus, 1758)	Robert-le-Diable		*Urtica dioica, Humulus lupulus, Ribes rubrun, Salix* spp. *Corylus avellana, Lonicera periclymenum, Ulmus* spp.
Polyommatus (Cyaniris) semiargus (Rottemburg, 1775)	Demi-Argus		Fabaceae particulièrement *Trifolium pratense*
Polyommatus (Polyommatus) icarus (Rottemburg, 1775)	Azuré de la bugrane		Fabaceae particulièrement *Lotus corniculatus, Medicago lupulina, Ononis repens, Trifolium repens et pratense*
Pyrgus malvae (Linnaeus, 1758)	Hespérie de la Mauve		Rosacées (*Potentilla*, *Filipendula*...)
Pyronia (Pyronia) tithonus (Linnaeus, 1767)	Amaryllis		Poaceae particulièrement *Festuca spp. Poa* spp. *Agrostis* spp.
Quercusia quercus (Linnaeus, 1758)	Thècle du chêne		*Quercus* spp.
Satyrium ilicis (Esper, 1779)	Thécla de l'yeuse		*Quercus* spp.
Satyrium pruni (Linnaeus, 1758)	Thécla du prunier		*Prunus spinosa*
Spialia sertorius (Hoffmannsegg, 1804)	Hespérie des Sanguisorbes		*Sanguisorba minor*
Thecla betulae (Linnaeus, 1758)	Thècle du bouleau		*Prunus spinosa* principalement
Thymelicus lineola (Ochsenheimer, 1808)	Hespérie du dactyle		Poaceae *dont Holcus lanatus, Holcus mollis, Brachypodium spp, Cynosurus* spp.
Thymelicus sylvestris (Poda, 1761)	Hespérie de la houque		Poaceae dont *Alopecurus pratensis, Holcus lanatus, Holcus mollis, Brachypodium* spp*, Cynosurus* spp.
Vanessa atalanta (Linnaeus, 1758)	Vulcain		*Urtica dioica et Parieta spp.*
Vanessa cardui (Linnaeus, 1758)	Belle-dame		70 espèces de 8 familles différentes

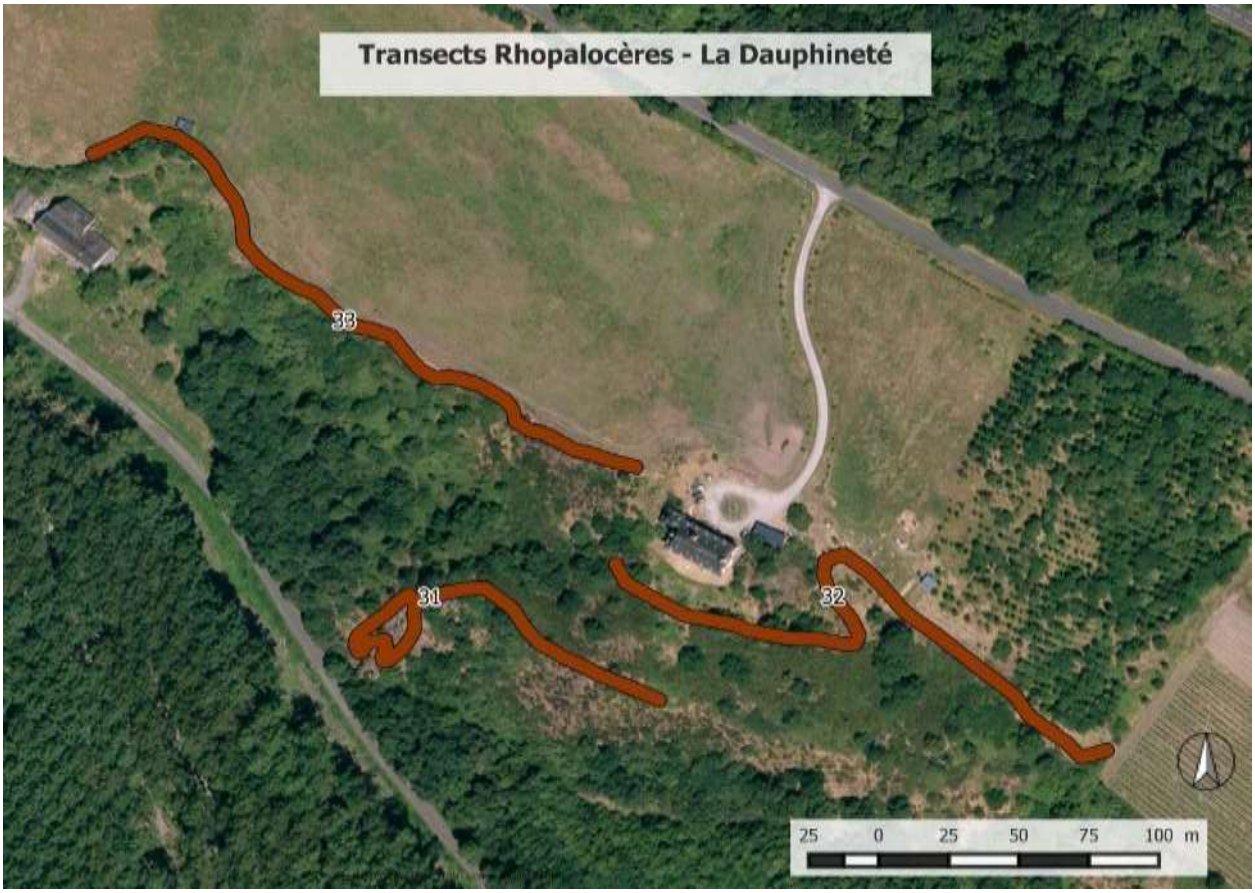
Annexe 2. Localisation des transects en milieu de Parc/Agrément



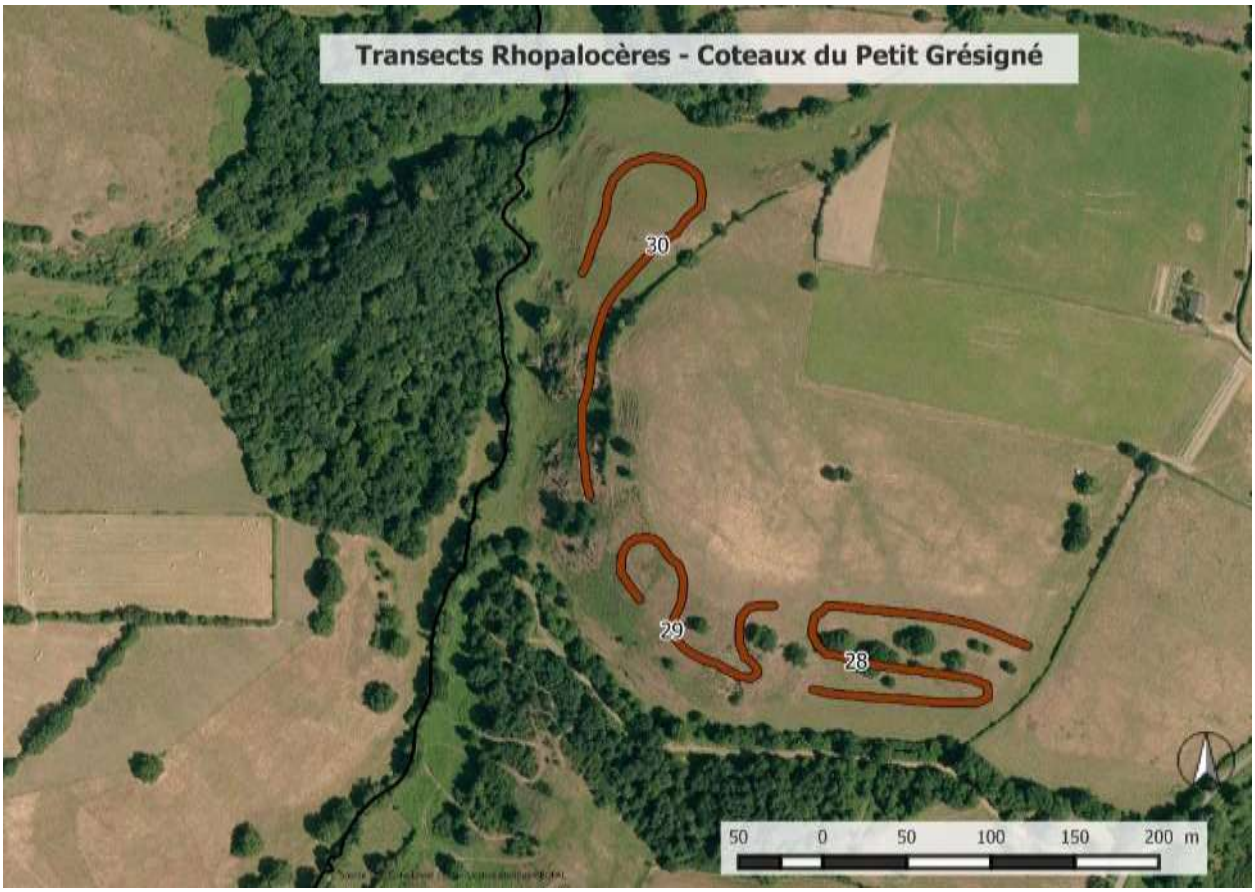


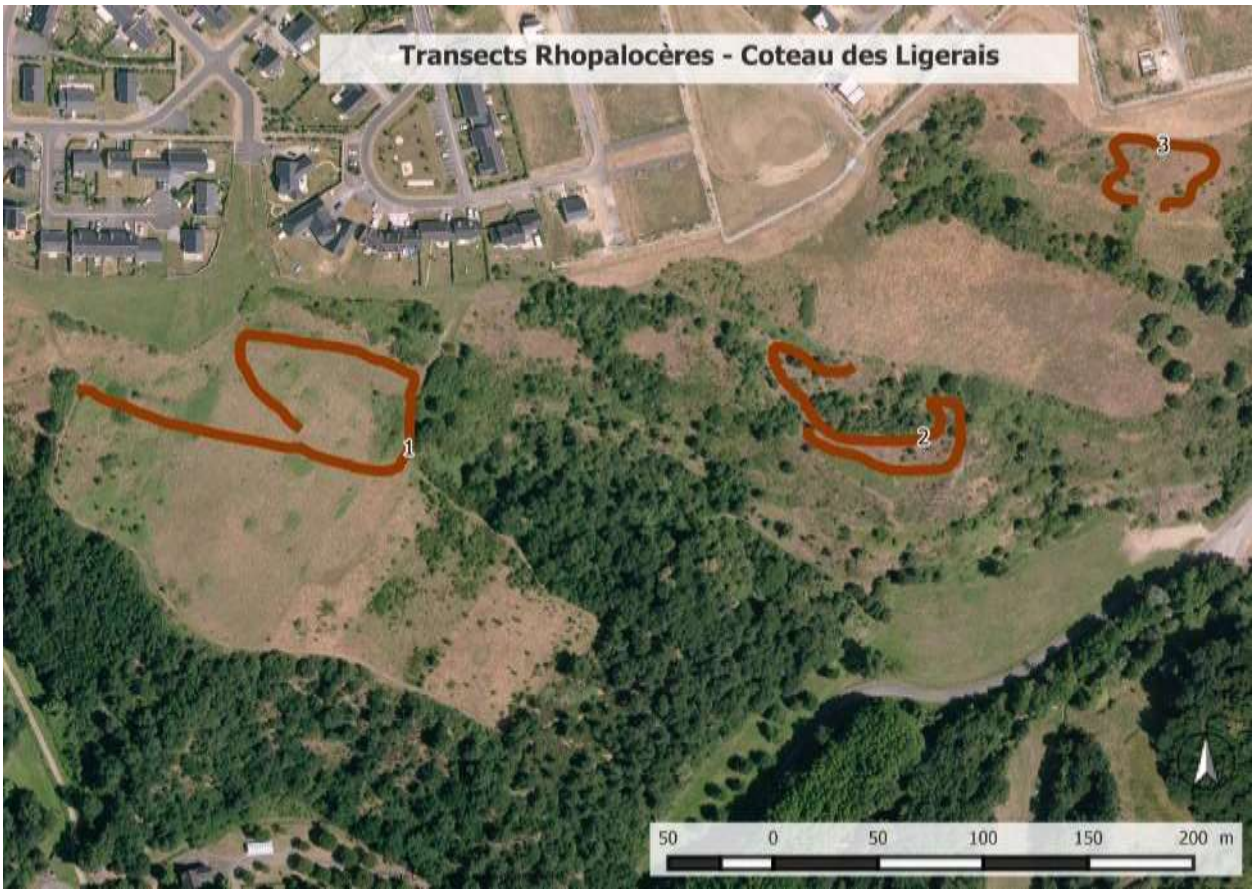
Annexe 3. Localisation des transects en milieu landicole



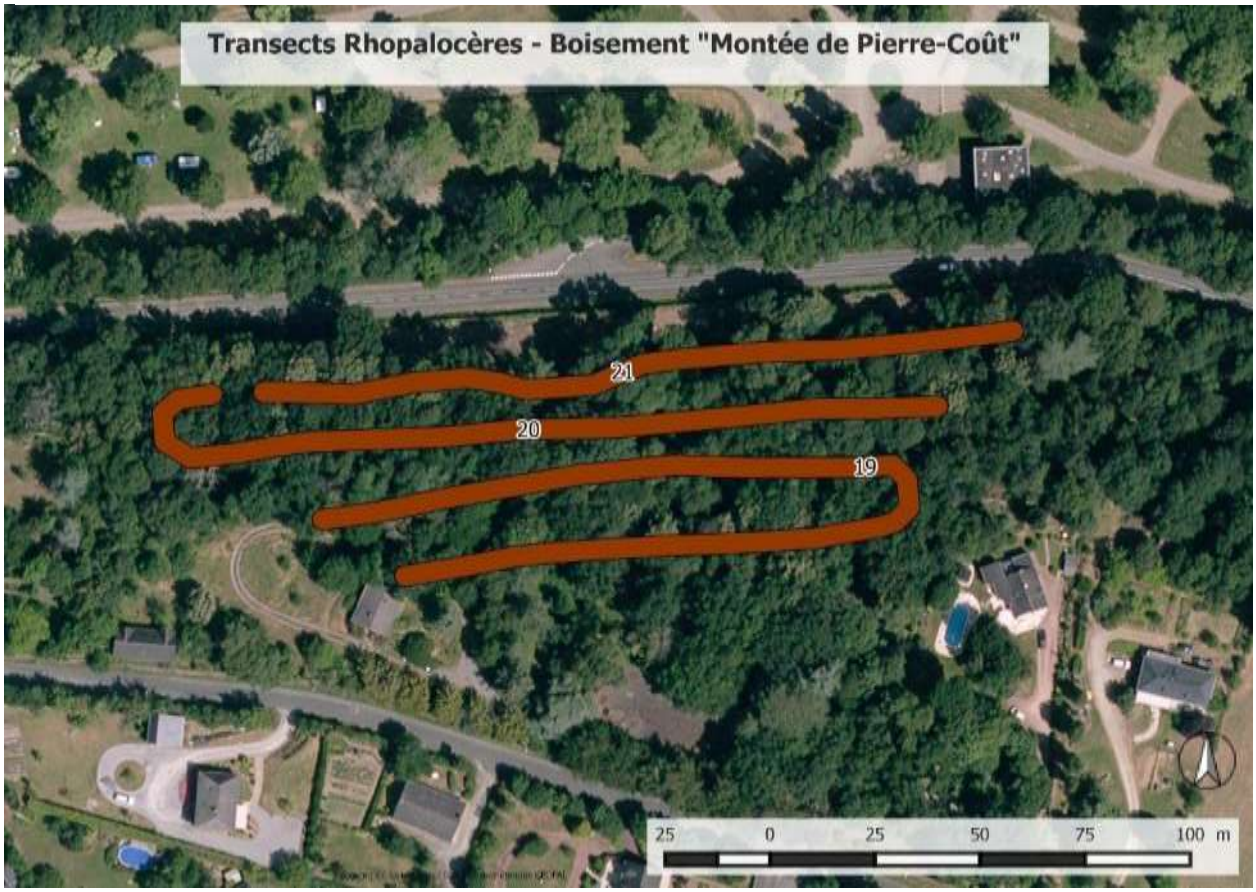


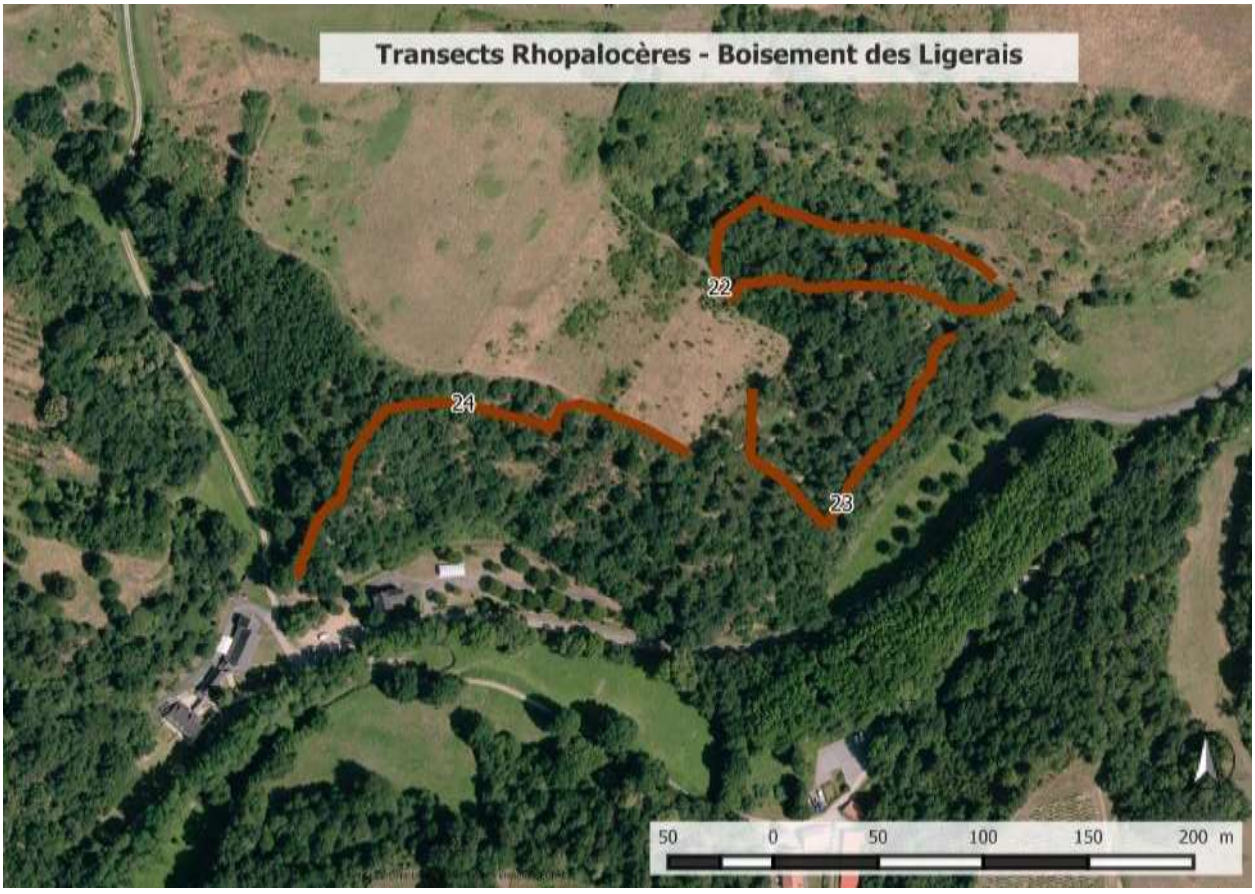
Annexe 4. Localisation des transects sur les Coteaux



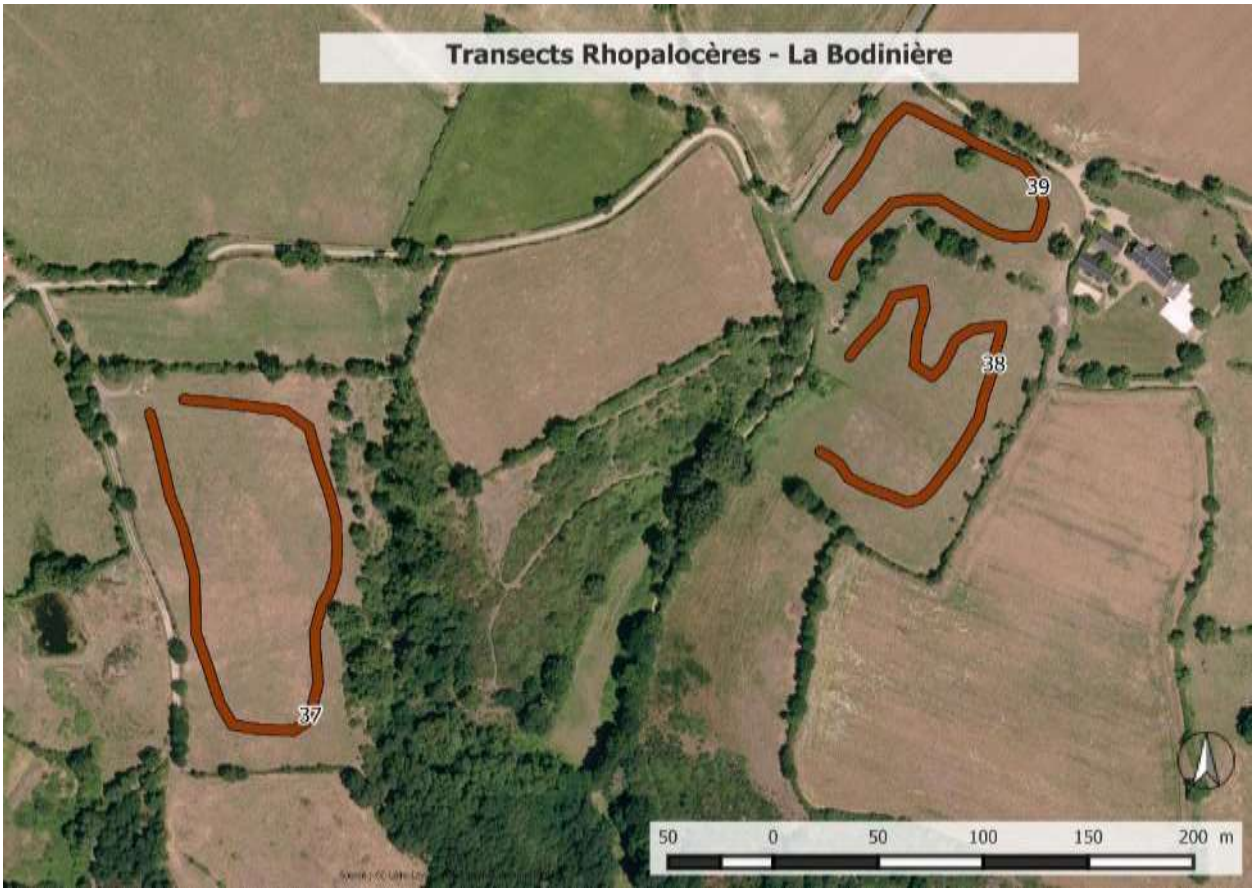


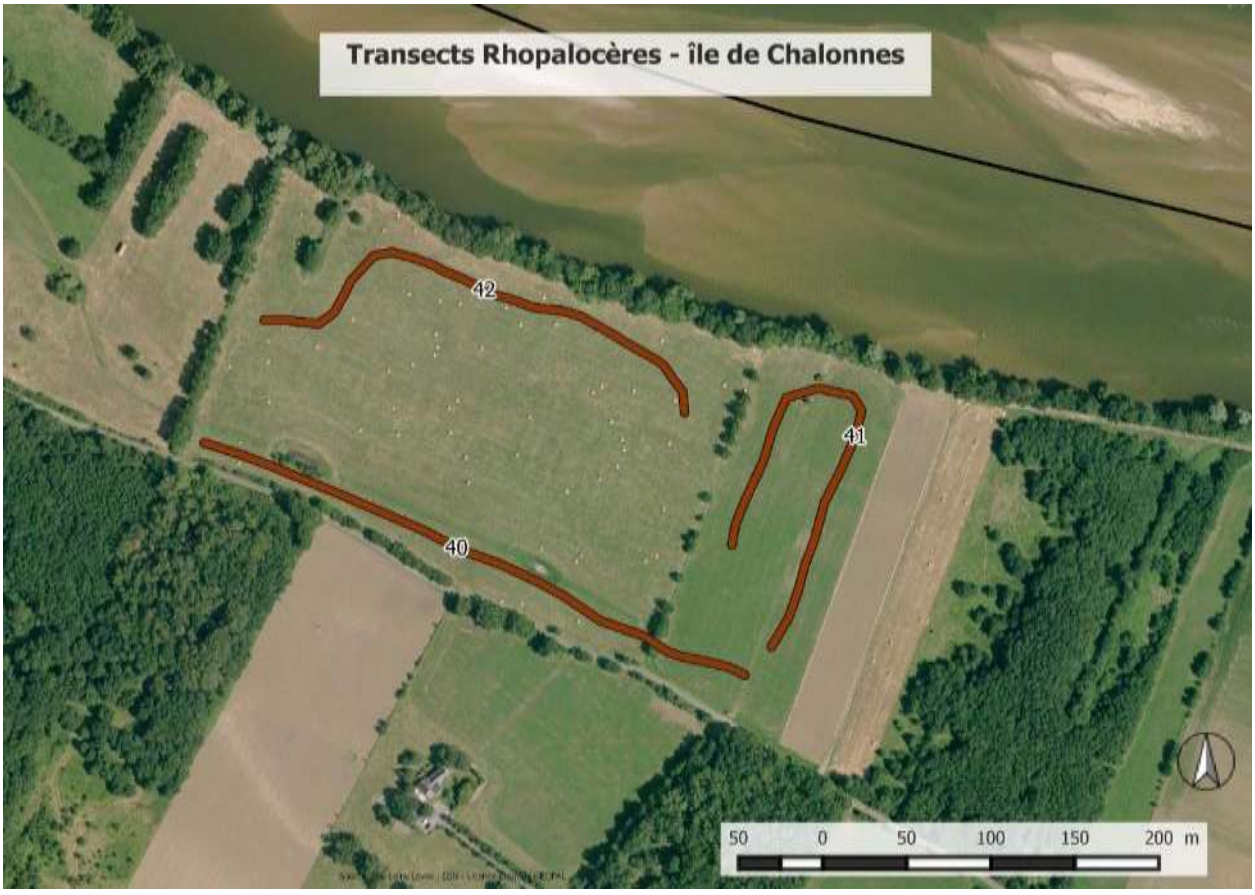
Annexe 5. Localisation des transects dans les milieux boisés



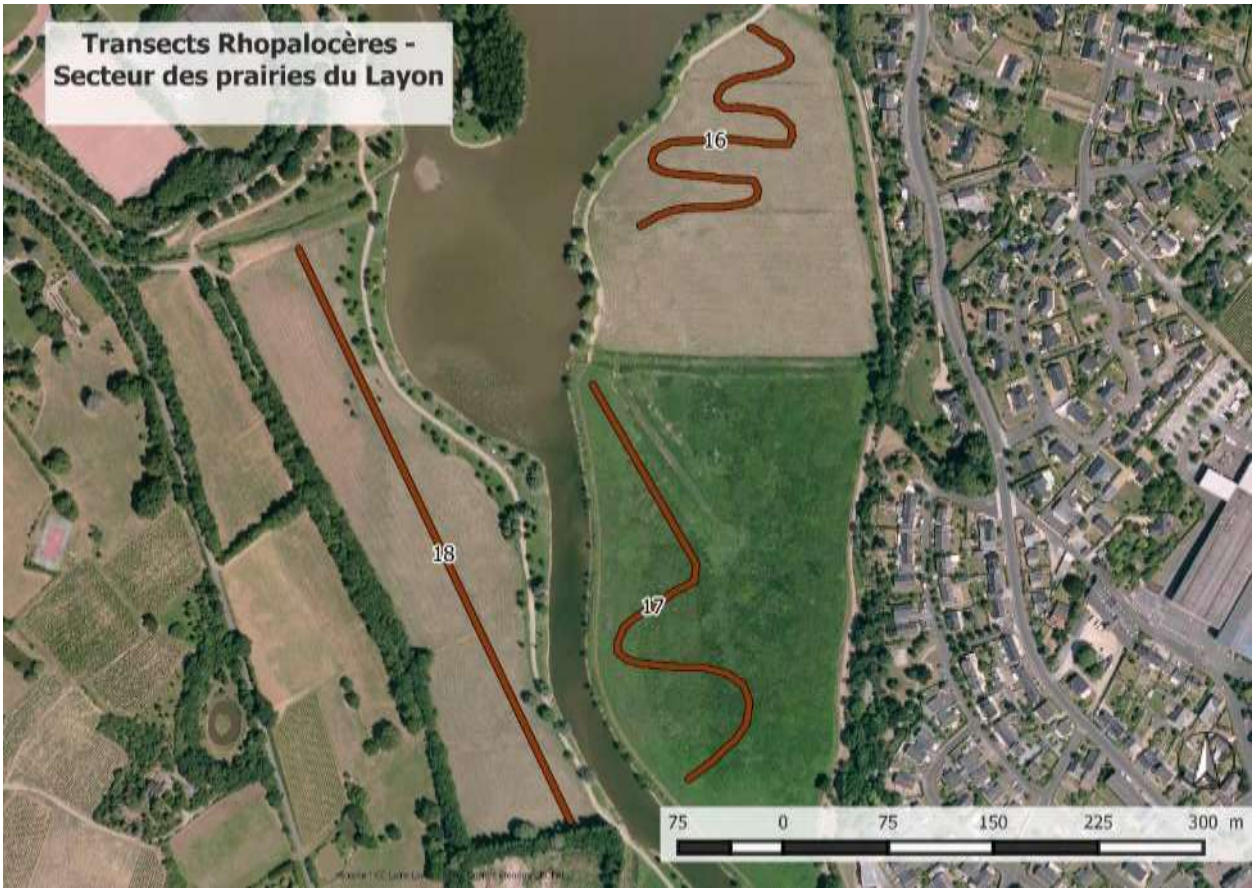


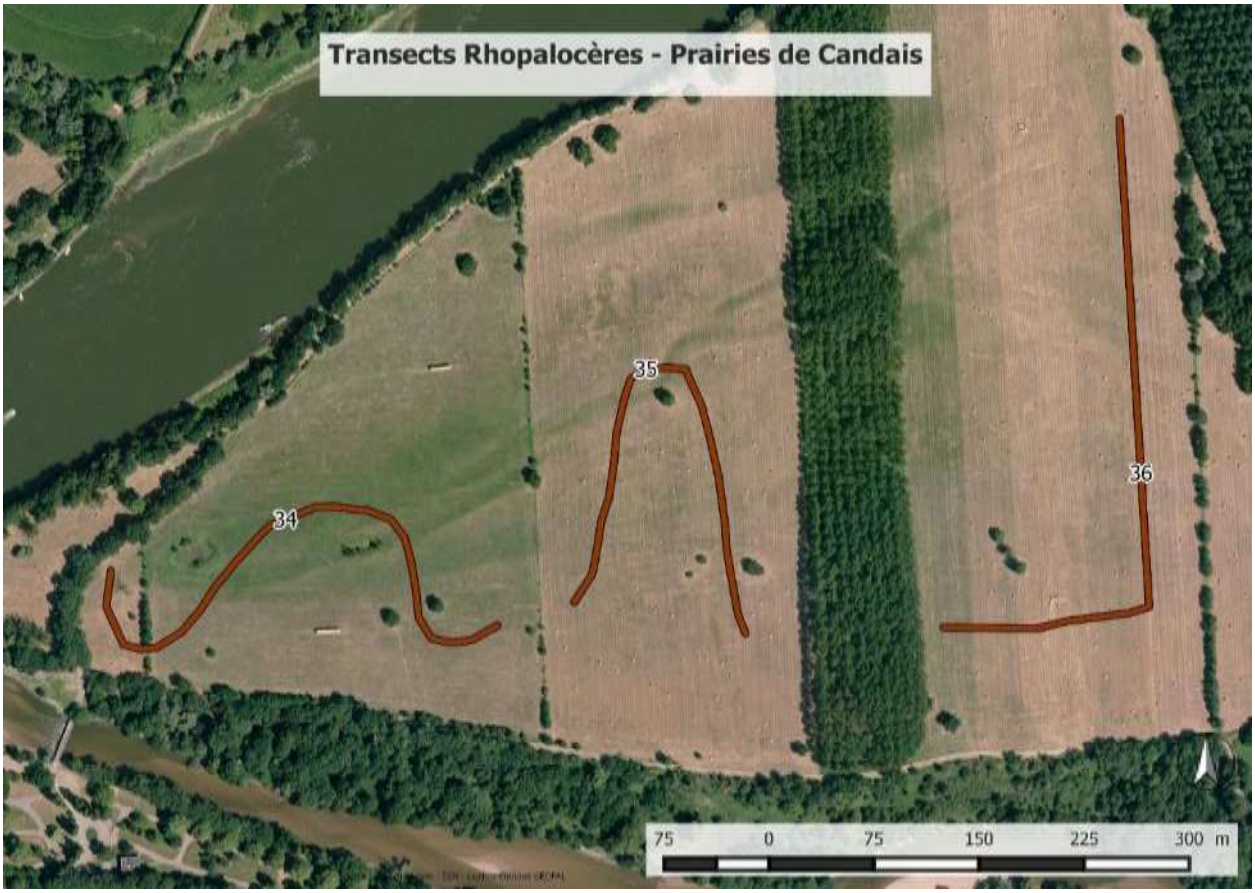
Annexe 6. Localisation des transects sur les prairies mésophiles



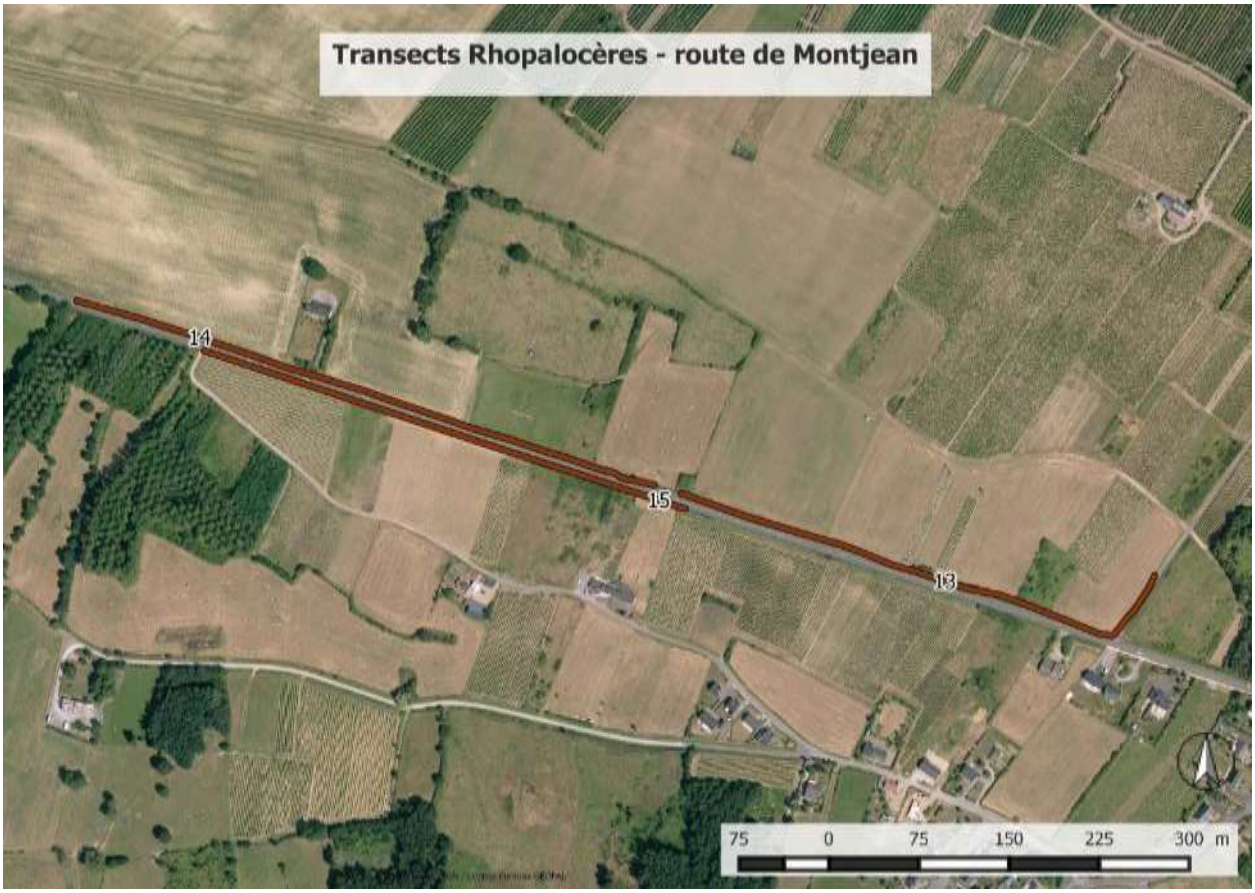


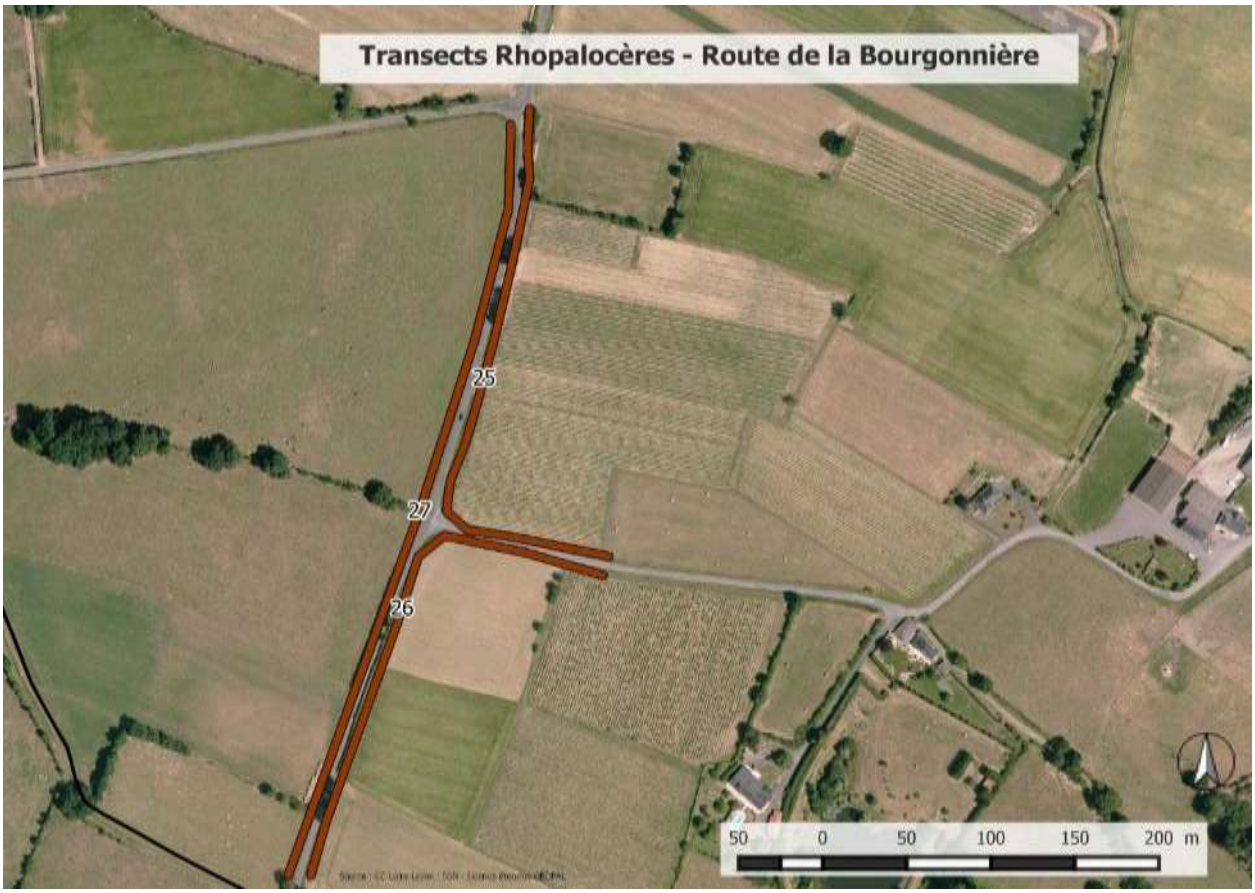
Annexe 7. Localisation des transects sur les Prairies humides





Annexe 8. Localisation des transects en bords de routes





Annexe 9. Tableau de données soumis à l'AFC reprenant les abondances par transect selon la typologie de milieu

	Coteau	Lande	Boisement	Prairie méso	Prairie humide	Parc/Agrément	Bord de route
A.agestis	1	3	2	3	0	3	6
A.cardamines	1	1	1	7	1	2	2
A.crataegi	5	0	0	0	0	0	0
A.levana	0	0	0	1	0	0	0
A.io	2	0	0	0	0	0	0
A.paphia	1	1	4	0	0	0	0
B.daphne	4	1	2	0	0	0	0
B.dia	1	0	0	0	0	0	0
C.alceae	1	1	0	0	0	4	0
C.alcetas	0	0	0	0	1	1	1
C.argiolus	4	5	0	0	0	6	9
C.crocea	4	0	0	4	10	2	0
C.pamphilus	34	63	0	71	17	20	16
I. podalirius	1	1	1	0	2	1	2
C.rubi	0	5	1	0	0	0	0
C.semiargus	2	9	0	1	0	15	3
E.tages	0	0	0	1	2	0	2
G.rhamni	0	0	1	0	1	0	0
L.megera	7	0	4	0	0	2	2
L. phlaeas	26	5	0	0	3	1	0
L.sinapis	4	2	0	3	1	6	0
L.tityrus	3	5	0	4	0	0	0
L.reducta	0	3	0	0	0	0	0
M.cinxia	76	5	0	89	7	63	13
M.didyma	48	1	0	23	0	2	0
M.galathea	45	6	2	8	1	2	28
M.jurtina	72	63	113	143	106	22	70
M.parthenoides	89	0	0	7	2	0	0
M.phoebe	13	0	0	21	11	3	0
P. aegeria	2	3	45	2	0	7	13
P.brassicae	0	1	5	1	0	0	1
P.c-album	0	1	0	1	0	0	0
P.icarus	11	15	0	20	6	12	4
P.napi	0	1	20	10	6	1	4
P.rapae	3	10	1	8	19	17	4
P.thitonus	66	26	21	15	1	35	49
O.sylvanus	0	1	1	0	0	0	2
S.ilicis	0	0	2	0	0	0	0
T.lineola	19	16	1	2	1	0	11
T.sylvestris	4	8	0	0	1	0	1
V.atalanta	1	2	0	0	1	0	1
V.cardui	6	3	1	2	2	3	0