



HAL
open science

Influences des facteurs paysagers et de la gestion de la trame herbacée sur les populations de rhopalocères

Lise Camus-Ginger

► **To cite this version:**

Lise Camus-Ginger. Influences des facteurs paysagers et de la gestion de la trame herbacée sur les populations de rhopalocères. Sciences agricoles. 2013. dumas-00912382

HAL Id: dumas-00912382

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00912382>

Submitted on 14 Apr 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AGROCAMPUS OUEST

CFR Angers

2 rue André le Nôtre

49000 Angers

FRANCE

**UNIVERSITE SCIENCES ET
TECHNIQUES MONTPELLIER 2**

Place Eugène Bataillon

34095 Montpellier Cedex 5

FRANCE

ARP – Astrance

27 rue Duret

75116 Paris

FRANCE

Mémoire de Fin d'Études

**Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques,
Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage ***

Année universitaire : 2012-2013

Spécialité : Ecologie Biodiversité

Spécialisation ou option : Ingénierie en Ecologie et en Gestion de la Biodiversité

**Influence des facteurs paysagers et de la gestion de la trame herbacée sur les
populations de rhopalocères**

Par : Lise CAMUS-GINGER



Date : 04/11/2013

Bon pour dépôt (version définitive)

Autorisation de diffusion : Oui X Non

Devant le jury :

Soutenu à Montpellier le 30 septembre 2013

Sous la présidence de : Julie DETER, maître de conférences des universités

Maîtres de stage : Hervé MOAL, directeur de la recherche et de l'innovation ARP, et Hortense SERRET, doctorante en Ecologie chez ARP–Astrance et au Muséum National d'Histoire Naturelle.

Enseignant référent : Julie DETER

Autre membre du jury : Pierre Bannwarth, directeur APIEU - CPIE Montpellier

*"Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent
que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST".*



Sommaire

1. Introduction	1
• Contexte de l'étude.....	1
• État de l'art	3
• Problématique : questions, hypothèses, objectifs, buts	4
2. Matériel et méthodes.....	15
• Zone d'étude.....	15
• Méthode d'échantillonnage :	7
• Préparation des données	8
• Facteurs explicatifs.....	9
• Traitement statistiques	21
3. Résultats	12
• Caractéristiques des parcelles.....	12
• Données de mobilité	13
• Facteurs de gestion	13
• Rôle de la composition paysagère	16
4. Discussion	18
5. Conclusions	21
Bibliographie	
Webographie.....	
Annexes	
• Annexe 1 : Données de gestion et Relevés de papillons par habitats.....	
• Annexe 2 : Traits par espèces de papillons	
• Annexe 3 : Composition paysagère à 200 mètres des sites	
• Annexe 4 : Composition paysagère à 500 mètres des sites	
• Annexe 5 : Composition paysagère à 1km des sites.....	

1. Introduction

- **Contexte de l'étude**

Les entreprises sont confrontées à de nouvelles obligations quant à leur rapport à l'environnement. Ainsi, en France, la loi sur la responsabilité sociétale des entreprises (RSE) réserve une place importante à la prise en compte de la biodiversité (décret du 24 avril 2012 relatif aux obligations de transparence des entreprises en matière sociale et environnementale). De nombreuses initiatives internationales viennent appuyer cette démarche, en proposant de rendre les rapports RSE publics : Global Report Initiative, Corporate Register... Les agences de notation extra financière, telles VIGEO, publient chaque année un panel des entreprises, les hiérarchisant en fonction de critères tels que l'impact carbone, les relations aux fournisseurs et sous-traitants mais aussi la maîtrise des impacts sur la biodiversité. Regardées de très près par les investisseurs, les réponses à ces questionnaires monopolisent une part considérable des efforts des directions RSE.

Les entreprises sont parfois prises de court face à ces réglementations, d'où l'intérêt pour les sociétés de conseil et d'accompagnement de se positionner pour répondre aux problématiques de cette nouvelle clientèle. On voit qu'il s'agit d'un véritable marché qui s'ouvre, dans lequel les meilleures initiatives peuvent être couronnées de succès. On assiste par exemple à la naissance de labels ou de certifications : le référentiel *Lucie*, qui porte sur la norme ISO 26000 sur la responsabilité sociétale, ou encore le label *Biodiversity progress*, lancé conjointement en mars 2012 par Dervern, bureau d'étude en génie écologique, et le Bureau Veritas, organisme de certification, qui permet d'évaluer la politique de gestion et de prise en compte de la biodiversité au sein de la politique d'entreprise. On peut cependant s'étonner que la labellisation porte généralement sur des plans d'actions, avec peu de suivi sur l'avancement des plans d'actions au fil des années.

L'Observatoire des Jardins et des Espaces Verts d'Entreprise (OJEVE) s'inscrit précisément dans cette veine, via plusieurs innovations. Ce projet, initié par le bureau d'étude Astrance, a pour objectif de réaliser un suivi sur le long terme des espaces verts des entreprises. L'initiative est basée sur un travail de doctorat portant sur ces espaces verts et leur apport à la biodiversité mais aussi leur perception par les usagers.

L'une des actions principale de l'OJEVE est la réalisation d'inventaires réguliers de différents taxons, et l'analyse de ces données à des fins de recherche. L'OJEVE a d'ailleurs la particularité d'être élaboré en collaboration avec des organismes publics de recherche : les entreprises peuvent choisir de prêter leurs terrains extérieurs aux équipes de chercheurs, qui y mettent alors des études thématiques en place. Les entreprises peuvent être plus ou moins intégrées dans ces processus de recherche, en fonction de leur intérêt stratégique, mais aussi en fonction de leur sensibilité écologique. Des actions de communication sur les bonnes pratiques de gestion peuvent être envisagées, auprès des gestionnaires mais également du personnel de l'entreprise. L'OJEVE vise ainsi à créer un véritable lien entre les scientifiques et les entreprises.

Les protocoles doivent permettre de relier la politique de gestion, site par site, aux observations de taxons représentatifs sur le terrain, et ce via un suivi pluriannuel. L'état de la biodiversité observée est mis en relation avec les facteurs environnementaux échappant au contrôle de l'entreprise. Par exemple, un espace vert, même bien géré en faveur de la biodiversité, ne peut pas dépasser un certain niveau de richesse spécifique s'il se retrouve isolé au cœur d'une zone entièrement minéralisée. Les connectivités écologiques, la pression anthropique, sont intégrées dans le dispositif d'évaluation des sites industriels.

L'étude à laquelle je participe s'inscrit pleinement dans le principe de l'OJEVE : établir une relation entre les entreprises et la recherche, permettre aux entreprises de s'engager pour la biodiversité de manière appropriée, en fonction du potentiel propre à chaque emplacement.

Les démarches mises en place en 2013 ont pour objectif de tester les protocoles pour évaluer d'une part les apports à la science que les relevés peuvent apporter et leur reproductibilité dans le temps, et d'autre part évaluer la rentabilité financière du projet. L'équipe d'écologues réalise des inventaires sur ce nouveau type de terrains à l'accès traditionnellement restreint et travaille en collaboration avec les chercheurs pour exploiter les données ainsi récoltées. Cette année, nos tests de faisabilité portaient sur la flore, les coléoptères, les rhopalocères, les orthoptères nocturnes et les chiroptères.

Pour la réalisation des inventaires de terrain, l'entreprise a choisi d'embaucher plusieurs stagiaires en appui de mon poste. J'ai donc recruté une équipe de six personnes composée de quatre étudiants de Master 1, un de Licence et un étudiant de première année de BTS.



Figure 1 : Imago de Machaon (*Papilio machaon*) sur une fleur cultivée (*Zinnia* sp.) (Giuseppe Sartori 2012)

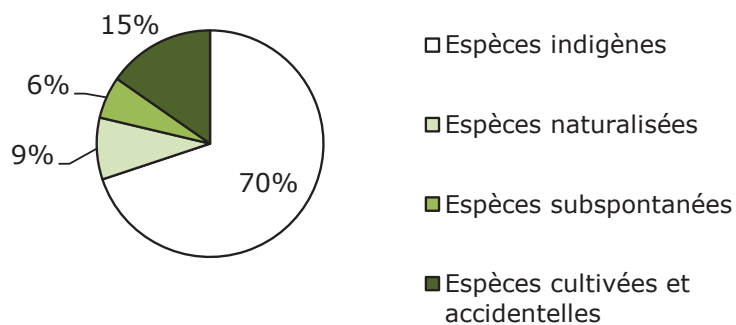
- **État de l'art**

Les rhopalocères ont souvent des exigences assez précises en termes d'habitat et de plantes hôtes, et à ce titre sont considérés comme des espèces indicatrices de la qualité des milieux, en raison de leur sensibilité aux changements (même légers) de leur habitat (UICN 2012) L'altération et la destruction causées par l'homme sont ainsi les premières causes de déclin des populations de Lycaenidae (CUSHMAN 1993). ROBERTSON et al. confirment en 1995 que les populations de papillons sont influencées par la gestion des milieux : ainsi, un certain niveau de perturbation maintient active la banque de graines d'une sélection de plantes annuelles et pionnières, nécessaires à l'alimentation et à la reproduction des lépidoptères. A l'inverse, de trop grandes perturbations peuvent être corrélées au déclin des populations.

En fonction de leur vagilité, les papillons sont sensibles à des échelles plus ou moins grandes aux modifications de leur habitat ; SMALLIDGE (1997) rappelle l'importance de l'échelle spatiale pour l'étude des populations, selon que les espèces ont une forte dispersion ou occupent un territoire réduit. La plupart des espèces menacées effectuent en effet leur cycle sur une surface d'habitat restreinte : la gestion au niveau local prend alors toute son importance (LORAM 2011). La structure paysagère environnante doit donc être étudiée à des échelles adaptées aux différents papillons observables sur les espaces verts d'entreprise. Le rôle de la pression urbaine semble être particulièrement important, et les études convergent vers l'hypothèse que les espèces supportent plus ou moins bien la proximité des centres urbains et les importantes surfaces imperméabilisées qu'ils impliquent (BLAIR 1997, KONVINCKA 2011).

En 2009 BURGHARDT et al. ont travaillé sur l'influence de la strate herbacée sur la biodiversité faunistique : ils ont observé que lorsque la communauté de plantes était majoritairement indigène, les populations de papillons et d'oiseaux étaient à la fois plus riches en espèces, et plus abondantes en nombre d'individus. A l'inverse, les jardins plus horticoles avec des communautés de plantes non natives du pays (NIINEMETS 2008) sont moins attractifs pour la faune, même si certaines espèces introduites font désormais partie des ressources alimentaires communes pour les papillons (Figure 1). La variabilité de la composition floristique induite par la gestion de l'homme aurait donc un impact direct sur la faune, à tous les niveaux trophiques.

Répartition des niveaux d'indigénat de la flore sauvage d'Ile de France



Répartition des niveau d'indigénat de l'échantillon des entreprises d'Ile-de-France

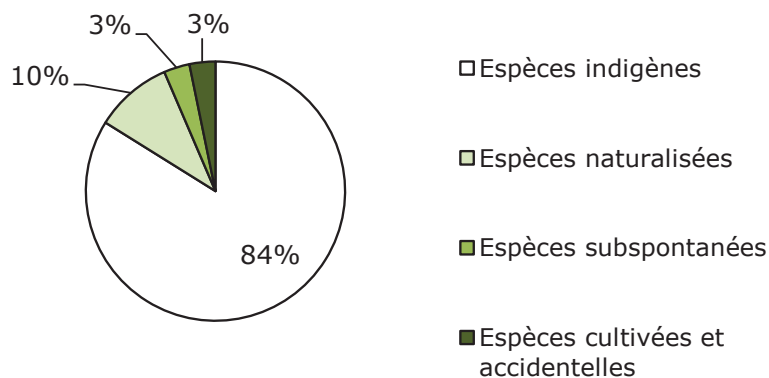


Figure 2 : Indigénat de la flore des espaces verts d'entreprise comparée à la flore générale de l'Île-de-France

Les études préliminaires menées par notre équipe en 2012 sur la flore des jardins d'entreprise de notre échantillon montrent une large majorité (93,7%) d'espèces indigènes, en particulier sur la strate herbacée (Figure 2). Ces chiffres sont légèrement supérieurs à la moyenne observée en Île-de-France, qui intègre des espaces plus jardinés, où l'on observe d'avantage d'espèces naturalisées (CBNBP 2011). Les espaces verts d'entreprise pourraient donc constituer des milieux de qualité du point de vue de l'accueil des rhopalocères.

Des tests ont déjà été menés sur des pratiques favorisant la biodiversité d'espaces verts en milieu urbain, portant en particulier sur l'intérêt d'implanter des nichoirs ou des zones favorables à l'installation de certaines espèces (GASTON et al. 2005). Même si certaines méthodes peuvent être controversées, comme les ruches qui sont accusées de concurrencer les pollinisateurs sauvages (GADOUM 2007), elles ont néanmoins l'intérêt de sensibiliser les acteurs de l'immobilier aux thématiques de biodiversité en milieu urbain.

- **Problématique : questions, hypothèses, objectifs, buts**

Les études précédentes sur la biodiversité faunistique ont principalement été menées en milieu naturel : pour les rhopalocères européens, il s'agit généralement des pelouses sèches. En milieu urbain, les études sont en majorité situées sur des jardins de particuliers ou des parcs publics.

Notre recherche est centrée sur la strate herbacée des espaces verts et propriétés foncières d'entreprises, en zone industrielle périurbaine plus ou moins dense. Ces espaces, très peu étudiés du fait des difficultés administratives d'accès, ont la particularité d'être fortement soumis à l'influence de l'homme, tant par la pression d'urbanisation que par l'intervention régulière des gestionnaires.

Les habitats herbacés sont les plus représentatifs de la composition des jardins d'entreprise. Leur mode de gestion dépend des objectifs des propriétaires et des contraintes liées à l'entretien (coûts de gestion, sécurité, certifications immobilières...) ou des occupants : jardin d'agrément, réserves foncières. Les différences de fréquence et d'intensité des perturbations humaines nous ont poussés à nous interroger sur l'influence des méthodes de gestion.

En nous appuyant sur l'exemple des rhopalocères dans les jardins et espaces verts d'entreprise, en région parisienne, nous cherchons à comprendre quelle est l'influence des pratiques de gestion de la strate herbacée sur la biodiversité en milieu urbain et périurbain.

Nous avons donc étudié l'importance relative des facteurs caractéristiques du jardin, y compris ceux liés à la pression de gestion (tonte, arrosage, piétinement, utilisation de produits phytosanitaires), par rapport à des facteurs liés au paysage : imperméabilisation et fragmentation des milieux (influence des connectivités paysagères et écologiques).

Nos hypothèses de départ sont les suivantes :

- 1) Les populations de rhopalocères sont favorisées par un niveau d'intervention humaine faible, mais non nul
- 2) Il est possible d'établir une relation entre la qualité de l'espace vert et la densité urbaine à proximité de celui-ci : plus l'éloignement au centre urbain est important, plus les populations de rhopalocères sont nombreuses et ont une composition riche. On trouvera plus de papillons lorsque le milieu est plus rural
- 3) Les papillons les plus mobiles sont moins sensibles aux facteurs de gestion anthropique et de pression urbaine locaux

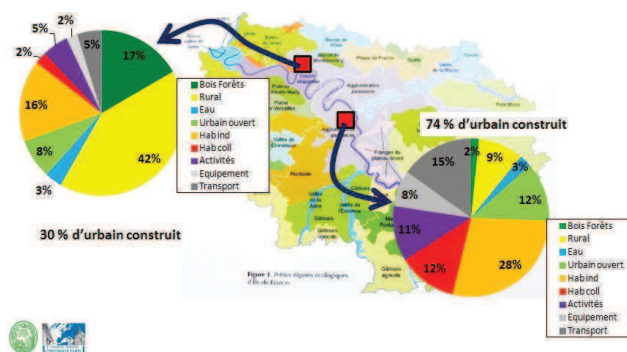


Figure 3 : Carte de répartition des sites et occupation des sols dans les deux zones d'études (Astrance 2012)



Figure 4 : Prairie fleurie sur un site à Cergy-Pontoise (LCG 2013)



Figure 5 : Pelouse tondue sur un site à Arcueil (LCG 2013)

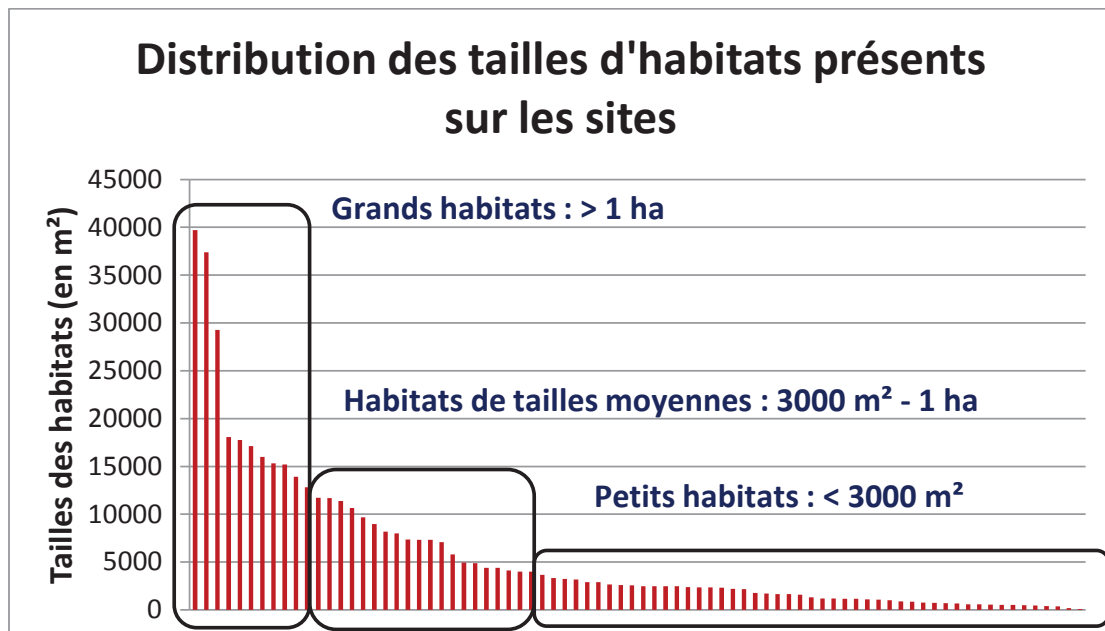


Figure 6 : Répartition des tailles d'habitats sur les sites d'étude (Astrance 2012)

2. Matériel et méthodes

- **Zone d'étude**

La zone de recherche comprend 47 entreprises, toutes situées en région parisienne, dans un contexte global d'anthropisation assez dense et ancien (Figure 3).

La zone d'échantillonnage était sous-divisée en deux zones de 20 km², au Sud-Est et au Nord-Ouest de Paris. Le centre de ces zones était situé respectivement à 9 et 26 km du centre de Paris.

Les entreprises échantillonnées ont été choisies au hasard parmi les zones d'études, de manière à représenter le mieux possible la diversité des sites industriels de la région parisienne. La définition de différents habitats a été déterminée par une démarche déclarative des gestionnaires, confirmée par des observations sur le terrain. Nous avons défini deux catégories en fonction de la fréquence de tonte, résumées par le facteur Str2. La catégorie b est définie par une gestion très peu intensive (jamais de tonte à une tonte tous les deux mois), tandis que la catégorie a correspond à des espaces tondus plus d'1 fois par mois (Figure 4, Figure 5)

Les sites échantillonnés montrent également la diversité des surfaces des espaces verts d'entreprise (Figure 6). La plus petite pelouse mesurée avait une surface de 90 m², et la plus grande plus de 39 000 m². La plus petite prairie mesurait 767 m², pour une surface maximale de 37 392 m². Le site le plus ancien est en activité depuis 140 ans, et les plus récents ont été aménagés depuis 3 ans. En moyenne, lorsque l'information est disponible, les sites étudiés sont en place depuis une trentaine d'années.

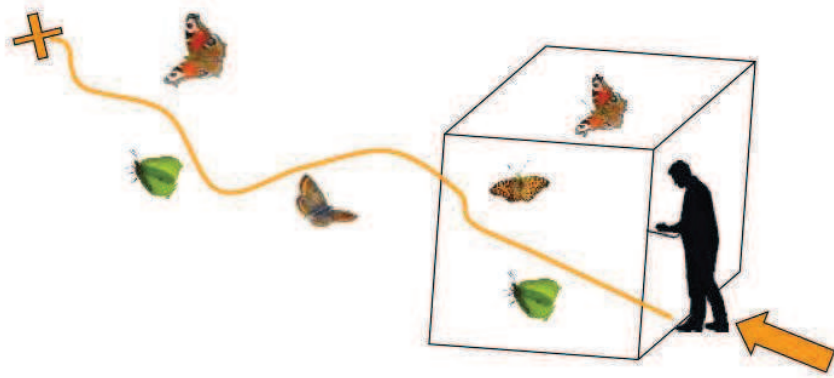


Figure 7 : Protocole d'observation Propage : cube imaginaire de 5 mètres autour de l'observateur (Fiche protocole Propage, MnHn 2011)



Figure 8 : *Polyommatus icarus* (Gius 95/Foter 2013)



Figure 9 : *Polyommatus bellargus* (Ettore Balocchi/Foter 2013)

- **Méthode d'échantillonnage :**

Les inventaires de lépidoptères ont exclusivement concerné les papillons de jour au sens rhopalocères : les hétérocères diurnes n'ont donc pas été pris en compte dans les relevés. Les Rhopalocères français appartiennent aux familles *Hesperiidae*, *Papilionidae*, *Pieridae*, *Riodinidae*, *Lycaenidae* et *Nymphalidae*. Les inventaires ont été effectués en deux fois, au cours de la saison estivale, à un mois d'intervalle, entre les mois de juin et août 2013. Les visites ont été effectuées lorsque les conditions d'observations étaient favorables. Les relevés ont donc eu lieu par temps sec, lorsque la couverture nuageuse était inférieure à 50%, pour des températures supérieures à 15°C, entre 9h30 et 17h30. Les conditions météorologiques ont été considérées semblables sur l'ensemble de la zone d'échantillonnage : aucune distinction n'est possible en fonction de la répartition des sites.

Pour chaque habitat, la méthode d'échantillonnage consistait en un parcours de 10 minutes, au cours desquelles les observateurs ont relevé l'ensemble des espèces de papillons de jour visibles dans un cube de 5 m de côté (Figure 7). Les parcours étaient approximativement semblables d'une visite à l'autre. Lorsque l'identification à vue était difficile, nous avons procédé à une capture temporaire des individus afin de s'assurer de leur identité. Dans certains cas, l'identification à l'espèce étant impossible, nous avons seulement assimilé les individus à des groupes (cas de certaines piérides blanches *Pieris* sp. ou des lycènes bleus en particulier (Figure 8, Figure 9). L'ouvrage de LAFRANCHIS (2000) constituait une de nos références pour l'identification des rhopalocères, ainsi que le site Lépinet au besoin.

Tableau 1 : Exemple de comptabilisation des papillons dans l'analyse finale

	<i>Polyommatus icarus</i>	<i>Pieris rapae</i>	<i>Vanessa cardui</i>
06-juil	3	2	0
08-août	4	0	1
Nombre d'individus retenu pour l'analyse	4	2	1

- **Préparation des données**

Les variables correspondent à divers indices de biodiversité : abondance totale de papillons (nb_ind), la richesse spécifique (nb_esp), la mobilité (mob), l'envergure des ailes (env), l'indice de sensibilité à l'urbanisation (ind_sens).

La richesse spécifique correspond au nombre d'espèces distinctes observé à chaque site, toutes visites comprises. Par exemple, si 2 *Pieris rapae* et 3 *Polyommatus icarus* étaient observés pour la première visite, et 1 *Vanessa cardui* et 4 *Polyommatus icarus* lors de la seconde visite, le nombre d'espèce retenu pour nb_esp est de 3. Concernant le nombre d'individus de papillons, pour l'analyse des données, la quantité maximale observée simultanément lors de l'ensemble des visites a été retenue pour chaque espèce. Ainsi, si on reprend l'exemple précédent, on retiendra comme valeur de nb_ind du site 2 *Pieris rapae*, 4 *Polyommatus icarus* et 1 *Vanessa cardui*. Ce procédé a été choisi car la pression d'observation était identique partout et à chaque visite (longueur de parcours et durée d'observation). Ainsi la quantité maximale observée est elle interprétée comme le potentiel qu'est susceptible d'abriter réellement le site (Tableau 1).

La mobilité des papillons (ind_mob) est obtenue par l'indice de mobilité créé par COWLEY (COWLEY 2001). Nous avons également calculé l'envergure moyenne des papillons sur chaque site, à partir des données d'envergures fournies par BERGEROT (BERGEROT 2011, données privées) et de nb_ind. Cette envergure moyenne est par la suite désignée par l'abréviation Env, calculée pour chaque site par la somme du nombre d'individus de chaque espèce multiplié par l'envergure moyenne de ces espèces, divisé par le nombre total d'individus observés sur le site.

L'indice de sensibilité à l'urbanisation par espèce a été relevé dans BERGEROT, et la valeur Ind_sens correspond à l'indice moyen du site selon le même mode de calcul que Env.

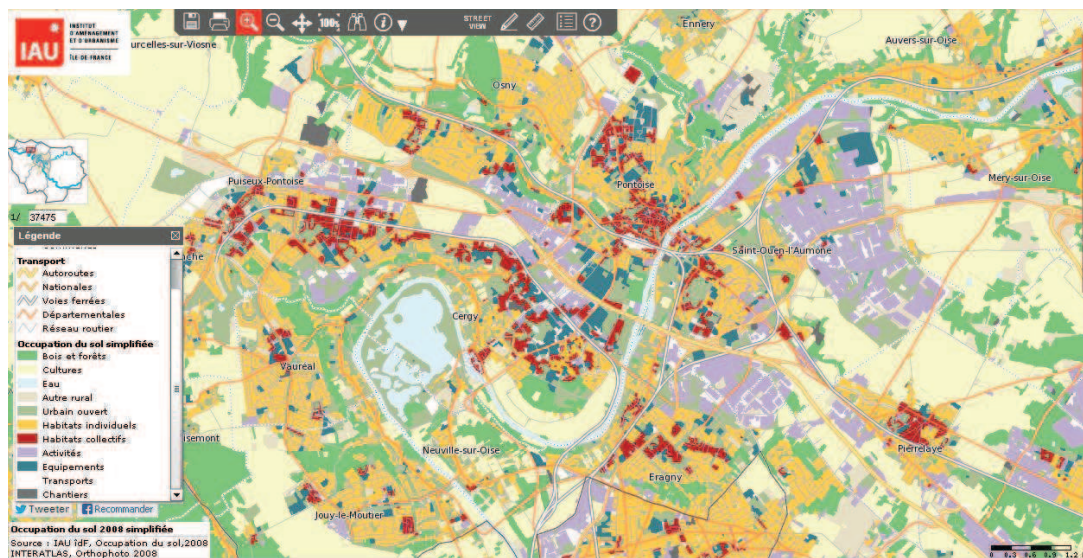


Figure 10 : Capture d'écran du site internet de l'Institut de l'Aménagement et de l'Urbanisme d'Ile de France (IAU îdF, Occupation du sol, 2008, INTERATLAS, Orthophoto 2008)

- **Facteurs explicatifs**

Différentes variables étaient susceptibles d'influencer la quantité de papillons relevés sur le terrain : l'âge des sites (Age) a ainsi été relevé, de même que les fréquences de tonte (Tonte), d'application de produits phytosanitaires (Phyto) et la pression de piétinement (Piet). La surface de chaque habitat a également été prise en compte, de même que la couverture urbaine. Pour calculer cette couverture, l'occupation des sols à proximité des sites étudiés a été évaluée à partir des données cartographiques fournies par l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Ile de France (2008) (Figure 10). Les critères de distinction retenus sont ceux déterminés par le MOS en 11 classes (Bois et forêts, cultures, eau, autre rural, urbain ouvert, habitat individuel, habitat collectif, activités, équipement, transport, chantier). Les buffers ont été construits à l'aide du logiciel ArcGis (version 10.1). Les sites d'échantillonnage sont répartis selon un gradient d'urbanisation compris entre 15 et 100% de milieu urbain construit à un rayon de 200 mètres.

- **Traitement statistiques**

Le logiciel R (version 2.15.3) a été utilisé pour l'ensemble des tests statistiques de l'étude. Le seuil de significativité des tests a été fixé à 0,05.

Données de mobilité

Les données disponibles pour l'indice de mobilité étant partielles (plusieurs espèces non décrites), nous avons cherché s'il était possible de résumer cette information à l'aide d'une autre variable. Nous avons déterminé un modèle linéaire satisfaisant à partir du logarithme en base 10 de l'envergure. Dans la suite de l'analyse, nous avons donc mis de côté l'indice de mobilité au profit de l'étude de l'envergure, pour laquelle nous disposons de données plus complètes.

Influence des caractéristiques du jardin : Surface et Age.

Nous avons dans un premier temps réalisé une analyse des corrélations à l'aide de la méthode des rangs de Spearman (package stats) pour les variables nb_ind, nb_esp, Env, ind_mob et ind_sens, pour tester l'influence des caractéristiques liées au jardin (surface et âge des parcelles) sur celles-ci. La méthode de Spearman a été utilisée car elle permet de prendre en compte toutes les données, même non normalement distribuées, en étant peu sensible aux valeurs extrêmes.

Distribution des données

Nous avons ensuite cherché à qualifier la distribution de nos données à l'aide du test de Shapiro (package stats). Les données portant sur l'envergure sont normalement distribuées. Nous avons transformé nb_ind et obtenu Nb_ind de manière à ce que Nb_ind soit normalement distribué, avec $Nb_ind = \log_{10}(nb_ind + 1)$. nb_esp et Ind_sens n'ont pas pu être transformés, aussi nous appliquons à ces variables les variantes non paramétriques des différents tests.

Facteurs de gestion

Les analyses suivantes portaient sur les facteurs de gestion directe du site : nous avons d'abord réalisé une analyse des correspondances multiples (package ade4TkGUI) pour déterminer les axes principaux qui influençaient les données. Nous avons pu déterminer deux grands types de gestion, et cherché quel rôle ils jouaient auprès des variables Nb_ind, nb_esp, Env et Ind_sens. Nous avons utilisé le test de Student pour les variables normalement distribuées, et la comparaison des moyennes de Wilcoxon (package stats) pour nb_esp et Ind_sens.

Nous avons ensuite testé l'importance de chacun des facteurs Tonte, Piet, Arros et Phyto à l'aide d'une ANOVA (packages stats et car) pour nb_ind et Env, et de sa variante non paramétrique par le test de Kruskal-Wallis (package stats) pour les variables nb_esp et ind_sens.

Lorsque le test d'analyse de variance montrait des valeurs significativement différentes, nous avons ensuite cherché à définir un modèle linéaire pour la variable et le facteur étudiés (fonction glm dans le package stats).

Influence des données de paysage

Le second angle d'étude principal était constitué par les facteurs de pression anthropique concernant le paysage. Dans l'objectif d'intégrer au maximum la multiplicité et la complexité des facteurs à prendre en compte dans un gradient urbain, des groupes d'urbanisation ont été calculés à partir de l'ensemble de données d'occupation des sols définis par le MOS de 11 classes, à des rayons de 200, 500 et 1000 mètres autour des parcelles. Les tailles de ces rayons ont été choisies parce qu'elles correspondent à la distance moyenne parcourue journalièrement par les papillons (MATTESON & LANGELLOTTO 2010).

L'algorithme de la méthode des k-moyennes regroupe les sites dont les caractéristiques environnementales sont les plus proches, en créant des classes que nous avons ordonnées de 1 (alentours très ruraux) à 4 (environnement proche densément urbanisé). Les groupes d'urbanisation ainsi créés ont ensuite été utilisés pour comparer les moyennes obtenues pour les variables Nb_ind, nb_esp, Env et Ind_sens. (ANOVA et test de Kruskal-Wallis, packages ade4TkGUI et stats).

Nous avons ensuite cherché à affiner ces données afin d'observer quels facteurs paysagers influent le plus sur la répartition des variables. Nous avons donc utilisé la méthode du critère d'information d'Akaike (AIC) pour sélectionner les modèles les plus satisfaisants à chaque échelle d'observation (AKAIKE 1974).

Tableau 2 : Résultats des tests de Spearman sur la corrélation entre les différentes variables et les facteurs de surface et l'âge des habitats

Surface	S	Rho	p-valeur	Significativité
nb_ind	12890.33	0,6418	3.266e-08	++
nb_esp	17468.41	0,5601	2.206e-06	+
Ind_sens	24340.53	0.1681	0.2155	
Env	37974.55	-0,2978	0.02579	(-)

Age	S	Rho	p-valeur	Significativité
Nb_ind	22677.73	-0,0889	0.539	
nb_esp	20689.6	0.0065	0.9643	
Ind_sens	23340.14	-0.2668	0.06675	(-)
Env	17353.17	0.0581	0.6948	

3. Résultats

Les inventaires ont permis de relever 19 espèces distinctes de rhopalocères, réparties dans quatre familles soit parmi les Hesperidae, Pieridae, Lycaenidae et Nymphalidae. Les espèces les plus courantes faisaient partie du groupe des Piérides blanche, qui représentent avec 113 individus près du tiers des observations, et des Lycènes bleus (89 individus). A l'inverse, certaines espèces n'ont été observées qu'à une ou deux reprises, tels le Citron (*Gonopteryx rhamni*), la Petite Tortue (*Aglais urticae*) ou le Robert le Diable (*Polygonia c-album*). Aucune espèce relevée n'était classée en danger dans la Liste Rouge des Papillons de Jour de France Métropolitaine (statut LC : Least Concern) : en effet les espèces menacées en France dépendent de climats plus chauds, et sont localisées dans la moitié Sud du pays.

- **Caractéristiques des parcelles**

Nous avons dans un premier temps réalisé un test de corrélation sur les facteurs indirectement anthropiques, pour étudier le rôle de la surface et de l'âge des parcelles sur les populations de rhopalocères.

Le test de rang de corrélation de Spearman montre une corrélation positive assez forte entre la surface de l'habitat et le nombre d'individus qui y ont été observés ($Rho = 0,64$, p -valeur = $3.266e-08$) : quel que soit le type de gestion, lorsqu'un terrain est grand, un plus grand nombre d'individus peut y être observé dans un même temps de parcours (Tableau 2). Cette tendance est identique pour la richesse spécifique sur les sites mais la corrélation est légèrement moins forte ($Rho = 0,56$, p -valeur = $2.206e-06$). Aucune relation ne peut être clairement déterminée avec les valeurs de sensibilité à l'urbanisation et l'envergure des papillons, même si les données semblent indiquer une faible corrélation négative ($Rho = -0,3$) entre la taille des habitats et l'envergure des papillons, autrement dit que plus l'habitat est grand, plus on a des chances d'y trouver des petits papillons sédentaires en plus des espèces plus grandes et plus mobiles.

Le test de rang de corrélation de Spearman ne met aucune corrélation en évidence entre les variables et l'âge des parcelles, à part une faible corrélation négative avec les indices de sensibilité ($Rho = -0,27$). Les espaces les plus anciens seraient ainsi susceptibles d'abriter des espèces légèrement plus sensibles à l'urbanisation.

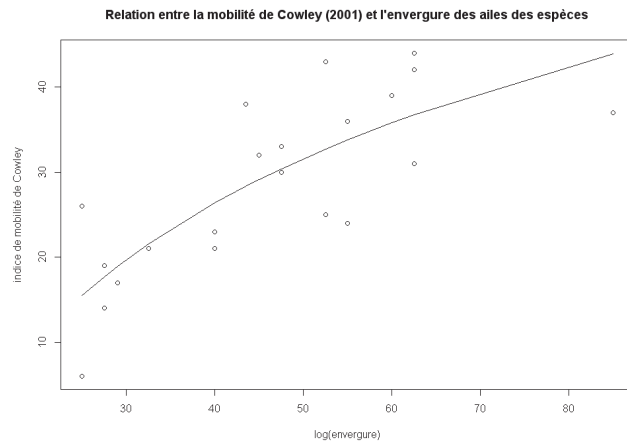


Figure 11 : Relation entre la mobilité de Cowley 2001 et l'envergure des ailes des espèces.
 Indice de mobilité = $- 59,332 + 23,24 * \log(\text{envergure})$ [p-valeur = $2,25 \text{ e-}05$; $r^2 = 0,6$]

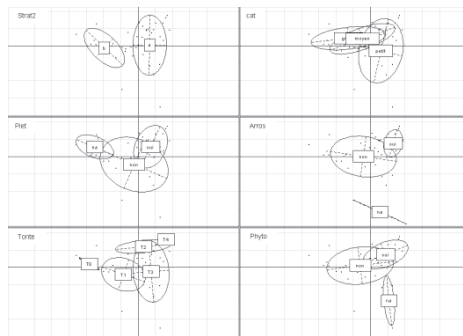


Figure 12 : Représentation de l'Analyse des Corrélations Multiples par facteur. La fonction scatter du package ade4TkGUI représente la distribution des points de chaque variable par rapport aux axes 1 et 2 (respectivement axes des abscisses et des ordonnées). Les ellipses regroupent les points faisant partie de la même modalité de chaque variable. Le cadre Strat2 indique les deux grands modes de gestion (a = pelouses, b = prairies et friches), cat est une classification des tailles des parcelle (grand/moyen/petit), Piet représente la pression due au piétinement (oui/non/na), Arros indique si la parcelle est arrosée (oui/non/na), Tonte indique la fréquence de tonte (T0/T1/T2/T3/T4), Phyto représente l'utilisation de produits phytosanitaires (oui/non/na).

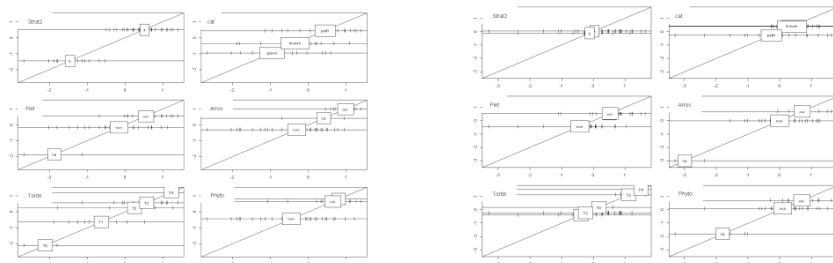


Figure 13 : représentation des variables sur l'axe 1/ Figure 14 : représentation des variables sur l'axe 2

- **Données de mobilité**

Nos analyses ont montré une corrélation entre l'indice de mobilité de Cowley 2001 et l'envergure moyenne des ailes des papillons (p -valeur = $2,25 \times 10^{-5}$; $r^2 = 0,6$) (Figure 11). Par la suite, ne disposant pas de l'indice de mobilité de COWLEY 2001 pour toutes les espèces relevées, nous avons uniquement considéré l'envergure moyenne comme trait distinctif entre les sites. Ceci permet d'interpréter de manière intéressante les données d'envergure, puisque les plus petites espèces de papillons sont généralement des espèces spécialistes au niveau de l'alimentation. Les espèces les plus spécialistes dépendent de manière très stricte de la composition et de la qualité de leur habitat, sur une surface assez faible. Les espèces ayant une envergure d'aile plus importante sont capables de voler sur de plus longues distances, et peuvent donc prospecter sur une surface plus importante pour trouver des zones favorables à leur alimentation ou à leur reproduction.

- **Facteurs de gestion**

Dans un second temps nous avons étudié les facteurs de gestion directe auxquelles sont soumises les parcelles d'espaces verts de l'étude : pour chaque habitat, nous avons intégré les fréquences de tonte, l'arrosage, l'utilisation de produits phytosanitaires et le piétinement.

L'analyse des correspondances multiples des données de gestion détermine deux axes qui corroborent une première hypothèse selon laquelle on peut définir deux intensités de gestion (Figure 12).

L'axe 1, tiré par les valeurs Str2 et Tonte permet ainsi de définir le groupe « gestion faible », qui comprend les parcelles de prairie et de friches (Str2 = b), dont la tonte a lieu moins de 2 fois par an (Tonte T0 et T1), où l'on n'utilise pas de produits phytosanitaires, non arrosée et non soumise au piétinement des usagers. Cette partie du graphique rassemble également les parcelles les plus grandes.

La seconde catégorie, de « gestion intense », plus à droite sur l'axe 1, peut être définie par les petites parcelles de pelouse (Str2 = a), tondues de manière plus fréquente (au moins une fois par mois), où des produits phytosanitaires peuvent être utilisés, et qui sont arrosées et piétinées.

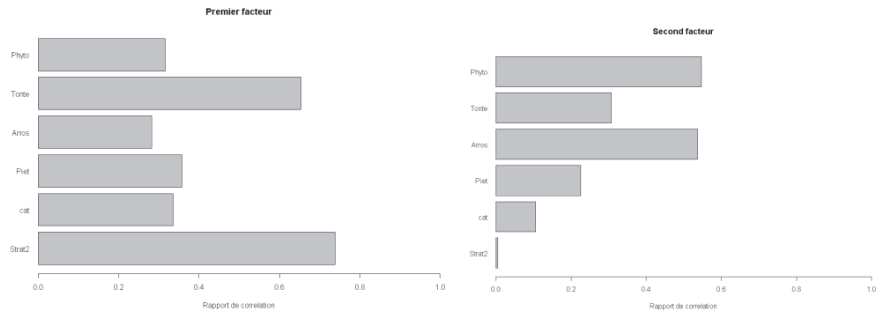


Figure 15 : Rapport de corrélation entre les variables et le premier facteur (axe 1) / Figure 16 : Rapport de corrélation entre les variables et le second facteur (axe 2)

Tableau 3 : Résultats des tests de Wilcoxon et de Student par rapport aux modalités de Str2

	moyenne a ; b	W	p-valeur	Significativité	
nb_esp	2,16 ; 3,13	252	0,08836		
Ind_sens	7,5 ; 10,13	351	0,4258		
		t ; t_{théorique}			ddl
Nb_ind	1,4296 ; 1,9582	-2,0794 ; 1,057	0,05009	*	20,879
Env	47,22 ; 42,98	2,234 ; 1,699	0,03344	*	28,635

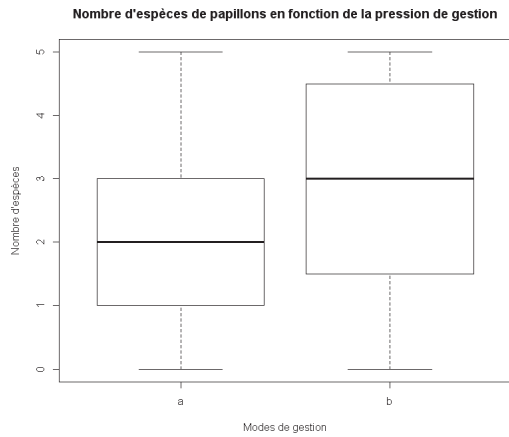


Figure 17 : Représentation graphique de la richesse spécifique en fonction de la pression de gestion (a = pelouses, b = prairies et friches herbacées)

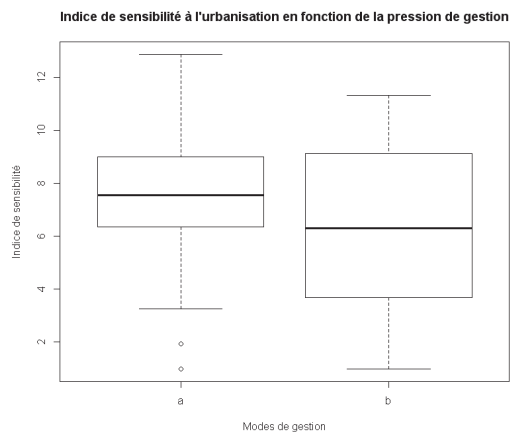


Figure 18 : Représentation graphique de la sensibilité à l'urbanisation en fonction de la pression de gestion (a = pelouses, b = prairies et friches herbacées)

Le second axe n'est pas interprétable en l'état, puisqu'il est tiré par les valeurs NA des variables Arros et Phyto, définies lorsque nous n'avons pas obtenu de réponse des questionnaires sur ces facteurs. Il n'était malheureusement pas possible de réaliser à nouveau cette manœuvre en supprimant les sites pour lesquelles ces données manquaient, car le nombre d'observations devenait alors insuffisant. L'analyse de la fonction score, qui représente le score de la modalité de chaque variable par rapport au score sur l'axe factoriel considéré, confirme cette interprétation des deux axes (Figure 15, Figure 16).

Cette première analyse confirme que la composition et la gestion directe de la strate herbacée peuvent être très variable selon les sites, donc sont susceptibles d'influer sur les populations observées. Nous avons donc dans une première partie étudié plus en détail l'influence de la strate herbacée selon ses modalités **a** (pelouse) et **b** (prairies et friches herbacées).

Nous avons procédé au test de Student pour Nb_ind et Env, et au test de Wilcoxon pour étudier les variables nb_esp et Ind_sens par rapport aux deux modalités de Str2. L'analyse montre que seuls le nombre d'individus et l'envergure des papillons sont significativement différents pour les deux strates (Tableau 3). On trouve ainsi plus d'individus lorsque la gestion est plus faible (Str2 = b).

Le test de Wilcoxon ne permet pas de conclure à une différence significative entre les moyennes de nb_esp et Ind_sens. Le nombre d'espèces semble néanmoins évoluer dans le même sens que celui du nombre d'individus (moyenne de 3,13 pour une gestion a contre 2,16 pour une gestion b) (Figure 17).

De la même manière, une observation empirique de la distribution des valeurs d'Ind_sens semble indiquer que les espèces observées ont un indice de sensibilité à l'urbanisation plus faible lorsque la gestion est de type b, ainsi que représenté sur la Figure 18. On a auparavant exclu une valeur d'Ind_sens de 64 qui constitue une valeur extrême qui tire trop les données de la catégorie b, relevée pour un terrain laissé en friche depuis 39 ans, de surface très importante.

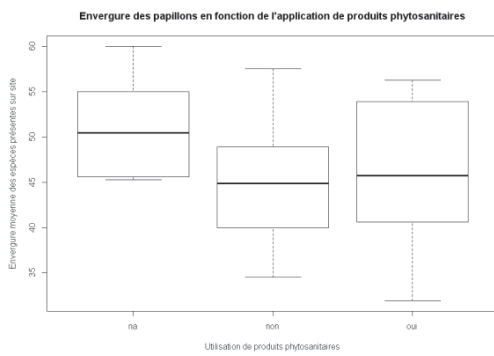


Figure 19 : Envergure des papillons en fonction de l'application de produits phytosanitaires (na = information non disponible)

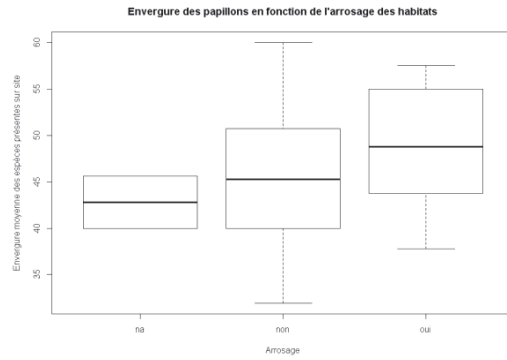


Figure 20 : Envergure des papillons en fonction de l'arrosage de l'habitat (na = information non disponible)

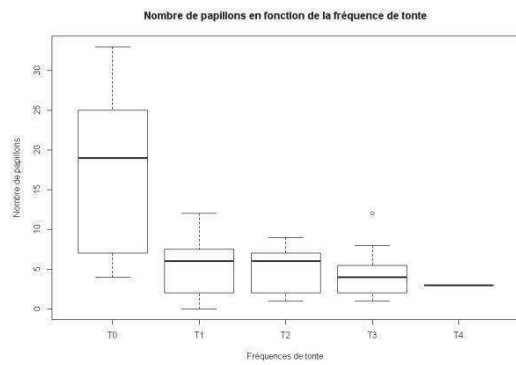


Figure 21 : Nombre d'individus en fonction de la fréquence de tonte (T0 = Jamais de tonte, T1 = Fauche annuelle, T2 = Tonte trimestrielle, T3 = Tonte mensuelle, T4 = Tonte bimensuelle)

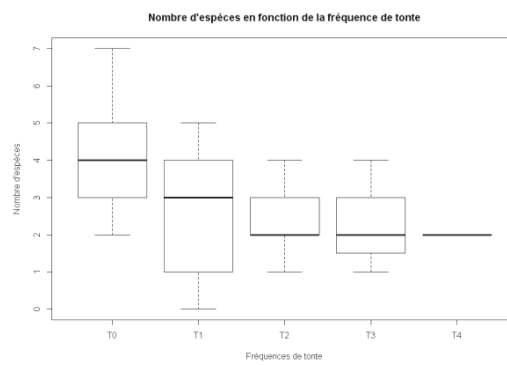


Figure 22 : Richesse spécifique en fonction de la fréquence de tonte (T0 = Jamais de tonte, T1 = Fauche annuelle, T2 = Tonte trimestrielle, T3 = Tonte mensuelle, T4 = Tonte bimensuelle)

Tableau 4 : Résultats du test de Kruskal-Wallis pour la richesse spécifique et l'indice de sensibilité à l'urbanisation

Var	df	Chisqth (0,950,df)	Chisq Tonte	p-val	Chisq Phyto	p-val	Chisq Piet	p-val	Chisq Arros	p-val
Nb_esp	6	12.59	13.06	0.04	1.38	0.97	7.33	0.29	2.79	0.83
Sens	41	56.94	41.94	0.43	42.61	0.40	44.09	0.34	41.06	0.47

Ces premières constatations sur la gestion par la tonte nous ont confirmé l'intérêt d'étudier plus avant le rôle de chacun des facteurs de gestion sur nos variables. Nous avons donc comparé les moyennes des valeurs Nb_ind et Env par une ANOVA, et réalisé sa variante non paramétrique (test de Kruskal Wallis) pour les variables nb_esp et Ind_sens.

L'Anova indique que l'envergure des papillons est sensible à la fois à l'arrosage et à l'utilisation de produits phytosanitaires. Lorsqu'il y a application de produits, l'envergure moyenne est plus élevée (Figure 19) : ceci pourrait indiquer que les petits papillons, moins mobiles, ne peuvent pas se développer dans des habitats exposés à des produits phytosanitaires, dans lesquels on ne pourrait alors trouver que des espèces plus mobiles, qui n'effectuent pas l'intégralité de leur cycle dans l'habitat. La même tendance est observée lorsque les espaces verts sont arrosés : les papillons sont en moyenne plus grands (Figure 20).

L'interprétation de cette information relève cependant plus du niveau de spécialisation alimentaire des papillons : en effet les données semblent indiquer que les espèces ayant un régime généraliste ont tendance à être plus grandes que les espèces très spécialisées, tandis que les espèces oligophages (spécialisées à un ou quelques genres) se situent entre ces deux extrêmes. L'arrosage influencerait donc la composition floristique des parcelles, d'où un impact sur les espèces qui fréquentent l'habitat concerné. L'analyse de l'Anova sur le nombre d'individus ne permet pas de déceler de différence de résultats en fonction des différents traitements des facteurs. Une analyse visuelle de la répartition des données semble néanmoins indiquer qu'on peut trouver un nombre plus important d'individus sur les parcelles jamais tondues (Tonte=T0), et il semble également que la modalité T1, correspondant à une fauche en fin d'été, puisse être plus favorable pour le nombre d'individus relevé, même si ce résultat n'est pas significatif (Figure 21).

Les tests de Kruskal Wallis, menés sur le nombre d'espèces et les indices de sensibilité, n'indiquent pas non plus de différence entre les variables selon les différentes modalités (Tableau 4), à part pour la tonte : la richesse spécifique diminue avec l'augmentation de la fréquence de tonte (Figure 22).

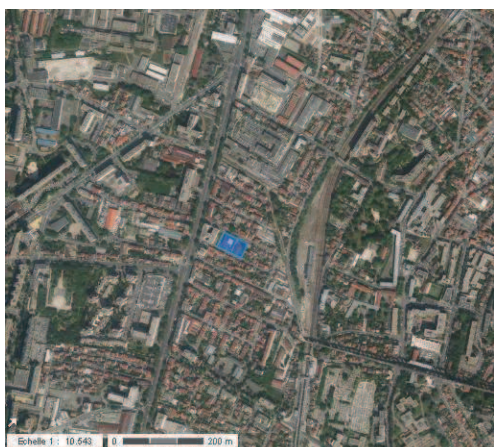


Figure 23 : Site classé dans le groupe d'urbanisation 4, à Arcueil (Orthophotographie Géoportail 2013)



Figure 24 : Site classé dans le groupe d'urbanisation 1, à Cergy-Pontoise (Orthophotographie Géoportail 2013)

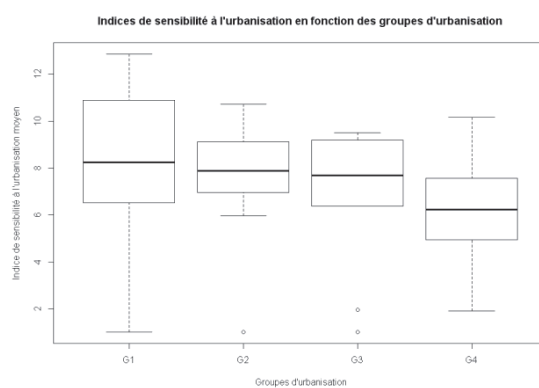


Figure 25 : Indice de sensibilité à l'urbanisation des papillons pour les sites classés en fonction de leur groupe d'urbanisation (G1 = Sites ruraux, G2 : sites peu urbanisés, G3 = sites moyennement urbanisés, G4 = Sites en situation urbaine dense)

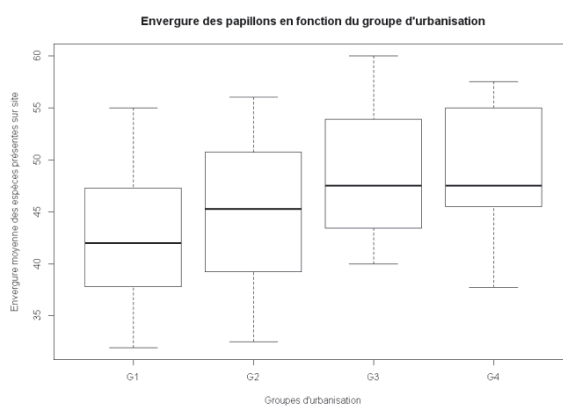


Figure 26 : Envergure des papillons en fonction du groupe d'urbanisation des sites

- **Rôle de la composition paysagère**

Une première classification des sites a été réalisée à partir de l'algorithme des k-moyennes, afin de définir 4 groupes d'urbanisation, allant de 1 (très ruraux) à 4 (densément urbanisé). Les sites sont inégalement répartis dans les groupes d'urbanisation. Le groupe 1 est composé de 18 sites, pour 15 sites dans la catégorie 2, 12 dans la catégorie 3, et 19 pour la catégorie 4. Ces catégories doivent permettre de relier de manière simplifiée les composantes paysagères à la biodiversité mesurée sur le site (Figure 23, Figure 24).

Le test de Kruskal-Wallis permet de mettre en évidence des variances différentes pour l'indice de sensibilité à l'urbanisation en fonction du groupe d'urbanisation ($X^2 = 8,42$; $X^{2th} = 7, 81$, p-valeur = 0,038). Sans surprise, on trouve que les indices de sensibilité moyens peuvent être plus élevés lorsque le site est en milieu plus rural, autrement dit les espaces verts d'entreprise peuvent servir de refuge ou de lieu de transit aux rhopalocères les plus sensibles à l'urbanisation (Figure 25). On constate par ailleurs une grande variabilité des résultats dans le groupe 4 : on peut supposer que la qualité de la trame verte environnante joue un rôle important pour les populations de papillons à plus petite échelle. En revanche, on ne peut pas conclure à une inégalité des variances pour la richesse spécifique.

Nous n'avons pas obtenu de résultat significatif avec l'Anova pour le nombre d'individus : les groupes d'urbanisation ne semblent pas influencer à cette échelle. En revanche, on trouve que plus les jardins sont situés en zone urbaine (donc vers le groupe 4), plus les envergures sont importantes (pour le groupe G3 et G4, p-valeurs respectives de 0,038 et 0,014). On peut interpréter ce résultat comme le fait qu'en milieu urbain, les sites d'entreprise sont plutôt des lieux d'accueil transitoire que des refuges source de biodiversité pour le reste des espaces verts (Figure 26). Ils contribuent donc cependant activement à la trame verte urbaine.

Nous avons ensuite réalisé une étude pour sélectionner les modèles les plus intéressants pour identifier quels facteurs influencent le plus les résultats à chaque échelle d'observation, à l'aide de la méthode des critères d'information d'AIC. L'objectif de cette méthode étant de conserver les facteurs ayant le plus de pouvoir explicatif, tout en simplifiant autant que possible le modèle. Pour rappel, à chaque niveau d'observation, les facteurs de paysage pris en compte étaient ceux définis par le MOS en 11 classes. Nous avons ensuite regroupé l'ensemble des facteurs ayant directement trait aux terrains imperméabilisés (habitat individuel, habitat collectif, équipement, transports, activités, chantiers) dans une nouvelle classe intitulée Urbain construit. Les facteurs conservés pour l'AIC sont donc Bois et forêts, Rural, Eau, Urbain ouvert, et Urbain construit.

L'étude du critère AIC pour le nombre d'individus conserve l'intégralité des facteurs à 200 mètres, et ne peut donc pas être résumée sans perdre trop d'information. En revanche, à 500 mètres, l'indice de bois et forêt est le plus important, tandis qu'à 1 km c'est la présence d'eau qui influe le plus.

Pour le nombre d'espèces, on ne peut pas non plus simplifier le modèle lorsqu'on étudie la composition du paysage à 200 mètres. A 500 mètres, c'est encore la quantité de bois et forêts qui joue le rôle le plus important, tandis qu'à 1 km, il faut conserver l'urbain ouvert en général, ainsi que la proximité d'eau.

Lorsqu'on applique le critère AIC sur l'envergure des papillons, on trouve cette fois un rôle primordial de l'urbain construit à 200 et à 500 mètres, tandis qu'il est impossible de simplifier de manière satisfaisante le modèle à 1 km sans perdre d'information.

Pour l'indice de sensibilité à l'urbanisation, de manière logique, c'est la proportion de paysages ruraux qui influe le plus à 200 et 500 mètres. Lorsqu'on observe à 1 km il apparaît qu'il faut conserver à la fois le paysage rural et urbain construit, ainsi que la proximité d'eau.

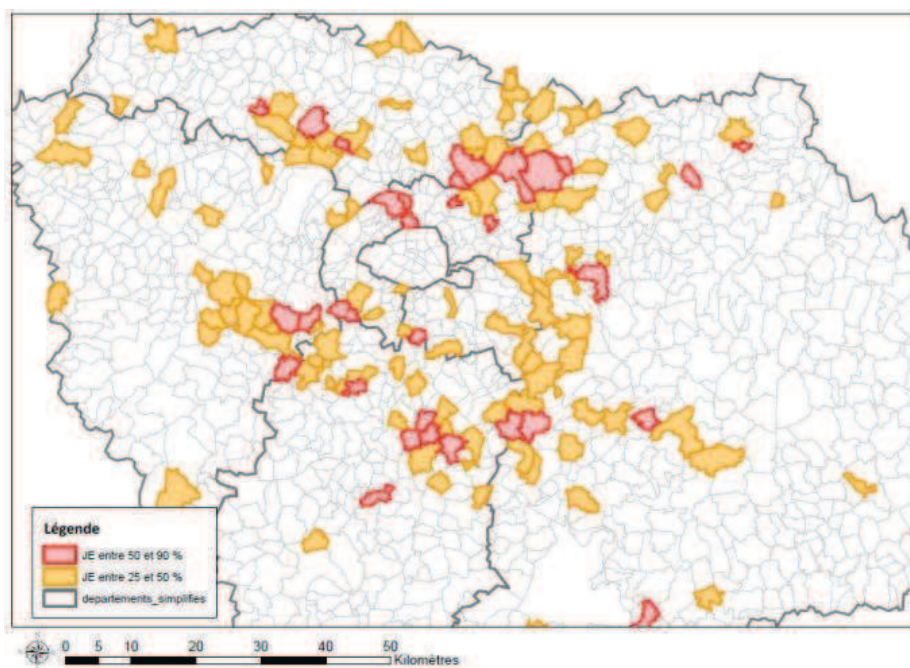


Figure 27 : Importance des jardins d'entreprise dans les espaces verts urbains (Serret 2012)

4. Discussion

L'observation de 19 espèces distinctes est un chiffre relativement peu élevé au regard des 121 espèces de rhopalocères signalées aux alentours de Paris (DOUX & GIBEAUX 2007), mais qui s'explique assez bien par le choix du protocole qui ne permet pas de relever de façon exhaustive les individus, et par le peu de variété des habitats rencontrés sur les espaces verts d'entreprise.

La météo de la saison 2013 a de plus été plutôt défavorable aux papillons, avec un printemps très pluvieux et des températures basses. La fin de saison a été plus bénéfique, avec plusieurs générations de papillons se développant rapidement grâce aux températures plus élevées. Les inventaires de terrain souffrent donc de données très faibles en début de saison, avec des journées au cours desquelles très peu de papillons ont été décomptés malgré des conditions climatiques optimales lors de l'inventaire. On déplorera donc le peu de mesures effectuées sur chacun des sites, qui ne permettent pas assez de s'affranchir de la contrainte météorologique. KONVINCKA (2011) réalise 4 visites sur un même site au cours de la saison, espacées également d'un mois mais dès le mois de mai.

Alors que l'urbanisation croît de manière constante, il apparaît évident que le rôle des espaces verts urbains et périurbains peut contribuer de manière importante au maintien de la biodiversité à l'échelle globale (ÖCKINGER 2009). Les jardins d'entreprise, de par leur accessibilité réduite, pourraient constituer de véritables sanctuaires biologiques au sein des zones où la pression anthropique se fait de plus en plus forte (Figure 27). On a pu prouver que la surface de ces patchs verts au sein de la zone urbaine était primordiale : ainsi, plus les espaces végétalisés sont importants, plus ils sont susceptibles d'abriter une faune riche et adaptée aux conditions locales.

Les petits patchs jouent également un rôle important, en formant des réseaux contribuant à la perméabilité de la matrice urbaine (SHANAHAN 2011, ÖCKINGER 2009). L'intégralité des espaces verts des villes doit donc être prise en compte, et même si les jardins publics constituent la majeure partie des études anciennes, les recherches se tournent à présent de plus en plus sur les autres types d'espaces verts comme les jardins privés (GASTON 2005, GODDARD 2010) ou les espaces délaissés (MURATET 2007) et leur importance dans l'accueil de la biodiversité ordinaire comme menacée.

On insistera également sur l'importance de la prise en compte de la fragmentation des habitats, tant sur les populations animales que végétales (JAROŠÍK 2011). A ce titre, l'une des mesures phares du Grenelle de l'environnement, vise à créer un réseau national de cohérences écologiques. Mis en place à l'échelle régionale, la démarche permet dans un premier temps d'identifier les composantes actuelles des continuités écologiques, puis les enjeux locaux (ruptures de continuités ou zones abritant des espèces d'intérêt patrimonial) afin de définir les actions régionales prioritaires. L'objectif ultime de ces Schémas Régionaux de Cohérence Écologique (SRCE) est de proposer des outils adaptés pour mettre en œuvre le plan d'action ainsi déterminé.

Nos observations indiquent qu'une plus grande richesse spécifique ainsi qu'une plus grande abondance de papillons sont relevées lorsque le niveau d'intervention humaine est très faible voire nulle. Elles viennent donc en contradiction avec d'autres résultats plus anciens (ROBERTSON 1995, BLAIR 1997) qui indiquent qu'il est favorable de maintenir un certain niveau de perturbation. OATES (1995) recommande également de maintenir une légère perturbation du sol. Ceci s'éloigne par conséquent de notre hypothèse de départ, et va dans le sens des résultats obtenus par MURATET (2007), qui trouve une plus grande richesse spécifique végétale (donc potentiellement plus de plantes hôtes pour la faune) sur les terrains vagues parisiens, laissés à l'abandon.

Nous avons également trouvé que l'envergure des papillons était supérieure lorsque la strate herbacée était plus contrainte, avec des papillons aux indices de sensibilité à l'urbanisation moins importants. La tonte a tendance à favoriser une densification de certaines espèces plus tolérantes, et pour mieux accueillir la faune, on recommande d'opérer selon une rotation afin de maintenir une mosaïque riche de microhabitats. On conseille parfois même d'exporter les déchets de tonte afin de favoriser une plus grande diversité spécifique plutôt qu'une colonisation par des plantes nitrophiles due à une concentration croissante en azote. Ceci crée cependant une contrainte supplémentaire pour les gestionnaires des sites, qui peut s'avérer coûteuse. Il s'agit alors d'un travail d'optimisation des coûts, en réduisant par exemple le nombre de tontes.



Figure 28 : Épandage de produits phytosanitaires en zone agricole (Seth Perlman/AP/SIPA)

Fig. 3 Relationship between species' mean mobility and wingspan ($n = 278$). This figure displays untransformed raw data without phylogenetically ICs to give readers a sense of the data.

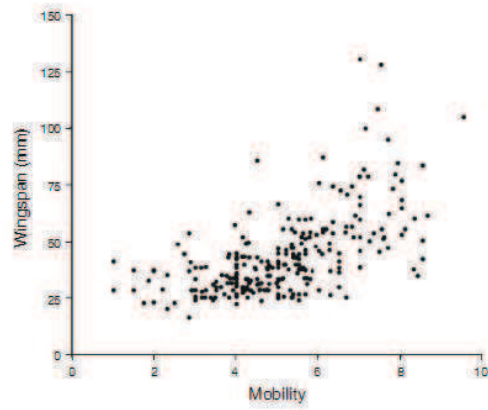


Figure 29 : Résultats de Burke 2011 illustrant la corrélation entre mobilité et envergure des ailes

Le peu de résultats significatifs sur les usages de produits phytosanitaires est surprenant, puisque plusieurs études indiquent que l'utilisation de produits agro-chimiques est l'une des causes de déclin de nombreuses populations de papillons (RANDS & SOTHERSON 1996, DOVER 1990). SPARKS suggère même dès 1995 qu'en milieu agricole, une baisse de l'utilisation de produits phytosanitaires améliore les potentialités des continuités écologiques et des habitats (Figure 28). Nos analyses vont cependant dans le même sens, puisque nous avons prouvé que lorsqu'un terrain est traité avec des produits phytosanitaires, on y trouve significativement moins de petits papillons sédentaires.

Nos résultats sur le rôle des espaces naturels (milieux aquatiques, bois et forêts) et milieux ouverts à proximité des sites abondent dans le sens de ceux de BLAIR (1997) sur le rôle d'un gradient urbain, qui montre une plus grande richesse spécifique générale lorsqu'on s'éloigne du centre urbain. Ils confirment également l'hypothèse que les plus petits papillons ont besoin d'habitats de meilleure qualité que les plus grands, qui peuvent profiter de leur mobilité plus importante pour exploiter les ressources alimentaires d'un nombre plus important de milieux.

Les facteurs d'occupation du sol jouant le rôle le plus important sur la composition des espèces de rhopalocères semblent être la présence de bois et forêt : globalement, la proximité de ces espaces contribuerait à enrichir les jardins d'entreprises. En revanche, lorsqu'on étudie ce rôle à une distance plus importante, les bois et forêts perdent de leur importance au profit des surfaces en eau. Nous avons également trouvé qu'une étude à un rayon de 500 mètres semblait être l'échelle idéale, puisqu'elle permet de modéliser de manière satisfaisante la majorité de nos variables. Ceci est en accord avec les résultats obtenus par MATTESON et LANGELLOTTO en 2010.

Nous avons parallèlement démontré que la mobilité des papillons pouvait être corrélée de façon assez satisfaisante avec leur envergure, ce qui est intéressant car il s'agit d'une mesure assez facile à réaliser, contrairement à l'estimation de la mobilité de chaque espèce qui doit être évaluée à dire d'experts, ou lors d'importantes opérations de capture-marquage-recapture, très coûteuses à mettre en place de manière à obtenir suffisamment de résultats. Ce résultat est d'ailleurs étayé par d'autres, réalisés par exemple sur le continent américain et reposant sur un échantillon plus important de papillons (BURKE 2011, SEKAR 2011)(Figure 29).

5. Conclusions

Notre étude a permis d'établir un lien fort entre les données de gestion et la composition des populations de rhopalocères sur les jardins et espaces verts d'entreprises de la région parisienne. Nous avons ainsi montré que plus les parcelles étaient gérées de façon intensive, moins la richesse spécifique ainsi que la quantité de papillons sont élevées. Cette pression de gestion s'avère principalement importante au niveau de la tonte, mais également pour les produits phytosanitaires. Des études plus approfondies demeurent à conduire sur l'influence précise du piétinement occasionnel ainsi que de l'arrosage des espaces verts sur les papillons de jour.

Nous avons aussi pu confirmer l'importance de la mobilité des papillons pour qu'ils puissent s'affranchir des conditions de gestion et d'environnement localisées. En effet, dans les milieux les plus contraints, les papillons observés sont généralement ceux qui possèdent une grande mobilité. D'autre part, nous avons pu confirmer l'importance des jardins et espaces verts d'entreprise dans la trame verte urbaine et périurbaine, et leur contribution croissante lorsque la surface est grande. Des études complémentaires sur le rôle des espaces verts privés en milieu urbain au sein des continuités écologiques doivent être menées, de manière à étudier plus avant les contributions qu'ils peuvent apporter malgré les fortes contraintes de ce type de milieux, notamment en termes de fragmentation ou d'isolement. C'est d'ailleurs là tout le sens des travaux engagés à l'échelle nationale sur les SRCE, ayant pour objectifs la préservation et la restauration des continuités écologiques pour la faune et la flore.

Ces données s'avèrent fondamentales pour les enjeux de gestion liés au développement durable : une gestion parcimonieuse entrainerait en effet de meilleurs résultats pour la biodiversité globale des villes, avec également des répercussions positives sur les dépenses des entreprises. Enfin, la réduction des interventions humaines pourrait aussi avoir des impacts et conséquences sociétales sur la prise en compte des enjeux environnementaux au niveau individuel, mais aussi sur la connaissance de la biodiversité par les usagers.

Bibliographie

- Blair R. & Launer A. 1997, *Butterfly diversity and human land use: species assemblages along an urban gradient*, Biological Conservation 80 (1) : 113-125
- Burghardt K., Tallamy D. Shriver W., 2008, *Impact of Native Plants on Birds and Butterflies biodiversity in suburban habitats*, Conservation Biology 23 (1) : 219-224
- Burke R.J., Fitzsimmons J.M., Kerr J.T., 2011, *A mobility index for Canadian butterfly species based on naturalists' knowledge*, Biodiversity and Conservation 20 (10) : 2273-2295
- Cowley M.J.R et al. 2001, *Density-distribution relationships in British butterflies I. The effect of mobility and spatial scale*, Journal of Animal Ecology 70 (3) : 410-425
- Doux Y., Gibeaux C. 2007, *Les papillons de jour d'Île de France et de l'Oise*, Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze / Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 288 p.
- Dover, J., Sotherton, N., Gobbett, K., 1990. *Reduced pesticide inputs on cereal field margins: the effects on butterfly abundance*. Ecological Entomology 15 (1) : 17-24.
- Filoche S., Rambaud M., Auvert S. et al. 2011, *Catalogue de la flore vasculaire d'Île-de-France (rareté, protections, menaces et statuts)*, Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 173 p.
- Gadoum S., Terzo M., Rasmont P. 2007, *Jachères apicoles et jachères fleuries : la biodiversité au menu de quelles abeilles ?* Courrier de l'environnement de l'INRA 54 : 57-63
- Gaston K., Smith R., Thompson K., Warren P. 2005 *Urban domestic gardens (II) : experimental tests of methods for increasing biodiversity*, Biodiversity and Conservation 14 : 395-41
- Goddard M., Dougill A., Benton T., *Scaling up for gardens: biodiversity conservation in urban environments*, Trends in Ecology and Evolution 25 (2) : 90-98
- Jarošík V., Konvička M., Pyšek P., Kadlec T., Beneš J. 2011, *Conservation in a city: Do the same principles apply to different taxa ?* Biological Conservation 144 (1) : 490-499
- Konvička M., Kadlec T. 2011, *How to increase the value of urban areas for butterfly conservation ? A lesson from Prague nature reserves and parks*, European Journal of Entomology 108 (2) : 219-229
- Lafranchis T. 2000, *Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles*, Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze 448 p.
- Loram A., Warren P., Thompson K., Gaston K. 2011, *Urban domestic garden: the effects of human interventions on garden composition*, Environmental Management 48 (4) : 808-824

- Matteson K. & Langellotto G. 2010, *Determinates of inner city butterfly and bees species richness*, Urban Ecosystems 13 : 333-347
- Muratet A., Machon N., Jiguet F., Moret J., Porcher E. 2007, *The role of urban structures on the distribution of wasteland flora in the Greater Paris area, France*, Ecosystems 10 : 661-671
- New T.R. et al. 1993, *Conservation Biology of Lycaenidae*, IUCN, The World Conservation Union, éditions T.R. New, Gland, Suisse, 173 p.
- Niinemets, U. & Penuelas, J. 2008, *Gardening and urban landscaping: Significant players in global change*. Trends in Plant Science 13, 60–66
- Öckinger E., Dannestam Å., Smith H. 2009, *The importance of fragmentation and habitat quality of urban grasslands for butterfly diversity*, Landscape and Urban Planning 93 : 31-37
- Rands, M., & Sotherton, N. 1986. *Pesticide use on cereal crops and changes in the abundance of butterflies on arable farmland in England*, Biological Conservation 36 (1) : 71-82.
- Robertson P., Clarke S., Warren M. 1995, *Woodland management and butterfly diversity in Pullin Andrew.S. (Ed.), Ecology and Conservation of Butterflies*, Chapman & Hall, London, UK, pp 11-122
- Shanahan D., Miller C., Possingham H., Fuller R. 2011, *The influence of patch area and connectivity on avian communities in urban revegetation*, Biological Conservation 144 (2) : 722-729
- Shwartz A., A. Muratet, L. Simon, R. Julliard 2012, *Local and management variables outweigh landscape effects in enhancing the diversity of different taxa in a big metropolis*, Biological Conservation 157 : 285-292
- Smallidge P.J., Leopold D.J. 1997, *Vegetation management for the maintenance and conservation of butterfly habitats in temperate human-dominated landscapes*, Landscape and Urban Planning 38 (3) : 259-280
- Sekar S. 2011, *A meta-analysis of the traits affecting dispersal ability in butterflies: can wingspan be used as a proxy ?* Journal of Animal Ecology 81 (1) : 174-184
- Sparks T., Parish T. 1995. *Factors affecting the abundance of butterflies in field boundaries in Swavesey fens, Cambridgeshire, UK*. Biological Conservation 73 (3) : 221-227.
- UICN France, MNHN, Opie & SEF 2012, *La liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Papillons de jour de France métropolitaine*. Dossier électronique (page consultée le 18/04/2013)

Webographie

Guyonnet A. 2013, Papillons de Poitou-Charentes. Consulté entre mars et juillet 2013

site Web : <http://www.papillon-poitou-charentes.org>

Mothiron P. & Hodde C. 2007, *Lepinet.fr – Les carnets du lépidoptériste français – Des papillons aux lépidoptères*. Consulté entre mars et juillet 2013

site Web : <http://www.lepinet.fr>

Muséum national d'Histoire naturelle, Noé conservation, 2010, *Propage Protocole Papillons Gestionnaires*. Consulté le 19/11/2012

site Web : <http://propage.mnhn.fr>

Muséum national d'Histoire naturelle 2013, *Inventaire national du patrimoine naturel*, consulté entre mars et juillet 2013

site Web : <http://inpn.mnhn.fr>

Annexes

Pour des raisons de confidentialité, le nom des sites et des habitats correspondants d'où sont tirées les analyses ont été supprimés de l'ensemble des annexes.

- **Annexe 1 : Données de gestion et Relevés de papillons par habitats**

Groupe	Str2	Surf	Piet	Arros	Age	Tonte	Phyto	nb_ind	nb_esp	Ind_sens	Env
2	a	12509	non	non	35	3	non	6	4	9,00	46,00
4	a	524	non	non	3	3	non	6	2	5,47	52,50
2	a	524	non	na	na	3	na	4	2	8,81	45,63
4	a	2470	non	non	41	3	non	8	2	7,76	46,56
1	a	4132	oui	oui	6	3	non	5	1	12,44	37,80
3	a	1160	oui	oui	na	2	oui	1	1	6,36	55,00
4	a	15198	oui	non	140	3	non	4	2	4,61	41,88
3	a	4867	oui	non	32	3	non	4	2	9,18	43,13
3	a	2552	oui	non	44	1	non	2	1	6,36	55,00
2	a	3995	non	non	28	3	oui	4	3	7,87	51,25
2	a	1585	na	non	20	3	na	4	3	5,95	45,25
1	a	90	non	oui	24	3	oui	1	1	6,36	55,00
2	a	1189	non	oui	9	3	oui	4	3	7,06	43,75
2	a	408	non	oui	na	3	oui	0	0	NA	NA
2	a	177	non	oui	29	3	oui	1	1	6,36	55,00
1	a	813	oui	non	14	1	na	11	4	7,44	45,86
4	a	1198	oui	non	32	3	na	2	2	7,85	55,00
3	a	1720	oui	non	112	2	oui	2	2	9,39	47,50
3	a	1703	oui	non	na	1	non	11	5	7,93	48,91
3	a	4943	non	non	39	2	oui	6	3	1,94	52,75
3	a	2338	oui	non	14	2	non	9	4	7,44	42,67
3	a	722	oui	non	15	1	non	0	0	NA	NA
1	a	2196	non	non	8	3	non	5	3	6,68	52,50
3	a	1296	oui	oui	na	3	non	2	2	8,23	43,75
4	a	580	non	non	na	1	non	0	0	NA	NA
1	a	1754	oui	non	5	2	oui	2	2	12,86	42,00
4	a	10636	oui	oui	50	3	non	6	3	6,09	48,75
4	a	669	oui	non	62	2	non	4	2	3,27	37,75
4	a	507	oui	oui	3	4	non	3	2	7,13	57,50
4	a	686	non	non	15	3	non	1	1	6,36	55,00
2	a	877	oui	non	31	2	oui	1	1	10,09	32,50
1	a	1078	oui	oui	39	3	oui	2	2	8,23	43,00
1	a	39719	oui	non	25	3	oui	12	4	9,94	37,75
2	a	5812	oui	non	38	2	non	7	3	9,57	38,57
4	a	8958	oui	oui	52	3	oui	6	4	5,20	46,00
4	a	11734	non	oui	30	3	oui	4	3	7,55	56,25

2	a	2375	non	oui	2	3	non	5	2	7,58	56,00
1	a	1634	oui	non	na	3	na	1	1	6,36	55,00
1	a	7077	non	non	2	1	non	8	3	8,24	48,75
1	a	2457	oui	non	34	3	non	3	2	12,05	42,00
3	a	1337	non	non	51	3	na	1	1	9,51	60,00
1	a	7134	non	non	23	3	non	2	2	6,68	34,50
1	a	1164	non	non	23	1	non	2	1	1,00	40,00
1	a	19196	non	non	5	2	non	8	3	9,36	42,00
2	b	17749	non	non	35	1	non	7	5	9,12	50,71
2	b	8175	na	non	35	1	non	7	5	6,96	37,21
4	b	13922	na	non	41	2	non	6	2	1,89	42,50
4	b	7320	non	non	140	0	non	7	3	6,23	44,93
4	b	15318	na	non	140	0	non	4	2	3,68	47,50
3	b	2180	na	non	32	3	non	2	1	1,00	40,00
3	b	29280	non	non	39	0	non	33	7	64,13	44,83
4	b	868	oui	non	na	1	non	2	1	6,36	55,00
1	b	15994	non	non	5	1	oui	6	2	10,47	31,92
4	b	767	non	non	50	1	non	5	3	8,61	45,50
2	b	2462	non	non	14	1	oui	12	4	10,72	39,21
1	b	96372	non	non	25	0	non	19	5	5,45	45,29
2	b	580	non	na	na	1	non	1	1	1,00	40,00
4	b	8958	non	oui	na	3	oui	12	5	4,94	45,50
1	b	37394	non	non	2	0	non	25	4	11,32	34,64
1	b	4406	non	non	23	1	non	0	0	NA	NA

• Annexe 2 : Traits par espèces de papillons

nom_latin	nom_vernaculaire	env	mob	Sens_urb
<i>Aglais urticae</i>	Petite_Tortue	43,5	38	10,16
<i>Anthocharis cardamines</i>	Aurore	45	32	NA
<i>Aporia crataegi</i>	Gaze	60	NA	7,05
<i>Araschnia levana</i>	Carte_geographique	40	NA	NA
<i>Argynnis paphia</i>	Tabac_dEspagne	62,5	31	12,80
<i>Brintesia circe</i>	Silene	65	NA	7,99
<i>Cacyreus marshalli</i>	Brun_des_pelargoniums	22,5	NA	2,44
<i>Callophrys rubi</i>	Argus_vert	27,5	14	4,95
<i>Celastrina argiolus</i>	Azure_des_Nerpruns	31	NA	NA
<i>Coenonympha pamphilus</i>	Procris	29	17	12,36
<i>Colias croceus</i>	Souci	52,5	43	10,16
<i>Gonepteryx rhamni</i>	Citron	55	35	13,36
<i>Inachis io</i>	Paon_du_jour	60	39	9,51
<i>Iphiclides podalirius</i>	Flambe	80	NA	10,55
<i>Lasiommata megera</i>	Megere	47,5	30	8,41
<i>Limenitis camilla</i>	Sylvain	47,5	NA	6,92
<i>Lycaenidae</i>	Lycenes	32,5	21	10,09
<i>Lycaena helle</i>	Cuivres	25	26	6,67
<i>Macroglossum stellatarum</i>	Moro_sphinx	67,5	NA	NA
<i>Maniola jurtina</i>	Myrtil	52,5	25	16,99
<i>Melanargia galathea</i>	Demi_deuil	55	24	13,59
<i>Papilio machaon</i>	Machaon	85	37	9,69
<i>Pararge aegeria</i>	Tircis	40	23	1,00
<i>Pierinae</i>	Pierides	55	NA	6,36
<i>Polygonia c-album</i>	Robert_le_Diable	47,5	33	7,01
<i>Polyommatus icarus</i>	Argus_bleu	32,5	NA	NA
<i>Pyrgus</i>	Hesperides_tachetees	25	6	4,47
<i>Pyrgus</i>	Hesperides_orangees	27,5	19	7,78
<i>Pyrgus malvae</i>	Hesperie_de_la_mauve	27	NA	NA
<i>Pyronia tithonus</i>	Amaryllis	40	21	12,46
<i>Vanessa atalanta</i>	Vulcain	62,5	42	8,68
<i>Vanessa cardui</i>	Belle_Dame	62,5	44	7,33

Env = envergure moyenne (Bergerot 2011)

Mob = Mobilité moyenne (Cowley 2001)

Sens_rub = Sensibilité à l'urbanisation (Bergerot 2011)

• Annexe 3 : Composition paysagère à 200 mètres des sites

Bois_forêt	Rural	Eau	Urb_ouv	Hab_indiv	Hab_coll	Activités	Equip	Transp	Urb_c
0,00	0,68	0,00	5,29	0,00	12,55	18,75	18,89	43,85	94,03
0,00	1,94	13,14	10,00	22,49	0,00	36,87	0,00	15,56	74,92
0,11	35,30	2,67	11,28	0,00	0,00	22,64	0,00	28,01	50,65
0,00	0,52	1,28	9,08	0,00	1,38	39,64	10,36	37,75	89,12
0,09	1,63	0,00	6,47	4,30	6,46	45,34	3,56	32,16	91,81
2,56	3,51	7,11	34,56	0,00	3,77	23,17	12,44	12,89	52,27
22,01	5,46	0,00	0,06	13,84	1,68	22,25	0,00	34,69	72,47
0,24	28,40	0,00	9,96	0,00	1,98	36,80	0,00	22,62	61,40
0,00	2,22	0,00	17,36	0,00	0,00	30,39	0,66	49,37	80,42
0,00	0,07	0,00	5,75	0,00	0,00	72,02	0,07	22,08	94,18
0,00	0,48	0,00	4,73	0,00	1,04	69,02	5,24	19,48	94,79
0,00	12,40	0,28	4,17	11,51	2,20	40,85	1,16	27,42	83,15
0,00	29,60	0,00	13,09	27,78	0,00	5,79	0,00	23,74	57,31
4,64	0,00	1,99	6,25	0,00	0,00	76,21	0,86	10,04	87,12
0,00	5,45	0,00	18,63	27,06	10,74	9,93	6,01	22,18	75,92
0,00	0,00	0,00	9,35	0,00	25,03	7,86	26,47	31,29	90,65
0,00	1,40	0,00	32,51	0,00	0,00	31,57	0,57	33,95	66,09
28,93	11,25	0,00	28,01	14,18	1,66	5,53	4,82	5,63	31,80
0,00	1,48	0,00	25,27	0,00	0,00	29,34	3,15	40,76	73,25
0,52	23,83	0,00	17,64	23,83	2,31	27,39	0,00	4,48	58,01
0,00	50,02	0,00	19,32	0,00	0,00	25,38	0,00	5,29	30,67
6,98	11,04	0,00	9,39	0,79	0,00	31,92	16,14	23,74	72,60
1,94	6,79	0,17	25,79	0,00	0,00	43,44	0,00	21,87	65,31
0,54	8,56	0,00	5,21	0,00	0,97	56,99	3,96	23,78	85,70
0,03	4,39	0,00	19,20	0,90	3,48	37,03	10,86	24,12	76,38
0,00	1,71	0,00	15,10	2,41	23,20	22,77	7,55	27,27	83,20
3,27	22,99	3,85	21,30	0,00	1,23	21,53	7,30	18,53	48,59
0,04	6,47	1,52	20,87	3,61	2,82	37,40	0,00	27,28	71,10
0,00	20,54	0,00	3,04	29,87	1,56	32,67	0,00	12,32	76,42
0,00	0,00	0,00	17,20	1,30	13,68	31,64	2,14	34,03	82,80
0,00	0,00	0,00	9,61	26,90	39,37	10,12	2,96	11,05	90,39
0,00	0,00	0,00	2,95	0,00	0,00	82,91	0,00	14,15	97,05
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,16	90,73	0,00	8,12	100,00
0,00	0,69	0,00	30,24	0,51	29,21	7,46	7,32	24,57	69,07
0,00	0,20	0,00	3,82	0,00	1,88	37,42	0,00	56,68	95,98
0,00	0,00	0,00	6,34	0,00	0,00	35,34	2,37	55,95	93,66
0,00	1,08	0,00	0,88	0,00	6,97	9,56	25,43	56,08	98,04
0,00	8,64	30,82	13,23	0,00	0,00	41,89	0,00	5,42	47,31
0,00	0,00	0,00	11,09	58,17	24,59	0,33	2,77	3,06	88,91
0,00	1,44	0,00	8,18	0,00	0,00	67,92	4,53	17,93	90,38

0,00	22,81	0,00	0,09	5,64	1,24	60,66	0,00	9,55	77,10
0,00	0,00	0,00	11,12	0,00	0,00	66,77	0,00	22,11	88,88
0,00	0,00	0,00	2,20	27,85	7,63	42,65	0,98	18,70	97,80
0,00	0,00	0,00	8,73	19,97	9,49	27,29	16,52	18,00	91,27
0,00	0,00	0,00	20,07	15,57	33,86	8,82	5,58	16,09	79,93
0,16	69,87	0,00	14,88	0,33	0,00	5,18	3,80	5,77	15,08
0,00	0,00	0,00	21,96	8,94	21,25	27,08	10,72	10,06	78,04
0,00	0,00	0,00	9,71	24,01	15,65	35,47	1,14	14,02	90,29
0,00	0,00	0,00	3,11	33,05	17,75	24,39	0,00	21,70	96,89
0,00	0,00	27,34	46,26	0,00	0,90	0,72	11,38	13,40	26,40
0,00	0,00	0,00	1,90	38,52	8,43	33,91	2,28	14,95	98,10
0,00	1,29	0,00	15,88	0,00	7,55	38,67	6,92	29,69	82,83
0,00	0,00	0,00	23,85	43,54	11,43	1,22	5,97	13,99	76,15
0,66	2,05	0,00	5,79	33,04	9,46	28,55	1,35	19,11	91,51
4,00	0,00	4,47	33,59	0,00	0,00	36,48	1,51	19,94	57,93
0,00	8,71	28,89	7,83	0,00	0,00	34,43	1,05	19,09	54,57

• Annexe 4 : Composition paysagère à 500 mètres des sites

Bois forêt	Rural	Eau	Urb ouv	Hab indiv	Hab coll	Act	Equip	Transp	Urb c
0,13	2,40	0,00	10,64	2,12	15,11	25,34	10,75	31,66	84,98
5,42	9,18	8,11	9,53	28,71	1,18	27,33	0,58	9,87	67,67
3,23	29,98	0,53	7,80	8,27	0,77	20,10	0,40	14,12	43,66
0,00	3,70	0,24	7,46	2,17	0,26	60,17	2,18	22,79	87,57
4,83	8,81	0,00	10,99	6,67	6,45	31,38	6,05	24,02	74,57
1,40	26,53	1,41	17,15	0,59	3,07	25,30	4,75	19,81	53,52
11,00	21,12	6,46	5,68	13,26	5,22	17,40	0,17	19,69	55,74
2,89	30,91	1,39	11,93	1,36	2,65	22,11	3,17	15,69	44,99
0,00	1,00	0,00	14,57	3,45	2,09	28,34	14,67	35,74	84,29
0,86	0,89	0,18	9,89	15,41	1,95	50,60	4,02	15,58	87,55
0,41	0,81	0,26	5,88	0,00	0,33	71,70	2,56	17,58	92,18
4,54	23,57	0,07	5,12	19,27	1,67	18,47	4,19	23,10	66,70
8,14	25,65	2,84	12,56	17,39	0,99	12,74	1,19	16,80	49,10
1,33	2,53	0,55	15,24	0,00	0,00	66,23	0,17	13,95	80,36
1,18	5,86	0,00	14,30	40,51	7,38	16,38	1,94	12,45	78,66
0,00	0,22	0,67	14,70	2,65	17,25	15,12	20,20	25,53	80,76
1,17	3,56	0,00	26,94	4,28	0,92	31,53	3,47	28,14	68,33
24,38	6,37	0,95	25,92	24,36	7,14	2,47	6,01	2,41	42,38
1,29	2,90	0,00	26,81	10,92	0,93	26,86	3,30	27,00	69,01
1,58	40,69	0,00	11,05	36,43	0,95	5,97	2,20	1,13	46,68
0,02	59,37	0,00	12,73	0,48	0,00	20,81	0,00	6,59	27,88
8,50	28,57	0,00	6,57	0,31	0,00	32,67	15,27	8,11	56,36
1,26	19,23	0,52	23,62	0,00	0,00	43,34	0,16	11,88	55,38
0,52	12,69	0,00	6,65	1,38	7,32	39,80	3,32	28,18	80,00
7,39	18,85	0,00	10,37	16,68	5,13	16,83	10,80	13,95	63,38
0,00	2,59	0,69	12,13	7,04	29,49	22,55	8,41	17,10	84,59
1,00	24,79	1,06	16,56	6,25	5,24	17,76	4,83	18,19	52,27
1,61	19,23	1,01	11,94	7,90	9,24	20,19	3,74	19,00	60,08
0,00	7,33	8,16	7,03	34,78	3,25	28,38	5,34	5,53	77,27
0,00	1,48	0,00	10,53	11,69	10,63	28,92	3,60	33,16	88,00
0,00	0,00	0,00	8,06	17,72	27,71	11,89	13,06	20,02	90,40
1,32	1,63	0,95	9,61	1,42	3,75	40,21	3,16	21,55	70,10
0,04	1,18	0,78	9,75	0,03	1,40	56,41	3,99	26,42	88,25
0,00	0,14	0,00	21,38	0,48	36,96	6,66	14,93	19,45	78,48
0,00	2,27	0,00	10,20	0,00	7,23	24,99	7,03	48,28	87,52
0,00	9,13	1,80	23,39	0,00	0,13	10,38	3,67	48,84	63,02
0,00	3,64	0,00	2,05	2,26	2,78	18,40	23,32	47,55	94,32
0,00	6,90	15,36	10,43	3,46	1,47	45,66	1,76	8,82	61,17
0,07	0,00	0,00	7,51	65,21	15,46	2,95	3,66	5,14	92,42
0,00	1,19	0,39	13,99	2,52	2,46	37,35	10,80	28,23	81,37
0,00	6,79	4,20	6,18	30,91	3,39	37,15	5,92	5,26	82,62
1,00	0,00	0,00	7,27	3,08	1,70	65,39	0,00	21,55	91,72
0,00	0,00	0,00	12,11	16,76	15,86	25,12	6,54	23,61	87,89
0,00	0,00	0,00	17,45	31,59	14,01	11,79	17,84	7,31	82,55
0,00	0,00	0,00	10,61	23,89	25,23	6,93	22,95	10,39	89,39
0,04	54,43	0,43	13,77	10,81	0,96	5,51	1,51	12,12	30,92
0,00	0,58	0,00	17,76	16,35	29,07	17,86	9,54	8,46	81,29
0,00	0,00	0,00	10,61	24,10	24,87	17,72	4,06	18,44	89,18
0,00	0,81	0,00	10,25	21,47	23,86	13,74	14,79	15,08	88,94
0,00	1,56	18,29	31,71	0,00	10,84	2,23	10,79	23,20	47,06

0,00	0,00	0,00	12,63	16,42	16,55	23,92	4,85	25,63	87,37
0,00	1,61	0,00	12,12	5,12	14,16	23,93	10,23	32,84	86,27
1,51	0,00	0,00	23,91	45,64	13,50	2,26	4,21	8,44	74,05
0,19	0,90	0,89	14,35	28,35	9,09	23,00	6,32	16,92	83,67
1,84	0,00	2,30	14,68	0,43	7,73	34,82	1,45	24,61	69,04
0,00	3,18	13,11	7,41	2,03	2,67	49,62	1,01	18,03	73,36

• Annexe 5 : Composition paysagère à 1km des sites

Bois forêt	Rural	Eau	Urb_ouv	Hab indiv	Hab coll	Act	Equip	Transp	Urb_c
0,83	7,13	0,15	14,71	11,29	12,46	15,53	16,79	20,13	76,20
9,49	10,86	5,00	15,56	24,68	1,07	21,68	4,93	5,94	58,29
3,47	35,07	0,47	8,06	14,90	7,77	12,16	2,58	10,24	47,65
0,00	0,32	1,87	9,20	20,37	21,97	14,09	13,52	18,12	88,07
0,00	1,23	2,69	18,59	4,90	9,63	20,17	9,36	32,15	76,21
6,87	23,60	4,32	5,84	28,24	3,86	10,85	2,10	14,31	59,36
0,00	6,95	10,79	27,02	2,01	2,36	8,16	4,12	36,97	53,62
0,00	2,79	9,72	12,88	11,52	4,75	35,20	4,93	16,21	72,60
2,52	7,34	0,39	15,89	16,23	1,51	36,77	4,14	14,72	73,37
0,00	3,70	2,10	18,93	8,45	8,40	19,86	6,73	30,51	73,95
0,06	8,50	13,35	8,71	27,47	5,84	23,86	3,18	8,93	69,28
1,72	9,73	0,22	12,27	10,25	1,19	48,79	2,21	13,05	75,50
8,52	30,64	3,79	7,78	20,18	1,91	10,36	2,94	13,42	48,80
0,80	22,15	0,25	16,82	1,76	0,12	44,15	0,59	13,08	59,71
4,59	16,54	3,39	11,14	33,71	6,74	9,28	4,36	9,77	63,87
0,22	2,20	0,19	15,29	15,13	14,70	11,82	19,32	20,11	81,09
1,02	3,32	2,72	23,65	18,18	4,53	21,69	6,98	17,22	68,59
13,60	5,42	7,20	24,50	27,63	10,17	1,73	5,92	3,59	49,03
1,06	3,78	3,88	25,39	17,64	4,92	19,33	6,62	16,73	65,24
7,24	45,49	0,03	7,69	27,81	3,22	2,04	5,01	1,38	39,46
5,75	51,44	0,54	10,07	5,58	0,41	20,56	0,04	4,66	31,24
5,72	30,90	0,37	10,41	8,73	0,61	27,04	9,05	6,95	52,38
2,53	34,03	0,20	17,97	1,24	0,21	32,92	0,38	9,11	43,86
5,41	11,24	0,00	15,01	8,90	8,78	19,10	9,36	21,39	67,53
8,53	25,62	0,01	10,48	20,17	4,13	13,34	4,93	11,92	54,49
0,88	14,46	0,47	16,03	17,91	15,00	13,61	6,04	13,54	66,10
2,14	21,71	0,46	11,81	22,40	11,05	10,11	4,50	12,64	60,70
2,29	25,28	0,41	11,09	17,80	12,15	11,10	4,17	11,20	56,43
0,08	11,17	12,59	7,35	28,56	4,45	23,17	3,07	9,47	68,71
0,00	1,43	2,89	10,80	10,24	11,84	22,50	8,98	29,86	83,42
0,56	6,76	0,80	9,46	8,34	10,91	23,29	4,21	29,76	76,52
0,26	6,84	0,44	10,29	16,36	7,74	32,17	3,94	21,87	82,09
0,02	0,04	0,00	16,23	2,48	39,97	7,63	20,71	12,03	82,83
5,71	11,92	0,00	15,53	11,62	9,40	15,84	10,23	19,39	66,48
1,82	20,47	0,56	12,78	18,37	10,31	13,22	3,78	14,41	60,10
0,00	3,20	0,00	6,39	9,45	2,08	15,20	24,74	38,93	90,41
3,45	27,32	0,46	8,83	16,96	10,17	12,43	3,56	11,98	55,11
6,52	4,21	0,37	8,75	59,57	7,49	1,68	5,22	5,60	79,56
2,29	4,15	0,02	15,41	8,37	12,79	16,87	16,93	22,06	77,01
1,61	14,21	0,21	13,62	7,82	1,07	45,82	2,83	12,36	69,90
0,27	8,16	0,37	9,19	14,03	6,32	35,79	3,35	22,51	82,01
6,87	21,27	2,49	5,40	32,58	3,16	10,72	3,08	14,04	63,59
0,00	0,61	0,00	11,26	13,74	18,98	19,51	11,72	23,83	87,79
3,00	0,00	0,55	11,87	37,57	23,47	7,57	10,84	4,77	84,22
0,00	0,20	4,30	8,15	26,94	27,93	7,37	15,41	8,97	86,62
0,87	51,91	0,14	8,55	13,26	1,99	8,69	1,34	11,59	36,87
0,00	0,39	2,65	9,50	21,38	22,83	16,15	9,82	16,55	86,73
0,00	1,13	0,00	18,30	27,39	24,57	11,07	11,28	5,93	80,24
0,13	0,23	0,00	12,27	21,20	27,18	10,35	18,80	9,30	86,83
0,00	1,07	10,15	18,34	0,18	11,07	13,28	9,28	35,59	69,40

0,00	0,60	0,20	10,97	15,42	19,13	18,84	12,05	22,30	87,75
0,00	1,04	1,90	13,03	10,26	12,59	18,26	10,74	31,42	83,27
0,50	5,11	0,38	12,70	22,64	11,61	23,65	7,30	16,06	81,26
6,63	0,00	2,12	21,23	38,10	16,38	1,96	5,18	8,04	69,66
0,52	2,99	0,85	10,74	11,51	12,72	23,88	5,99	25,28	79,38
0,00	2,35	7,82	8,95	17,59	5,94	34,37	7,50	13,91	79,32



Diplôme : **Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage**

Spécialité : Ecologie Biodiversité

Spécialisation / option : Ingénierie en Ecologie et en Gestion de la Biodiversité

Enseignant référent : Julie Deter, maître de conférence à l'Université Montpellier 2

Auteur : Lise CAMUS-GINGER

Date de naissance* : 19/02/1990

Nb pages : 46 Annexe(s) : 10 pages

Année de soutenance : 2013

Organisme d'accueil : Arp- Astrance

Adresse : 27 rue Duret

75116 Paris

France

Maître de stage : H. SERRET / H. MOAL

Titre français : ***Influences des facteurs paysagers et de la gestion de la trame herbacée pour les populations de rhopalocères***

Titre anglais : ***Influence of landscape factors versus management of the herbaceous green ways for Rhopalocera populations***

Résumé (1600 caractères maximum) :

Les scientifiques font face à la nécessité pressante de disposer d'indicateurs fiables pour pouvoir évaluer l'état de conservation de la biodiversité et ainsi pouvoir travailler efficacement avec les acteurs de l'aménagement du paysage, tant urbains que naturels. Dans ce contexte, le choix d'espèces cibles qui permettent d'apprécier la qualité des habitats s'est révélé être une méthode satisfaisante. L'influence relative des facteurs paysagers et de la gestion directement appliquée sur les parcelles demeure cependant difficile à évaluer. Les papillons de jour sont réputés être particulièrement sensibles à leur environnement, et seraient à ce titre des indicateurs utiles de la qualité de leurs habitats. Nous montrons ici que les rhopalocères s'avèrent spécialement sensibles à la fréquence de tonte et à la surface de l'espace vert : ces facteurs influent sur la richesse spécifique ainsi que sur le nombre brut d'individus observables. Nous avons également pu montrer que la densité de l'urbanisation environnante joue un rôle déterminant sur la composition du cortège d'espèces de papillons ; les moins mobiles sont particulièrement sensibles à la pression anthropique via le paysage et la gestion. L'étude des rhopalocères se révèle donc extrêmement prometteuse en termes d'indications sur la préservation des milieux, et ce même en milieu fortement contraint tel qu'une ville dense.

Abstract (1600 caractères maximum) :

Scientists face a urging necessity to have reliable indicators to evaluate the conservation state of biological diversity, and thus be able to work efficiently with urban and natural landscape planners. In this context, choosing target species allowing to assess the habitats quality has proven to be a satisfactory method. Still, the relative influence of landscape factors versus the direct management of the greens remains uneasy to estimate. Here we show that Rhopalocera seem to be particularly sensitive to mowing frequency and area of the gardens: those two factors affect specific richness and number of individuals. We also have been able to demonstrate that the urban density around the sites plays a determining role upon the composition of the butterflies' population; the less mobile species are especially sensitive to the anthropic pressure, both via landscape and management. Study of Rhopalocera turned out to be extremely promising in terms of indication of environment preservation, even in strongly constraint places as densely urbanized ones.

Mots-clés :

Ecologie urbaine, gestion des espaces verts, paysage, indicateur, papillons
Urban ecology, Green management, landscape, monitoring indicator, butterflies