

Paysage et traits d'histoire de vie chez les coléoptères carabiques

Alexia Marie

► **To cite this version:**

Alexia Marie. Paysage et traits d'histoire de vie chez les coléoptères carabiques. Sciences agricoles. 2012. dumas-00743133

HAL Id: dumas-00743133

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00743133>

Submitted on 18 Oct 2012

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 Rennes

65 rue de Saint-Brieuc
CS 84215, 35 042
Rennes Cedex / France
Tél +33 (0)2 23 48 50 00

UNIVERSITE DE RENNES 1

263 avenue du Général Leclerc
CS 74205 - 35042 RENNES
CEDEX
tél. 02 23 23 35 35
fax 02 23 23 36 00

**INSTITUT NATIONAL DE
RECHERCHE
AGRONOMIQUE**

Domaine de la Motte
BP 35327
35653 Le Rheu cedex
Tél : 02 23 48 51 00

Mémoire de Fin d'Études

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

Année universitaire : 2011-2012

Spécialisation ou option : Ecologie Fonctionnelle, Comportementale et Evolutive

**Paysage et traits d'histoire de vie chez les coléoptères
carabiques**

Par : Alexia MARIE

Volet à renseigner par l'enseignant responsable de l'option/spécialisation*

Bon pour dépôt (version définitive)

Date : 15/06/2012 Signature :

Autorisation de diffusion : Oui Non

Devant le jury :

Soutenu à Rennes le : 15 juin 2012

Maître de stage : Manuel PLANTEGENEST

Enseignant référent : Philippe VANDENKOORNHUYSE

Membres du jury : Jacques BAUDRY, Philippe VANDENKOORNHUYSE, Françoise BUREL,
Joan VAN BAAREN, Anne BONIS

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

Fiche de diffusion du mémoire

Aucune confidentialité ne sera prise en compte si la durée n'en est pas précisée.

Préciser les limites de la confidentialité ⁽²⁾ :

- Confidentialité absolue : oui non
(ni consultation, ni prêt)
- ↪ Si oui 1 an 5 ans 10 ans

- A l'issue de la période de confidentialité **ou** si le mémoire n'est pas confidentiel,

Merci de renseigner les éléments suivants :

- Référence bibliographique diffusable⁽³⁾ : oui non
- Résumé diffusable : oui non
- Mémoire consultable sur place : oui non
- Reproduction autorisée du mémoire : oui non
- Prêt autorisé du mémoire : oui non

-
- Diffusion de la version numérique du résumé : oui non

- ↪ Si oui, l'auteur⁽¹⁾ complète l'autorisation suivante :

Je soussigné(e) Alexia MARIE, propriétaire des droits de reproduction dudit résumé, autorise toutes les sources bibliographiques à le signaler et le publier.

Date : 14/09/2012

Signature :

Rennes, le 14 septembre 2012

Le maître de stage⁽⁴⁾, Manuel PLANTEGENEST

L'auteur⁽¹⁾, Alexia MARIE

L'enseignant référent, Philippe VANDENKOORNHUYSE

(1) auteur = étudiant qui réalise son mémoire de fin d'études

(2) L'administration, les enseignants et les différents services de documentation d'AGROCAMPUS OUEST s'engagent à respecter cette confidentialité.

(3) La référence bibliographique (= Nom de l'auteur, titre du mémoire, année de soutenance, diplôme, spécialité et spécialisation/Option) sera signalée dans les bases de données documentaires sans le résumé.

(4) Signature et cachet de l'organisme.

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont accepté de nous fournir des échantillons de carabes ainsi que toutes leurs précieuses informations nécessaires pour mener à bien cette étude, particulièrement Josépha Guenser et Maarten van Helden qui ont été les intermédiaires pour les échantillons des projets Life et BioDiVine, Jérémy Dreyfus et Régis Wartelle, qui ont transmis les échantillons du projet Casdar, Pierre Frapa pour ses échantillons personnels, ainsi que toute l'équipe du projet Landscaphid.

J'aimerais également témoigner ma reconnaissance envers les personnes qui ont répondu positivement à notre demande d'échantillons bien que la collaboration n'a pas abouti, notamment, Olivier Jambon, Caroline Le Bris, Julie Maillet Mezeray, Benoit Vanhee et Jean Michel Ricard.

Je souhaite également remercier toutes les personnes qui m'ont fourni un soutien technique pendant ce stage : Julia Saulais et Jean Luc Roger pour la détermination des carabes, Sylvain Fournet pour l'utilisation du logiciel de mesures, et Ludmilla Martin pour toutes les données paysagères.

Je remercie enfin toutes les personnes qui m'ont entourée pendant ce stage. Aussi bien toutes celles que j'ai pu rencontrer sur le site du Rheu que celles d'Agrocampus Ouest. Et plus particulièrement mes collègues de bureau ou assimilés collègues de bureau pour l'ambiance agréable quelle soit studieuse ou un peu moins.

Enfin, je souhaite remercier Manuel Plantegenest pour son encadrement.

Sommaire

Introduction	1
Matériels et méthodes	2
Echantillonnage et zones d'étude	2
Données paysagères	3
Morphologie et traits d'histoire de vie des individus	3
Analyses statistiques	6
Résultats	7
Etude de l'influence du paysage sur les traits des communautés.....	7
Variabilité morphologique en fonction du site de capture chez quelques espèces de carabes.	11
Variation conjointe des traits morphologiques aux échelles de la communauté et de l'espèce	14
Discussion	16
Bibliographie	18
Annexes	

Introduction

L'impact des changements paysagers sur les organismes qui les fréquentent a suscité un intérêt croissant ces dernières années. En effet, la fragmentation et l'homogénéisation du paysage dû aux aménagements humains provoque une perte de biodiversité (Burel *et al.*, 1998). La gestion des structures paysagères dans un but de conservation est donc devenue un enjeu important. L'impact du paysage sur les communautés d'ennemis naturels des ravageurs de culture est également un enjeu de gestion (Thies *et al.*, 1999 ; Bianchi *et al.*, 2006 ; Chaplin-Kramer *et al.*, 2011). Une gestion réfléchie du paysage permettrait de favoriser la présence des auxiliaires des cultures et donc d'améliorer le contrôle biologique.

De nombreuses études ont porté sur l'impact du paysage sur la structure et la composition des communautés, c'est-à-dire sur la diversité spécifique présente et sur la distribution des traits d'histoire de vie associés aux espèces constituant la communauté (Duchamp *et al.*, 2008 ; Barbaro *et al.*, 2009 ; Ekroos *et al.*, 2010). En effet, l'analyse des traits permet d'aborder la composition de la communauté d'un point de vue fonctionnel. Cependant, le paysage joue également un rôle comme « patron et filtre » pour l'évolution (habitat templet theory) (Ribera *et al.*, 2001), déterminant la répartition dans l'espace des traits d'histoire de vie d'une espèce donnée. La dispersion est le trait qui a reçu le plus d'attention (Thomas *et al.*, 1998 ; Hill *et al.*, 1999 ; Baguette *et al.*, 2007). En effet, ce trait présente des coûts et bénéfices très différents selon le paysage et la sélection est donc susceptible d'être forte. De plus, ce trait peut présenter une grande variabilité intra spécifique, qui peut même être aussi importante que la variabilité inter spécifique (Stevens *et al.*, 2010). Les mêmes causes produisant les mêmes effets, on peut faire l'hypothèse d'une similarité de l'impact du paysage à l'échelle des communautés et à celle des espèces. Ainsi, dans certains cas on observe une corrélation entre diversité spécifique et diversité génétique (Struebig *et al.*, 2011) Cette corrélation s'observe-t-elle également sur les traits d'histoire de vie ? Un trait sélectionné au sein d'une communauté le sera-t-il de la même façon au sein des espèces ?

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés au lien entre impact du paysage à l'échelle des communautés et à celle des espèces chez les coléoptères carabiques, qui incluent de nombreux prédateurs des ravageurs de culture (Kromp, 1999) et qui présentent, chez certaines espèces, un dimorphisme alaire. Nous nous intéresserons, dans un premier temps, au lien entre caractéristiques du paysage et composition des communautés, notamment en termes de traits d'histoire de vie, puis aux variations morphologiques au sein des espèces, en particulier la morphologie alaire, chez les espèces dimorphiques en fonction de leur lieu de

collecte. Enfin nous chercherons si les traits des espèces constituant les communautés observées et ceux des individus au sein de quelques espèces présentent un patron de variation similaire.

Matériels et méthodes

Echantillonnage et zones d'étude

L'étude a été réalisée à partir d'échantillons prélevés au cours de plusieurs projets de recherche portant sur l'impact du paysage à différentes échelles sur les communautés de carabes.

Toutes ces études ont en commun un mode de piégeage identique par pots barbers.

Une partie des données et échantillons ont été fournis par le projet Landscaphid. Ces données ont été collectées sur 3 sites d'étude, Pleine-Fougères (PF) dans la région Bretagne, Chizé en Poitou-Charentes et Coteaux et Val de Gascogne (VCG) en Aquitaine durant l'année 2010. Sur chaque site d'étude, les parcelles ont été sélectionnées selon un gradient de boisement. 3 barbers ont placés aléatoirement dans chaque parcelle, et les relevés ont été réalisés chaque semaine. 25 parcelles ont ainsi été échantillonnées à Pleine-Fougères du 6 mai au 8 juillet, 18 parcelles à Chizé et 18 également dans la zone « Coteaux et Val de Gascogne », respectivement du 1er juin au 5 juillet et du 27 avril au 30 juillet. Seuls les individus des échantillons de Pleine-Fougères ont pu être accessibles pour les mesures.

Nous avons également eu à disposition des échantillons provenant d'un projet Casdar piloté par Arvalis - Institut du Végétal (« Les *entomophages en grandes cultures* : diversité, service rendu, potentialité des habitats ») et récoltés par la Chambre d'Agriculture de Picardie. Dans ce cadre, 4 parcelles avec différentes structures en bordure (présence de haies ou non) ont été échantillonnées toutes les semaines du 12 mai au 30 juin de l'année 2011. Pour cet échantillonnage, trois lignes de 6 barbers ont été disposés perpendiculairement à la bordure.

Nous avons également eu accès à des échantillons prélevés sur 24 parcelles dans la région bordelaise le 17 mai 2011 dans le cadre de projets Life et BioDiVine coordonnés respectivement par IFV et Vitinnov et auquel participe le Conseil des Vins de Saint Emilion.

Enfin plusieurs échantillons prélevés à proximité du parc du Luberon, provenant de divers projets, nous ont été fournis par Pierre Frapa. Nous avons retenu parmi ceux-ci 11 points d'échantillonnage avec des dates s'échelonnant du 6 août 1999 au 8 juillet 2011.

Données paysagères

Les analyses paysagères conduites lors de cette étude n'ont porté que sur les sites du projet Landscaphid, nous ne disposons pas de données détaillées et homogènes pour les autres sites. Les variables paysagères ont été mesurées dans des disques de 50m, 100m, 250m et 500m de diamètre centrés sur le barycentre de la parcelle. Dans ces différents disques, ont été relevés les surfaces, en pourcentage de recouvrement, de culture de céréales, de colza, de pois, de tournesol, de maïs mais aussi la surface de prairie, de forêt et de bâti. La longueur totale des haies présentes dans le périmètre a également été mesurée (LGH). Enfin, l'indice de Shannon a été calculé sur les proportions de chaque classe d'occupation des sols : il mesure la diversité des recouvrements. Les cultures dans lesquelles les prélèvements ont été réalisés sont également connues pour tous les échantillons sauf pour ceux du parc du Luberon auxquels on a attribué les codes CORINE Land Cover.

Morphologie et traits d'histoire de vie des individus

Chaque espèce présente sur les sites étudiés, a été caractérisée pour ses principaux traits d'histoire de vie à partir de données issues de la littérature. Ils peuvent rendre compte des différentes stratégies écologiques (Ribera *et al.*, 1999) adoptées dans les différentes structures paysagères. Les informations ont été collectées en faisant la synthèse de plusieurs études portant sur les traits d'histoire de vie des carabes (Ribera *et al.*, 1999 ; Purtauf *et al.*, 2005 ; Weller *et al.*, 2004 ; Ulrich & Zalewski, 2006 ; Thomas *et al.*, 2001 ; Bettacchioli *et al.*, 2012 ; Hendrickx *et al.*, 2009), d'ouvrages spécialisés (Larochelle, 1990) ou encore d'ouvrages de détermination (Jeannel, 1941 ; Roger *et al.*, 2012) et ne concernent que les stades adultes.

Pour ce qui concerne la taille moyenne des espèces, 4 classes ont été établies : T1 pour les espèces mesurant moins de 5mm en moyenne, T2 pour celles mesurant de 5mm à 10mm, T3 pour celles mesurant de 10mm à 15mm et T4 pour celles mesurant plus de 15mm. Le régime alimentaire indiqué est le régime majoritaire habituel de l'espèce. Une espèce qualifiée de phytophage peut s'avérer occasionnellement carnivore et inversement. La morphologie alaire regroupe les espèces en trois catégories, ailé, aptère et dimorphique, qui traduisent grossièrement la capacité de dispersion de chaque espèce. Cependant cette morphologie alaire est parfois trompeuse, c'est pourquoi une échelle de capacité de vol a été proposée par Hendrickx *et al.* (2006). Elle comprend quatre échelons, la valeur 1 étant associée à la capacité de vol la plus faible et 4 à la plus forte. Cette échelle prend en compte la morphologie alaire mais également la présence ou non de muscles thoraciques et les informations issues

d'études sur la dispersion. La durée du cycle de vie est définie comme le temps qui s'écoule du stade œuf à la maturité reproductrice. Elle peut être d'un an ou de deux ans, obligatoire ou facultatif. Deux saisons de reproduction sont considérées : printemps ou automne. La période d'activité traduit le moment de la journée où les espèces sont le plus actives : elles peuvent être diurnes, nocturnes ou les deux. Enfin, le stade d'hivernation peut être le stade larvaire ou concerner les stades adulte et larvaire.

Tableau 1 : traits d'histoire de vie des espèces étudiées, tirés de la littérature

espèces	Codage	taille	régime alimentaire	morpho aile	capacité de vol	durée du cycle	reproduction	activité	hivernation
<i>Abax parallelepipedus</i>	ABparal	T4	omnivore	Aptère	1		automne		
<i>Acupalpus meridianus</i>	ACmerid	T1	carnivore	Dimorphique	3		printemps		
<i>Agonum lugens</i>	AGlugen	T2	carnivore	Ailé	4				
<i>Agonum moestum</i>	AGmoest	T2	carnivore	Ailé	3	1	printemps		adulte
<i>Agonum mülleri</i>	AGmülle	T2	carnivore	Ailé	4	1	printemps	nocturne/diurne	adulte
<i>Agonum nigrum</i>	AGnigru	T2	carnivore	Ailé	3				
<i>Agonum sexpunctatum</i>	AGsexpu	T2	carnivore	Ailé	3		printemps		
<i>Agonum viduum</i>	AGviduu	T2	carnivore	Ailé	3	1	printemps		adulte
<i>Amara aena</i>	AMaen	T2	phytophage	Ailé	4	1	printemps	diurne	adulte
<i>Amara communis</i>	AMcommu	T2	phytophage	Ailé	2	1	printemps	diurne	adulte/larve
<i>Amara convexior</i>	AMconve	T2	omnivore	Ailé	3				
<i>Amara eurynota</i>	AMeuryn	T3	phytophage	Ailé	3	1	automne	diurne	adulte/larve
<i>Amara familiaris</i>	AMfamili	T2	phytophage	Ailé	4	1	printemps	diurne	adulte
<i>Amara glabrata</i>	AMglabr	T2		Ailé					
<i>Amara lunicollis</i>	AMunic	T2	phytophage	Ailé	3	1	printemps	diurne	adulte
<i>Amara ovata</i>	AMovata	T2	phytophage	Ailé	3	1	printemps		adulte
<i>Amara similata</i>	AMsimil	T2	phytophage	Ailé	4		printemps		
<i>Anchomenus dorsalis</i>	ANdorsa	T2	omnivore	Ailé	2	1	printemps	nocturne	adulte
<i>Anisodactylus binotatus</i>	ANbinot	T3	carnivore	Ailé	4		printemps		
<i>Asaphidion stierlini</i>	ASstierl	T2	phytophage	Ailé	4				
<i>Badister bipustulatus</i>	BAbipus	T2	carnivore	Ailé	2	1	printemps	diurne	adulte/larve
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>	BEquadri	T1	carnivore	Dimorphique	4		printemps		
<i>Brachinus crepitans</i>	BRcrepi	T2	carnivore	Ailé	2		printemps		
<i>Brachinus explodens</i>	BRexplor	T2	carnivore	Ailé	2				
<i>Brachinus immaculicornis</i>	BRimmac	T2		Ailé					
<i>Brachinus sclopeta</i>	BRsclope	T2	carnivore	Ailé	2		printemps		
<i>Bradycellus verbasci</i>	BRverba	T1	carnivore	Ailé		1	automne	nocturne	adulte/larve
<i>Calathus fuscipes</i>	CAfusci	T3	omnivore	dimorphique	2	2	automne	nocturne	adulte/larve
<i>Carabus arvensis</i>	CAarve	T4				1	printemps	diurne	adulte
<i>Carabus auratus</i>	CAaurat	T4	omnivore	Aptère	1		printemps		
<i>Carabus cancellatus</i>	CAcance	T4	carnivore	Aptère	1		printemps		
<i>Carabus granulatus</i>	CAgranu	T4	carnivore	dimorphique	1	1	printemps	nocturne	adulte
<i>Carabus intricatus</i>	CAntri	T4	carnivore	Aptère	1				
<i>Carabus monilis</i>	CAnoni	T4	carnivore	Aptère	1				
<i>Carabus nemoralis</i>	CAnemo	T4	carnivore	Aptère	1	1	printemps	nocturne	adulte/larve
<i>Carabus problematicus</i>	CAproble	T4	carnivore	dimorphique	1	2	automne	nocturne	adulte/larve

<i>Carabus violaceus purpurascens</i>	CAviola	T4	carnivore	Aptère	1				
<i>Chlaeniellus nigricornis</i>	CHnigri	T3	carnivore	Ailé	3		printemps		
<i>Chlaenius chrysocephalus</i>	CHchryso	T2	carnivore	Ailé	3				
<i>Clivina fossor</i>	CLfosso	T2	omnivore	dimorphique	2	1	printemps	nocturne/diurne	adulte/larve
<i>Demetrius atricapilus</i>	DEatric	T2	carnivore	Ailé	4		printemps		
<i>Diachromus germanus</i>	DIgerma	T3	phytophage	Ailé	3		printemps		
<i>Dinodes decipiens</i>	DIdecip	T3	carnivore	Ailé					
<i>Gynandromorphus etruscus</i>	GYetrus	T3		Ailé					
<i>Harpalus affinis</i>	HAaffin	T3	omnivore	Ailé	4	1	printemps	nocturne	adulte/larve
<i>Harpalus atratus</i>	HAatra	T3	phytophage	Ailé					
<i>Harpalus cupreus</i>	HAcupre	T3	carnivore	Ailé					
<i>Harpalus dimidiatus</i>	HAdimid	T3	phytophage	Ailé			printemps		
<i>Harpalus distinguendus</i>	HAdisti	T3	omnivore	Ailé	4		printemps		
<i>Harpalus oblitus</i>	HAoblit	T3		Ailé					
<i>Harpalus tardus</i>	HAtardu	T2	omnivore	Ailé	2		printemps		
<i>Leistus rufomarginatus</i>	LERufom	T2		dimorphique			automne		
<i>Lionychus quadrillum</i>	Llquadr	T1	carnivore	Ailé			printemps		
<i>Loro(i)cera pilicornis</i>	LOpilic	T2	carnivore	Ailé	4	1	printemps	nocturne/diurne	adulte
<i>Metallina lampros</i>	MEamp	T1	omnivore	dimorphique	2	1	printemps	diurne	adulte
<i>Metallina properans</i>	MEprope	T1	carnivore	dimorphique	3				
<i>Microlestes luctuosus</i>	Mlluctu	T1	carnivore	Ailé					
<i>Microlestes minutulus</i>	Mlminut	T1	carnivore	dimorphique	3		printemps		
<i>Nebria brevicollis</i>	NEbrevi	T3	carnivore	Ailé	2	1	automne	nocturne	adulte/larve
<i>Notiophilus biguttatus</i>	NObigut	T2	carnivore	dimorphique	3	1	printemps	diurne	adulte/larve
<i>Notiophilus palustris</i>	NOpalu	T2	carnivore	dimorphique	1	1	automne	diurne	adulte/larve
<i>Notiophilus quadripunctatus</i>	NOquadri	T2	carnivore	dimorphique	4		printemps		
<i>Notiophilus rufipes</i>	NORufi	T2	carnivore	dimorphique	1				
<i>Ocydromus femoratus</i>	OCfemo	T1		Ailé					
<i>Ocydromus tetracolum</i>	OCtetra	T1	carnivore	dimorphique	2	1	printemps	nocturne	adulte
<i>Ocys harpaloides</i>	OCharpa	T2	carnivore	dimorphique	1				
<i>Ophonus azureus</i>	OPazur	T2	phytophage	dimorphique	3				
<i>Ophonus laticollis</i>	OPatic	T3	phytophage						
<i>Ophonus schaubergerianus</i>	OPschau	T2	phytophage	Ailé	4				
<i>Ophonus signaticornis</i>	OPsigna	T2	phytophage	Ailé					
<i>Parophonus maculicornis</i>	PAmacu	T2	omnivore	Ailé	3		printemps		
<i>Parophonus mendax</i>	PAmend	T2		Ailé					
<i>Pedius longicollis</i>	PEongi	T2		Aptère					
<i>Philochthus biguttatus</i>	PHbigut	T1	phytophage	dimorphique	4		printemps		
<i>Philochthus mannerheimii</i>	PHmanner	T1	carnivore	Ailé		1	printemps		adulte
<i>Phyla obtusa</i>	PHobtu	T1	omnivore	dimorphique	3	1	automne	nocturne/diurne	adulte
<i>Poecilus cupreus</i>	POcupr	T3	omnivore	dimorphique	2		printemps	diurne	adulte
<i>Pseudoophonus rufipes</i>	PSrufi	T3	omnivore	Ailé	4	2	automne	nocturne	adulte/larve
<i>Pterostichus diligens</i>	PTdilig	T2	omnivore	Aptère	2	1	printemps	nocturne	adulte/larve
<i>Pterostichus macer</i>	PTmacer	T3	omnivore	dimorphique					
<i>Pterostichus madidus</i>	PTmadi	T4	omnivore	Aptère	1	2	automne	nocturne	adulte/larve
<i>Pterostichus melanarius</i>	PTmela	T4	omnivore	dimorphique	2	2	automne	nocturne/diurne	adulte/larve
<i>Pterostichus nigrita</i>	PTnigr	T2	carnivore	dimorphique	3	1	printemps	nocturne	adulte/larve
<i>Pterostichus strenuus</i>	PTstren	T2	omnivore	dimorphique	2	1	printemps	nocturne	adulte

<i>Pterostichus vernalis</i>	<i>PTvern</i>	T2	carnivore	dimorphique	3	1	printemps	nocturne	adulte
<i>Stenolophus mixtus</i>	<i>STmixt</i>	T2	phytophage	Ailé	4				
<i>Stomis pumicatus</i>	<i>STpumi</i>	T2	carnivore	dimorphique	2	1	printemps	nocturne	adulte
<i>Syntomus obscuroguttatus</i>	<i>SYobscu</i>	T1		Ailé	3				
<i>Trechus rubens</i>	<i>TRube</i>	T2	carnivore	Ailé		1	automne	nocturne	adulte
<i>Trechus obtusus</i>	<i>TRobtu</i>	T1	carnivore	dimorphique	2	1	automne	nocturne	adulte/larve
<i>Trechus quadristriatus</i>	<i>TRquadris</i>	T1	carnivore	Ailé	4	1	automne	nocturne	adulte/larve
<i>Zabrus tenebrioides</i>	<i>ZAeneb</i>	T4	omnivore	Ailé	2		automne		
<i>Zuphium olens</i>	<i>ZUolens</i>	T2		Ailé					

Différentes mesures morphologiques ont été réalisées sur des individus appartenant à 9 espèces : *Pterostichus melanarius*, *Poecilus cupreus*, *Metallina lampros*, *Carabus problematicus*, *Notiophilus aquaticus*, *Notiophilus biguttatus*, *Notiophilus quadripunctatus*, *Phyla obtusa* et *Ocydromus tetracolum*. Ces espèces ont été choisies car elles sont dimorphiques et permettent donc une évaluation rapide de la variation de leur capacité de dispersion d'un site de capture à l'autre. Par ailleurs, elles sont assez communes dans les sites de collecte. Les mesures morphologiques ont été réalisées à partir de photographies prises à l'aide d'une caméra reliée à une loupe binoculaire. Le logiciel de traitement d'image, Histolab, a permis la réalisation des mesures aux différents grossissements nécessaires, selon les espèces. Les caractères mesurés sont, la longueur totale du labium à l'extrémité des élytres, la longueur des élytres, la largeur (maximale) des élytres, la longueur du pronotum, la largeur (maximale) du pronotum, la longueur des antennes, la largeur des yeux obtenue par différence entre la mesure extérieure et la mesure intérieure, la longueur des fémurs, tibia et tarse de la patte postérieure. Le sexe ainsi que la morphologie alaire, ailé ou aptère, ont également été relevés.

Lors de la comparaison entre la communauté et l'espèce, les données concernant la communauté ont été tirées de la littérature alors que les données concernant les individus ont été fournies par ces mesures.

Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont toutes été effectuées avec R version 2.14.1.

Une analyse RLQ a été réalisée pour l'étude de la relation entre traits des espèces constituant la communauté et variables paysagères. Cette analyse a porté uniquement sur les données du projet Landscaphid en cumulant les effectifs par champs sur la saison entière d'échantillonnage. Les données ont été regroupées en trois tableaux associant les caractéristiques paysagères aux parcelles (tableau R), les parcelles aux listes d'espèces qui s'y

rencontrent (tableau L) et les espèces aux traits qu'elles possèdent (tableau Q). Afin de pouvoir les comparer, la méthode consiste à représenter dans un même plan les données de ces trois tableaux. Ce plan est choisi de façon à maximiser la co-inertie entre les tableaux Q et R en prenant en compte le tableau L, c'est à dire à représenter au mieux la variabilité de chacun dans un plan commun. Un test de Monte Carlo est associé à l'analyse, il donne une idée de la pertinence de la représentation. Cette analyse est réalisée avec le package Ade4 (Doledec *et al.*, 1996).

Les données morphologiques, mesurées à partir d'individus de Pleine-Fougères, de Picardie, de Bordeaux et du parc du Luberon, ont été analysées par des ACP avec les packages Factominer (Husson *et al.*, 2010) et Ade4 (Doledec *et al.*, 1996), puis par une analyse discriminante, à l'aide de la fonction discrimin (Dray *et al.*, 2002), sur les individus regroupés par parcelle, culture, ou code CORINE Land Cover. Cette analyse consiste à rechercher les axes qui maximisent le rapport entre l'inertie inter-groupe et l'inertie totale. Un test de Wilks a été réalisé suite à cette analyse afin de tester si la différence entre les barycentres des groupes est significative ou non.

Pour comparer les données concernant la communauté et celles concernant l'espèce, des ANCOVA ont été réalisées avec la fonction aov (Chambers *et al.*, 1992). Dans cette analyse nous avons cherché la relation entre la valeur d'un trait d'une espèce (exemple : la taille d'un individu) et sa valeur au sein de la communauté correspondante (la taille moyenne de la communauté dans laquelle se trouve l'individu) en prenant en compte, le cas échéant, l'effet de co-variables susceptibles d'influencer cette relation.

Résultats

Etude de l'influence du paysage sur les traits des communautés

L'analyse RLQ a été réalisée à toutes les échelles disponibles, cependant, seules les deux extrêmes sont présentées dans ce rapport afin de comparer les échelles locales et paysagères.

Le test de Monte Carlo donne des p-value significatives pour les deux analyses (0.005 pour 50m et 0.030 pour 500m) suggérant donc une relation significative entre les traits des espèces et les caractéristiques du paysage environnant. De plus, on conserve une bonne représentation de l'inertie des données des tableaux R et Q analysés séparément, puisque les rapports entre l'inertie représentée dans le plan de co-inertie et l'inertie représentée dans le

premier plan des ACP réalisées séparément sont de 0.87 pour R et 0.86 pour Q à l'échelle « 50m » et 0.88 pour R et 0.76 pour Q à l'échelle « 500m ».

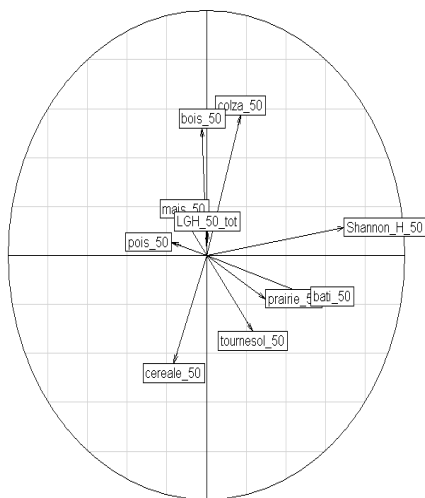
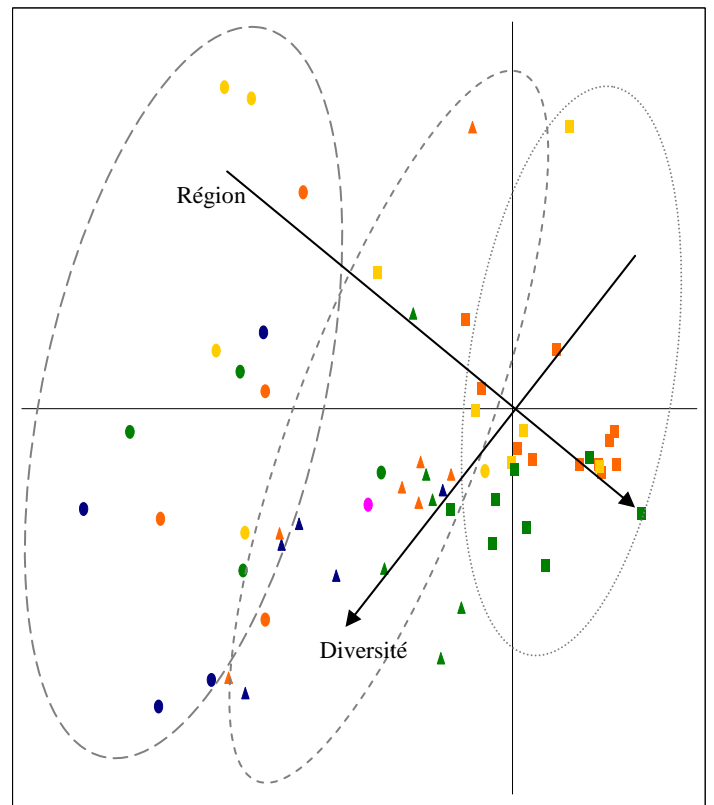
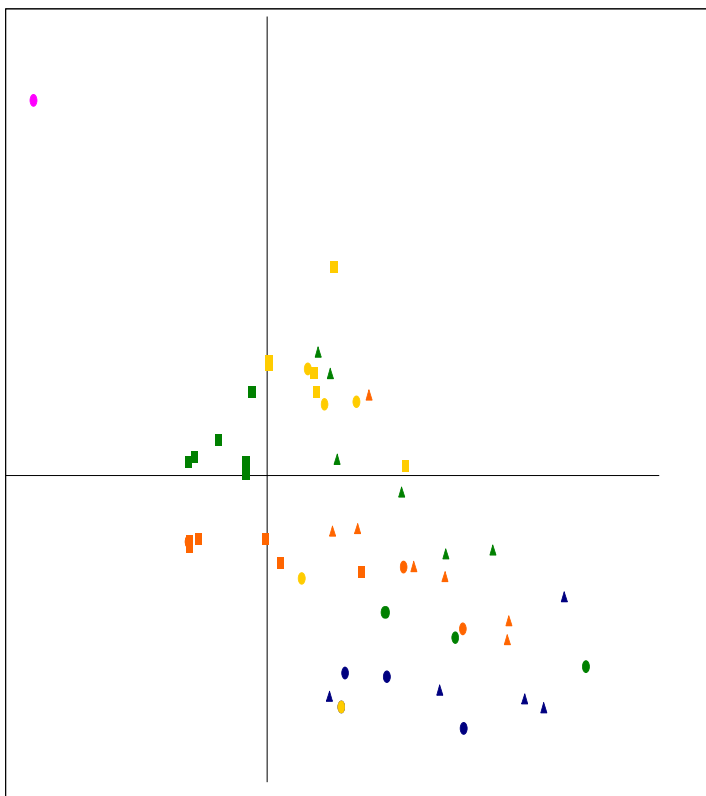
En étudiant la répartition des parcelles aux deux échelles on s'aperçoit que l'étude à petite échelle ordonne principalement les parcelles en fonction de leur culture et suggère une diversité (mesurée par l'indice de Shannon) plus grande de l'environnement proche des parcelles de CVG que de celles de PF (Figure 1). En revanche, à grande échelle on observe une nette séparation par région sur un gradient qui oppose un paysage à dominante céréalière caractéristique de la zone de Chizé à un paysage d'élevage où l'on retrouve beaucoup de haie, de prairie mais aussi de maïs caractéristique de la zone de PF, la zone de CVG occupant une position intermédiaire. Indépendamment de cette séparation des régions, on retrouve le gradient de diversité comme facteur explicatif au sein des régions elles-mêmes (Figure 2).

Pour les deux échelles, on observe plusieurs associations traits-paysage communes. Tout d'abord on retrouve toujours une association entre le régime phytophage, une capacité de vol intermédiaire (3) et une surface en colza élevé. De même, l'association entre une capacité de vol réduite (caractère aptère et capacité de vol 1) et l'importance de la surface en prairie persiste aux deux échelles. Dans les deux cas, il y a également une association récurrente avec certains genres : *Amara* pour le premier cas et *Carabus* pour le second.

Si l'on s'intéresse à la diversité du paysage, on retrouve aussi des constantes. Les traits ailé et aptère sont toujours associés avec les fortes valeurs de diversité paysagère alors que le caractère dimorphique caractérise les faibles valeurs. De même, le caractère nocturne est associé à une grande diversité. En revanche, les caractères diurne et nocturne/diurne se répartissent différemment selon l'échelle : à petite échelle le caractère diurne est associé à des valeurs plus fortes de diversité que le caractère diurne/nocturne (Figure 3) alors que c'est l'inverse à une échelle plus grande (Figure 4). On se retrouve dans la même situation pour les régimes alimentaires : le régime carnivore est toujours associé aux fortes valeurs de diversité, le régime omnivore à de plus faibles valeurs alors que le régime phytophage se trouve à de fortes valeurs pour une petite échelle et se trouve aux plus faibles à grande échelle. Mais comme on l'a vu auparavant le caractère phytophage semble surtout lié aux surfaces de colza.

En revanche certains traits ne varient avec le gradient de diversité qu'à une certaine échelle. Par exemple, la durée du cycle de vie n'est pas différenciée sur l'axe de la diversité à grande échelle, alors qu'il l'est à petite échelle, un cycle d'un an se trouve vers les fortes valeurs de diversité. Il faut noter qu'à petite échelle l'axe de diversité paysagère tend à séparer les régions, avec CVG présentant les plus fortes diversités et PF les plus faibles. De plus, à

grande échelle il y a une séparation des cycles de vie selon les régions. Il se peut donc qu'il y ait une confusion d'effet à petite échelle entre la diversité des paysages et la région. On trouve l'inverse pour la saison de reproduction et le stade d'hivernation. Il n'y a pas de différence à petite échelle, mais à grande échelle, la reproduction automnale est associée à de fortes valeurs de diversité ainsi que l'hivernation sous les deux formes possibles adulte/larve. En résumé, l'espèce type des milieux diversifiés par ses traits est *Trechus rubens* alors que *Poecilus cupreus* possède les attributs d'une espèce fréquentant les paysages simplifiés.



Légende

- Chizé
- Pleine Fougères
- △ CVG
- maïs
- colza
- tournesol
- légumineuse
- céréale

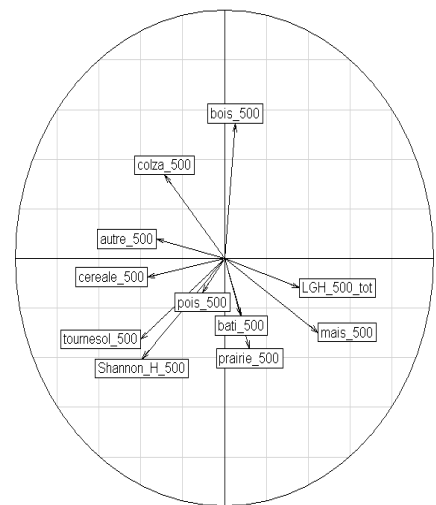


Figure 1 : projection des parcelles dans le plan contenant les deux premiers axes de la RLQ à l'échelle de 50m ainsi que la projection des variables paysagère associées.

Figure 2 : projection des parcelles dans le plan contenant les deux premiers axes de la RLQ à l'échelle de 500m ainsi que la projection des variables paysagère associées.

Tableau 2 : Répartition schématique des traits d'histoire de vie selon le gradient de diversité aux deux échelles d'étude. (+) signifie que le trait est associé à une forte diversité paysagère, (-) à une faible et (+/-) à une diversité intermédiaire

	échelle	50m	500m
Morphologie alaire	Ailé	+	+
	Dimorphique	-	-
	Aptère	+	+
Capacité de vol	1	+	+
	2	-	-
	3	+	+/-
	4	-	+/-
Taille	T1	-	+
	T2	+	+
	T3	-	-
	T4	-	+

	échelle	50m	500m
Régime alimentaire	Carnivore	+	+
	Omnivore	-	+/-
	Phytophage	+	-
Stade d'hivernation	Adulte	+/-	-
	Adulte/larve	+/-	+
Saison de reproduction	Printemps	+/-	-
	Automne	+/-	+
Cycle de vie	1 an	+	+/-
	2 ans	-	+/-
Activité	Diurne	+/-	-
	Diurne/nocturne	-	+/-
	Nocturne	+	+

Variabilité morphologique en fonction du site de capture chez quelques espèces de carabes

Les données morphologiques ont dans un premier temps été représentées avec une ACP, afin d'identifier les variables qui différencient le plus les individus mesurés et d'évaluer dans quelle mesure cette différenciation est en lien avec certaines caractéristiques comme le sexe, la morphologie alaire ou le lieu de récolte. Comme la plupart des mesures sont corrélées à la longueur de l'individu (Ribera *et al.*, 2001), elles ont été pondérées par la taille de l'individu afin de permettre une comparaison sur la morphologie générale.

Il ressort de ces analyses que la variation morphologique est souvent liée au sexe. En effet, le facteur qui présente les plus fortes corrélations avec les deux premiers axes des ACP est le sexe pour la plupart des espèces. Par exemple pour *Pterostichus melanarius* on a une corrélation de 0.46 avec l'axe 1 et de 0.21 avec l'axe 2. On observe donc chez de nombreuses espèces une séparation entre les mâles et les femelles dans le plan d'inertie maximum (Figure 5). La parcelle de capture semble un facteur de différenciation moins important (Figure 6 et 8), y compris pour des espèces chez qui le sexe ne semble pas être un facteur de différenciation important. Ainsi, chez *Carabus problematicus*, c'est la date qui est le plus

corrélée avec le premier axe ($R^2 = 0.72$) et le sexe n'a une corrélation que de 0.21 sur le premier axe et de 0.24 sur le second (Figure 7).

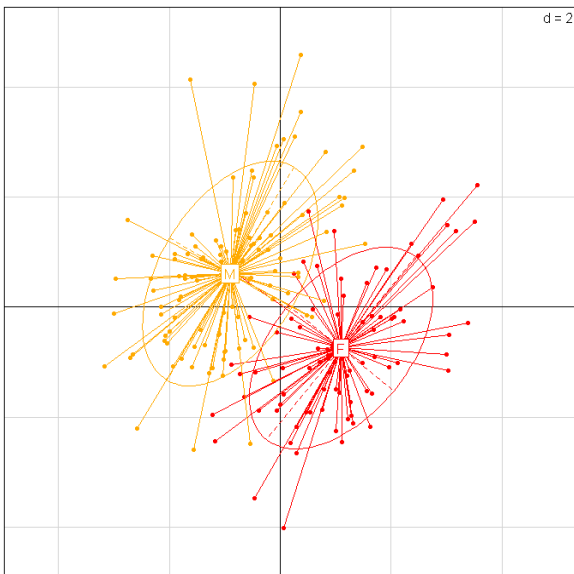


Figure 5 : projection des individus mesurés chez *Pterostichus melanarius* dans le plan contenant les deux premiers axes de l'ACP réalisée sur les mesures morphologique. Les couleurs des individus diffèrent selon le sexe. Ils sont reliés au barycentre de leur sexe (F ou M)

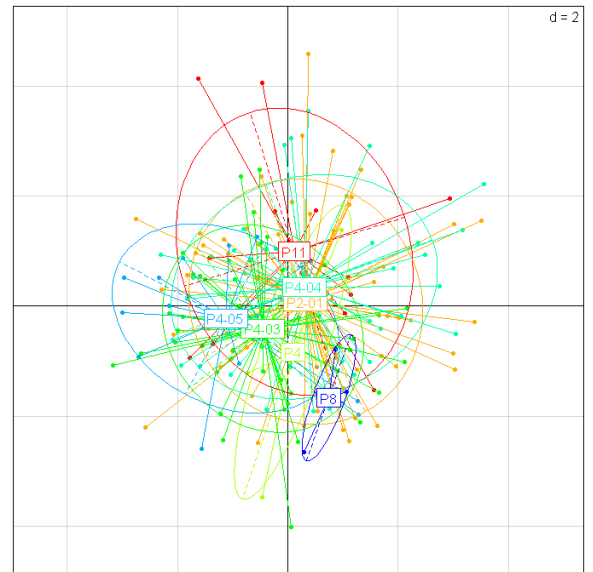


Figure 6 : projection des individus mesurés chez *Pterostichus melanarius* dans le plan contenant les deux premiers axes de l'ACP réalisée sur les mesures morphologique. Les couleurs des individus diffèrent selon la parcelle de prélèvement. Ils sont reliés au barycentre de chacune d'elles.

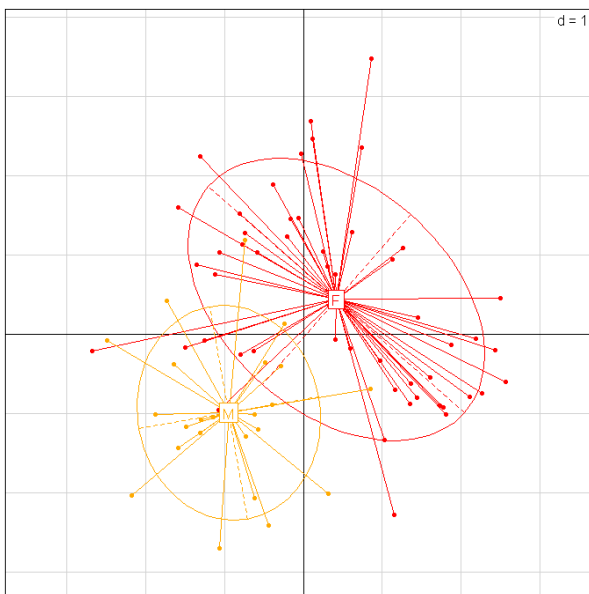


Figure 7 : projection des individus mesurés chez *Carabus problematicus* dans le plan contenant les deux premiers axes de l'ACP réalisée sur les mesures morphologique. Les couleurs des individus diffèrent selon le sexe. Ils sont reliés au barycentre de leur sexe (F ou M)

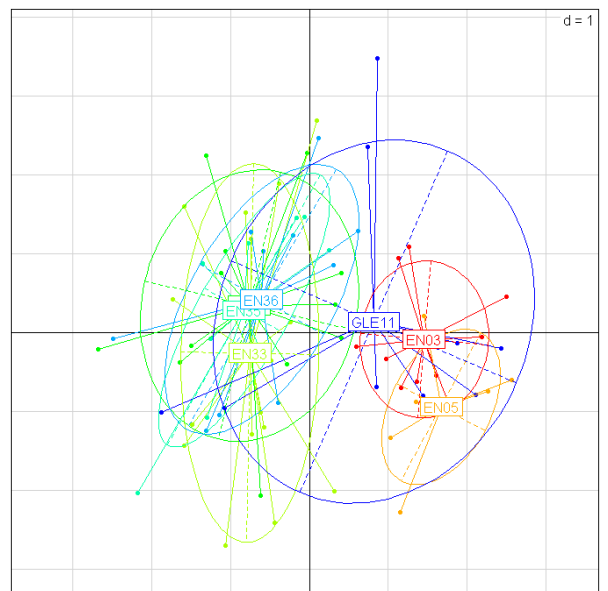


Figure 8 : projection des individus mesurés chez *Carabus problematicus* dans le plan contenant les deux premiers axes de l'ACP réalisée sur les mesures morphologique. Les couleurs des individus diffèrent selon le code CORINE Land Cover du lieu de prélèvement. Ils sont reliés au barycentre de chacun d'eux.

Une analyse discriminante a été réalisée afin de mieux apprécier les différences de morphologie entre parcelles, puis un test de Wilks a été réalisé afin d'établir la significativité des différences entre parcelles. Pour les espèces *Pterostichus melanarius*, *Poecilus cupreus* et *Metallina lampros*, le test de Wilks est significatif (respectivement p-value = 3.011e-05, p-value = 3.972e-10, p-value = 0.0002204). Cependant même si les centres de gravité sont significativement différents on remarque que les individus sont assez dispersés au sein d'un même groupe (Figure 9). Le cas de *Carabus problematicus* est légèrement différent. Non seulement les parcelles ont des centres de gravité différents (p-value = 2.716e-06), mais on remarque également qu'elles se séparent en deux groupes bien distincts, avec une parcelle qui a des individus proches de ces deux groupes (Figure 10).

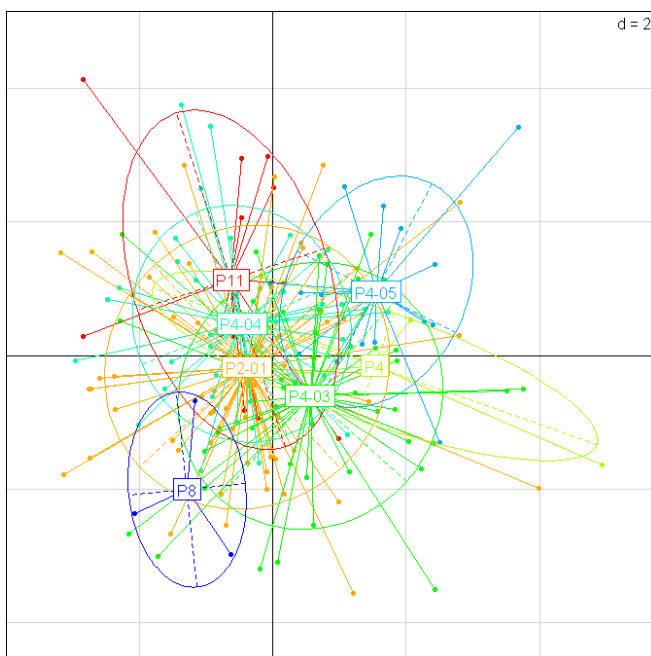


Figure 9 : projection des individus mesurés chez *Pterostichus melanarius* dans le plan contenant les deux premiers axes de l'analyse discriminante réalisée sur les mesures morphologique regroupées par parcelle. Les couleurs des individus diffèrent selon la parcelle de prélèvement. Ils sont reliés au barycentre de chacune d'elles.

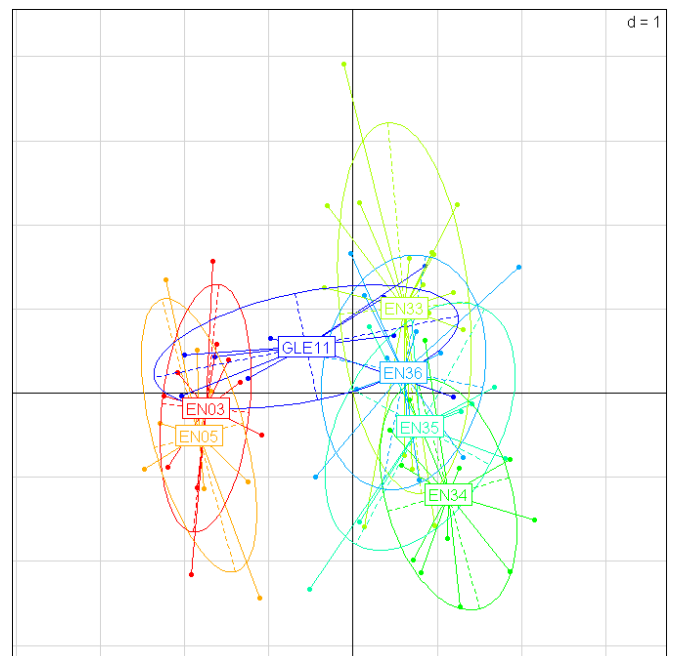


Figure 10 : projection des individus mesurés chez *Carabus problematicus* dans le plan contenant les deux premiers axes de l'analyse discriminante réalisée sur les mesures morphologique regroupées par parcelle. Les couleurs des individus diffèrent selon la parcelle de prélèvement. Ils sont reliés au barycentre de chacune d'elles.

Etant données ces différences entre parcelles, nous avons cherché à établir si elles étaient attribuables aux facteurs qui différencient ces parcelles, comme la culture ou le code CORINE Land Cover (CLC). On retrouve un schéma similaire à précédemment, les barycentres sont significativement différents pour les groupes de culture (p-value = 0.003254 pour *Pterostichus melanarius*) bien que moins significatifs pour *Metallina lampros* (p-value =

0.07705) et *Poecilus cupreus* (p-value = 0.03913) et les groupes se chevauchent largement (figure 11). Encore une fois, chez *Carabus problematicus*, il existe une différence très significative entre les groupes définis par leurs codes CORINE Land Cover (p= 0.004544) mais ceux-ci sont moins chevauchant (figure 12). Ainsi les individus qui ont été piégés dans des parcelles dont la dominante paysagère de landes et broussailles (CLC=322), semblent différents d'un point de vue morphologique de ceux piégés dans des parcelles à dominante forêt et végétation arbustive en régénération (CLC= foret324), et à majorité de forêts de feuillus (CLC=foret311). Le groupe qui rassemble les individus piégés dans des parcelles à dominante de pelouse et pâturage naturels (CLC= foret321), semble être un intermédiaire entre les 2 autres groupes.

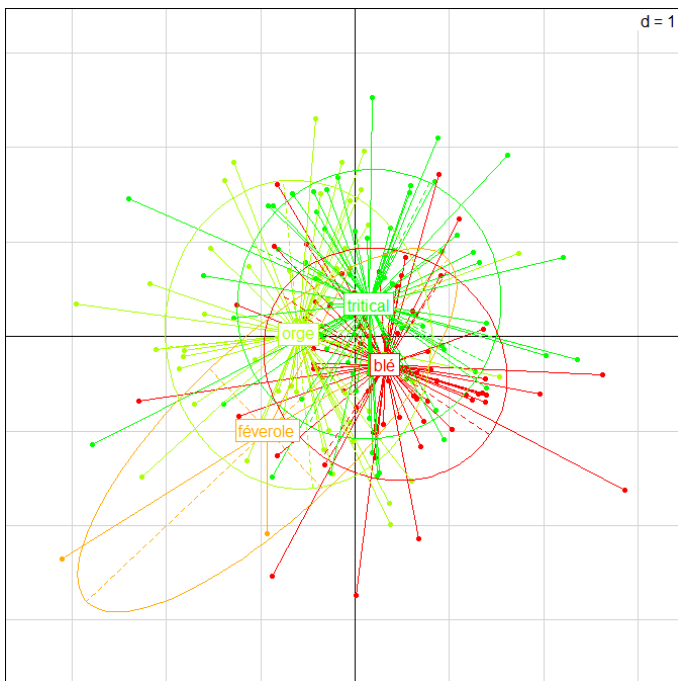


Figure 11 : projection des individus mesurés chez *Pterostichus melanarius* dans le plan contenant les deux premiers axes de l'analyse discriminante réalisée sur les mesures morphologique groupées par culture. Les couleurs des individus diffèrent selon la culture de prélèvement. Ils sont reliés au barycentre de chacune d'elles.

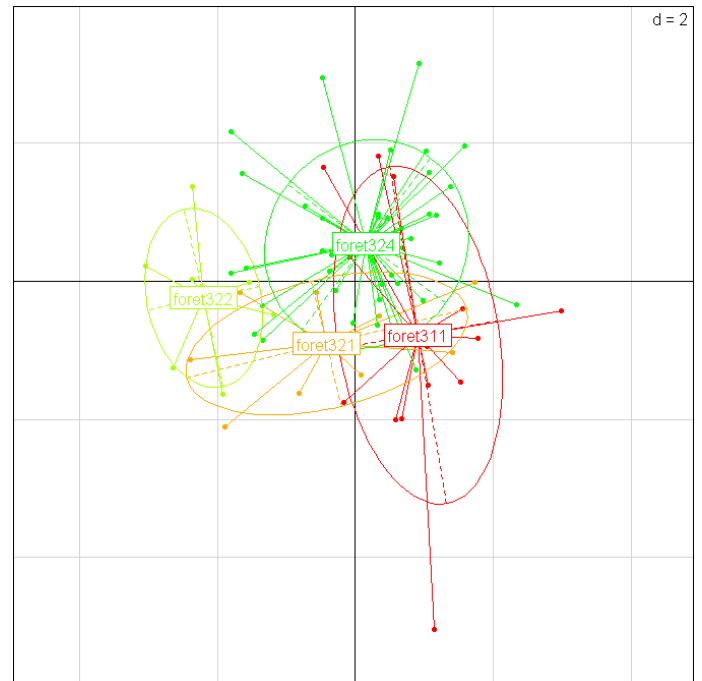


Figure 12 : projection des individus mesurés chez *Carabus problematicus* dans le plan contenant les deux premiers axes de l'analyse discriminante réalisée sur les mesures morphologique regroupées par code CORINE Land Cover. Les couleurs des individus diffèrent selon le code CORINE Land Cover de la parcelle de prélèvement. Ils sont reliés au barycentre de chacun d'entre eux.

Variation conjointe des traits morphologiques aux échelles de la communauté et de l'espèce

Nous avons, dans un premier temps, comparé la taille des individus mesurés, au sein de chaque espèce, avec la taille moyenne des espèces constituant la communauté à laquelle ils

appartiennent. D'autres facteurs ont été ajoutés dans l'analyse, car pouvant influencer cette relation. Ainsi l'analyse prend en compte le sexe des individus et leur morphologie alaire lorsqu'il y a une variation au sein de l'espèce. Un effet significatif de la taille des espèces dans la communauté a été mis en évidence chez *Pterostichus melanarius* (p-value = 1.84e-05). Le sexe a également un effet significatif sur la taille des individus chez cette espèce (p-value < 2e-16) mais comme l'indique la figure 13 ces deux facteurs ont un effet indépendant l'un de l'autre.

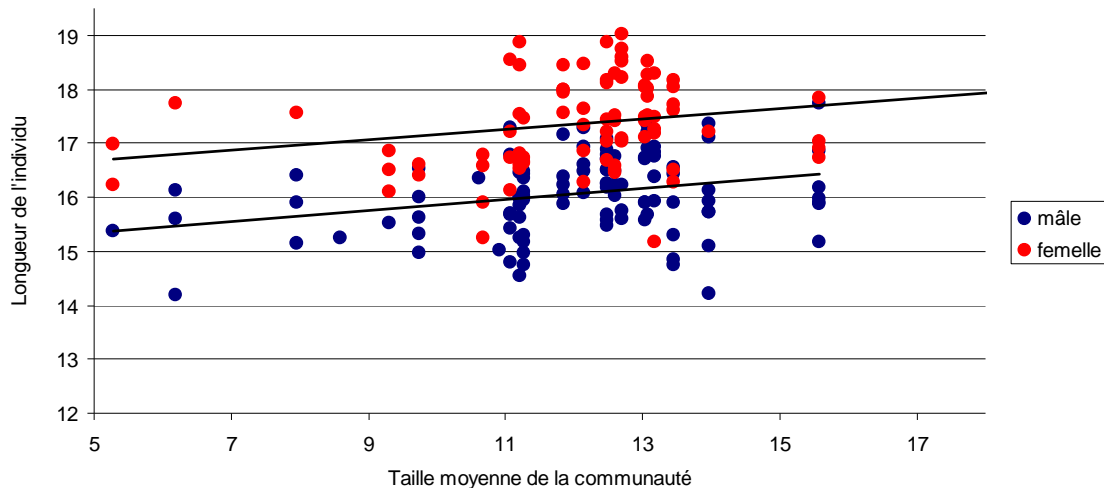


Figure 13 : Longueur totale mesurée d'un individu, de l'espèce *Pterostichus melanarius*, en fonction de la taille moyenne des espèces dans la communauté dans laquelle est présent cet individu. Les sexes ont été séparés car ils ont une influence importante sur la taille de l'individu

Suite à ces résultats sur *Pterostichus melanarius*, nous avons poursuivi les analyses en étudiant l'effet de facteurs qui pourraient être cause de cette variation commune, comme leur lieu de prélèvement, la culture et la date mais également le nombre d'espèces présentes, et l'abondance de l'espèce étudiée. La taille moyenne de la communauté conserve un effet significatif sur la longueur des individus (p-value = 6.2e-06) ce qui suggère qu'il pourrait y avoir un effet direct de la taille moyenne de la communauté sur la taille des individus plutôt qu'une variation commune due à un des facteurs testés.

Une analyse similaire a été réalisée sur les écarts types afin de voir si la variation de taille au sein de l'espèce co-varie avec la variation de taille au sein de la communauté. Comme pour la taille moyenne, un effet significatif existe chez *Pterostichus melanarius* (p-value = 0.0362) et beaucoup d'autres facteurs présentent un effet significatif.

D'autre part, la fréquence d'individus ailés chez les espèces dimorphiques a été comparée à la fréquence d'espèces ailées dans la communauté. Ceci n'a été possible que chez un petit nombre d'espèces car la plupart des espèces dimorphiques présentent un morphe très

largement majoritaire dans nos échantillons. De plus, les espèces dont les proportions ailé/aptère sont les plus équilibrées ont des abondances assez faibles. La comparaison a donc été réalisée sur l'ensemble des espèces dimorphiques simultanément. Aucun lien significatif n'est apparu entre le pourcentage d'ailés au sein des espèces dimorphiques et les pourcentages d'ailés à l'échelle de la communauté, cependant l'étude de l'influence d'autres facteurs sur la morphologie alaire pourrait expliquer la répartition des morphes. Chez *Metallina lampros*, il semble exister une relation entre la quantité d'ailés et le nombre d'individus de l'espèce (p -value = 0.09994) même si un grand nombre d'échantillon ne contiennent que le morphe, aptère (Figure 14).

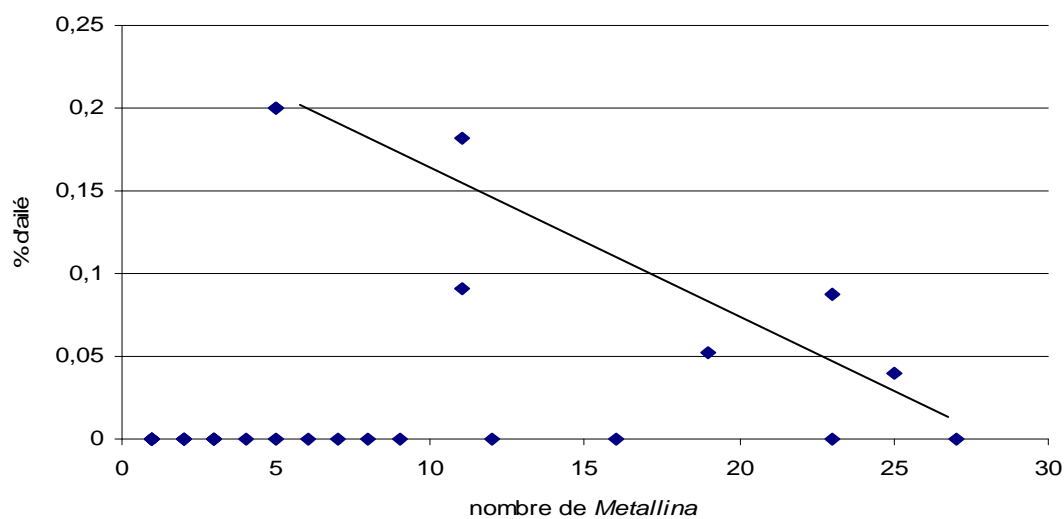


Figure 14 : Graphique du pourcentage d'ailé par rapport au nombre d'individus présents de l'espèce *Metallina lampros*

Discussion

Dans notre étude, l'analyse RLQ révèle une association entre les traits des coléoptères carabiques et les caractéristiques du paysage. On note particulièrement la répartition de certains traits le long d'un gradient de diversité paysagère mesurée par l'indice de Shannon sur les occupations du sol. La diversité paysagère peut témoigner de différents systèmes agricoles. Une agriculture intensive tend à homogénéiser le paysage alors qu'une agriculture plus traditionnelle offre un environnement plus varié. Par ailleurs, les milieux agricoles intensifs sont réputés être relativement instables (van Emben & Williams, 1974). Or les traits associés aux plus faibles diversités paysagères, par exemple dimorphisme de dispersion et régime alimentaire omnivore, sont des traits qui permettent une adaptation au changement et donc de pallier une instabilité du milieu. A l'opposé dans les environnements

diversifiés, les traits qui ressortent témoignent plutôt d'une spécialisation alimentaire. De plus, la stabilité du milieu semble influencer le cycle de vie des carabes. En effet, Ribera *et al.* (2001) montrent que dans les milieux perturbés, les espèces hivernent au stade adulte. Ceci serait dû au fait que les pratiques agricoles perturbent l'hivernation au stade larvaire. Dans notre étude, nous retrouvons également une association entre l'hivernation au stade adulte et une faible diversité paysagère, associée à une agriculture intensive. Il a été montré que l'intensification de l'agriculture réduisait l'efficacité du contrôle des populations de ravageurs par leurs prédateurs (Bianchi *et al.*, 2006), ceci pourrait être en lien avec le fait que les carnivores sont plus présents dans les paysages diversifiés pour le cas des carabes. D'autre part, notre analyse associe le fait d'être ailé à un paysage varié et donc une agriculture plus traditionnelle, ce qui va à l'encontre d'autres études qui montrent que ce caractère est associé aux environnements variables, puisqu'il permettrait la fuite en cas de perturbations (Ribera *et al.*, 2001). Dans notre cas, nous retrouvons plutôt le caractère dimorphique dans ce type d'environnement. Ce dimorphisme pourrait permettre un ajustement fin et rapide de la stratégie de dispersion dans les environnements instables. En revanche, les espèces aptères apparaissent fortement liées aux prairies, un environnement très stable. Ce résultat est en concordance avec les études citées dernièrement. On observe donc des associations de traits différentes en fonction du paysage, ce qui peut avoir un impact sur les fonctions fournies par la communauté de carabes.

L'étude des variations morphologiques au sein de plusieurs espèces montre une variabilité selon le site de piégeage, probablement en fonction de leurs caractéristiques environnementales. Ceci est particulièrement marqué chez *Carabus problematicus*, chez qui l'on observe deux morphotypes bien distincts. Cette différenciation pourrait avoir une origine temporelle. En effet, les parcelles EN03 et EN05 ont été échantillonnées en 1999 alors que les parcelles de l'autre groupe l'ont été en 2009 et 2011. Cependant le groupe intermédiaire, GLE11, a également été échantillonné en 1999. Ce qui suggère que cette séparation pourrait être due à des combinaisons de plusieurs facteurs. L'analyse sur *Carabus problematicus* montre également une différenciation marquée des phénotypes en fonction de l'assolement. Ce résultat peut résulter d'une plus large gamme de variation environnementale des sites de collecte de cette espèce alors que la plupart des espèces ont été étudiées dans des milieux peu variés, souvent des céréales. Il serait intéressant de compléter notre étude avec des échantillons provenant d'environnements plus diversifiés.

Pour finir, le lien entre les caractéristiques morphologiques à l'échelle de la communauté et à l'échelle de l'espèce est rarement observé chez les espèces choisies, mais nous manquons d'échantillons pour la plupart des espèces. Il est notable que la seule espèce qui montre cette corrélation phénotypique est celle pour laquelle nos échantillons sont les plus nombreux (*P. melanarius*). Le manque d'échantillons rend également incertaine l'étude de la morphologie alaire. De nombreuses espèces dimorphiques présentent un morphe largement majoritaire, ce qui rend difficile l'identification d'une variation de la proportion d'individus ailés. Cette étude a néanmoins permis d'identifier les espèces qui semblent être de bons modèles pour analyser cette variation, comme *Metallina lampros*, ou certains *Notiophilus*. L'existence d'une relation entre la communauté et l'espèce d'un point de vue de la morphologie alaire reste donc à tester sur un nombre plus important d'échantillons. Cependant les résultats obtenus chez *Metallina lampros* suggèrent que la morphologie alaire dépend également de facteurs internes à la population. En effet, un effet de l'abondance des *Metallina lampros* sur leur morphologie alaire semble exister. Ce résultat suggère que la proportion d'individus disperseurs pourrait dépendre de la compétition intra spécifique (Hill *et al.*, 1999). En effet, la dispersion peut apporter un avantage lorsqu'il y a trop d'individus à exploiter une ressource limitée.

Ce travail nous a permis de mettre en évidence l'influence du paysage à différentes échelles : tant au niveau spécifique qu'au niveau de la communauté. Ces résultats peuvent amener à gérer différemment les systèmes cultureux pour favoriser certains traits.

Bibliographie

- Baguette, M. and Van Dyck, H. (2007) 'Landscape connectivity and animal behavior: functional grain as a key determinant for dispersal', *Landscape Ecology*, 22(8), 1117-1129.
- Barbaro, L. and van Halder, I. (2009) 'Linking bird, carabid beetle and butterfly life-history traits to habitat fragmentation in mosaic landscapes', *Ecography*, 32(2), 321-333.
- Bettacchioli, G., Taormina, M., Bernini, F. and Migliorini, M. (2012) 'Disturbance regimes in a wetland remnant: implications for trait-displacements and shifts in the assemblage structure of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae)', *Journal of Insect Conservation*, 16(2), 249-261.
- Bianchi, F., Booij, C. J. H. and Tschardtke, T. (2006) 'Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control', *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 273(1595), 1715-1727.
- Burel, F., Baudry, J., Butet, A., Clergeau, P., Delettre, Y., Le Coeur, D., Dubs, F., Morvan, N., Paillat, G., Petit, S., Thenail, C., Brunel, E. and Lefeuvre, J. C. (1998) 'Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes', *Acta Oecologica-International Journal of Ecology*, 19(1), 47-60.
- Chaplin-Kramer, R., O'Rourke, M. E., Blitzer, E. J. and Kremen, C. (2011) 'A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity', *Ecology Letters*, 14(9), 922-932.
- Chambers, J. M., Freeny, A and Heiberger, R. M. (1992) *Analysis of variance; designed experiments*. Chapter 5 of *Statistical Models in S*
- Doledec, S., Chessel, D., terBraak, C. J. F. and Champely, S. (1996) 'Matching species traits to environmental variables: A new three-table ordination method', *Environmental and*

Ecological Statistics, 3(2), 143-166.

Dray, S., Pettorelli, N., Chessel, D. (2002) Matching data sets from two different spatial samplings. *Journal of Vegetation Science*, **13**, 867–874.

Duchamp, J. E. and Swihart, R. K. (2008) 'Shifts in bat community structure related to evolved traits and features of human-altered landscapes', *Landscape Ecology*, **23**(7), 849-860.

Ekroos, J., Hyvonen, T., Tiainen, J. and Tiira, M. (2010) 'Responses in plant and carabid communities to farming practises in boreal landscapes', *Agriculture Ecosystems & Environment*, **135**(4), 288-293.

Hendrickx, F., Maelfait, J. P., Desender, K., Aviron, S., Bailey, D., Diekotter, T., Lens, L., Liira, J., Schweiger, O., Speelmans, M., Vandomme, V. and Bugter, R. (2009) 'Pervasive effects of dispersal limitation on within- and among-community species richness in agricultural landscapes', *Global Ecology and Biogeography*, **18**(5), 607-616.

Hill, J. K., Thomas, C. D. and Lewis, O. T. (1999) 'Flight morphology in fragmented populations of a rare British butterfly, *Hesperia comma*', *Biological Conservation*, **87**(3), 277-283.

Husson, F., Le, S. and Pages, J. (2010). *Exploratory Multivariate Analysis by Example Using R*, Chapman and Hall.

Jeannel, R. (1941) *Faune de France : coléoptères carabiques*, Paris.

Kromp, B. (1999) 'Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement', *Agriculture Ecosystems & Environment*, **74**(1-3), 187-228.

- Larochelle, A. (1990) The food of carabid beetles Fabrerries supplement 5
- Purtauf, T., Dauber, J. and Wolters, V. (2005) 'The response of carabids to landscape simplification differs between trophic groups', *Oecologia*, 142(3), 458-464.
- Ribera, I., Doledec, S., Downie, I. S. and Foster, G. N. (2001) 'Effect of land disturbance and stress on species traits of ground beetle assemblages', *Ecology*, 82(4), 1112-1129.
- Ribera, I., Foster, G. N., Downie, I. S., McCracken, D. I. and Abernethy, V. J. (1999) 'A comparative study of the morphology and life traits of Scottish ground beetles (Coleoptera, Carabidae)', *Annales Zoologici Fennici*, 36(1), 21-37.
- Roger, J. L., Jambon, O., Bouger, G. (2012) 'Clé des Carabidae des paysages agricoles du nord-ouest de la France'
- Stevens, V. M., Pavoine, S. and Baguette, M. (2010) 'Variation within and between Closely Related Species Uncovers High Intra-Specific Variability in Dispersal', *Plos One*, 5(6).
- Struebig, M. J., Kingston, T., Petit, E. J., Le Comber, S. C., Zubaid, A., Mohd-Adnan, A. and Rossiter, S. J. (2011) 'Parallel declines in species and genetic diversity in tropical forest fragments', *Ecology Letters*, 14(6), 582-590.
- Thies, C. and Tschardtke, T. (1999) 'Landscape structure and biological control in agroecosystems', *Science*, 285(5429), 893-895.
- Thomas, C. D., Hill, J. K. and Lewis, O. T. (1998) 'Evolutionary consequences of habitat fragmentation in a localized butterfly', *Journal of Animal Ecology*, 67(3), 485-497.
- Thomas, C. F. G., Parkinson, L., Griffiths, G. J. K., Garcia, A. F. and Marshall, E. J. P. (2001) 'Aggregation and temporal stability of carabid beetle distributions in field and hedgerow habitats', *Journal of Applied Ecology*, 38(1), 100-116.

Vanemden, H. F. (1974) 'Insect stability and diversity in agro-ecosystems', *Annual Review of Entomology*, 19, 455-475.

Weller, B. and Ganzhorn, J. U. (2004) 'Carabid beetle community composition, body size, and fluctuating asymmetry along an urban-rural gradient', *Basic and Applied Ecology*, 5(2), 193-201.

Zalewski, M. and Ulrich, W. (2006) 'Dispersal as a key element of community structure: the case of ground beetles on lake islands', *Diversity and Distributions*, 12(6), 767-775.

Annexes

Code R

- RLQ

- AFC du tableau L

```
res1<-dudi.coa(L,scannf=FALSE,nf=3)
```

- ACP du tableau R

```
res2<-dudi.pca(res.comp$completeObs,row.w=res1$lw,scannf=FALSE,nf=3)
```

- ACM du tableau L

```
res3<-dudi.acm(Q,row.w=res1$cw,scannf=FALSE,nf=3)
```

- RLQ avec l'aide des résultats précédents

```
rlq1<-rlq(res2,res1,res3,scannf=FALSE,nf=3)
```

```
summary(rlq1)
```

Eigenvalues decomposition:

	eig	covar	sdR	sdQ	corr
1	0.09432786	0.30712840	1.3260535	0.6260737	0.3699419
2	0.04416092	0.21014499	1.4069063	0.6392410	0.2336626
3	0.00726755	0.08524993	0.9975906	0.4869801	0.1754812

Inertia & coinertia R:

	inertia	max	ratio
1	1.758418	2.300493	0.7643656
12	3.737803	4.279071	0.8735082
123	4.732990	5.911220	0.8006791

Inertia & coinertia Q:

	inertia	max	ratio
1	0.3919682	0.4903684	0.7993341
12	0.8005972	0.9248104	0.8656879
123	1.0377468	1.1671682	0.8891150

Correlation L:

	corr	max	ratio
1	0.3699419	0.8302329	0.4455881
2	0.2336626	0.7282677	0.3208472

3 0.1754812 0.7093196 0.2473936

- test de Monte Carlo

`randtest.rlq(rlq1)`

Monte-Carlo test

Call: `randtest.rlq(xtest = rlq1)`

Observation: 0.1532154

Based on 1000 replicates

Simulated p-value: 0.004995005

Alternative hypothesis: greater

Std.Obs	Expectation	Variance
3.3977674594	0.0759222998	0.0005174805

- **Analyse factorielle discriminante et ACP**

ACP

```
res<-PCA(Dataset, scale.unit=TRUE, ncp=5, quali.sup=c(11: 16), graph =  
FALSE)
```

- description des axes

```
dimdesc(res, axes=c(1, 2))
```

```
$Dim.1
```

```
$Dim.1$quanti
```

	correlation	p.value
antennes	0.8215612	1.304751e-101
tarse.p3	0.7370008	2.079249e-71
tibia.p3	0.7206611	6.765285e-67
pronotuM.largeur	0.5655286	4.972794e-36
pronotuMlongeur	0.5345179	1.138320e-31
élytre.largeur	0.3530711	1.759867e-13
fémur.p3	0.3322407	5.059096e-12
taille.yeux	0.2935995	1.353859e-09
longueur.tot	-0.8054043	1.033065e-94

\$Dim.1\$quali

	R2	p.value
sexe	0.45921658	4.680094e-55
Date	0.17775812	8.392196e-13
barber	0.18746916	1.164465e-10
parcelle	0.10109916	3.176699e-07
culture.codecorin	0.04163499	1.716243e-03

\$Dim.1\$category

	Estimate	p.value
M	1.7561160	1.283107e-48
P4-05	2.0489306	3.526524e-06
P4-05-30	2.5463576	1.258813e-05
orge	0.8008229	4.684398e-03
P4-03-H	0.8670337	4.991706e-03
P4-03	0.8200439	5.246669e-03
9-juin-11	1.0333293	1.231273e-02
P4-05-H	1.4780079	1.640146e-02
P4-03-70	1.7674149	2.824761e-02
1-juin-11	3.2702842	3.352870e-02
P2-01BE	1.0401907	4.549261e-02
24-juin-10	-1.3268689	3.355131e-02
P2-01-5	-0.8186746	3.134604e-02
P2-01	-0.5909649	2.702779e-02
P2-01-50	-1.2180657	1.928999e-02
tritical	-0.6101859	1.894417e-02
P4-04-70	-1.4941982	4.166118e-03
P2-01-BE	-2.7805293	1.398291e-07
30-juin-11	-2.0175366	2.059193e-10
F	-1.8765716	1.892596e-49

\$Dim.2

\$Dim.2\$quanti

	correlation	p.value
élytre.largeur	0.7962094	4.540525e-91
pronotuM.largeur	0.5605869	2.643923e-35
élytre.longueur	0.4687049	8.808754e-24
pronotuMlongueur	0.4001488	3.381803e-17
longueur.tot	0.2351211	1.479721e-06
fémur.p3	0.1708919	5.102240e-04
tibia.p3	-0.1018794	3.921054e-02
taille.yeux	-0.1761990	3.371407e-04
antennes	-0.3080989	1.826994e-10
tarse.p3	-0.4258385	1.720819e-19

\$Dim.2\$quali

	R2	p.value
sexe	0.21200616	8.757783e-22
barber	0.16329956	1.338200e-08
Date	0.11405768	4.434409e-07
parcelle	0.08937486	3.209494e-06
culture.codecorin	0.03685642	4.216775e-03

\$Dim.2\$category

	Estimate	p.value
F	0.9213452	9.681770e-20
15-juin-11	1.4363483	4.109926e-04
P4-03-70	2.0636071	5.069810e-04
24-juin-10	1.5047840	1.364480e-03
L8-1	2.0589733	2.519526e-03
P8	1.9227549	3.251826e-03
P2-01-5	0.5792852	3.773554e-02
16-juin-11	0.6873963	3.836736e-02
P4-04-5	-0.7129062	1.066858e-02
P4-04-70	-1.1119561	3.642882e-03

```
blé      -0.5687287 2.514430e-03
P4-04    -0.7426522 9.976456e-04
P2-01-50 -1.3898811 2.907869e-04
9-juin-10 -1.3756802 2.827325e-04
L11-3    -1.4527350 3.946901e-05
P11      -1.5889534 6.270396e-06
M        -0.8622048 2.267315e-19
```

#Analyse discriminante

```
res<-dudi.pca(res.comp$completeObs,scannf=FALSE,nf=3)
wdis<-discrimin(res,Dataset$parcelle,scannf=F)
```

- Test de Wilks

```
morpho<-as.matrix(Dataset[,2:11])
parcelle<-Dataset[,1]
m1<-manova(morpho~parcelle)
summary(m1,test="Wilks")
      Df  Wilks approx F num Df den Df  Pr(>F)
parcelle 4 0.091519  3.2063   40 145.95 2.716e-06***
Residuals 47
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

- **ANCOVA et glm**

```
res<-aov(longueur.tot~taille.moyenne.commut+sexe+morpho.aile,data=Dataset)
summary(res)
      Df Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
taille.moyenne.commut  1  10.87   10.87  19.33 1.84e-05 ***
sexe                   1  78.06   78.06 138.78 < 2e-16 ***
Residuals             189 106.30    0.56
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

500 observations deleted due to missingness

```
res4<-glm(cbind(nb.ailé,nb.apère)~quanti+X.male+quanti*X.male,data=Dataset,  
family=binomial(link=logit))  
Anova(res4,test="LR")
```

Analysis of Deviance Table (Type II tests)

Response: cbind(nb.ailé, nb.apère)

	LR	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
quanti	2.70647	1	0.09994	.
X.male	0.61484	1	0.43297	
quanti:X.male	1.66813	1	0.19651	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



Diplôme : Ingénieur Agronome
Spécialité : Ecologie Fonctionnelle, Comportementale et Evolutive
Spécialisation / option :
Enseignant référent : Philippe VANDENKOORNHUYSE

Auteur(s) : Alexia MARIE

Date de naissance : 05/03/1988

Nb pages : 18 Annexes : 6

Année de soutenance : 2012

Organisme d'accueil :

INRA
Domaine de la Motte
BP 35327
35653 Le Rheu cedex
Tél : 02 23 48 51 00

Maître de stage : Manuel PLANTEGENEST

Titre français : Paysage et traits d'histoire de vie chez les coléoptères carabiques

Titre anglais : Landscape and life history traits of carabid beetles

Résumé :

L'impact du paysage sur les communautés a été étudié en termes de composition spécifique et de répartition des Traits d'Histoire de Vie (THV). Cependant les caractéristiques du paysage influencent également l'évolution des espèces et peut sélectionner certains traits particuliers. Les traits sélectionnés à l'échelle spécifique et ceux sélectionnés à l'échelle de la communauté pourraient être similaires. Au cours de cette étude, nous nous sommes intéressés au lien entre l'impact du paysage à l'échelle de la communauté et à celle de l'espèce.

Différents traits d'histoire de vie ont été renseignés pour un ensemble d'espèces, et des données morphologiques individuelles ont été collectées sur neuf espèces dimorphiques. Une analyse RLQ a été menée pour faire ressortir le lien entre facteurs du paysage et THV de la communauté présente. Il apparaît que certains traits sont très liés à la diversité du paysage. L'existence d'une différenciation morphologique entre individus provenant des différents sites d'étude et le lien entre variation inter et intra-spécifique, notamment sur la longueur des individus ont été étudiés. Les analyses préliminaires suggèrent que la morphologie alaire semble plus corrélée à des paramètres intrinsèques à l'espèce comme son abondance qu'aux caractéristiques de la communauté.

Abstract :

The landscape impact on community was studied about its specific composition and Life History Trait (LHT) distribution. However landscape characteristics also influence species evolution and may select for specific traits. Traits selected at the species scale and those selected at the community scale could be similar. During our study, we were interested by the link between landscape impact on community and on species.

Various Life History traits were referenced for some species and individual morphological measures were collected for nine dimorphic species. An RLQ analysis has been done to show up the link between landscapes factors and LHT of the community. It appears that some traits are strongly linked to the landscape diversity. Existence of a morphological differentiation between individuals from different sites and the link between inter and intra-specific variation, specifically the individual length were studied. Preliminary analysis suggests that wing morphology seems more correlated to inner species parameters than the community characteristics.

Mots-clés : paysage, trait d'histoire de vie, morphométrie, carabes