



HAL
open science

Durabilité agro-environnementale et biodiversité : Indicateurs carabes et lombrics

Joey Allen

► **To cite this version:**

Joey Allen. Durabilité agro-environnementale et biodiversité : Indicateurs carabes et lombrics. [Stage]
Université de Lorraine (UL), FRA. 2012, 16 p. hal-02810459

HAL Id: hal-02810459

<https://hal.inrae.fr/hal-02810459>

Submitted on 6 Jun 2020

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.

Durabilité agro-environnementale et biodiversité : Indicateurs carabes et lombrics



Du 14 mai au 22 juin 2012

Soutenance le 5 Juillet 2012

Remerciements

Je souhaite remercier l'ensemble du personnel de l'INRA de Mirecourt qui m'ont accueilli parmi eux, aidé et soutenu.

Je remercie tout particulièrement David pour le temps qu'il m'a consacré pour me montrer la mise en place des pièges, l'identification des carabes et tout le reste.

Merci à Mathieu pour son aide sur le rapport.

Je remercie également Michel Marie pour m'avoir pris en stage.

Merci à tous les stagiaires du local, particulièrement El-Hadi pour sa bonne humeur et ses chansons.

Enfin je remercie Yousra pour toutes les relectures de mon rapport pour en corriger l'orthographe.

Sommaire

Introduction.....	1
Présentation du dispositif de Mirecourt	1
Etude bibliographique	2
Carabes	2
Lombrics	4
Problématique de l'étude.....	5
Matériel et méthodes.....	5
Carabes	5
Choix des points d'étude	5
Méthode de piégeage des carabes	6
Lombrics	7
Méthode de prélèvement des lombrics	7
Analyse statistique	8
Résultats	8
Carabes	8
Lombrics	11
Discussion	12
Conclusion	14
Références.....	14
Annexe.....	16

Liste des tableaux

Tableau 1 : Parcelles sélectionnées pour la mise en place des pièges à carabes

Tableau 2 : Parcelles sélectionnées pour la mise en place des pièges à lombrics

Tableau 3 : Probabilités issues des tests ANOVA réalisés pour les carabes entre les différentes modalités.

Tableau 4 : Probabilités issues des tests ANOVA réalisés pour les lombrics entre les différentes modalités

Liste des figures :

Figure 1 : Distribution de l'abondance de carabes par pot sur l'ensemble des pièges posés.

Figure 2 : Abondance des carabes capturés pour chaque modalité, chaque semaine.

Figure 3 : Biomasse de carabes capturés pour chaque modalité chaque semaine.

Figure 4 : Abondance et biomasse des principaux taxons de prédateurs arthropodes capturés dans les parcelles de luzernes dactyles.

Figure 5 : Distribution de l'abondance de lombrics/m² sur l'ensemble des pièges posés.

Figure 6 : Densité de lombrics (individus/m²) en fonction de l'utilisation de la parcelle.

Figure 7 : Masse de lombrics (individus/m²) en fonction de l'utilisation de la parcelle.

Liste des abréviations :

BH : Blé d'Hiver

LD : Luzerne Dactyle

PP : Prairie Permanente

PT : Prairie Temporaire

SDC: Système De Culture

SH : Système Herbager

SPCE : Système PolyCulture-Elevage

Introduction

La biodiversité a un rôle essentiel dans les agroécosystèmes. L'agriculture intensive entraîne une simplification de l'écosystème et donc une perte de certaines fonctions, parmi lesquelles celles de régulation des espèces ravageuses des cultures et de maintien de la fertilité du sol (Altieri, 1999). Selon Losey et Vaughan (Losey et Vaughan, 2006), la vie humaine ne pourrait persister sans les services rendus par la biodiversité. Plus de la moitié des récoltes serait perdue sans le contrôle des ravageurs (Pimentel et al., 1997). Les carabes sont connus pour refléter la durabilité de l'écosystème et des indicateurs d'agriculture durable écologiquement (Koivula, 2011). Ils jouent le rôle de régulateurs contre de nombreuses espèces consommant les cultures. Les lombrics ont un rôle majeur dans le maintien de la fertilité du sol.

En 2011, un mémoire a été réalisé dans le but d'établir un système d'évaluation de la durabilité des systèmes agricoles basé sur des indicateurs des services écosystémiques fournis par la biodiversité (Merchier, 2011). Une notation avait été réalisée sur les deux systèmes d'exploitation de l'INRA de Mirecourt. Les relevés ne pouvant pas être fait sur l'ensemble des parcelles, un certain nombre d'entre elles ont été choisies afin d'avoir des cultures, des prairies temporaires, des mélanges de luzerne et graminées, des prairies permanentes. Cependant, on peut se demander si les points utilisés de cette manière fournissent un échantillon représentatif du système. La présente étude a donc pour but de déterminer si, au sein des différents types d'occupation du sol (cultures, prairie temporaire, luzerne+graminées, prairie permanente) des facteurs peuvent fortement faire varier les indicateurs carabes et lombrics. Afin de déterminer quels facteurs sont possibles et judicieux à tester sur le dispositif de Mirecourt, une étude bibliographique a été réalisée.

Présentation du dispositif de Mirecourt

L'installation expérimentale de Mirecourt a pour but la conception de système d'élevage bovin lait, autonome et économe en intrant dans le cadre d'une durabilité agro-environnementale. Il est composé de deux systèmes d'exploitation (Coquil et al., 2009) :

- Le Système Herbager (SH), constitué uniquement de 78ha de prairies permanentes (PP), pour un troupeau de 40 vaches laitières plus les génisses de renouvellement.
- Le Système PolyCulture-Elevage (SPCE), 60 vaches laitières, plus les génisses de renouvellement 160ha constitués de 50 ha de PP et de quatre systèmes de culture :

- 6H, trois années de céréales d'hiver suivies de trois années de prairie temporaire (PT).
- 6P, trois années de céréales, dont une de printemps, suivies de trois années de PT
- 8H, cinq années de cultures d'hiver suivies de trois années de mélange luzerne dactyle LD.
- 8P, cinq années de cultures dont deux de printemps, suivies de trois années de LD.

Etude bibliographique

Carabes

Les carabes sont pour la majeure partie des prédateurs généralistes (Dajoz, 2002). Parmi leurs proies, on trouve des ravageurs des cultures tels que des limaces, escargots, pucerons et doryphores (Holland et Luff, 2000, Dajoz, 2002). La quantité de proies consommées est importante et varie selon les espèces. *Pterostichus vulgaris* consomme 3,38 fois son poids par jour (Dajoz, 2002). Cependant tous les carabes ne sont pas carnivores et les espèces granivores auraient également un rôle de contrôle biologique sur la flore adventice (Bohan et al., 2011).

La diversité des carabes est également un facteur important dans le contrôle biologique. Leur caractère généraliste ne veut pas dire qu'une espèce de carabes est capable de consommer toutes les proies qui peuvent être rencontrées dans le milieu. En réalité, la taille des proies consommées augmente avec la taille des mandibules. Etudier la distribution de la taille des mandibules nous indiquerait la diversité des proies consommées. La taille des mandibules est également corrélée positivement avec la taille de l'individu (Dajoz, 2002). Il serait donc plus facile de mesurer la diversité de taille d'individus, ce trait pourrait donc nous renseigner sur la diversité des proies consommées.

Les espèces les plus rencontrées sur la station de Mirecourt sont *Poecilus cupreus*, *Pterostichus melanarius* et *Anchomenus dorsalis*, trois espèces prédatrices généralistes, les premiers phytophages n'arrivant qu'en sixième position (espèces du genre *Amara*) (Données INRA Mirecourt).

De nombreuses études montrent que les pratiques agricoles ont un impact sur les populations de carabes, qui reflètent la gestion et les perturbations de l'écosystème (Koivula, 2011). Cependant, l'année serait un des facteurs majeurs influençant la composition des communautés de carabes, devant l'habitat (French et Elliott, 1999). L'agriculture biologique conduit généralement à une augmentation de l'abondance. Toutes les espèces ne sont pas influencées de la même façon. *Carabus auratus* est l'espèce la plus avantagée, quelques

espèces sont moins nombreuses dans les parcelles cultivées en agriculture biologique (*Asaphidion flavipes*). La richesse spécifique est supérieure en agriculture biologique et, en général, la diversité des carabes est d'autant plus forte que l'intensité des pratiques culturales est faible. (Döring et Kromp, 2003). Le microclimat (température, ombre, humidité) au niveau du sol dépend également en partie des pratiques culturales par l'intermédiaire de la densité du couvert végétal et cela a des conséquences sur les populations de carabes (Döring et Kromp, 2003, Koivula, 2011), la nature du sol a également un rôle important (Dajoz, 2002 Koivula, 2011). Les amendements organiques permettent de maintenir la population de carabes lorsqu'il y a peu de proies disponibles en apportant une source de nourriture alternative composée des espèces détritviores telles que les collemboles (Bell et al., 2008). En effet, il est important pour que le contrôle biologique soit efficace qu'il y ait une correspondance spatiale et temporelle entre les ravageurs et leurs prédateurs, dans notre cas, les carabes (Stork, 1990)

Des études ont montré que l'abondance et la diversité des carabes sont plus fortement influencées par le paysage dans une zone de 200m à 500m que par l'environnement local (Maisonhute et al.2010). L'intensité des pratiques agricoles et la densité de zones non cultivées dans un espace de 4 x 4km auraient plus d'impact sur les populations de carabes que l'environnement local selon Schweiger et al (2005). Cependant, d'autres études montrent une plus grande importance de l'environnement local (Koivula, 2011).

L'alimentation est un facteur limitant de l'abondance et de la biomasse de carabes. Un manque de nourriture entraîne une diminution de la fertilité des femelles qui pondent moins d'œufs, ce qui entrainera une diminution de la population de carabes l'année suivante. Une faible quantité de nourriture disponible pour les larves entraîne un fort taux de cannibalisme et de prédation intra-gilde, donc une diminution de la population de carabes au stade imago, mais aussi, un mauvais nourrissage des larves entrainerait une diminution de la taille au stade adulte. Au sein d'une espèce, des adultes de petite taille seraient donc un indicateur du manque de nourriture pour les larves. Des larves mal nourries correspondent à un faible nombre de proies par rapport au nombre de prédateurs et donc à un contrôle biologique efficace. Des adultes de plus grande taille correspondent à des larves bien nourries, c'est-à-dire que les proies étaient abondantes, donc le contrôle biologique faible (Dajoz, 2002, Kromp, 1999). La capacité à voler, et donc à se disperser de certaines espèces va également être déterminée par la quantité de nourriture disponible (Nelemans, 1987).

La méthode la plus commune pour l'étude des carabes est l'utilisation des pots à interception (Dajoz, 2002Kromp, 1999Koivula, 2011). L'abondance et la biomasse totale de carabes

capturés par un piège à interception est un indicateur de la quantité de ravageurs pouvant être consommés. L'interprétation des captures dans les pots à interception pose problème car les captures ne reflètent pas seulement la densité de carabes mais aussi leur niveau d'activité (Dajoz, 2002, Kromp, 1999) qui peut également varier en fonction des facteurs environnementaux. Cependant, on peut penser qu'une plus forte activité des carabes augmentera la quantité de proies capturées et donc un meilleur contrôle biologique, de plus une explication avancée pour une faible activité des carabes est que l'abondance des proies fait qu'ils n'ont pas à avoir une forte activité pour trouver leur nourriture, ce qui correspond à un contrôle biologique peu efficace. Plus la biomasse de carabes capturés est forte, plus la quantité de proies consommées est potentiellement forte. La mesure de la biomasse moyenne individuelle est en relation avec le stade dans la succession (Schwerk et Szyszko, 2007).

Les piégeages effectués ont également révélé une grande abondance d'autres arthropodes prédateurs, principalement des araignées. Ce sont également des agents de contrôle biologique, principalement sur les pucerons (Aphidoidea) (Bell et al., 2008 Kuusk et Ekbom, 2012). La capture des araignées avec les pots à interception implique que les espèces ayant une chasse active soient capturées en plus grand nombre que celles chassant à l'affût. Cependant, chez certaines espèces, cette stratégie peut dépendre de la quantité de proies disponibles (Kuusk et Ekbom, 2012). Ainsi, une chasse active sera plus fréquente si la quantité de proies est faible, et donc le nombre de capture augmentera s'il y a peu de proies.

Les araignées vont pouvoir capturer des insectes que ne peuvent pas consommer les carabes (diptères) en raison d'une plus grande agilité (Bell et al. 2008).

Lombrics

Les lombrics ont un rôle très important pour la fertilité du sol, ils permettent une dégradation rapide de la matière organique, et donc un recyclage rapide des éléments nutritifs (Schmidt et Curry, 1999). Ils favorisent la formation de complexes argilo-humiques, les vers anéciques brassent ensemble la matière organique et minérale, augmentent la stabilité des agrégats et permettent de décompacter les sols compactés (Kautz et al., 2010). Et surtout ils créent des éléments de structure grumeleuse dans le sol, possédant une grande porosité, qui augmente la réserve utile et permet une bonne aération, cette structure est très favorable à la germination et la nodulation du trèfle et augmente le rendement de certaines cultures (Schmidt et Curry, 1999) les racines se servent des galeries pour se développer (Kautz et al., 2010).

Ces points montrent l'importance des services écosystémiques rendus par les lombrics et donc l'intérêt d'adapter les pratiques agricoles de manière à favoriser les populations de lombrics. En effet, les pratiques agricoles peuvent avoir un impact sur les lombrics (Krier,

2003 Schmidt et Curry, 1999 Kautz et al., 2010) : Certains produits phytosanitaires ainsi que le cuivre peuvent affaiblir les populations de vers. L'apport de matière organique (amendement ou engrais vert) favoriserait l'abondance des lombrics. Les intercultures blé d'hiver/trèfle pourraient compter jusqu'à 1000 vers.m⁻² (moyenne = 548 vers.m⁻² 137g.m⁻²). Le travail du sol a tendance à éliminer les vers épigés, l'impact sur les autres écotypes varie en fonction de la période et de la profondeur du travail, les vers sont atteints soit directement, soit rendus vulnérables en surface, soit par les changements de structure et de microclimat dû au labour. Le nombre et la distribution des galeries sont affectés par les espèces végétales (Kautz et al. 2010).

L'étude de l'impact des activités agricoles sur les lombrics est rendue difficile du fait de nombreux autres facteurs modifiant l'abondance des lombrics (Krier, 2003) parmi lesquels, la période de l'année (ils sont plus nombreux au printemps et à l'automne), la météo, la nature et l'humidité du sol (si le sol est sec ils iront plus en profondeur).

Problématique de l'étude

Pour les carabes, un grand nombre de relevés sont déjà réalisés tous les ans depuis 2006, mais les données accumulées ne permettent pas de répondre à toutes les questions que l'on peut se poser. Par exemple, lorsque l'on souhaite déterminer l'effet de l'année de prairie temporaire on ne dispose pas de données couvrant les trois années de prairie temporaire ayant été relevées la même année. On ne peut pas déterminer avec certitude quel facteur est responsable des résultats (âge de la prairie ou les conditions météo de l'année où les prélèvements ont été réalisés). Les facteurs que nous testerons, car jugés susceptibles d'impacter les invertébrés étudiés sont :

- La présence de protéagineux en mélange avec une culture de céréales.
- Le nombre d'année des prairies temporaires et des luzernes dactyles.
- Le pâturage sur les prairies permanentes.

Matériel et méthodes

Carabes

Choix des points d'étude

Le choix des parcelles dans lesquelles cette étude a été réalisée s'est fait en fonction des facteurs pouvant causer une variation dans les populations de carabes et des autres prédateurs arthropodes : la gestion de ces parcelles (type de culture, pâturage ou non), du type de sol afin

de répondre aux questions que l'on se pose dans la limite du possible en fonction des cultures de cette année. On relève également d'autres facteurs ayant pu jouer un rôle (proximité de zones de régulation écologique, regroupement spatial des parcelles).

Pour les arthropodes prédateurs, nous avons sélectionné trois parcelles en prairie temporaire (1^e, 2^e, et 3^e année) ainsi que trois parcelles en luzerne dactyle (1^e, 2^e, et 3^e année) afin de comparer les prairies temporaires avec les luzernes dactyles et également de voir si l'on observe un effet de l'année.

Les arthropodes prédateurs ont également été échantillonnés sur les prairies permanentes, quatre parcelles ont été sélectionnées en fonction du pâturage ou non pendant la période de piégeage ainsi que sur le système auquel appartient la parcelle.

Des pièges ont également été installés sur deux parcelles de culture, l'une de céréales de printemps, l'autre d'un mélange céréales de printemps et légumineuses afin d'étudier les conséquences de la présence de légumineuses dans la culture sur les arthropodes prédateurs au niveau du sol.

La comparaison entre une culture de printemps et une culture d'hiver n'a pas pu être réalisée car il n'était pas possible d'étudier une culture d'hiver et de printemps ayant la même position dans la rotation.

Utilisation		Parcelle	
Cultures de printemps	Céréale (Triticale)	BE11	
	Mélange céréales / protéagineux	PF21	
Prairie temporaire (PT)	1 ^{ère} année	HB1	
	2 ^{ème} année	HB3	
	3 ^{ème} année	DO1	
Luzernes dactyles (LD)	1 ^{ère} année	PF23	
	2 ^{ème} année	SA22	
	3 ^{ème} année	CB11	
Prairie permanente (PP)	Pâturée au début du piégeage	SPCE	MO22
		SH	ET12
	Non pâturée pendant le piégeage	SPCE	MO6
		SH	PF32

Tableau 1 : Parcelles sélectionnées pour la mise en place des pièges à carabes

Méthode de piégeage des carabes

Les carabes sont capturés par la méthode du pot à interception (pitfall trap) (Holland et Luff, 2000). Chaque piège est constitué d'un pot enfoncé dans le sol et rempli à mi-hauteur par de l'eau savonneuse (5g de produit vaisselle/L, pour que les animaux capturés se noient rapidement) et salée (40g/L, pour la conservation des prises). Une tuile disposée au dessus du

piège évite qu'il se remplisse d'eau de pluie. Une cage protège le piège contre la destruction par des animaux.

Les pièges sont systématiquement placés à plus de 20m de la bordure de la parcelle afin de limiter l'effet bordure.

Les piégeages sont réalisés du 22 mai au 12 juin, les pièges sont relevés toutes les semaines.

A partir de la deuxième semaine de piégeage, un deuxième piège est installé dans chaque parcelle, cela n'a pas pu être réalisé avant car le matériel nécessaire n'était pas disponible.

Pour chaque piège chaque semaine, on dénombre les carabes, les araignées et les staphylins. L'ensemble des individus de chaque groupe est pesé. Les carabes sont classés par groupe de taille (par groupe de 5mm) et chaque groupe est pesé après séchage pendant une demi-heure sur du papier absorbant.

Lombrics

Choix des point de prélèvements des lombrics

Pour les lombrics, une plus grande importance a été donnée à la nature du sol. Les mesures ont donc été effectuées sur des PT et des LD de 1^e, 2^e et 3^e année pour un sol argileux et pour un sol limoneux. De même pour les prairies permanentes du SH et du SPCE. Pour chaque condition de culture de système et de sol, deux répétitions sont réalisées si possible dans des parcelles différentes, sinon dans la même parcelle. Au total, 18 prélèvements sont réalisés, sur 28 prévus à la base, ce qui nous aurait permis d'avoir un plus grand nombre de données et de façon plus équilibrée.

Utilisation		Parcelle avec sol argileux	Parcelle avec sol limoneux
Prairie temporaire (PT)	PT 1 ^{ère} année	JU 8 (2répétitions)	HB1
	PT 3 ^{ème} année	DO1 ; HV31	RA12
Luzernes dactyles (LD)	LD 1 ^{ère} année	JUA 10 ; PF23	JUA 20
	LD 3 ^{ème} année	BE13	RA5 (2 répétitions)
Prairie permanente (PP)	SH	JO3 ; JO4	JO6
	SPCE	JO2 ; MO22	RA6

Tableau 2 : Parcelles sélectionnées pour l'échantillonnage des lombrics

Méthode de prélèvement des lombrics

La technique utilisée consiste à faire sortir de terre les lombrics par l'épandage d'une solution de moutarde, puis de sortir un bloc de terre à la bêche pour capturer les lombrics n'étant pas sortis (Valckx et al., 2011). La solution de moutarde (60g de moutarde en poudre dans 10L d'eau) est épandue en deux fois séparées d'au moins 10 minutes sur une surface de 0,25m²

délimitée par un cadre. Tous les lombrics sortant de terre sont capturés. Lorsque l'on observe plus de lombrics sortir, on retire un bloc de terre de 30 x 30 x 30cm (pris à l'intérieur du cadre). Les vers sont recherchés à la main dans la terre prélevée.

Les vers sont dénombrés et les plus gros (>1g) sont pesés individuellement, ceux de plus petite taille sont pesés ensemble.

Analyse statistique

Les différentes modalités sont comparées avec des tests d'ANOVA. Le calcul est fait soit à partir des données brutes, soit avec le log de ces données (base 10) de façon à utiliser des données dont la distribution est le plus possible normale.

Résultats

Carabes

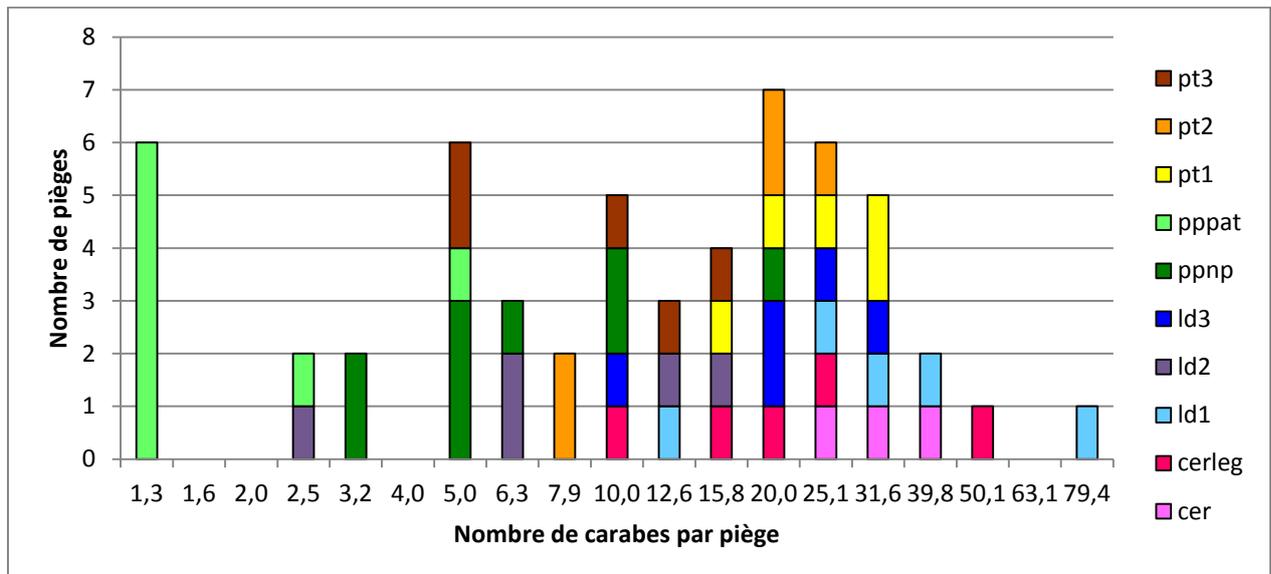


Figure 1 : Distribution de fréquence de l'abondance de carabes par pot. Les couleurs indiquent la modalité (cer : culture de céréale de printemps ; cerleg : mélange céréales protéagineux de printemps ; ld : mélange luzerne dactyle ; pt : prairie temporaire (le chiffre correspond à l'année) ; pppsh, pppspce, pppshpat, pppspcepat : prairies permanentes SH, SPCE, non pâturées, pâturées).

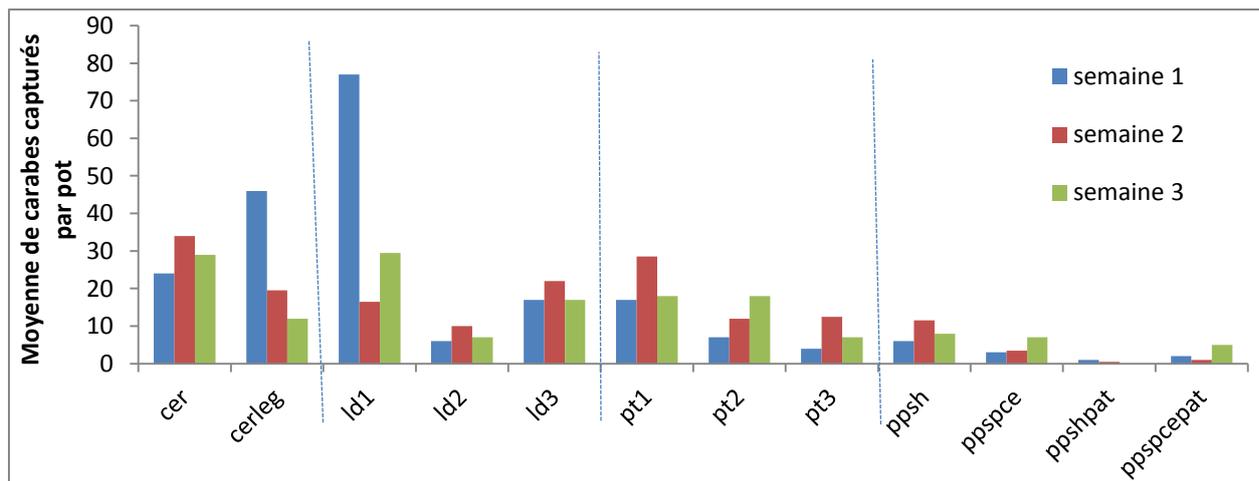


Figure 2 : Abondance des carabes capturés pour chaque modalité chaque semaine. (cer : culture de céréale de printemps ; cerleg : mélange céréales protéagineux de printemps ; ld : mélange luzerne dactyle ; pt : prairie temporaire (le chiffre correspond à l'année) ; ppsh, ppspce, ppshpat, ppspcepat : prairies permanentes SH, SPCE, non pâturées, pâturées).

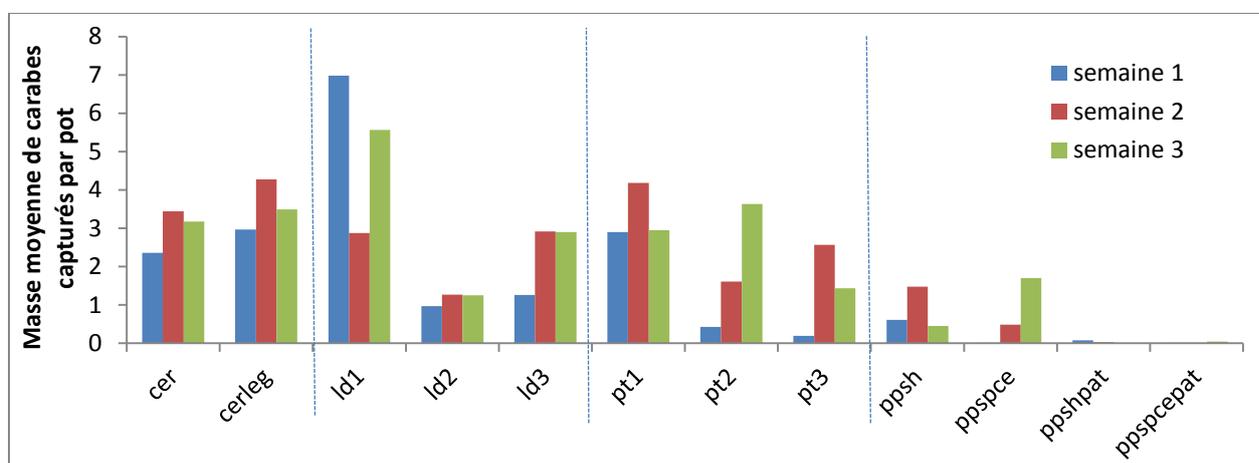


Figure 3 : Biomasse de carabes capturés pour chaque modalité chaque semaine. (Pour les abréviations des modalités, se référer à la figure 1)

	Abondance de carabes	Abondance d'araignées	Abondance de staphylins	Masse de carabes	Masse d'araignées	Masse de staphylins	Poids moyen carabes	Masse totale de prédateurs
+/- légumineuse	0.1382	0.502	0.443	0.356	0.0407	0.668	0.918	0.252
LD1/2/3	0.0257	0.00906	0.15851	0.01917	0.02423	0.0241	0.344	0.00652
PT1/2/3	0.0168	0.546	0.139	0.0548	0.2718	0.616	0.5760	0.107
Pâturage pp	0.006007	0.070	0.556	0.00843	0.086	0.946	0.0621	0.000789

Tableau 3 : Valeurs de probabilité issues des tests ANOVA réalisés, les résultats significatifs sont indiqués en rouge. +/-légumineuse : comparaison de parcelles avec ou sans légumineuse avec la culture de céréale, LD1/2/3 : comparaison des parcelles de luzerne dactyle de première, deuxième et troisième année, PT1/2/3 : comparaison des parcelles de prairie permanente de première, deuxième et troisième année, pâturage pp : comparaison des prairies permanentes pâturées ou non pendant la période de piégeage.

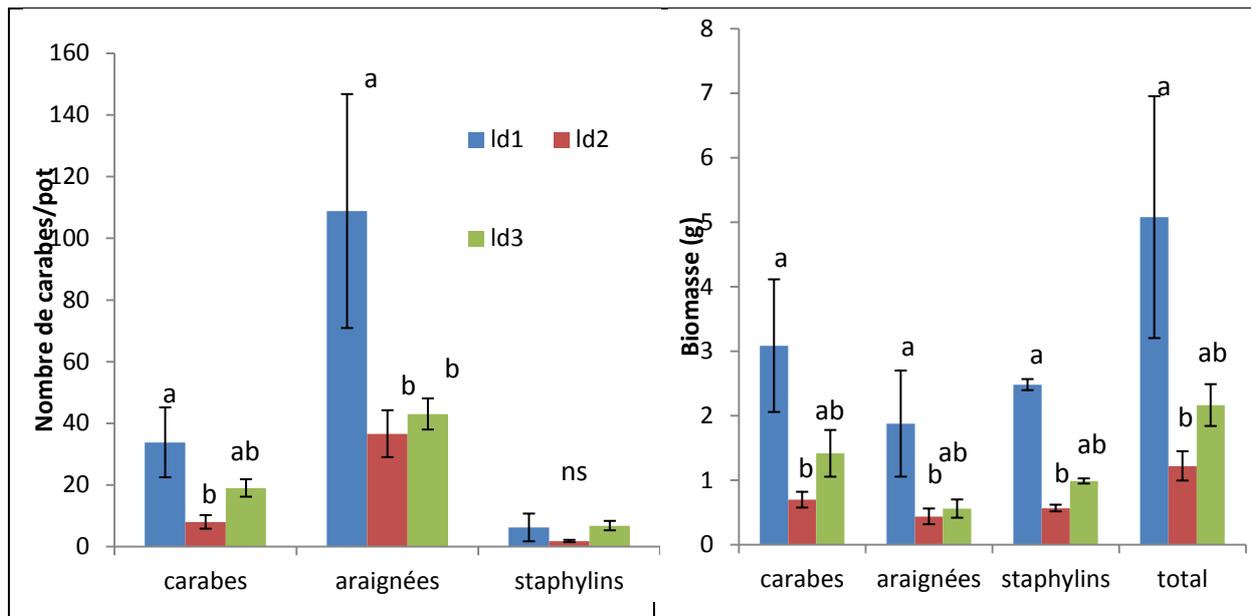


Figure 4 : Abondance et biomasse des principaux taxons de prédateurs arthropodes capturés dans les parcelles de luzernes dactyles, les lettres différentes indiquent une différence significative au sein de chaque groupe. Id1 : luzerne dactyle première année, Id2 : _ deuxième année, Id3 : _ troisième année.

Sur les 60 piègeages prévus, 55 ont pu être réalisés avec succès (5 pièges perdus ou détruits). Le nombre de carabes par pot a été en moyenne de 14,4 avec un maximum de 77 et un minimum de 0. Les résultats pour chaque modalité sont présentés dans les figures 1 et 2, les moyennes et erreurs standard pour chaque modalité sont disponibles en annexe. Les résultats des comparaisons statistiques sont présentés dans le tableau 3. Les cultures de céréales de printemps ne diffèrent que par la biomasse d'araignées, significativement supérieure dans la culture de céréales seules. Les luzernes dactyles montrent le plus de variables significativement différentes entre les 1^e, 2^e et 3^e années, Cependant, la LD en première année diffère plus de la deuxième année que de la troisième, cela suggère qu'il y a également un fort effet du lieu, pas uniquement de la dynamique entre les années. Les prairies temporaires diffèrent par l'abondance de carabes, qui diminue de la première à la troisième année. Le pâturage, sur les prairies permanentes a un effet significatif sur le nombre et la masse de carabes, mais ces résultats sont à prendre avec prudence, car trois observations manquent en prairie permanente.

Lombrics

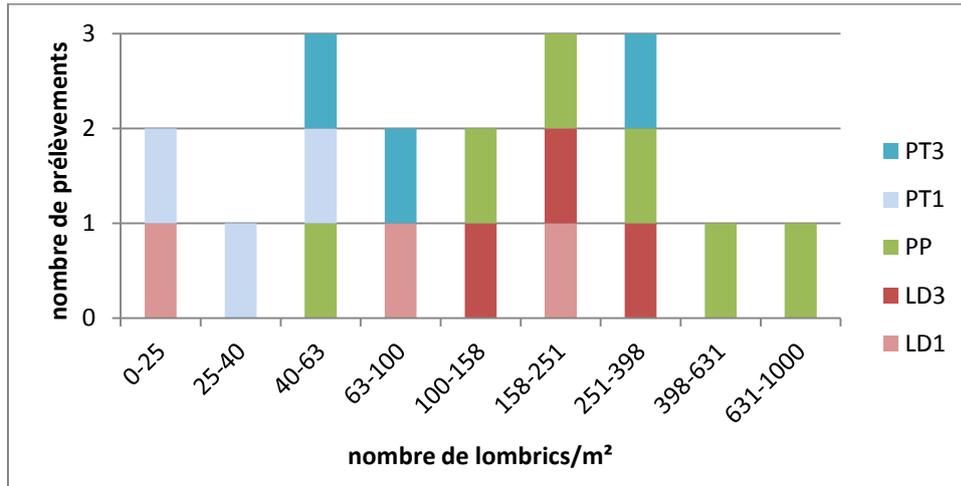


Figure 5 : Distribution de fréquence de l'abondance de lombrics. Les couleurs indiquent la modalité (LD : mélange luzerne dactyle ; PT : prairie temporaire (le chiffre correspond à l'année) ; PP : prairies permanentes).

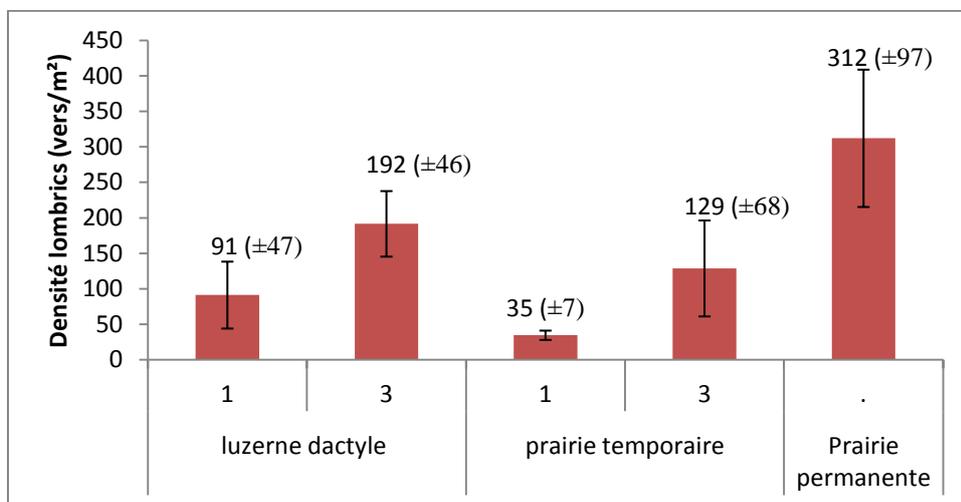


Figure 6 : Densité de lombrics (individus/m²) 1 et 3 indiquent l'année de la prairie temporaire ou luzerne dactyle

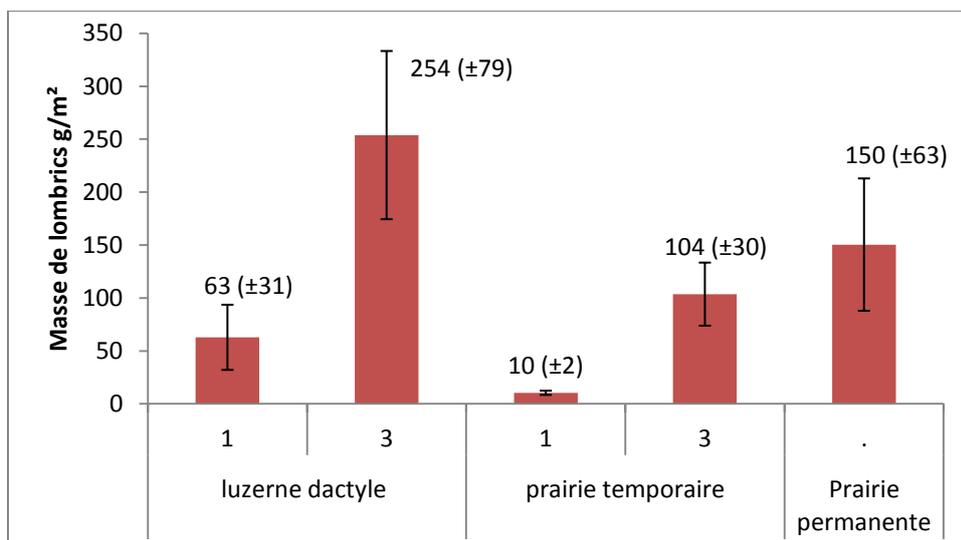


Figure 7 : Masse de lombrics (individus/m²) (1 et 3 indiquent l'année de la prairie temporaire ou luzerne dactyle)

		Densité	Biomasse
Luzernes dactyles/prairies temporaires	Utilisation	0.179	0.09495
	Année	0.041	0.00592
	Interaction	0.916	0.71801
PT-LD-PP	Utilisation	0.0403	0.193
	Sol	0.2333	0.113
	Interaction	0.2030	0.361

Tableau 4 : Valeurs de probabilités issues des tests ANOVA réalisés, les résultats significatifs sont indiqués en rouge

Sur l'ensemble des points de prélèvement, le nombre de lombrics par m² a été en moyenne de 178 vers/m², les résultats allant de 22 à 710 vers/m². Pour la biomasse, elle est en moyenne de 122g/m². Les résultats pour chaque modalité sont représentés sur les figures 3 et 4. Les résultats révèlent une différence significative d'abondance et de masse de lombrics entre la première et la troisième année pour les prairies temporaires et luzernes dactyles. Quand on compare les trois types de prairies, les prairies temporaires sont significativement différentes des prairies permanentes, mais les luzernes dactyles ne sont différentes ni des PP ni des PT.

Discussion

Le nombre de points de mesure, que se soit pour les lombrics ou les carabes est insuffisant, la forte variabilité des résultats le montre (dans un même piège, on a observé 77 carabes une semaine, et 12 la semaine suivante, pour les lombrics, en prairies permanentes on trouve de 37 à 710 vers/m²). Il est recommandé de faire au moins trois à cinq répétitions pour les mesures sur les lombrics (Krier, 2003), en effet, ils ont dans le sol une répartition agrégée (Valckx et al., 2011).

Cependant, le nombre de répétitions n'a pas pu être plus élevé du fait des contraintes du protocole de mesure, le nombre de répétitions a été limité d'une part, par le temps disponible, d'autre part, par l'hétérogénéité du territoire de l'installation expérimentale.

Comparer les mesures réalisées sur des parcelles appartenant à des systèmes de culture différents entraîne une incertitude sur le facteur responsable des résultats observés. En effet, la répartition des prairies et systèmes de culture ne s'est pas faite au hasard mais selon les potentialités du milieu. Les prairies permanentes correspondent aux terres non cultivables, les prairies les plus fertiles ayant été attribuées au SH. Les rotations en huit ans occupant toutes les parcelles jugées aptes à recevoir une culture de luzerne, les rotations en six ans, donc les prairies temporaires, occupent les parcelles restantes (Coquil et al., 2009). La comparaison de prairies temporaires, luzernes dactyles et prairies permanentes ne nous permettrait pas de déterminer avec certitude que l'utilisation des parcelles est la cause des résultats obtenus.

La variabilité dans la capture des carabes est particulièrement forte d'une année à l'autre (French et Elliott, 1999). Pour s'en assurer, il suffit de comparer les résultats obtenus avec ceux recueillis sur le site entre 2006 et 2010. Dans les cultures de mélange céréales protéagineux de printemps, la moyenne sur les cinq années de relevés est de 75 carabes par pot sur la même période de l'année, alors que dans le cas présent, elle n'est que de 22 carabes par pot. Dans le triticale de printemps, les données accumulées donnent une moyenne de 11,5 carabes/pot alors que lors de ces mesures, on a capturé en moyenne 29 carabes/pot dans cette

parcelle. Seul en prairie temporaire, les résultats cumulés (17 carabes/pots) sont assez proche de ceux recueillis (15 carabes/pot). Dans les luzernes dactyles, les résultats actuels (20 carabes par pot) sont très supérieurs aux données accumulées (8 carabes/pot), de même pour les prairies permanentes, pour lesquelles la moyenne sur les cinq années est de 5,5 contre 10,5 dans mon cas. Ces différences montrent l'importance de cumuler les données sur plusieurs années pour obtenir des résultats fiables. Il serait également nécessaire de cumuler les données sur plusieurs parcelles pour chaque modalité afin d'équilibrer au mieux les facteurs que l'on n'étudie pas, mais le dispositif ne laisse que peu de choix quant aux parcelles étudiées, ce qui m'a contraint à sélectionner des parcelles inégales du point de vue des bordures, alors que les bordures ont une influence sur les populations de carabes (Varchola et Dunn, 2001). Les PP sont comparables entre elles, car elles sont toutes dans les mêmes conditions en bordure d'une zone boisée, mais difficilement comparable avec les autres parcelles appartenant aux systèmes de cultures. Il n'a pas été possible d'étudier le facteur souhaité (pâturage) sur les prairies permanentes sans en sélectionner au moins une qui se situait en bordure de zone boisée. Le sol pose également problème, car les parcelles en première et deuxième année de PT (parcelles HB1 et 3) sont sur un sol limoneux alors que les autres points d'études sont sur un sol argileux, cela est dû à l'inexistence de l'association de certains sols avec certaines années de PT. L'influence du sol peut donc fausser nos résultats pour les prairies temporaires.

L'absence de différence due à la présence de légumineuses avec les céréales est assez surprenante, étant donné que le couvert végétal, (donc le microclimat), est beaucoup plus important avec la légumineuse et que le microclimat a un rôle important sur les carabes (Döring et Kromp, 2003). Il serait intéressant d'étudier si les communautés sont différentes au niveau des espèces.

L'abondance de carabes est significativement différente pour trois des contraintes étudiées sur les quatre. La masse de carabes, la masse d'araignées et la masse totale de prédateurs ne présentent des différences que dans la moitié des cas. L'abondance de carabes semble donc être le meilleur indicateur pour étudier l'impact de la gestion des agrosystèmes sur les prédateurs généralistes du sol. Cet indicateur pourrait toutefois être complété par la biomasse d'araignées, seule variable ayant répondu à la présence de légumineuses.

Pour les lombrics, l'abondance et la biomasse mesurées cette année sont comparables avec les données de 2011 (Merchier, 2011). L'abondance et la biomasse sont légèrement supérieures cette année, mais la différence n'est pas significative (Test de Student, $p=0.29$). Il est d'ailleurs intéressant de noter que le temps très sec de l'année dernière n'a pas eu de

conséquences significatives sur l'échantillonnage des lombrics comme supposé dans le rapport de Maxime Merchier (Merchier, 2011) en comparaison à cette année. Les données recueillies sont du même ordre que les références (Pérès et al., 2010).

Il est difficile de prendre en compte parfaitement le sol du fait de son hétérogénéité même au niveau de la parcelle. Certaines parcelles ont un sol hydromorphe (MO22, JU8), ce qui peut être la cause de la faible abondance de lombrics observée sur ces parcelles. Le sol dans une autre parcelle (HB1) s'est révélé particulièrement compact, cela peut également être la cause de la faible abondance constatée (22 vers/m²) (Chan et Barchia, 2007).

L'efficacité de la méthode d'extraction à la moutarde est également mise en question (Bartlett et al., 2006), favorisant la détection des gros vers anéciques dont les galeries sont horizontales, mais cette technique donne des résultats équivalents aux autres techniques existantes (Valckx et al., 2011).

Conclusion

L'abondance et la biomasse des lombrics et des carabes dans les prairies temporaires et les cultures de mélange luzerne dactyle sont affectées par le nombre d'années depuis lequel la prairie ou luzerne dactyle est en place. L'augmentation du nombre d'année entraîne une diminution de la quantité de carabes et une augmentation des lombrics. Les prairies permanentes sont caractérisées par un faible nombre de carabes et une forte densité de lombrics. Les prairies permanentes abritent moins de carabes lorsqu'elles sont pâturées. L'étude de différents types de cultures (céréales avec ou sans légumineuses) n'a pas montré de différence au niveau de la quantité de carabes, mais la biomasse d'araignée est significativement supérieure en culture de céréales seule.

Ces résultats montrent l'importance de la prise en compte de toutes les caractéristiques d'une parcelle pour l'évaluation des agroécosystèmes avec des organismes indicateurs tels que les carabes et les lombrics.

Références

- Altieri M. « The ecological role of biodiversity in agroecosystems ». *Agriculture Ecosystems & Environment* juin 1999. Vol. 74, n°1-3, p. 19-31.
- Bartlett M. D., Harris J. A., James I. T., Ritz K. « Inefficiency of mustard extraction technique for assessing size and structure of earthworm communities in UK pasture ». *Soil Biology and Biochemistry* . septembre 2006. Vol. 38, n°9, p. 2990-2992.
- Bell J. R., Traugott M., Sunderland K. D., Skirvin D. J., Mead A., Kravar-Garde L., Reynolds K., Fenlon J. S., Symondson W. O. C. « Beneficial links for the control of aphids: the effects of compost applications on predators and prey ». *Journal of Applied Ecology*. 22 mai 2008. Vol. 45, n°4, p. 1266-1273.

- Bohan D. A., Boursault A., Brooks D. R., Petit S. « National-scale regulation of the weed seedbank by carabid predators ». *Journal of Applied Ecology* [En ligne]. 1 août 2011. Vol. 48, n°4, p. 888-898.
- Chan K. Y., Barchia I. « Soil compaction controls the abundance, biomass and distribution of earthworms in a single dairy farm in south-eastern Australia ». *Soil and Tillage Research*. mai 2007. Vol. 94, n°1, p. 75-82.
- Coquil X., Blouet A., Fiorelli J. L., Bazard C., Trommenschlager J. M. « Conception de systèmes laitiers en agriculture biologique: une entrée agronomique ». *Productions animales*. 2009. Vol. 22, n°3.
- Dajoz R. *Les coléoptères carabidés et ténébrionidés : écologie et biologie*. Paris ; Londres ; New York : Tec & Doc, 2002. XI-522 p.-[8] p.ISBN : 2-7430-0539-4.
- Döring T. F., Kromp B. « Which carabid species benefit from organic agriculture?—a review of comparative studies in winter cereals from Germany and Switzerland ». *Agriculture, Ecosystems & Environment*. septembre 2003. Vol. 98, n°1–3, p. 153-161.
- French B. W., Elliott N. C. « Temporal and spatial distribution of ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblage in grassland and adjacent wheat fields ». *Pedobiologia*. 1999. n°43.
- Holland J. M., Luff M. L. « The Effects of Agricultural Practices on Carabidae in Temperate Agroecosystems ». *Integrated Pest Management Reviews*. 1 juin 2000. Vol. 5, n°2, p. 109-129.
- Kautz T., Stumm C., Kösters R., Köpke U. « Effects of perennial fodder crops on soil structure in agricultural headlands ». *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2010. Vol. 173, n°4, p. 490–501.
- Koivula M. « Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) reflecting environmental conditions ». *ZooKeys*. 20 mai 2011. Vol. 100, n°0,
- Krier J. *Approche préliminaire de l'utilisation des lombrics et des activités microbiennes comme bioindicateurs de la qualité biologique des sols et vergers*. Vandoeuvre les Nancy : INPL, 2003.
- Kromp B. « Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement ». *Agriculture, Ecosystems & Environment*. juin 1999. Vol. 74.
- Kuusk A.-K., Ekbohm B. « Feeding habits of lycosid spiders in field habitats ». *Journal of Pest Science*. juin 2012. Vol. 85.
- Losey J. E., Vaughan M. « The Economic Value of Ecological Services Provided by Insects ». *BioScience*. 2006. Vol. 56.
- Merchier M. *Elaboration d'une méthode d'évaluation de la durabilité de systèmes d'élevage et de polyculture élevage en ce qui concerne les ressources biotiques, et mise en oeuvre dans le cas d'une exploitation en agriculture biologique*. 2011.
- Nelemans M. N. E. « Possibilities for flight in the carabid beetle *Nebria brevicollis* (F.) ». *Oecologia*. 1987. Vol. 72, n°4, p. 502-509.
- Pères G., Bellido A., Curmi P., Marmonier P., Cluzeau D. « Relationships between earthworm communities and burrow numbers under different land use systems ». *Pedobiologia*. 10 décembre 2010. Vol. 54,
- Pimentel D., Wilson C., McCullum C., Huang R., Dwen P., Flack J., Tran Q., Saltman T., Cliff B. « Economic and environmental benefits of biodiversity ». *BioScience*. 1997. Vol. 47, n°11, p. 747–757.
- Schmidt O., Curry J. P. « Effects of earthworms on biomass production, nitrogen allocation and nitrogen transfer in wheat-clover intercropping model systems ». *Plant Soil*. 1999. Vol. 214,
- Schwerk A., Szyszko J. « Increase of Mean Individual Biomass (MIB) of Carabidae (Coleoptera) in relation to succession in forest habitats ». *Wiad. entomol.* 2007. Vol. 26, n°3, p. 195–206.
- Stork N. E. (éd.). *The Role of ground beetles in ecological and environmental studies*. Andover, Hampshire : Intercept, 1990. 424 p. ISBN : 0-946707-33-2.
- Valckx J., Govers G., Hermy M., Muys B. « Optimizing Earthworm Sampling in Ecosystems ». In : Karaca A (éd.). *Biology of Earthworms*. Springer, 2011. p. 19-38. ISBN : 978-3-642-14635-0, 978-3-642-14636-7.
- Varchola J. M., Dunn J. P. « Influence of hedgerow and grassy field borders on ground beetle (Coleoptera: Carabidae) activity in fields of corn ». *Agriculture, Ecosystems & Environment*. janvier 2001. Vol. 83, n°1-2, p. 153-163.

Annexe

	Nombre de carabes	Nombre d'araignées	Nombre de staphylins	Masse de carabes	Masse d'araignées	Masse de staphylins
cer	*28,71 (±1,11)	*52,34 (±1,28)	0,67 (±11,79)	3,00 (±0,16)	*0,84 (±1,19)	0,01 (±0,01)
cerleg	*18,42 (±1,33)	*30,60 (±1,54)	1,20 (±20,92)	2,15 (±0,17)	*0,34 (±1,37)	0,03 (±0,01)
ld1	*27,81 (±1,36)	*91,27 (±1,31)	*3,72 (±1,98)	3,09 (±0,82)	1,88 (±4,50)	0,04 (±3,18)
ld2	*6,55 (±1,41)	*32,57 (±1,30)	*1,64 (±1,24)	0,70 (±0,12)	0,44 (±0,37)	0,05 (±1,61)
ld3	*18,04 (±1,18)	*41,79 (±1,13)	*6,13 (±1,26)	1,42 (±0,14)	0,56 (±1,53)	0,17 (±1,22)
ppnp	6,78 (±1,61)	*53,95 (±1,18)	*2,29 (±1,40)	*0,28 (±1,71)	*0,82 (±1,29)	*0,05 (±1,38)
pppat	1,25 (±0,59)	*35,89 (±1,16)	*1,64 (±1,42)	*0,02 (±1,72)	*0,46 (±1,15)	*0,05 (±2,08)
pt1	22,00 (±3,10)	67,40 (±0,36)	6,00 (±7,05)	*1,87 (±1,21)	0,97 (±1,52)	0,22 (±0,08)
pt2	13,40 (±2,69)	87,00 (±0,33)	1,80 (±17,35)	*0,92 (±1,41)	1,41 (±1,36)	0,07 (±0,06)
pt3	8,60 (±1,81)	65,20 (±0,21)	3,60 (±17,40)	*0,69 (±1,42)	0,84 (±0,75)	0,15 (±0,07)

Moyenne (±erreur standard) par piège des abondances et biomasses de carabes, araignées et staphylins capturés pour chaque modalité. Les moyennes précédées d'un * sont les moyennes logarithmiques, calculés lorsque la transformation logarithmique donnait une normalité plus grande. (cer : culture de céréale de printemps ; cerleg : mélange céréales protéagineux de printemps ; ld : mélange luzerne dactyle ; pt : prairie temporaire (le chiffre correspond à l'année) ; pps, ppsce, ppspat, ppsceptat : prairies permanentes SH, SPCE, non pâturées, pâturées).

Résumé : Cette étude a pour but de déterminer dans quelle mesure les pratiques agricoles peuvent influencer les populations de carabes, qui représentent une grande partie de la biodiversité des dans les agroécosystèmes et permettent un contrôle biologique sur les ravageurs des cultures, et les lombrics qui ont un rôle important dans le maintien de la fertilité du sol. Les carabes et d'autres prédateurs arthropodes ont été piégés pendant trois semaines par la méthode du pot à interception sur des parcelles en prairies permanentes (PP) ou temporaires (PT) de première, deuxième et troisième année, en mélange luzernes et dactyles (LD) de première, deuxième et troisième année et cultures, au total, 55 piégeages ont été réalisés. Les lombrics ont été prélevés sur six parcelles de prairie permanente, six prairies temporaires et six dans des mélanges luzernes dactyles. Pour les arthropodes prédateurs, les résultats ont montré des différences d'abondances des carabes et d'autres prédateurs selon l'année dans les PT (22 carabes capturés en moyenne sur une prairie en première année contre 9 en troisième année) et les LD, le pâturage a pour effet la diminution de la quantité de carabes capturés, 6,8 sont capturés en moyenne dans les parcelles non pâturées alors que l'on en capture en moyenne que 1,3 dans les parcelles pâturées. La présence de légumineuses dans la culture n'a d'effet que sur la biomasse d'araignées capturées. La quantité et la biomasse de lombrics augmentent entre la première (63 /m², 36g/m²), et la troisième année (160/m², 229g/m²) de PT et LD, la quantité en PP (312 vers/m²) est supérieure à celle en PT. Les résultats obtenus permettront d'affiner les méthodes d'évaluation de la biodiversité avec les indicateurs carabes et lombrics.