



HAL
open science

Effet du mode de gestion des cultures (biologique versus conventionnel) de blé d'hiver et de leur environnement paysager en sur les communautés de coccinelles [Coléoptères: Coccinellidae] et de puerons [Héminoptera: Aphididae].

Maxime Poupelin

► **To cite this version:**

Maxime Poupelin. Effet du mode de gestion des cultures (biologique versus conventionnel) de blé d'hiver et de leur environnement paysager en sur les communautés de coccinelles [Coléoptères: Coccinellidae] et de puerons [Héminoptera: Aphididae].. 2012, 66 p. hal-01210037

HAL Id: hal-01210037

<https://hal.science/hal-01210037>

Submitted on 6 Jun 2020

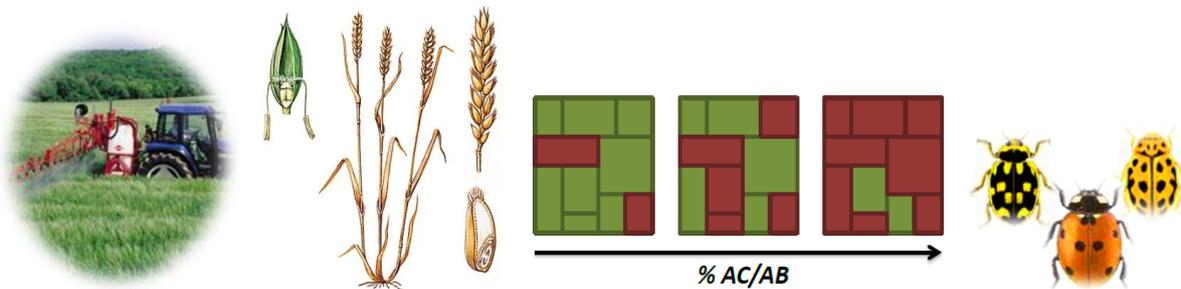
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

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.



Licence professionnelle
« PARTAGER »

**Effet du type de gestion des parcelles de blé d'hiver
(biologique versus conventionnelle) et de leur
environnement paysager sur les communautés de
coccinelles [Coleoptera, Coccinellidae] et de puerons
[Héminoptera : Aphididae].**



Par

POUPELIN Maxime

Soutenance le 2 octobre 2012 à Rennes
Promotion : 2011-2012

Structure d'accueil :
INRA SAD-Paysage

Correspondant universitaire :
D. Cluzeau

Maître de stage :
S. Aviron et C. Puech

Responsables de la formation :
D. Cluzeau, M. Carof, J.Gaborit



MEMOIRE DE STAGE

Pour l'obtention du diplôme de :

Licence professionnelle : « PARTAGER »

Pratiques Agricoles, Aménagement Rural, Technique Alternatives et Gestion Ecologique des Ressources

<p>Auteur : POUPELIN Maxime</p>	<p>ORGANISME SUPPORT INRA SAD-Paysage</p>
<p>Responsables de la formation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Université Rennes 1 : CLUZEAU Daniel - Agrocampus : CAROF Mathieu - Lycée Th Ménod Le Rheu : GABORIT Jackie 	<p>Adresse de stage :</p> <p>INRA SAD-PAYSAGE 65, rue de St-Brieuc CS 84215 35042 Rennes Cedex - France</p>
<p>Correspondant Universitaire :</p> <p>CLUZEAU Daniel</p>	<p>Maître de stage :</p> <p>AVIRON Stephanie</p> <p>N° de Téléphone : 02.23.48.57.69</p> <p>Courriel : stephanie.aviron@rennes.inra.fr</p>
<p>Titre de l'étude : Effet du type de gestion des parcelles de blé d'hiver (biologique versus conventionnelle) et de l'environnement paysager sur les communautés de coccinelles [Coleoptera, Coccinellidae].</p>	
	<p>Nombre de pages sans les annexes : 40 Nombre d'annexes : 15 Nombres de pages avec les annexes : 55</p>

Remerciements

Bien entendu, mes premiers remerciements vont à Stéphanie Aviron et Camille Puech mes maîtres de stages, pour m'avoir choisi pour ce stage d'une part, mais surtout pour m'avoir parfaitement bien encadrée tout le long de ce stage de Licence professionnelle PARTAGER, ainsi que de m'avoir apporté toute l'aide nécessaire à la rédaction de mon rapport et pour la découverte du monde de la recherche.

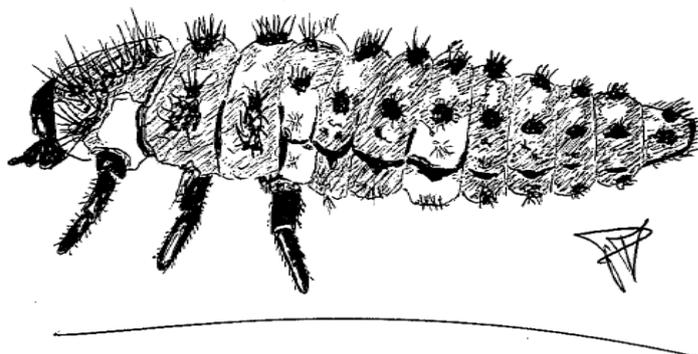
Je remercie aussi la directrice Claudine Thenail, pour m'avoir gentiment accueilli dans son unité. Merci à l'ensemble de l'équipe du SAD- PAYSAGE ainsi que les stagiaires pour leur bonne humeur, leur accueil et leur aide précieuse, les passionnantes discussions scientifiques... ou non, pendant les pauses.

Je tiens aussi à remercier tout particulièrement Daniel Cluzeau, pour m'avoir pris en charge en tant que tuteur tout au long de ce stage de licence professionnelle.

Enfin, j'aimerais remercier Evelien et ma mère ayant jeter un œil à se rappors pour y déceler la moindre petites faute d'orthaugraphe ou les incohérences qui ont pu se glisser si éla.

En conclusion, un grand merci à tous ceux qui m'ont apporté leur aide et soutient au cours de ce stage.

Ah, j'oubliai, je souhaite offrir un remerciement tout particulier aux coccinelles qui ont donné leur vie pour que je puisse avoir des données lors de ce stage.



Sommaire

INTRODUCTION	1
CONTEXTE	4
MATERIEL ET METHODES	12
1. La zone d'étude	12
1.1. Sélection de la zone d'étude	13
1.2. Sélection des paysages et parcelles	13
2. Modèles biologiques	15
2.1. Les Coccinelles (Coléoptères coccinellidae)	15
2.1.1. Echantillonnage	15
2.1.2. La détermination	18
2.2. Les pucerons (Hémiptère aphididae)	18
2.2.1. Echantillonnage	19
2.3. Suivi des conditions de milieu au sein des parcelles de blé	19
3. Analyses statistiques	20
RESULTATS	23
1. Analyses descriptives des communautés de coccinelles et de pucerons au sein des blés d'hiver	23
1.1. Coccinelles	23
1.2. Pucerons	24
2. Corrélations et variables retenues	25
3. Coccinelles	27

3.1. Influence des facteurs locaux et paysagers sur l'abondance des coccinelles	27
3.2. Abondance des coccinelles en fonction du recouvrement en adventice au sein des parcelles.	29
4. Pucerons	30
Influence des facteurs locaux et paysagers sur l'abondance des pucerons	30
DISCUSSION	32
1. Richesse spécifique des coccinelles et des pucerons dans les parcelles de blé	32
2. Influence des paramètres locaux sur l'abondance des coccinelles	33
3. Influence des paramètres paysagers	35
4. Influence des paramètres locaux et paysagers sur l'abondance des pucerons	36
5. Critiques et améliorations possibles de l'étude	37
CONCLUSION	39
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	
RESUME	

INTRODUCTION

L'agriculture en France, par son emprise sur le territoire et la transformation des milieux naturels qu'elle opère, entretient des liens étroits avec la biodiversité. Après 30 à 40 ans d'oubli, depuis 20 ans (Rio 1992) nous observons une redécouverte de la diversité biologique. C'est une idée récente et une notion complexe qui s'est construite sous l'influence combinée des savoirs scientifiques, des préoccupations sociales et des politiques publiques. De la même façon, l'agriculture s'est profondément modernisée au cours des 50 dernières années, notamment en substituant les « services écologiques » fournis par la biodiversité par les intrants industriels.

L'émergence dans les années 90, à la suite de la conférence de Rio, de nouvelles approches recherchant à valoriser les synergies entre agriculture et biodiversité, a abouti à créer le concept d'agrobiodiversité¹. Dans l'objectif de répondre au double impératif de production alimentaire et de protection de la biodiversité, l'Agriculture Biologique (AB) est considérée comme une agriculture durable, alternatives à l'agriculture conventionnelle (AC), car elle favorise une agriculture plus économe en intrants de synthèse (pesticides et engrais chimiques). L'Agriculture Biologique est un mode de gestion qui utilise des méthodes de protection des cultures, en particulier contre les ravageurs : optimisation des rotations (successions culturales), travail du sol, utilisation d'insecticides organiques ou minéraux, ou promotion de la lutte biologique par les ennemis naturels des ravageurs (Bengtsson *et al.*, 2005). Ce contrôle biologique, considéré comme la stratégie la plus durable, est supposé pouvoir se développer par la limitation ou suppression des insecticides, et la proximité de surfaces non cultivées telles que les bordures de champs (haies, talus,...), pour héberger des auxiliaires ennemis naturels des bioagresseurs (ravageurs, microorganismes pathogènes, mauvaises herbes) (Le Roux *et al.*, 2008).

D'après de récentes études, la diversité biologique est en général plus élevée dans les systèmes en AB qu'en AC (Letourneau et Bothwell., 2008). Dans le cas des grandes cultures, l'usage des produits phytosanitaires de synthèse, les labours profonds et répétés ainsi que la fertilisation apparaissent comme des facteurs majeurs de déclin de la richesse spécifique et de l'abondance de nombreux organismes (Hole *et al.*, 2005, Le Roux *et al.*, 2008). Cependant, ces

¹ La cinquième Conférence des Parties de la Convention sur la Diversité Biologique en a donné la définition suivante : "L'expression diversité biologique agricole (agrobiodiversité) désigne de façon générale tous les éléments constitutifs de la diversité biologique qui relèvent de l'alimentation et de l'agriculture, ainsi que tous les composants de la diversité biologique qui constituent l'agro-écosystème : la variété et la variabilité des animaux, des plantes, des microorganismes, aux niveaux génétique, spécifique, et écosystémique, nécessaires au maintien des fonctions clés de l'agro-écosystème, de ses structures et de ses processus.(...) ».Source : Le sommet de la Terre de Rio (1992) in Le Roux *et al.* 2008

résultats sont hétérogènes et il est alors difficile de déterminer si les différences entre AB et AC sont liées à des combinaisons de pratiques ou à une pratique particulière. Le domaine d'efficacité de l'AB pour la biodiversité et les services associés peuvent varier, en fonction des itinéraires techniques et du paysage² environnant les parcelles (Hole *et al.* 2005 ; Rundlof *et al.* 2008). En effet, la composition des communautés animales ou végétales à l'échelle de la parcelle, dépend fortement de la structure du paysage environnant (mosaïque paysagère) (Aviron *et al.*, 2005, Roschewitz *et al.*, 2005. Thies *et al.*, 2005. Volhardt *et al.*, 2008). Ainsi, les différences de diversité entre AB et AC sont plus marquées dans des paysages simplifiés (monoculture et faible présence d'éléments semi-naturels³ (ESN)) que dans des paysages hétérogènes (polyculture et réseau dense d'ESN) (Weibull *et al.*, 2000, 2003). Parallèlement, d'autres études suggèrent que la biodiversité serait favorisée dans des environnements avec une surface importante en cultures en AB (Gabriel *et al.*, 2006. ; Norton *et al.*, 2009 ; Krauss *et al.*, 2011). Pour finir, il a été suggéré que « la biodiversité dans les agroécosystèmes dépend, à la fois de l'hétérogénéité du paysage et de la gestion des exploitations agricoles » (Weibull *et al.*, 2003).

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'effet des modes de conduite des cultures de blé d'hiver (AB *versus* AC) au niveau de la parcelle, et au sein de l'environnement paysager (proportion de parcelles en AB dans le paysage), sur les communautés de coccinelles [Coleoptera : Coccinellidae] et de pucerons [Hémiptera : Aphididae]. La finalité de ce travail est d'apporter plus de connaissance sur la réaction des communautés de coccinelles à différents paramètres, que ce soit local ou paysager. Les questions abordées sont les suivantes :

- ⌘ Le mode de conduite des cultures de blé d'hiver (Ab *versus* AC), influence-t-il significativement la diversité des communautés de coccinelles et les niveaux d'infestation par les pucerons ?
- ⌘ L'abondance des coccinelles dans les parcelles, est-elle due à la quantité et qualité des pucerons ou à la présence de ressources alternatives comme les adventices ?
- ⌘ Comment réagissent les coccinelles aux variations de la proportion de parcelles biologiques dans le paysage ?

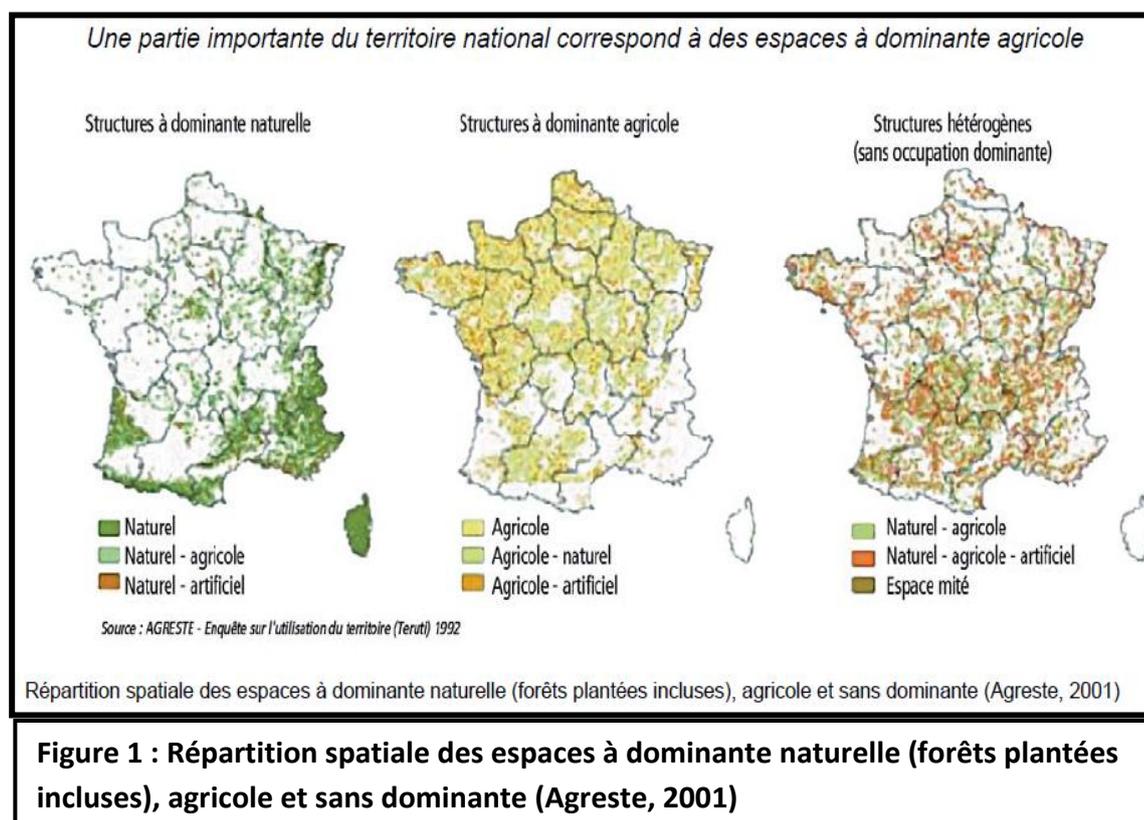
² Proportion d'espace correspondant à une échelle concernant des activités humaines. Il est défini par son hétérogénéité spatiale et temporelle, les activités humaines qui s'y déroulent et son environnement.

³ Élément du paysage, comprenant des surfaces non cultivés où ce développe la végétation spontanée, contrôlé de manière périodique par une intervention humaine.

Le premier chapitre de ce rapport présente un aperçu bibliographique qui synthétise les connaissances disponibles concernant la protection du blé d'hiver, les modes de gestion et les modèles biologiques de l'étude. Le second chapitre présente les méthodes mises en place lors de cette étude (le choix du site, des paysages et des parcelles suivies, techniques d'échantillonnage, analyse de données). A la suite de cela, nous verrons les résultats obtenus ; qui seront interprétés dans la discussion, en dernière partie du rapport.

CONTEXTE

L'agriculture est le premier facteur anthropique contrôlant la biodiversité en Europe de l'Ouest, les surfaces agricoles y représentant la majorité de l'espace, 75% en Grande-Bretagne, 60% en France, etc. (Le roux *et al.*, 2008). Sur le territoire français un nombre important de grandes régions est caractérisé par une nette dominante agricole (Figure 1).



La Bretagne est la première région agricole de France, l'Ille-et-Vilaine (35) le 1^{er} département laitier de France. Bien que les récentes préoccupations à propos de l'érosion de la biodiversité se focalisent principalement sur la transformation et la destruction d'habitats⁴ naturels, de nombreux paysages gérés par l'homme présentent une diversité spécifique comparable à celle des écosystèmes naturels (Le roux *et al.*, 2008) ; ces paysages accueillent en particulier un nombre croissant d'espèces en déclin (considérées autrefois comme « communes »). Il est donc évident, que si la conservation de la biodiversité ne peut se faire sans protéger les 5% d'habitats naturels subsistants, elle ne se fera pas non plus sans tenir compte du "reste" du territoire, en particulier les zones agricoles (Conception *et al.*, 2008)(Annexe I : Pourquoi protéger la biodiversité ?).

⁴ L'habitat correspond au lieu où vit une espèce donnée. Au sens strict il contient l'ensemble des éléments du paysage, fussent-ils de nature différente, utilisés par l'espèce.

De plus, les agriculteurs sont confrontés à un double défi : produire plus pour subvenir à la demande alimentaire qui augmente, mais aussi produire mieux en particulier en utilisant moins de pesticides pour réduire les effets sur la santé humaine et l'environnement. Ces derniers ont été beaucoup étudiés, et on connaît aujourd'hui leurs impacts sur la biodiversité, la qualité de l'eau, la pollution des sols, etc. D'après Hole *et al.*, (2005) et Bengtsson *et al.*, (2005), les insecticides de synthèse ou organiques ont, par exemple, une influence négative majeure sur les communautés d'invertébrés. Des études ont évalué l'impact des insecticides chimiques qui ont une toxicité directe sur les coccinelles prédatrices, mais qui varient considérablement entre et au sein des classes d'insecticides et selon les espèces de coccinelles contaminées (Obrycki et Kring., 1998). A cela, se rajoute des effets indirects via la consommation de pucerons qui peuvent séquestrer des substances chimiques contenue dans les plantes-hôtes traitées. Ces substances peuvent influencer sur la survie des larves de coccinelles, sur le poids de développement et sur la prédation des adultes de façon positive (Martos *et al.* 1992 in Hauge et al., 1998) ou négative (Hodek., 1956; Rothschild *et al.* 1970; Malcolm., 1989, 1992 in Hauge et al., 1998).

Depuis ce constat des effets négatifs de l'agriculture sur la biodiversité, une transition s'opère actuellement vers une agriculture plus respectueuse de l'environnement, impliquant moins de pesticides et d'intrants chimiques, et recherchant à valoriser les synergies entre agriculture et biodiversité (Le roux *et al.*, 2008). Pour l'Organisation des Nations Unies, pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), l'objectif est de « Produire plus avec moins » (FAO 2011). En ce qui concerne la protection des cultures, il s'agit de gérer la lutte contre les insectes nuisibles jusqu'à ce que la prédation naturelle fonctionne de manière équilibrée (l'éradication totale d'un insecte nuisible réduirait la nourriture disponible pour les ennemis naturels de ce ravageur qui constituent un élément fondamental concourant à la résilience du système) et de maintenir les pertes de rendement des cultures dues aux ravageurs à un niveau minimum acceptable (FAO 2011). (Figure 2 : Notion de seuil de nuisibilité économique)

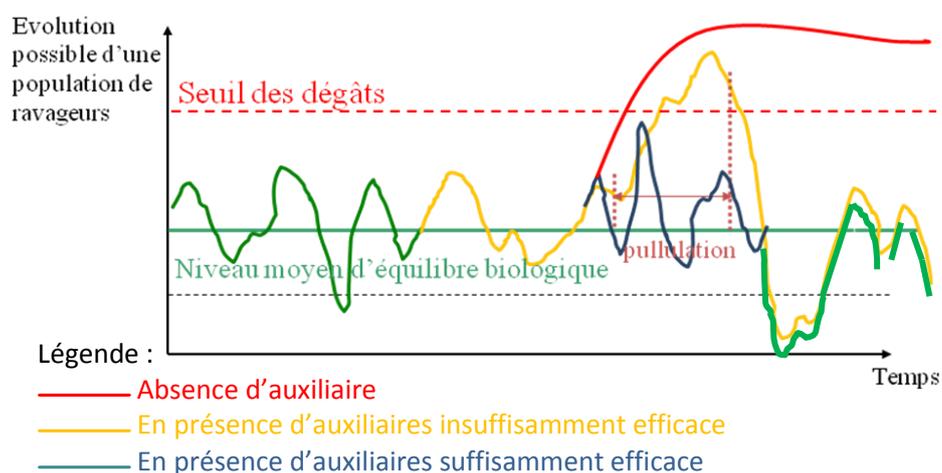


Figure 2 : Notion de seuil de nuisibilité économique (Poupelin.M, 2012)

Aujourd'hui encore, la pratique d'une agriculture totalement dénuée de pesticides d'origine chimique, comme c'est le cas pour l'AB, est largement minoritaire par rapport à celle de l'AC où de nombreux produits chimiques sont utilisés. Selon de récents sondages (Willer et Yussefi., 2006 *in* Zehnder *et al.*, 2007), plus de 31 millions d'hectares sont actuellement en AB dans environ 120 pays soit moins de 1% de la superficie totale agricole (la France se situe au 21^e rang en Europe, en totalisant une moyenne de 3% de la Surface Agricole Utile (SAU) (Tableau I), on peut remarquer une grande variabilité entre ces régions). L'AB reste donc une agriculture marginale, les causes pouvant être liées au poids de décisions politiques, aux prix élevés des produits de l'AB, et à l'adoption de pratiques agricoles demandant une forte réflexion des agriculteurs en utilisant une plus haute technicité (Zehnder *et al.*, 2007).

Tableau I : « La bio dans les régions », Agence Bio, 2010

Région	Nombres d'exploitations		Surfaces certifiées bio (ha)	Surfaces en conversion (ha)	Surfaces totales 2010 (ha)	% conversion/ total bio	Evolution des surfaces 2010/2009	% de SAU en bio en 2010
	2010	2010/2009						
ALSACE	488	+14,3%	11 805	3 387	15 192	22,3%	+12,0%	4,54%
AQUITAINE	1 954	+38,5%	27 701	21 829	49 529	44,1%	+40,6%	3,58%
AUVERGNE	818	+21,4%	27 053	14 951	42 004	35,6%	+27,2%	2,80%
BASSE-NORMANDIE	739	+25,3%	25 974	10 175	36 150	28,1%	+13,8%	2,93%
BOURGOGNE	772	+23,7%	26 945	13 864	40 808	34,0%	+26,1%	2,31%
BRETAGNE	1 541	+19,3%	36 936	16 242	53 178	30,5%	+21,4%	3,22%
CENTRE	662	+24,4%	20 125	11 834	31 958	37,0%	+26,9%	1,37%
CHAMPAGNE-ARDENNE	313	+49,0%	7 457	7 285	14 742	49,4%	+67,2%	0,95%
CORSE	215	+18,1%	6 195	2 448	8 643	28,3%	+19,1%	5,59%
FRANCHE-COMTE	458	+18,3%	23 714	7 397	31 111	23,8%	+22,4%	4,70%
HAUTE-NORMANDIE	156	+44,4%	3 496	2 526	6 022	41,9%	+31,9%	0,77%
ILE DE FRANCE	172	+43,3%	4 546	2 211	6 758	32,7%	+32,7%	1,18%
LANGUEDOC-ROUSSILLON	2 200	+23,2%	48 316	26 280	74 596	35,2%	+23,1%	7,91%
LIMOUSIN	431	+22,8%	15 421	5 926	21 348	27,8%	+15,9%	2,52%
LORRAINE	373	+31,8%	19 180	9 820	29 000	33,9%	+36,7%	2,58%
MIDI-PYRENEES	2 176	+34,5%	66 454	39 046	105 499	37,0%	+36,3%	4,61%
NORD-PAS-DE-CALAIS	237	+33,9%	4 325	1 684	6 009	28,0%	+37,0%	0,74%
OUTRE-MER	141	+16,5%	2 020	252	2 271	11,1%	-6,8%	1,83%
PAYS DE LA LOIRE	1 703	+18,5%	63 107	24 640	87 747	28,1%	+16,7%	4,10%
PICARDIE	174	+22,5%	4 927	1 737	6 664	26,1%	+12,3%	0,50%
POITOU-CHARENTES	673	+25,6%	21 900	9 428	31 327	30,1%	+25,6%	1,81%
PACA	1 917	+26,1%	51 763	17 333	69 096	25,1%	+19,7%	10,54%
RHÔNE-ALPES	2 290	+19,3%	52 454	23 332	75 786	30,8%	+22,1%	5,20%
France	20 604	+25,3%	571 814	273 626	845 440	32,4%	+25,0%	3,09%

En ce qui concerne les pratiques de protection des cultures, la différence principale entre les systèmes en AB et AC est que les agriculteurs en AB ont interdiction d'utiliser des pesticides et des engrais chimiques alors que le reste des agriculteurs (AC) peuvent utiliser des produits agrochimiques plus ou moins fréquemment (Le roux *et al.*, 2008, Bengtsson., 2008). Cependant, pour palier à l'utilisation de substituts agrochimiques, l'agriculteur en AB adopte une multitude de pratiques dites « alternatives », dont le contrôle biologique des bioagresseurs. Une caractérisation de la diversité des modes de conduite du blé pouvant exister en Bretagne met en évidence une large diversité de pratiques agricoles pour la conduite du blé d'hiver et décrit plusieurs divergences entre les pratiques conventionnelles et biologiques (Annexe II).

Sans pour autant être qualifiées de « biologiques », d'autres démarches visent également à diminuer les dommages environnementaux notamment en agriculture conventionnelle, comme c'est le cas de la lutte intégrée qui fait appel à plusieurs moyens de lutte contre les mauvaises herbes ou les ravageurs pour concilier rentabilité économique et qualité de l'environnement (Le roux *et al.* 2008). L'objectif est de maintenir la densité de la population des ravageurs au-dessous du niveau qui entraîne des pertes économiques, de manière à ne pas avoir recours de manière systématique à l'usage des pesticides. En 2010, les ventes mondiales de pesticides ont dépassé le montant de 40 milliards d'USDollards (Les herbicides représentent le plus grand segment du marché. La part des insecticides a diminué alors que celle des fongicides a progressé au cours des dix dernières années). Il semblerait important de les réduire afin d'empêcher le développement de la résistance aux pesticides (à l'échelle mondiale, des centaines d'espèces de ravageurs ont développé une résistance aux pesticides) (Lévêque., 2008 ; Rucci *et al.*, 2011).

Une des composantes de la lutte intégrée contre les ravageurs, est le recours à la lutte biologique, qui permet de réduire les effectifs d'un organisme - animal ou plante – occasionnant des dégâts aux cultures, grâce à leur consommation par un ou plusieurs de ses ennemis naturels. La lutte biologique reste en général encore peu connue et peu mise en avant quand il s'agit de conseiller les producteurs agricoles. Une raison à cela, peut être que, le contrôle naturel des ravageurs, par leurs ennemis naturels, semble être le résultat d'interactions complexes entre les espèces au sein des communautés d'auxiliaires (Hole *et al.*, 2005) et entre auxiliaires et ravageurs. Pourtant, la régulation des populations de ravageurs qui occasionnent des pertes quantitatives et qualitatives de récoltes (ex : pucerons,...) par les communautés d'auxiliaires, est considérée comme un service « gratuit » d'une valeur économique inestimable pour l'agriculture. (Hole *et al.*, 2005). La lutte biologique présente de grands avantages (Hemptinne *et al.*, 2005) :

- Méthode de lutte spécifique, si on parvient à identifier un prédateur ou parasitoïde correctement sélectionné n'attaquant qu'une seule proie ;
- Peu coûteuse par rapport à la recherche et la production fossile d'insecticide ;
- Une fois mise en œuvre elle peut fonctionner de manière relativement permanente et autonome ;

Il existe différentes formes de lutte biologique (Encyclop'Aphid⁵, 2011): (a) soit en pratiquant une lutte qui implique des lâchers de prédateurs (principalement sous abris : serres...), (b) ou bien en mettant en place une méthode dite de lutte par conservation qui a pour but de favoriser les ennemis naturels des ravageurs par le maintien ou la création d'éléments non cultivés, considérés comme zones d'habitat ou de refuge pour ces espèces, au voisinage des parcelles agricoles.

Parmi les prédateurs naturellement présents dans les paysages agricoles, les coccinelles sont des insectes de l'ordre des coléoptères, dont les larves et les adultes utilisent les mêmes ressources alimentaires. Généralement abondantes et répandues dans le monde entier, elles ont une grande importance dans les chaînes trophiques. La plupart sont prédatrices, 35,5 % des espèces se nourrissent de pucerons et 40,5% mangent des cochenilles. Parmi, les 24% restant, on trouve des espèces prédatrices d'autres insectes, des coccinelles phytophages⁶ et d'autres inféodées à des champignons (Hemptinne *et al.*, 2005). Cette spécialisation de leur alimentation (sur plusieurs stades de développement) sur une espèce dite « fourrage⁷ » est primordiale pour mener à bien leur cycle de développement. C'est le cas des coccinelles aphidiphages qui peuvent consommer jusqu'à 200 pucerons par jour (Gourreau *in* Le Monnier et Livory., 2003), et ainsi intervenir de façon importante dans la régularisation de la densité des Aphidiens (pucerons) (Iablokoff-khznorian., 1982). Les coccinelles sont donc reconnues comme des auxiliaires clés des cultures allant même jusqu'à être considérées comme une alternative à l'utilisation des pesticides (Evans., 1991 ; Ferran et Ipert., 1991; Obrycki et Kring., 1998 ; Hauge *et al.*, 1998).

Favoriser la présence des coccinelles prédatrices en milieu agricole implique de connaître quels paramètres influencent leur répartition, leur abondance et leur diversité au sein des cultures et des paysages agricoles. Pour le chercheur en écologie, le paysage est un niveau d'organisation des systèmes écologiques, où se déroulent et sont contrôlés un certain nombre de processus

⁵ <http://www4.inra.fr/encyclopedie-pucerons>

⁶ Ce sont les espèces végétariennes car « phyto » : végétale, et « phage » : manger.

⁷ Une espèce dite « fourrage » présente une capacité de reproduction très performante, ce qui fait d'elle une proie abondante pour de nombreux prédateurs.

écologiques (Burel et Baudry., 1999). Cette approche, née dans les années 1980, est aussi appelée écologie du paysage. C'est une science qui allie l'écologie à d'autres disciplines pour étudier l'organisation spatiale⁸, les flux écologiques⁹ ainsi que les transformations du paysage (Burel et Baudry., 1999). Cette discipline récente, explique pourquoi les études de la biodiversité en relation avec les variables du paysage et la gestion agricole sont rares avant les années 2000 (Weibull *et al.*, 2000), mais connaissent un fort succès ces derniers temps. Ces derniers travaux à l'échelle des paysages montrent que c'est un niveau d'organisation indispensable à considérer pour expliquer la présence et le maintien d'espèces, même localement. C'est le cas des caractéristiques de l'habitat et/ou du paysage environnant : le maintien d'éléments semi-naturels aux bords des champs (Bandes herbeuses, haies arborées, bois, prairies permanentes...) jouent un rôle clé dans les agro-écosystèmes, en tant qu'habitat, refuge saisonnier ou corridor¹⁰ pour de nombreuses espèces (Le roux *et al.*, 2008). Dans de nombreuses études ayant porté sur l'effet du paysage agricole sur le contrôle biologique des ravageurs des cultures, les populations d'ennemis naturels étaient plus élevées et la pression des ravageurs plus faibles dans les paysages complexes par rapport aux paysages simples (Bianchi *et al.*, 2006).

Concernant l'assemblage¹¹ des communautés de coccinelles au sein du paysage agricole, la présence des espèces dans un milieu est assez complexe puisque cela dépend de plusieurs facteurs. L'assemblage dépend d'une part, de facteurs biotiques, c'est-à-dire l'ensemble des interactions entre les espèces de coccinelles et leurs exigences écologiques (nourriture, type de végétation, etc). Ainsi, la quantité de pucerons consommée varie avec les besoins énergétiques de chaque espèce et de la valeur nutritionnelle des pucerons (variables suivant les espèces). Une larve âgée de coccinelle à sept points peut consommer 100 pucerons par jour alors qu'une larve de *Symnus* (petite coccinelle) n'en dévore pas plus de 8 par jour (Hemptinne *et al.*, 2005). Pour mener à bien leur cycle de développement, le pic d'activité des coccinelles coïncide dans le temps avec celui des pucerons (relation proie-prédateur) (Shmidt *et al.*, 2003 ; Hemptinne *et al.*, 2005 ; Holland., 2008). D'autre part, un certain nombre de facteurs abiotiques sous l'influence des paramètres physico-chimiques de l'environnement sont susceptibles d'intervenir dans la régulation des pucerons par les coccinelles. Par exemple, la température est un facteur très

⁸ Développé par des théories et méthodes quantitatives par des géographes, l'organisation spatiale représente le paysage par un ensemble de couches d'informations (couvert végétal, usage du sol, type de sol, pente...)

⁹ Correspond au nombre d'espèces qui varie sous l'influence des processus écologiques : déplacement, interaction,...

¹⁰ Les corridors sont des éléments linéaires du paysage dont la physionomie diffère de l'environnement adjacent. Ils ont plusieurs rôles dont celui de conduit, qui favorise le mouvement, ou de barrière qui le limite.

¹¹ Cortège, ensemble d'espèces fréquentant un même biotope

important pour le développement des coccinelles du stade œuf au stade adulte ; le cycle de la coccinelle à sept points est ainsi de deux mois par 15°C et de dix jours par 35°C (Hemptinne *et al.*, 2005). Les coccinelles sont actives de jour, par temps assez chaud (15 à 35°C), les températures optimales pour leur activité varient selon les espèces (Iablokoff-Khinzorian., 1982).

Au-delà des relations intraspécifiques (au sein d'une même espèce) et interspécifiques (entre espèces différentes), s'additionnent les différentes pratiques agricoles menées dans les parcelles de grandes cultures, comme c'est le cas pour le blé d'hiver qui a été choisi dans le cadre de cette étude. En Bretagne, la culture des céréales est largement répandue (une grande partie sont des céréales à paille) en lien avec la dominance du système polyculture-élevage dans la région (ressource en litières et aliments concentrés pour les animaux), qui couvre près de 40% des terres arables. Le blé d'hiver en occupe environ 53% c'est-à-dire 300 200 ha, et c'est l'Ille-et-Vilaine (35), suivie de près par les Côtes d'Armor (22), qui en a la plus grande surface (96 000 ha en 2010) avec le meilleur taux de rendement de la région, soit 77q/ha¹² (Deschamps., 2011). Outre le fait de l'abondance du blé d'hiver dans les paysages, il présente l'avantage que les communautés de ravageurs, ici, les pucerons (Aphididae) sont relativement bien connues et facilement identifiables (Collins *et al.*, 2002 ; Roschewitz *et al.*, 2005 ; Shmidt *et al.*, 2003 ; Thies *et al.*, 2005 ; Vollhardt *et al.*, 2008 ; Holland *et al.*, 2008 ; Encyclop'Aphid).

Les pratiques agricoles engendrent d'intenses perturbations qui peuvent être intentionnelles sur la biodiversité, en modifiant le milieu (conditions abiotiques) comme le labour, et/ou la biocénose (conditions biotiques) par des interventions visant la destruction de bioagresseurs (pesticides). Mais également de façon indirectes, par des effets de relations trophiques (Holland et Luff., 2000 ; Hole *et al.*, 2005 ; Le roux *et al.*, 2008), par l'exportation massives de la production primaire, ou alors l'uniformité spatiale (monoculture) et la récolte périodique (modification du milieu) qui sont des facteurs jouant sur les nombreux organismes présents (Le roux et al. 2008)(Annexe III).

Pour résumer, à l'issue des études qui ont évalué la diversité biologique dans les systèmes en AB en comparaison des systèmes en AC, les résultats se limitent à des comparaisons globales entre AB et AC (approche dichotomique) (Le roux *et al.*, 2008, Gabriel *et al.*, 2010). De plus, les résultats sont différents selon les groupes d'individus, les méthodes d'échantillonnages et les échelles d'étude choisies (Bengtsson *et al.*, 2005, Gabriel *et al.*, 2010). Quelques travaux (Östman

¹² Quintaux par hectares

et al., 2003 ; Letourneau et Bothwell., 2008) ayant évalué l'efficacité du contrôle biologique montrent des dégâts similaires ou réduits sur les cultures AB par rapport à l'AC, suggérant que le contrôle biologique exercé compenserait la suppression des insecticides de synthèse en AB. Sur cette question, les résultats ne sont pas toujours confirmés (Macfadyen *et al.*, 2009). De plus, il a été constaté que ces études ne permettent pas de tenir compte de l'environnement paysager : proportion de terre gérée en AB dans un paysage donné, et du paysage environnant les parcelles.

Un des objectifs de l'unité SAD-Paysage est de considérer comment les modes de conduite des cultures et les structures paysagères (mosaïque de couverts cultivés et éléments paysagers) influencent la biodiversité et les services écologiques. Plus précisément, le projet de thèse dans lequel s'inscrit le stage vise à évaluer le rôle relatif de la diversité des pratiques de conduite des cultures de blé d'hiver en AB et AC, et de leur environnement paysager pour le service de contrôle biologique en Ille-et-Vilaine (35). L'enjeu est de pouvoir préciser si et dans quelles conditions les systèmes en AB permettent une réduction de l'utilisation des insecticides via la promotion de la lutte biologique par conservation.

Dans le cadre de ce stage, centré sur les communautés de coccinelles, nous essayerons de voir si elles dépendent :

- (i) Des conditions du milieu (microclimat, ressources alimentaires) sous l'influence des pratiques parcellaires (AB *versus* AC)
- (ii) Des conditions paysagères, en fonction de la proportion dans le paysage des modes de production (AB vs AC).

MATERIEL ET METHODES

Les données exploitées ont été récoltées dans le cadre du projet européen ANR¹³ Systerra LANDSCAPHIDS (2010-2014), qui cherche à connaître «l'influence du paysage sur les pucerons ravageurs des grandes cultures et le potentiel de contrôle biologique ». Il a pour objectif de mettre en évidence les éléments du paysage influençant directement et indirectement les ravageurs des cultures, et évaluer la généricité de ces patrons dans différentes régions. Comme le montre la carte (Figure 3), ce projet se réalise dans trois régions comprenant des paysages différents. A termes, des modalités de gestion de l'environnement parcellaire pourront être proposées à différentes échelles spatiales. Le dispositif d'observation mis en place en 2011, s'intègre dans le cadre d'une thèse, qui vise à évaluer le rôle de l'organisation spatiale des modes de conduite des cultures de blé d'hiver pour le service écosystémique.



Figure 3 : Carte des différents paysages concernés par le projet LANDSCAPHIDS (Source : INRA)

1. La zone d'étude

Cette étude a été menée dans la partie sud de l'Ille-et-Vilaine (35), où le nombre d'exploitations en AB est le plus important. Dans ce département, la culture de blé d'hiver est une pratique courante (60% de la superficie agricole total en 2010) ce qui a permis d'avoir une plus grande marge de manœuvre pour sélectionner des exploitations. Le sud de l'Ille-et-Vilaine se caractérise par la partie avale du bassin rennais, cuvette de 30m d'altitude, au sein duquel coule dans une vallée peu encaissée la Vilaine. Le climat est océanique, doux et venteux, avec une humidité atmosphérique qui reste élevée toute l'année. Ce sont les sols schisteux et granitiques qui dominent (Diard., 2005).

La première étape effectuée par Camille Puech (Doctorante), avant mon arrivée, a été le choix de cette zone d'étude et des paysages. La méthodologie employée pour le choix de ces

¹³ Agence National de la Recherche

paysages s'inspire de celle adoptée par Gabriel *et al.* (2010), qui ont pu identifier des paysages dont les proportions en AB variaient de l'ordre de 1 à 17%. Pour cette étude, nous avons pu obtenir une proportion de gestion biologique des terres de l'ordre de 6 à 37%. Au total, 20 paysages de 1 km² (ce qui est un minimum pour une évaluation statistique) ont été sélectionnés comprenant chacun, une parcelle de blé en AB et une parcelle de blé en AC. L'échelle la plus pertinente doit être en lien avec les capacités de déplacement du cortège d'espèces étudiées, ici les coccinelles. L'échelle retenue comme la plus appropriée est celle de paysages de 1km², déjà couramment employée : Concepcion *et al.*, 2008 sur les oiseaux, les sauterelles et les grillons, les araignées, les abeilles et les plantes ; Millàn de la Pena *et al.*, 2003 sur les carabes et Clough *et al.*, 2005 sur les araignées (Weibull *et al.*, 2000 et Roschewitz *et al.*, 2005).

1.1. Sélection de la zone d'étude

Pour cibler la recherche de ces paysages, le logiciel Chloe 3.1 (Baudry *et al.*, 2006) a été utilisé. Le principe de ce logiciel est de caractériser la composition et la structure spatiale d'un paysage à différentes échelles. Pour cela, il quantifie les occupations du sol dans des fenêtres qui parcourent la carte et dont nous avons spécifié la taille. Ce logiciel a été développé par l'unité de recherche Sad-Paysage en 2006 et est téléchargeable gratuitement¹⁴.

Comme base de données cartographiques, le logiciel s'est appuyé sur la cartographie des bois, haies et prairies permanentes, déjà établie en Bretagne par le laboratoire COSTEL¹⁵ (CNRS¹⁶ Unité Mixte de Recherche 6554) et du RPG¹⁷ de 2009. (Démarche complète disponible en annexe II). A l'issue de l'analyse faite par le logiciel Chloe, 31481 paysages de 1km² ont été caractérisés (pourcentage de chaque type d'occupation du sol).

1.2. Sélection des paysages et parcelles

Grâce au traitement des données d'occupation du sol, Camille a pu choisir les proportions d'occupation du sol souhaitées (proportions de cultures, bâti, eau, haies...). Le tableau III résume les proportions choisies pour chaque type d'occupation du sol. L'objectif a été de sélectionner un maximum de paysages à dominante agricole (minimum 70% du paysage) excluant des quantités

¹⁴ http://www.rennes.inra.fr/sad/outils_produits/outils_informatiques

¹⁵ Climat et occupation du sol par télédétection

¹⁶ Centre National de la Recherche Scientifique

¹⁷ Registre Parcellaire Graphique

trop importantes d'habitats semi-naturels (forêts, bois) et autres habitats non-cultivés (eau) pouvant influencer les communautés d'espèces.

Tableau III : Demande d'analyse en termes de proportion de composante paysagère au Logiciel CHLOE 3.1. C.PUECH, 2012

	<i>eau</i>	<i>forêts</i>	<i>cultures</i>	<i>bâti</i>	<i>Prairies Permanentes</i>	<i>blé</i>	<i>haies</i>	<i>routes</i>	combinaison des 9
<i>filtre inf</i>	0	0	60	0	0	0	0,5	0	
<i>filtre sup</i>	2	3	100	3	2	100	1,5	2	
<i>nb fenêtres</i>	30499	17717	21453	18538	22186	33481	25372	30766	4088

Avant d'arriver à cette combinaison finale de paysages, plusieurs tentatives ont été réalisées et des compromis ont dû être faits pour obtenir un nombre final de possibilités satisfaisant. A la fin de cette étape, 4 088 paysages étaient donc potentiellement échantillonnables parmi les 31 481 de départ (Figure 4 : Paysages pré-sélectionnés).

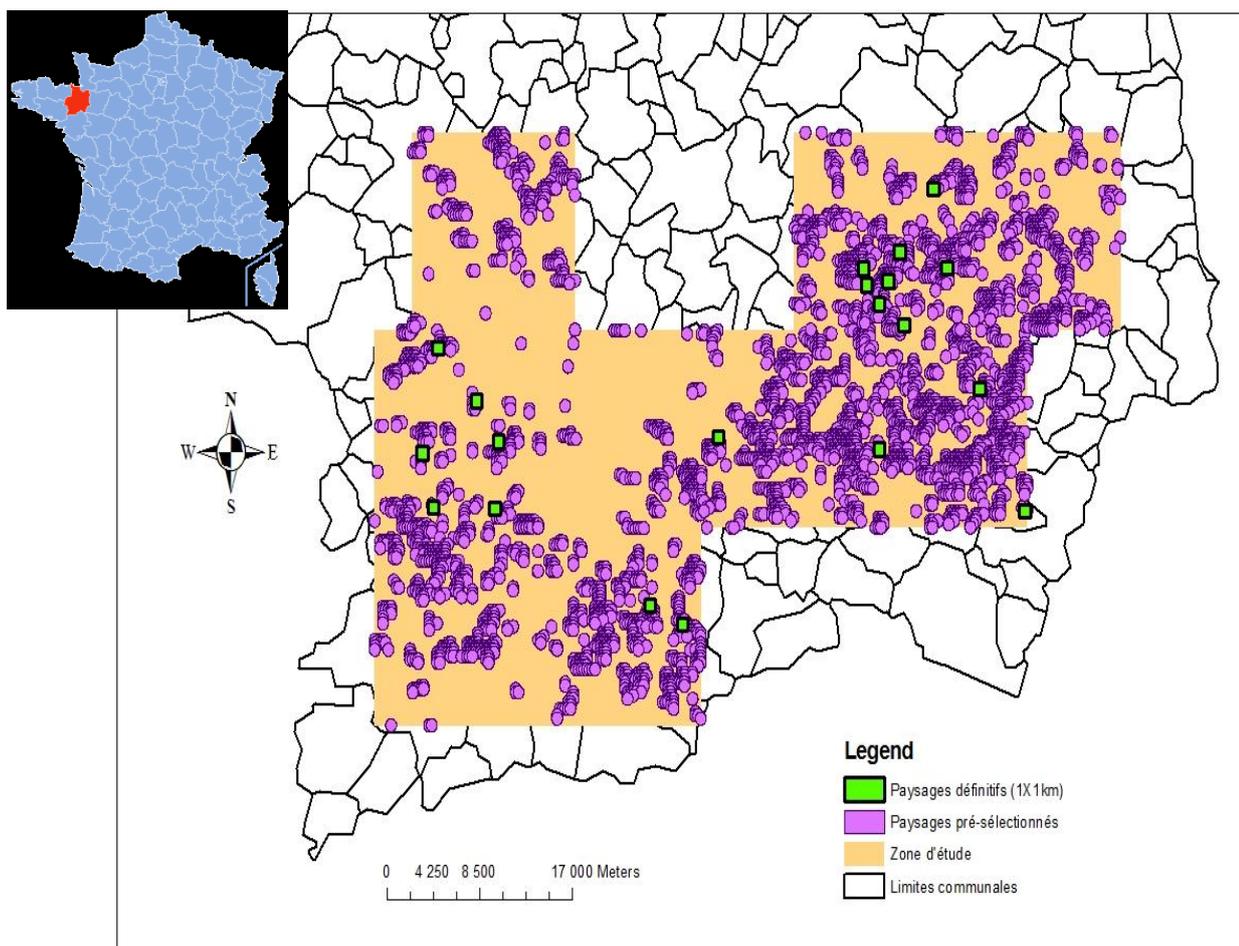
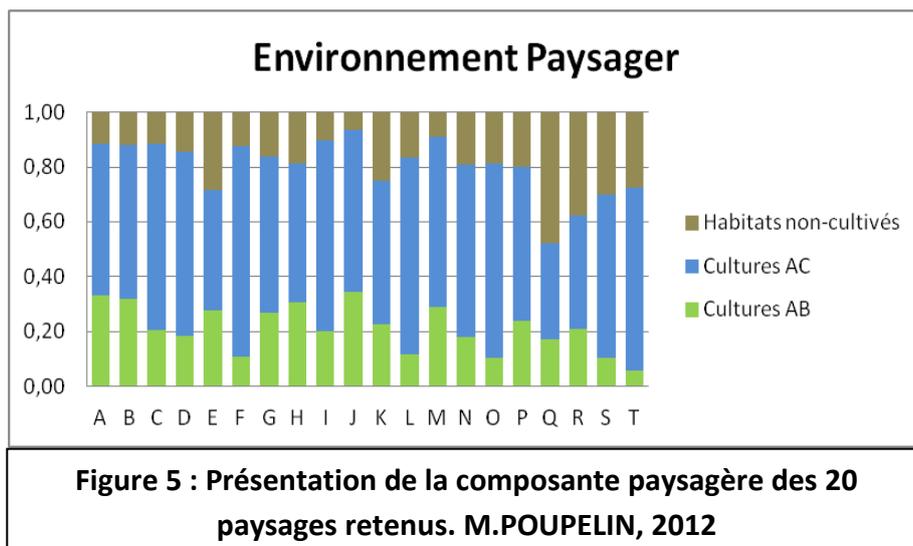


Figure 4 : Localisation de la zone d'étude, des paysages pré-sélectionnés, des carrés concernés. C. Puech, 2012.

La stratégie de recherche a été ensuite de cibler les communes dans lesquelles il y avait beaucoup d'agriculteurs en AB. (A partir de données obtenues auprès de la FRAB¹⁸). Des agriculteurs en AB et conventionnels cultivant du blé d'hiver au sein des 4 088 paysages ont été contactés afin de finalement sélectionner 20 paysages comprenant chacun un blé AB et un blé AC. Au total, 40 parcelles appartenant à 39 agriculteurs ont donc été sélectionnées. Elles sont réparties dans 20 paysages présentant une surface en AB variant de 6% à 37% (figure 5). Par conséquent, dans le cas de cette étude, toute surface autre qu'AB est considérée comme AC.



2. Modèles biologiques

2.1. Les Coccinelles (Coléoptères coccinellidae)

La famille des *Coccinellidae* comprend, en France, un peu moins de 90 espèces, dont une bonne part sont d'ailleurs peu répandue ou inféodée à certains habitats (Dauguet., 1949). A contrario, certaines espèces sont extrêmement communes et répandues dans la majorité des milieux (9 captures sur 10 sont *Coccinella 7-punctata*, *C. 10-punctata* et *Adalia bipunctata*)(Dauguet., 1949).

2.1.1. Echantillonnage

Les observations des coccinelles ont nécessité un piégeage dès le début de leur période d'activité (printemps) jusqu'à la récolte des blés d'hiver. Les dates d'observation ont été choisies à intervalle régulier au cours de la saison d'échantillonnage : 26-27 Avril ; 10-11 mai ; 7-8 juin et 21-

¹⁸ Fédération des Réseaux d'Agriculture Biologique

22 juin (Annexe IV : Calendrier). L'échantillonnage a été effectué à un minimum de dix mètres de la bordure du champ de manière à ne pas avoir d'influence des caractéristiques écologiques de cette dernière (ex : microclimat,...).

⌘ Coccinelles adultes

Les adultes ont été capturées par un fauchage de la culture de blé, à l'aide de filets fauchoirs (Majerus et Kearns., 1989). Suivant de brefs mouvements d'aller et retour, le filet fauchoir est présenté horizontalement avec son ouverture perpendiculaire de sorte que l'extrémité des plantes se trouve au milieu de l'ouverture (GPPMISB¹⁹). Cette ouverture mesure 37 cm de diamètre et le manche de plus de 70 cm est robuste. Il a été choisi de balayer avec le filet une distance d'environ un mètre de chaque côté. (Figure 6)

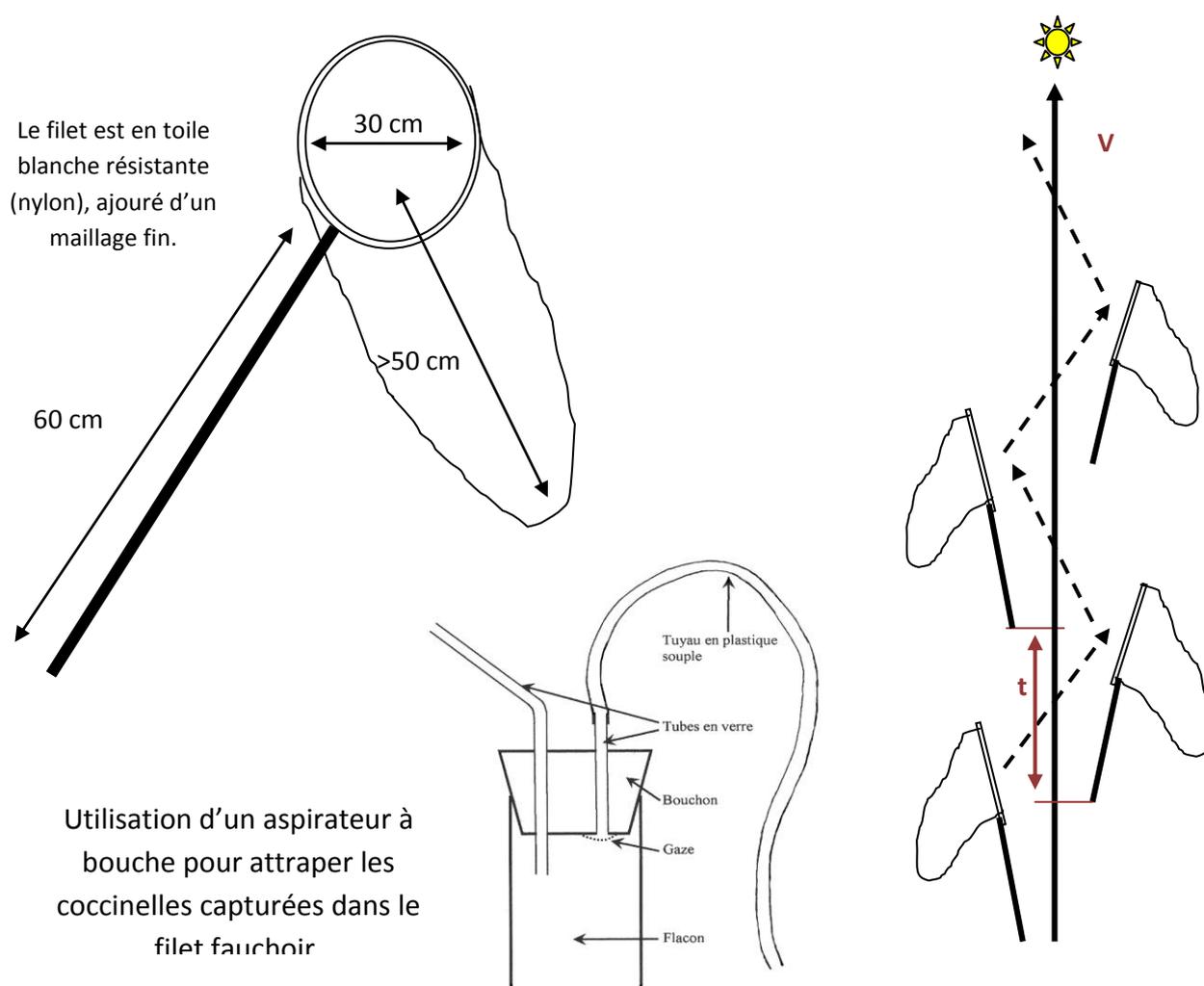


Figure 6 : Matériel de capture des coccinelles et plan de fauchage de la végétation. M.POUPÉLIN, 2012.

¹⁹ Guide Pratique des Principales Méthodes d'Inventaire et de Suivi de la Biodiversité

Cet échantillonnage a été répété sous la forme de 2 transects par parcelle (Rundlof *et al.*, 2008) comprenant chacun 5 séries de 50 fauches, soit un total de 500 fauches par parcelle. (Figure 7)

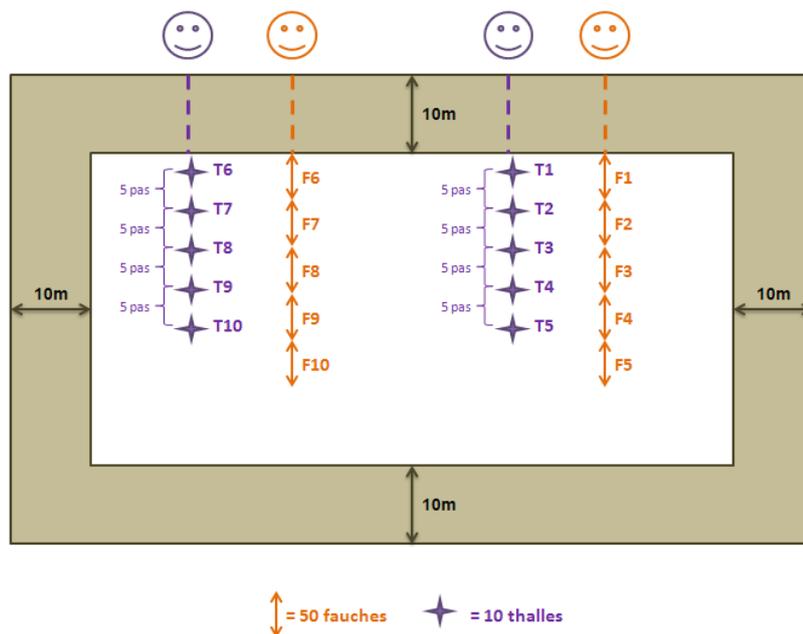


Figure 7 : Plan d'échantillonnage des adultes (orange) et larve (violet) de coccinelles dans une parcelle. C.PUECH, 2012.

Les adultes capturées lors du fauchage de la végétation ont été récoltées dans des piluliers à l'aide d'aspirateurs à bouche, conservés au congélateur, et identifiés jusqu'à l'espèce en laboratoire.

⌘ Larves de coccinelles

Les larves de coccinelles ont été échantillonnées par comptage sur talles²⁰, au sein de quadrats de 50cm². Dans chaque parcelle, 10 quadrats espacés de 5m ont été répartis sur 2 transects (figure 7). Il n'existe pas à ce jour de clé de détermination des larves de coccinelles, nous les avons donc identifiées par l'interprétation de caractères distincts à l'aide de photographies. (Annexe V, VI)

²⁰ Ensemble de jeunes pousses

2.1.2. La détermination

Un contact a été pris avec le GRETIA²¹, ce qui a abouti à la réalisation d'une formation à la détermination des espèces, par un des membres de l'association, Frédéric Noël.

Nous avons utilisé la clé de détermination présente dans l'Atlas des coccinelles de La Manche (Le Monnier et Livory., 2003), qui concerne les espèces de l'Ouest de la France. L'identification des espèces a été réalisée à partir des caractéristiques morphologiques. Cette étape ne présente pas de grosses difficultés mais passe par la phase laboratoire car il convient de disposer d'une loupe binoculaire afin de bénéficier d'un grossissement suffisant (X40). (Annexe VII)

2.2. Les pucerons (Hémiptère aphididae)

Les pucerons (Annexe VIII : Taxonomie et Morphologie) appartiennent à l'ordre des Hémiptères²². Au sein des hémiptères, les pucerons appartiennent au sous-ordre des Sternorrhyncha, comme les cochenilles, les psylles et les aleurodes qui font également partie des ravageurs importants. Phytophages, ils possèdent un système buccal de type piqueur-suceur (Figure 8), adapté à percer les parois végétales pour ingérer la sève dont ils se nourrissent. Près de 4 700 espèces de pucerons ont été décrites dans le monde dont 900 se rencontrent en Europe. Parmi elles, une cinquantaine d'espèces ont une importance économique car elles se développent au détriment des plantes cultivées. Dans le blé, l'orge et le maïs, trois espèces de pucerons (Annexe IX) sont fréquentes : le puceron des céréales et du merisier à grappes (*Rhopalosiphum padi*), le puceron des épis (*Sitobion avenae*) et dans une moindre mesure le puceron des céréales et du rosier (*Metopolophium dirhodum*)(Leclant., 1999 et Turpeau *et al.*, 2011).

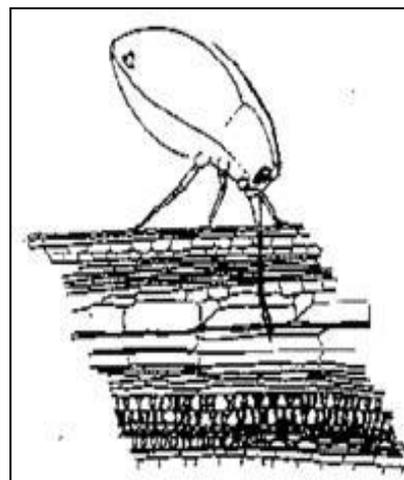


Figure 8 : Système buccal de type piqueur-suceur (N. Sauvion, 1995 in Encyclop'aphid)

²¹ Groupe d'ETude des Invertébrées Armoricaains

²² insectes hémimétaboles à pièces buccales piqueuses-suceuses, et dont les ailes antérieures peuvent être ou non cornées sur tout ou partie de leur surface.

2.2.1. Echantillonnage

Les pucerons ont été échantillonnés trois fois dans la saison, au moment de l'élongation de la tige (9-13 Avril), puis au stade épiaison (21-25 Mai) et le dernier au stade maturation du blé (2-7 Juillet). (Annexe IV)

Le suivi des pucerons a été réalisé au moyen de comptages sur les talles de blé. Au sein de chaque parcelle, 10 points de comptage ont été répartis sur deux transects. A chaque point, les pucerons ont été identifiés et dénombrés sur 10 talles (Figure 9).

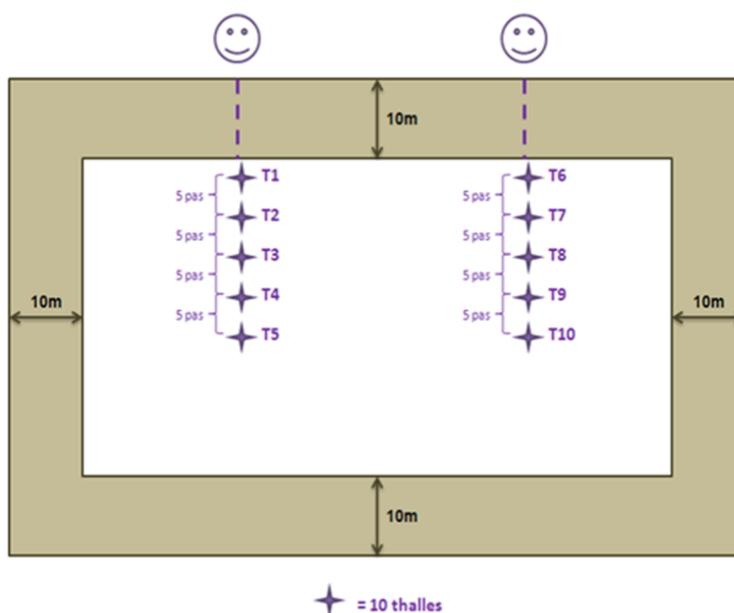


Figure 9 : Plan d'échantillonnage des pucerons dans une parcelle. C.PUECH, 2012.

Pour les mêmes raisons que les coccinelles, l'échantillonnage a été effectué à un minimum de dix mètres de la bordure du champ. Une loupe de terrain avec un grossissement x10 a été nécessaire pour mieux apprécier les critères de détermination des différentes espèces aphidiennes présentes. Pour éviter la fuite des pucerons, ce comptage s'est d'abord effectué sans contact avec les talles, puis en inspectant plus en détail l'intérieur des feuilles de chaque talle. (Annexe X).

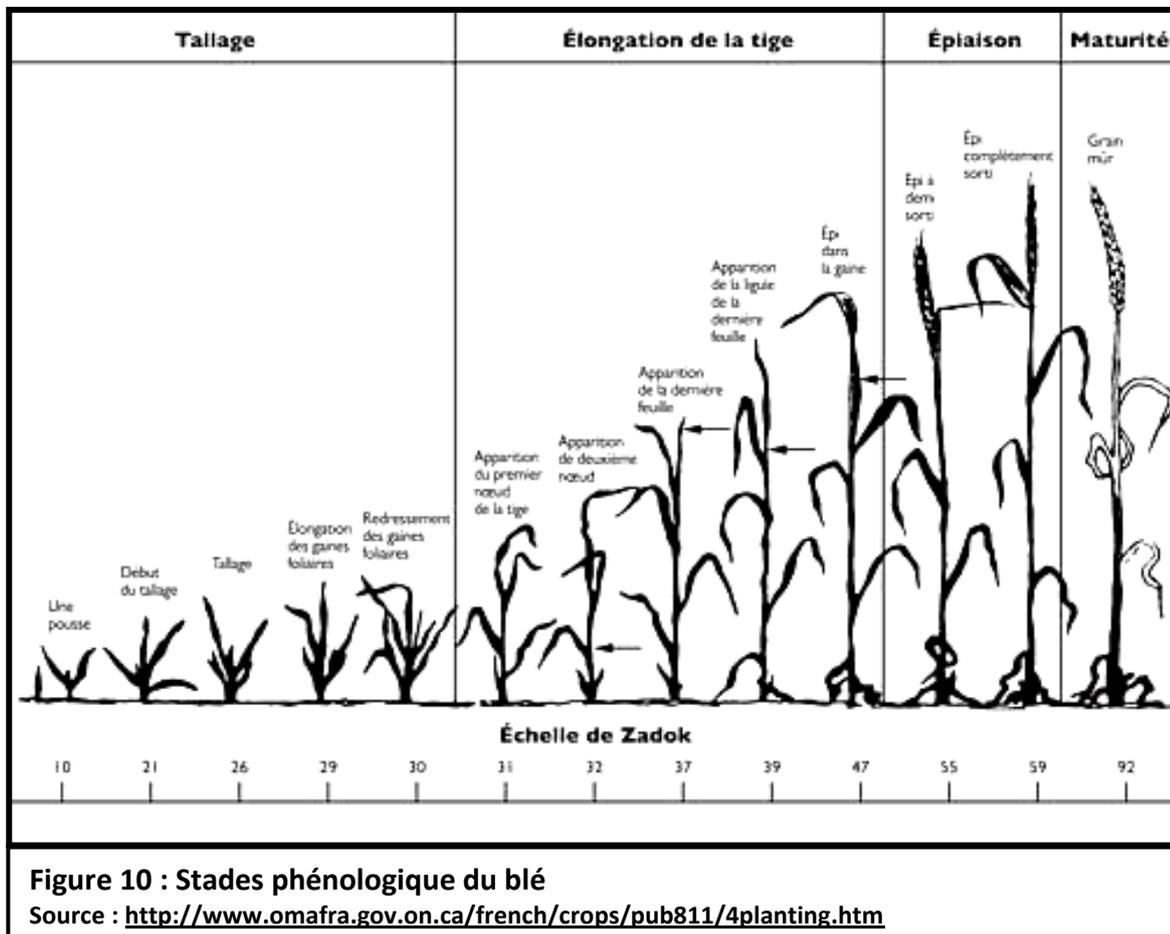
2.3. Suivi des conditions de milieu au sein des parcelles de blé

Dans chaque parcelle, il a été choisi de réaliser dans 4 quadrats de 50 cm², toutes les deux semaines, les relevés suivants:

- ✕ La densité du blé (nombre de plants/50cm²), (réalisée uniquement lors de la première semaine)
- ✕ La hauteur moyenne du blé.

α Le pourcentage de recouvrement de chaque élément d'occupation du sol (blé, adventices, litière, sol nu), par une notation s'appuyant sur la méthode de Braun-Blanquet (Tableau III).

α L'état phénologique (hauteur, nombre de feuilles, présence de l'épi) du blé, défini sous la forme d'une échelle par Zadok (Figure 10). (Annexe XI)



Ces relevés sur le blé d'hiver nous renseignent indirectement sur les conditions microclimatiques, variables et hétérogènes sur l'ensemble des parcelles échantillonnées, qui peuvent probablement influencer les communautés de coccinelles et pucerons.

3. Analyses statistiques

Les données obtenues tout au long de la période d'échantillonnage ont été saisies dans un tableur Excel. Le choix du logiciel d'analyse statistiques s'est porté vers le logiciel gratuit R version 2.15.1. Disponible en ligne, il est puissant et utilisé par un nombre croissant de chercheurs dans le monde (Poinsot. 2005).

L'abondance des coccinelles a été mise en relation avec deux types de variables²³ statistiques : des variables descriptives de facteurs locaux à l'échelle de la parcelle, et des variables descriptives du paysage autour de la parcelle.

Les variables à l'échelle de la parcelle sont :

- les variables descriptives de la végétation : pourcentage du sol recouvert par des adventices (adv), du blé (ble), de la litière (lit), et du sol nu (sn) ; densité du blé (dens) ; hauteur du blé (hauteur). Les mesures de recouvrement (R) de la végétation réalisées avec l'indice de Braun-Blanquet ont nécessité d'être converties (CR%) pour les analyses. Cela à l'aide de la formule suivante : $CR\% = (\sum \text{des } R \text{ moyen}^{24} \times 100) / \text{nombre de relevés}$ (Annexe XII - Baudière et Serve, 1975 *in* Meddour, 2011).
- Les variables descriptives des ressources alimentaires : l'abondance de pucerons. Pour chaque parcelle, les abondances de coccinelles et de pucerons ont été sommées dans le temps et dans l'espace (X échantillons pour les coccinelles, Y pour les pucerons).

Les variables à l'échelle du paysage sont :

L'indice d'hétérogénéité spatiale (H), le pourcentage de surfaces en AB (PAB) ou en en AC (PAC), le pourcentage de haies (Phaies), de cultures (Pcul), de bâtis (bâtiments+routes) (Pbat) et d'éléments semi naturels (haies + prairies permanentes + bois) (Pesn).

L'indice d'hétérogénéité (H) est basé sur le nombre de différents d'interfaces et leurs proportions. Il a été calculé au moyen du logiciel CHLOE. L'hétérogénéité est définie par Burel et Baudry (1999) selon une formule inspirée de celle de Shannon :

$$\text{Heterogeneity} = - \sum_{q=1}^{na} Pq \times \ln(Pq)$$

(« na » représentant le nombre de combinaisons et connexions entre les valeurs (; « Pq » représentant la proportion du nombre de couples (ex : même type d'occupation du sol) q.)

²³ Jeux de données pouvant avoir un influence sur le paramètre recherché

²⁴ Le R moyen = la médiane de chaque classe

Avec le logiciel R, la première étape a consisté à tester les corrélations²⁵ des différentes variables afin de ne retenir que les variables non corrélées pour la réalisation du modèle²⁶ statistique. Avant de tester les corrélations, le test de Shapiro-Wilk a été utilisé afin de savoir si les différentes variables suivaient une loi normale (N) ou non. Aucune des variables n'étant distribuée normalement, c'est le test de corrélation de Spearman qui a été utilisé.

Les résidus du modèle suivant une loi Normale, nous avons réalisé des Modèles Linéaires (LM). Pour ne conserver que les meilleures combinaisons de variables possibles au sein des modèles finaux, la méthode des MMI (MultiModel Inference) a été appliquée (Burnham et Anderson, 2002).

Le modèle linéaire testé pour l'abondance des coccinelles est le suivant :

« **model=lm(abc~ABAC+abp+Pcul+Pab+Phaie+abp:ABAC+Pab:ABAC+Phaie:ABAC)** ».

La formule permet au logiciel de rechercher l'abondance des coccinelles (abc) en fonction (~) des différentes variables séparément (+) et ensuite en fonction de leurs interactions (:).

Pour les pucerons, le modèle linéaire testé comprend les mêmes variables que pour les coccinelles, à l'exception de l'abondance des coccinelles. La formule est la suivante :

« **model=lm(abp~ABAC+abc+Pcul+Pab+Phaie+abp:ABAC+Pab:ABAC+Phaie:ABAC)** ».

²⁵ Variables réagissant de la même manière (la p-value doit être < 0.05)

²⁶ Il s'agit d'une représentation de la réalité

RESULTATS

Au total, au cours de la saison d'échantillonnage, 548 coccinelles et 741 pucerons ont été récoltés. En raison d'un trop faible nombre d'espèces échantillonnées la richesse spécifique n'a pas pu être étudiée statistiquement, sous forme de modèles. La richesse spécifique a donc été présentée et discutée de manière descriptive. De la même façon, aucune larves n'a été observé par comptage.

1. Analyses descriptives des communautés de coccinelles et de pucerons au sein des blés d'hiver

1.1. Coccinelles

α Richesse spécifique

Sur la totalité de l'échantillonnage des coccinelles, 7 espèces différentes ont été identifiées. Cependant, seulement 3 d'entre elles sont très abondantes puisqu'elles représentent 98% des individus (Figure : 11a). Si on regarde plus en détail la proportion des espèces de coccinelles en fonction du mode de gestion des parcelles (Figure 11b et c), on observe une richesse spécifique légèrement plus faible en AB (5 espèces) qu'en AC (7 espèces). Cependant, étant donné le faible nombre d'espèces et la rareté de 4 d'entre elles on ne peut pas conclure que le type de gestion a réellement une influence sur la richesse spécifique en coccinelles.

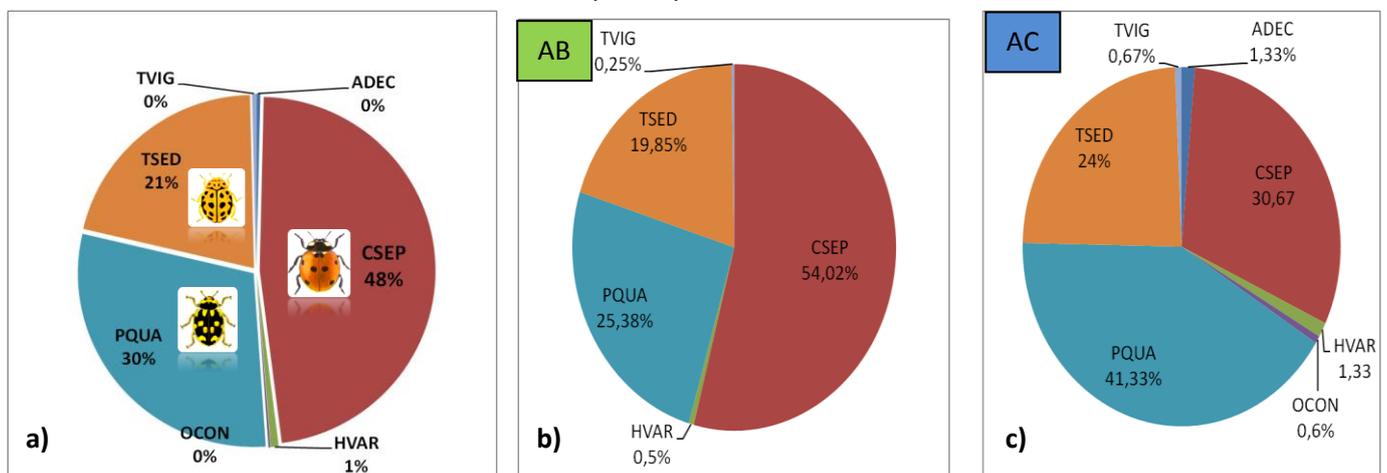


Figure 11 : Abondance relative des différentes espèces de coccinelles sur l'ensemble de la période d'échantillonnage, a) modes de gestion confondus (n=40), b) dans les parcelles bios (n=20), c) dans les parcelles conventionnelles (n=20). ADEC: *Adalia decimpunctata* ; CSEP: *Coccinella septempunctata* ; HVAR: *Hippodamia variegata* ; OCQN: *Oenopia conglobata* ; PQUA: *Propylea quatordecimpunctata* ; TSED: *Tytthaspis sedecimpunctata* ; TVIG: *Thea vigintiduopunctata*.

⌘ Abondance

Si l'on s'intéresse plus en détail à la proportion des espèces de coccinelles en fonction du mode de gestion des parcelles (figure 11b et 11c), des différences ressortent entre les espèces :

- *Coccinella septempunctata* (CSEP), qui représente près de 50% des individus présents dans les parcelles de blé d'hiver échantillonnées, est en proportion plus abondante dans les parcelles en AB qu'en AC.
- Ce phénomène est inverse pour *Propylea quatordecimpunctata* (PQUA) mais cependant un peu moins marqué.
- Par contre, pour *Tytthapsis sedecimpunctata* (TSED), il semblerait qu'il n'y ait pas d'influence du mode de gestion des parcelles.

1.2. Pucerons

⌘ Richesse spécifique

Seules les trois espèces majoritaires de pucerons (*Metopolophium dirhodum*, *Sitobion avenae*, et *Rhopalosiphum padi*) ont été rencontrées dans le blé d'hiver que ce soit dans les parcelles en AB ou AC.

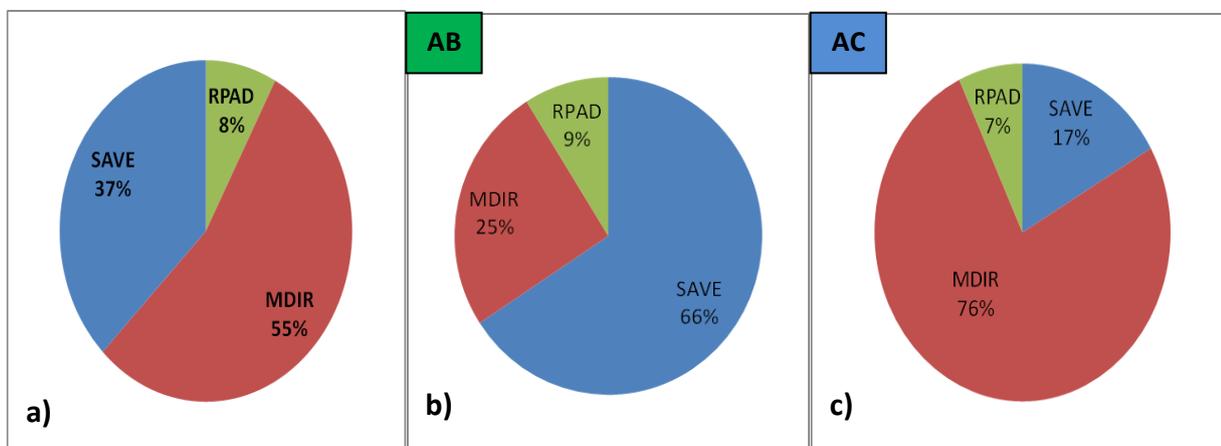


Figure 12 : Abondance relative des différentes espèces de pucerons sur l'ensemble de la période d'échantillonnage, a) modes de gestion confondus (n=40), b) dans les parcelles bios (n=20), c) dans les parcelles conventionnelles (n=20). SAVE: *Sitobion Avenae* ; RPAD: *Rhopalosiphum padi* ; MDIR: *Metopolophium dirhodum*.

⌘ L'Abondance

La représentation des abondances des différentes espèces de pucerons en fonction du type de gestion de la parcelle (AB vs AC)(figure 12), nous donne des informations supplémentaires. On remarque ainsi que :

- *Rhopalosiphum padi* est aussi abondant dans les blés en AB qu'en AC;
- *Metopolophium dirhodum* présente une abondance relative plus importante dans les parcelles en AC qu'en AB à l'inverse de *Sitobion avenae*.

2. Corrélations et variables retenues

Deux types de variables ont été testées séparément, d'un côté celles correspondant à la parcelle (Tableau V) et de l'autre celles du paysage (Tableau VI).

Tableau V : Résultats de la valeur de p par le test de Spearman pour les variables parcellaires obtenus sous R ainsi que leur vérification avec le coefficient de détermination (r^2) calculé sous excel. Les variables sont les suivantes : **hauteur** (Hauteur de la végétation) ; **adv** : Adventice (Végétation autre que du Blé) ; **dens** (densité du blé) ; **lit** (Litière-feuille morte) ; **sn** (Sol nu) ; **ble** (Blé tendre d'hiver) ; **abp** (abondance de pucerons).

(1) p (Spearman)	hauteur	adv	dens	lit	sn	ble
Adv	(+) 0,0001385					
dens	0,8064	(+) 0,001348				
lit	0,1186	0,2434	0,9706			
sn	(+) 5,13E-06	(-) 1,26E-11	0,06918	0,07537		
ble	0,4808	(-) 0,0001075	(+) 0,002225	0,8168	0,178	
abp	0,4812	0,5617	0,7954	0,3709	0,4655	0,2358
(2) R^2	hauteur	adv	dens	lit	sn	ble
adv	0,1336					
dens	0,0041	0,28				
lit	0,0009	5,00E-05	0,002			
sn	0,3176	0,756	0,0981	0,0323		
ble	0,0213	0,4046	0,3559	0,0102	0,049	
abp	0,0125	0,0339	0,0082	0,0702	0,051	0,0202

Tableau VI : Résultats de la valeur de p par le test de Spearman pour les variables paysagères obtenus sous R ainsi que leur vérification avec le coefficient de détermination (r^2) calculé sous excel. Les variables sont les suivantes : **H** (Indice d'hétérogénéité) ; **Pcul** (Proportion de culture) ; **Pesn** (Proportion d'élément semi-naturel) ; **Pbat** (Proportion de bâti) ; **Pab** (Proportion de culture AB) ; **Pac** (Proportion de culture AC) ; **Phaie** (Proportion de haie).

(1) p (Spearman)	Pcul	H	Pesn	Pbat	Pab	Pac
H	(-) 0,002431					
Pesn	(-) 0,0002786	(+) 0,006452				
Pbat	(-) 1,69E-05	0,5362	0,3096			
Pab	0,9486	(-) 0,03356	0,5177	0,1505		
Pac	(+) 1,10E-05	0,8756	(-) 0,01147	(-) 0,001083	(-) 0,0005305	
Phaie	0,2153	0,7397	0,06423	(-) 0,00581	0,5234	0,8176
(2) R^2	Pcul	H	Pesn	Pbat	Pab	Pac
H	0,3345					
Pesn	0,7599	0,337				
Pbat	0,2825	0,0308	0,0023			
Pab	0,0005	0,07720	0,0266	0,0568		
Pac	0,5504	0,0628	0,3188	0,2876	0,1961	
Phaie	0,025	5,00E-05	7,00E-06	0,1071	0,026	0,0044

Pour confirmer les résultats des tests de Spearman (Tableau V1 et VII1), les coefficients de détermination R^2 (Tableau V2 et VII2) ont également été calculés. Les résidus des modèles réalisés ont été testés par le test de Shapiro-Wilk. Si bien qu'ils suivent tous une loi normale (N), ce qui nous a amené à la réalisation de modèles linéaires (lm).

Au final, 6 variables ont été retenues pour la réalisation du modèle statistique final.

Pour les variables parcellaires, nous disposons de la différenciation du mode de gestion (AB vs AC). L'abondance des pucerons (abp) a été retenue car aucune corrélation n'a été révélée avec les variables liées au microclimat parcellaire (Tableau V). Au sein des paramètres micro-parcellaires, le pourcentage d'adventice au sol a été également retenue. Ce dernier paramètre testé (Tableau V) a été choisi pour sa pertinence avec le modèle biologique. Nous remarquons qu'il a permis de simplifier le nombre de variables car il a présenté de nombreuses corrélations. Une corrélation positive avec la hauteur du blé et la densité du blé de la parcelle, puis négative pour le recouvrement en blé et de sol nu. Le recouvrement en litière n'a été que faiblement observée, il a été choisi de ne pas le retenir.

Pour les variables paysagères, la proportion de cultures (Pcul) a été retenue. Elle présente (tableau VI) des corrélations négatives avec l'indice d'hétérogénéité (H), la proportion d'éléments semi-naturels (Pesn) et en bâti (Pbat), puis une variable positive avec la proportion de surface en agriculture conventionnelle (Pac). Par ailleurs, la proportion de haies (Phaie) a été retenue, bien qu'il y ait une corrélation négative avec la proportion en bâtis, ainsi que la proportion de surfaces cultivées en AB (Pab) simplement corrélées négativement avec H et par opposition avec Pac.

Le mode de gestion étant une variable qui explique très fortement l'abondance de coccinelles, et qui est corrélé avec le pourcentage d'adventice, l'effet du pourcentage d'adventices est gommé quand on réalise un modèle avec les 2 variables. La solution a été d'analyser indépendamment l'effet du pourcentage d'adventices sur l'abondance de coccinelles et de ne pas intégrer cette variable dans le modèle complet.

Le Model Linéaire Généralisé (glm) suivant a donc été réalisé :

« *model=glm(adv~ABAC,family=poisson)* »

3. Coccinelles

3.1. Influence des facteurs locaux et paysagers sur l'abondance des coccinelles

Les résultats du modèle linéaire (tableau VII) ont montré, d'une part, un effet significatif du mode de production (AB vs AC) sur l'abondance des coccinelles au sein des parcelles ($p=0.002$)(Tableau VII). Les coccinelles sont plus abondantes dans les parcelles gérées de manière « Biologique » (figure 13).

D'autre part, l'abondance des coccinelles semble dépendante de la proportion de haies dans le paysage ($p=0.030$ et $R^2=0.090$) (figure 14a). Lorsqu'on regarde respectivement ce qui se passe dans les parcelles en AB *versus* AC, nous n'avons pas de différences significatives (figure 14b).

Tableau VII : Coefficients des analyses réalisées sur l'abondance de coccinelles par LM en fonction des données parcellaires et des données paysagères.

	Estimate	Std, Error	Adjusted SE	z value	Pr (> z)	
(Intercept)	12,448	7,812	8,059	1,545	0,122	
Modedegestion	-11,985	3,764	3,884	3,085	0,002	**
AbondancePucerons	-0,030	0,110	0,113	0,263	0,793	
%haie	8,876	3,967	4,100	2,165	0,030	*
%cultures	0,011	0,207	0,214	0,051	0,959	
%AB	0,021	0,166	0,172	0,121	0,904	
ModedeGestion:%haie	-3,342	7,302	7,556	0,442	0,658	

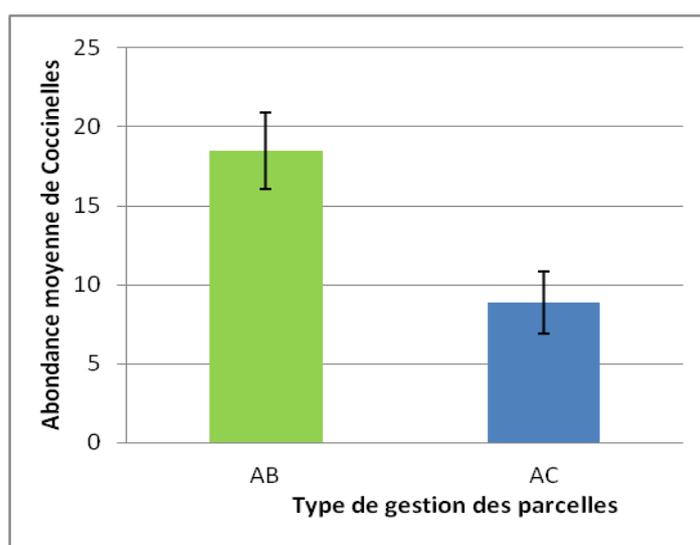


Figure 13 : Comparaison de l'abondance moyenne (+/- erreur standard) des communautés de coccinelles sur l'ensemble de la période d'échantillonnage en fonction du mode de gestion.

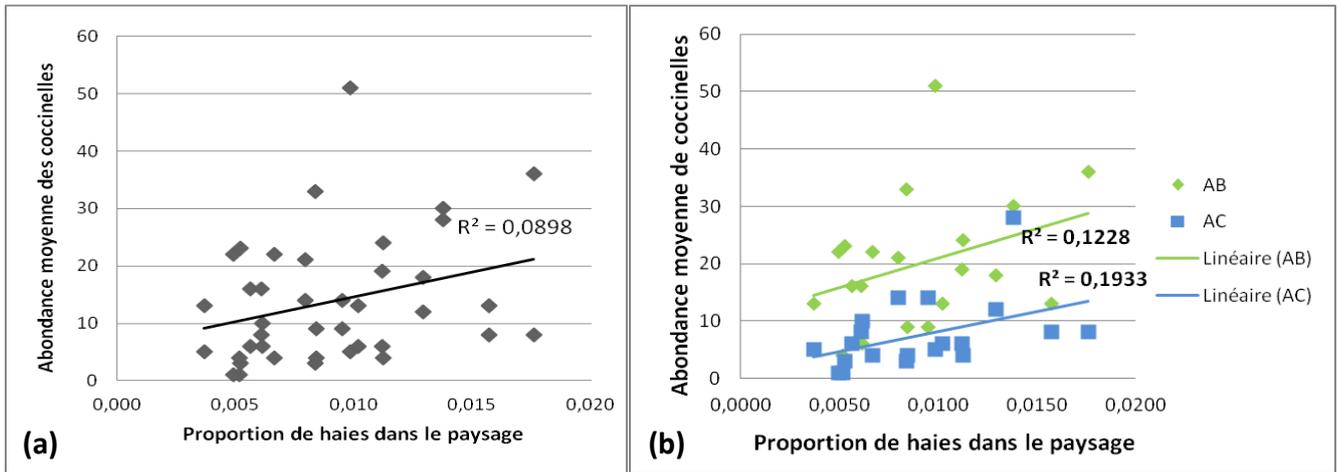


Figure 14 : Abondance des coccinelles en fonction de la proportion de haies dans le paysage a) quelque soit le mode de production et b) en fonction du mode de production AB / AC.

Les autres variables n'ont pas d'effets significatifs sur l'abondance des coccinelles ($p > 0,05$; tableau VII). Ainsi l'abondance de coccinelles ne semble pas impactée par l'abondance de pucerons dans les parcelles (figure 15), la proportion de surfaces en AB (figure 16) et de surfaces cultivées (figure 17) dans le paysage.

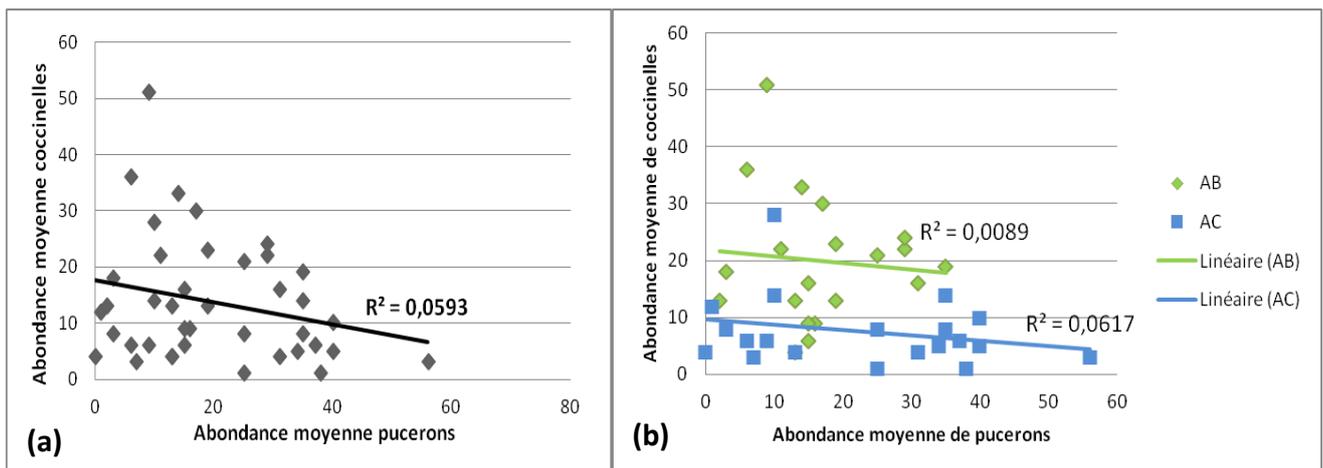


Figure 15 : Abondance des coccinelles en fonction de celle des pucerons a) quelque soit le mode de gestion et b) en fonction du mode de gestion AB / AC.

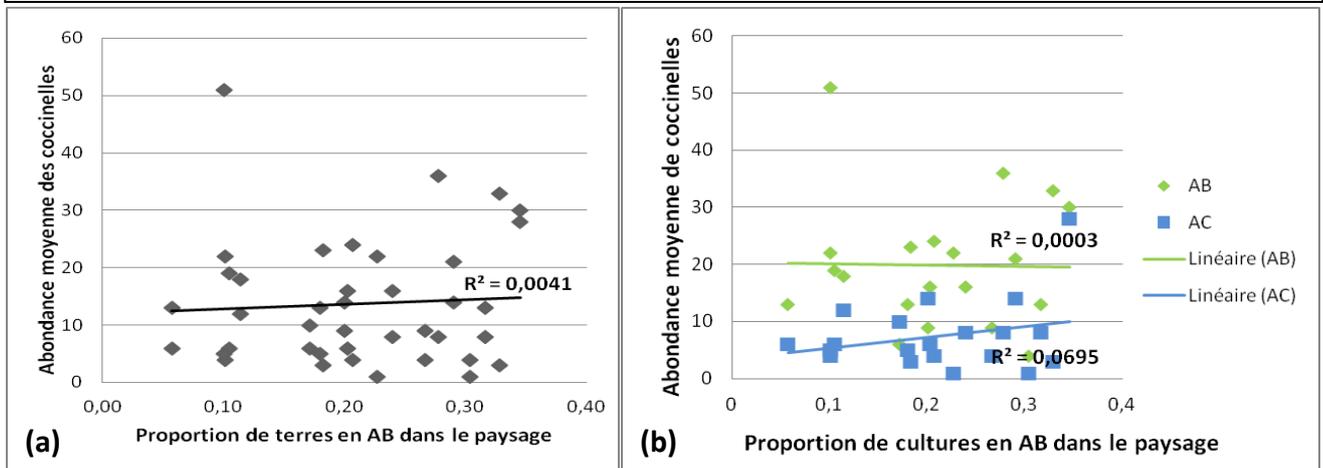


Figure 16 : Abondance des coccinelles en fonction de la proportion de surface cultivée en AB au sein du paysage a) quelque soit le mode de gestion et b) en fonction du mode de gestion AB / AC.

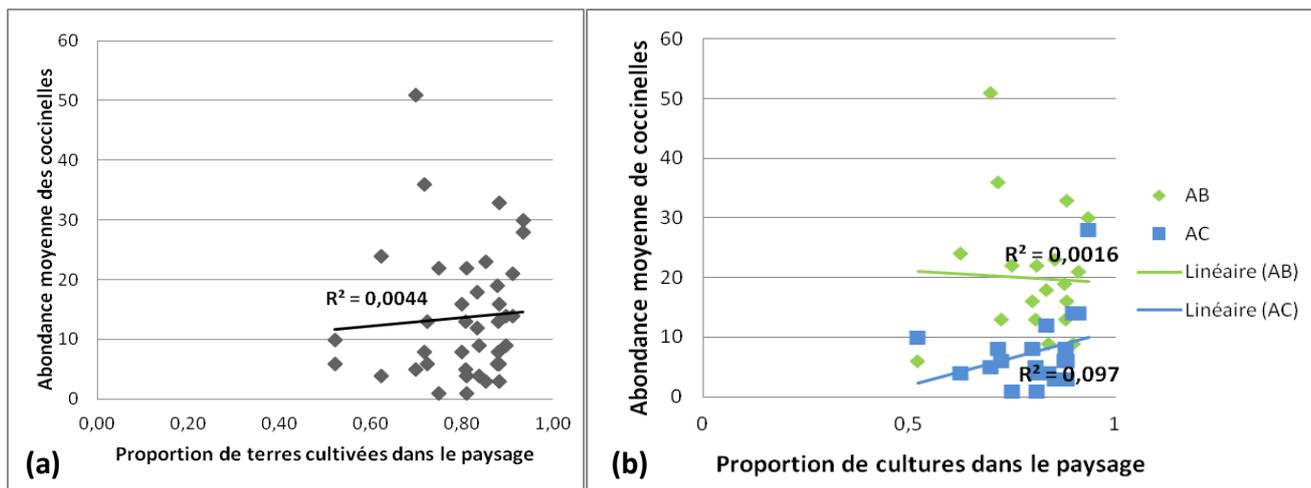


Figure 17 : Abondance des coccinelles en fonction de la proportion de surface cultivée dans le paysage a) quel que soit le mode de gestion et b) en fonction du mode de gestion AB / AC.

3.2. Abondance des coccinelles en fonction du recouvrement en adventice au sein des parcelles.

Le recouvrement en adventices dans les parcelles de blé d'hiver est fortement dépendante du mode de gestion (glm, $p < 0.001$). On observe une forte quantité d'adventices dans les parcelles biologiques en comparaison des parcelles conventionnelles (figure 18). Ceci nous a conduits à analyser l'effet de cette variable indépendamment des autres afin de ne pas altérer la qualité du modèle.

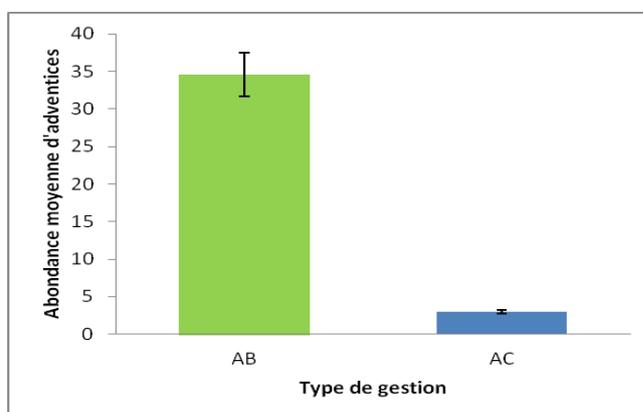


Figure 18 : Abondance moyenne d'adventices en fonction du type de gestion. Barre d'erreur = erreurs standards.

Un Modèle Linéaire (lm) a donc été créé afin de tester l'effet du pourcentage d'adventices sur l'abondance des coccinelles : « $model = lm(abc \sim adv)$ ». Les résultats montrent que l'abondance des coccinelles est significativement plus importante dans les parcelles avec un recouvrement important du sol par les adventices ($p = 0.003$) (figure 19a).

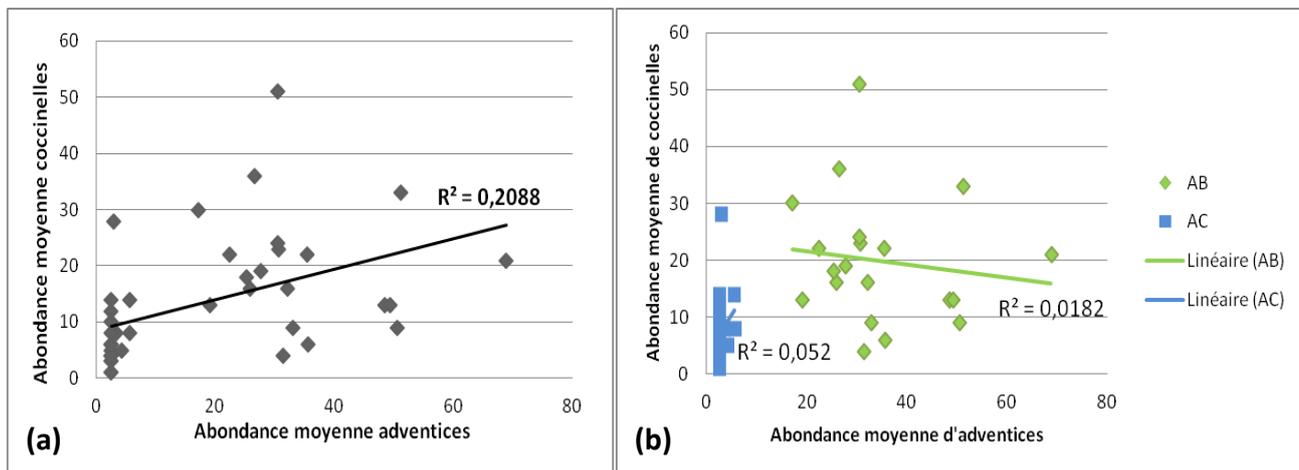


Figure 19 : Abondance des coccinelles en fonction de celle des adventices a) quelque soit le mode de gestion et b) en fonction du mode de gestion AB / AC.

Par contre, si l'on teste l'effet du recouvrement en adventices sur l'abondance des coccinelles séparément par mode de gestion (AB vs AC) (figure 19b), cette variable n'a plus d'effet significatif. Cela s'explique par le fait que l'abondance des adventices est fortement dépendante du mode de gestion des parcelles.

4. Pucerons

Influence des facteurs locaux et paysagers sur l'abondance des pucerons

Les résultats du modèle linéaire montre que les variables parcellaires et paysagères n'ont aucun effet significatif sur l'abondance des pucerons ($p > 0.05$).

Tableau VIII : Coefficients des analyses réalisées sur l'abondance de pucerons en fonction des variables paysagères et parcellaires.

	Estimate	Std. Error	Adjusted SE	z value	Pr(> z)
(Intercept)	36.615	24.386	24.822	1.475	0.140
Mode de gestion	7.477	7.299	7.465	1.002	0.317
Abondance coccinelles	-0.242	0.218	0.224	1.077	0.282
%haie	-8.368	6.308	6.501	1.287	0.198
%cultures	-0.391	0.314	0.324	1.205	0.228
%AB	-0.014	0.258	0.266	0.054	0.957
Modedegestion:%haie	-12.118	10.914	11.297	1.073	0.283

Il n'y a pas d'effet du mode de production sur l'abondance des pucerons au sein des cultures ($p = 0.317$; tableau VIII), comme illustré par les erreurs standards se chevauchant sur la figure 20. De même, l'abondance des pucerons ne varie pas en fonction de l'abondance des

coccinelles au sein des parcelles ($p=0.282$: tableau VIII). Les proportions de haies, de surface cultivée et de surface en AB n'ont pas d'effet sur l'abondance des pucerons (Tableau VIII).

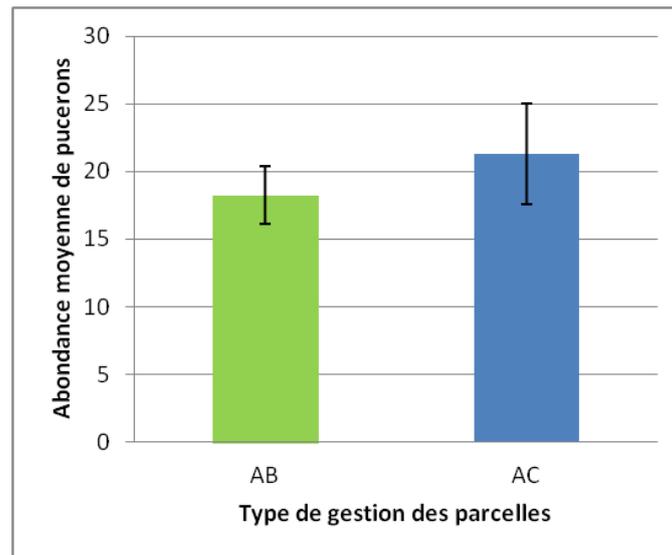


Figure 20 : Abondance moyenne (+- erreur standard) des pucerons sur l'ensemble de la période d'échantillonnage en fonction du type de gestion.

DISCUSSION

1. Richesse spécifique des coccinelles et des pucerons dans les parcelles de blé

Le premier constat concernant la richesse spécifique est le faible nombre d'espèces de coccinelles fréquentant le blé d'hiver. Nous pouvons, cependant, avoir un bon aperçu du cortège²⁷ d'espèces fréquentant les parcelles de blé d'hiver en Ille-et-Vilaine. Principalement trois coccinelles y sont présentes : *Coccinella septempunctata*, *Propylea quatordecimpunctata* et *Tytthaspis sedecimpunctata*. Concernant les exigences écologiques de ces trois espèces, *C. septempunctata* a un régime aphidiphage (Pucerons essentiellement) et, bien qu'eurytope²⁸, elle affectionne les milieux ouverts. *P. quatordecimpunctata* est polyphage (mange de tout) et est considérée comme ubiquiste²⁹ et eurytope. *T. sedecimpunctata* est essentiellement phytophage, et fréquente majoritairement la strate herbacée. (Majerus et kearns., 1989 ; Le Monnier et Livory., 2003).

Lorsque nous regardons l'abondance des trois principales espèces de coccinelles en fonction du mode de gestion des parcelles, nous observons une réaction marquée de *C. septempunctata* et *P. quatordecimpunctata* au mode gestion des parcelles. Ainsi, on constate une présence plus importante de *C. septempunctata* dans les parcelles en AB et à l'inverse de *P. quatordecimpunctata* dans les parcelles en AC, *T. sedecimpunctata* est quant à elle présente dans les mêmes proportions. Ces résultats pourraient s'expliquer par les régimes alimentaires des 3 espèces, en lien avec la ressource en pucerons. Effectivement, on observe un effet du type de gestion sur l'abondance relative des différentes espèces de pucerons. Nous observons dans les parcelles en AB une part plus importante de *Sitobion avenae* (66%), alors que, dans les parcelles en AC, c'est *Metopolophium dirhodum* qui domine (76%). L'explication qui peut-être apportée, est que *Sitobion avenae*, qui réalise l'intégralité de son cycle biologique dans le blé, pourrait donc être plus affecté par l'utilisation de pesticides que *Metopolophium dirhodum* qui réalise une partie de son cycle de développement sur une autre plante hôte, non cultivée (le rosier à grappe) (Turpeau et al., 2011). On sait que les différentes espèces de coccinelles peuvent avoir des préférences alimentaires et ainsi sélectionner certaines espèces de pucerons (Kalushkov., 1998 in Hemptine et

²⁷ Désigne un ensemble d'espèces ayant des caractéristiques écologiques ou biologiques communes.

²⁸ Se dit d'une espèce capable de supporter des variations importantes de plusieurs facteurs abiotiques. D'une manière générale, ces espèces présentent une vaste distribution et occupent des milieux variés.

²⁹ Se dit d'une espèce qui présente une aire de répartition très vaste, que l'on rencontre dans des milieux très différents.

al., 2005). On peut donc supposer que la forte proportion de *C. septempunctata* dans les parcelles AB est liée à une préférence alimentaire pour *S. avenae*, contrairement à *P. quatordecimpunctata* qui préférerait se nourrir de *M. Dirhodum*.

Ces résultats demanderaient à être vérifiés statistiquement, mais les données obtenues en 2012 sont insuffisantes pour le faire, du fait des conditions météorologiques (trop peu de pucerons).

2. Influence des paramètres locaux sur l'abondance des coccinelles

L'abondance des coccinelles est plus forte en AC qu'en AB. Ce résultat pourrait s'expliquer par les pratiques mises en place au sein des parcelles. Ainsi, on peut supposer qu'une utilisation réduite d'insecticides, et dans une moindre mesure d'herbicides, est plus favorable à l'installation et au maintien des coccinelles. La mortalité due aux insecticides entraînerait moins d'effets directs sur les coccinelles (Hole *et al.* 2005, Le Roux *et al.* 2008) et indirects par la toxicité des proies et une raréfaction alimentaire brutale. Les herbicides, eux, influenceraient la composition du milieu, avec moins d'accès à des ressources secondaires comme les adventices et un changement du microclimat. Des études ont montré que le blé ayant subi des traitements chimiques (cas des parcelles conventionnelles), provoque une accumulation de substances chimiques dans les pucerons. Les pucerons qui se nourrissent de la sève d'une culture traitée, entraînent un affaiblissement du développement des coccinelles qui les consomment (Martos *et al.*, 1992 in Hauge *et al.*, 1998 ; Hodek, 1956; Rothschild *et al.*, 1970; Malcolm, 1989, 1992 in Hauge *et al.*, 1998). Par ailleurs, les femelles, avant de pondre, se nourrissent de quelques pucerons. Grâce à ce repas, elles testent la valeur alimentaire des proies et obtiennent l'énergie nécessaire pour terminer la maturation d'un groupe d'ovules avant de se décider à pondre (Hemptinne *et al.*, 2005). On peut supposer que la présence de colonies de pucerons ayant une meilleure valeur nutritive (absence de résidus chimiques), au sein des parcelles biologiques incite les coccinelles à y pondre. La présence d'adventices comme ressources secondaires pourrait également être prise en compte dans la décision de ponte. Un choix de reproduction plus important dans les parcelles en AB coïnciderait avec le résultat observé. Les pesticides pourraient avoir un autre effet indirect qui est de diminuer la reconnaissance des substances sémiochimiques par les coccinelles (Durieux *et al.*, 2009). En effet, les coccinelles ont la capacité d'interagir avec les molécules présentes dans leur environnement et ce, pour localiser leurs proies, s'accoupler, se protéger de la prédation ou du cannibalisme, trouver un abri pour passer l'hiver ou assurer une meilleure survie pour leur descendance (Durieux *et al.*, 2009).

Par contre, contrairement à notre hypothèse, ces différences entre AC et AB ne sont pas liées à une abondance plus élevée de proies (pucerons) en AB. Ceci peut s'expliquer, d'une part, par le fait que les pucerons ont une grande diversité de prédateurs. Cela nous amène à nous interroger sur le rôle potentiel des coccinelles pour le contrôle biologique. D'autre part, nous devons relativiser ces résultats, car les conditions météorologiques de cette année n'ont pas été propices au développement des populations de pucerons, et il existe de grandes différences d'infestation d'une année à l'autre. D'autres pistes pourraient-être vérifiées comme la diversité de variétés de blé cultivées, comme c'est souvent le cas chez les agriculteurs en bio, qui augmenterait la qualité nutritionnelle ou la diversité des composés alimentaires contenu dans les pucerons recherchés par les coccinelles.

Cependant, comme nous l'avons déjà abordé, les coccinelles peuvent se nourrir de ressources alimentaires secondaires en l'absence de pucerons (ex : nectar, pollen, petit arthropode...) (Majerus et Kearns., 1989). Une proportion plus importante dans la parcelle d'adventices, en lien avec l'absence d'herbicides dans les parcelles en AB, pourrait ainsi augmenter l'accessibilité à ces ressources secondaires pour les adultes comme pour les larves et expliquer une abondance accrue de coccinelles. Il a ainsi été montré par Ali et Reagan (1985), que l'abondance et la diversité des insectes sont plus importantes en zones enherbées qu'en zones désherbées.

Des études nous apportent plus de précisions sur l'influence de la composition floristique des adventices. Des observations réalisées en champ ont révélé que *C. septempunctata* était plus fréquemment présente dans les parcelles contenant de grandes quantités de deux plantes messicoles³⁰ (*Crisium arvense* et *Elytrigia repens*) que dans les parcelles ne contenant que de l'orge (Hamilton *et al.*, 1999 in Durieux *et al.*, 2009). Les coccinelles semblent donc interagir avec les caractéristiques botaniques de leur environnement en répondant aux odeurs provenant de l'habitat du ravageur pour localiser leurs proies. Ces éléments peuvent être également la raison d'une proportion plus importante de *C. septempunctata* au sein des parcelles de blé d'hiver gérées en AB, qui présentent un taux d'adventices supérieur en comparaison des parcelles de blé d'hiver en AC.

³⁰ Une plante messicole est une plante qui littéralement "habite dans les champs" (du latin *Messis* : "moissons" et *Colerer* : "habiter"). Elle est liée aux moissons et donc commensales des champs de céréales principalement. Il s'agit de plantes biologiquement adaptées aux milieux ouverts et surtout régulièrement perturbés que sont les champs.

En règle générale, on considère les adventices comme nuisibles à la production mais dans la mesure où elles ne dépassent pas un certain seuil de concurrence avec la culture, elles peuvent avoir des effets bénéfiques sur les insectes. En plus d'apporter une ressource alimentaire alternative, les adventices peuvent créer un microclimat favorable aux coccinelles (ombrage, humidité) (Powell *et al.*, (1985), ainsi qu'à la ponte et au développement larvaire. Dans les parcelles en AB, il y a généralement une quantité supérieure d'adventices, ainsi qu'une hauteur de blé plus importante, contrairement aux parcelles AC où le sol est majoritairement nu et le blé moins haut. Ces paramètres influencent très certainement le microclimat des parcelles. Ainsi, une forte densité de la végétation et une taille importante du végétal réduisent certainement les variations de température. Ceci pourrait donc expliquer pourquoi on trouve d'avantage de coccinelles dans les parcelles en AB. Les coccinelles affectionneraient une végétation cultivée dense et haute, moins propice à des variations de température. Cependant le taux de recouvrement des adventices est très hétérogène au sein des parcelles en AB et l'utilisation d'herbicides n'étant pas systématique pour tous les agriculteurs conventionnels, cette hypothèse demanderait à être approfondie.

3. Influence des paramètres paysagers

La surface de cultures, la surface de bâti et l'indice d'hétérogénéité du paysage n'ont pas d'effets sur l'abondance des coccinelles. Ces résultats ne sont pas surprenants, compte tenu du fait que la quantité de chacun de ces éléments a été contrôlée afin qu'elle ne varie pas entre les différents paysages.

Contrairement aux hypothèses émises et aux résultats d'autres études ayant mesuré l'influence de la proportion de surfaces gérées en AB (Rundlof *et al.*, 2008 ; Gabriel *et al.*, 2010), l'abondance des coccinelles n'y réagit pas dans notre étude.

Ce résultat peut être dû à la façon dont la dichotomie AB/AC a été réalisée. Les résultats peuvent en effet être biaisés par le fait que, pour des raisons logistiques et techniques, l'ensemble des surfaces cultivées de façon non biologique est considéré par défaut comme conventionnel. En effet, on sait qu'il existe une grande diversité de modes de gestion au sein des agriculteurs non-biologiques (Annexe II). Pour améliorer ce point, il serait nécessaire, par la réalisation d'enquêtes, d'aller plus loin sur la description de la diversité des pratiques mises en œuvre en AC comme en AB.

Par contre, bien que les paysages soient relativement homogènes en terme de proportion de haies (allant de 0,37% à 1,76%), les résultats ont tout de même révélé un effet de cette variable sur l'abondance des coccinelles. Ceci nous amène à dire que ce type d'élément dans le paysage semble primordial pour les coccinelles. En effet, les haies représentent pour les coccinelles un lieu de refuge et d'alimentation (Hemptine *et al.*, 2005). Ainsi, on sait que les coccinelles à sept points (*C. septempunctata*) et à damier (*P. quatordecimpunctata*) se réfugient dans des touffes de la végétation herbacée, ou sous les feuilles mortes (Hemptine *et al.*, 2005). En l'absence de l'apparition des grosses colonies de pucerons aux mois d'avril ou mai, les coccinelles trouvent dans les haies une ressource alimentaire : du pollen qu'elles trouveront dans les inflorescences mâles de noisetiers, de saules ou d'arbres fruitiers et également quelques pucerons sur de petites plantes sauvages très précoces (*Véronica chamaedrys*, *lamium purpureum*...) (Hemptine *et al.*, 2005.).

Il est même possible d'aller plus loin, car des études ont montré que certaines plantes sont particulièrement favorables au développement des coccinelles. Ceci peut-être un début d'amélioration pour le maintien des coccinelles dans les paysages agricoles. D'après, Alhmedi *et al.* (2007), les zones marginales de cultures (dont les haies), en particulier celles avec présence de l'ortie commune (*Urtica dioica*) en bordure de champs ont une importance agronomique. *C. septempunctata* est la coccinelle la plus dominante sur les orties. Pour les pucerons, une diversité de 50 espèces a été notée. Les espèces ravageuses du blé d'hiver ne sont que très peu présentes : 3.8% pour *M. dirhodum* et 2.3% pour *S. avenae* (Alhmedi *et al.*, 2006). Les coccinelles aphidiphages étant capables de participer à la réduction des populations aphidiennes des cultures dès leur apparition, l'aménagement des agro-écosystèmes de façon à maintenir des zones d'orties, pourrait être envisagé afin de favoriser les auxiliaires et promouvoir ainsi la lutte intégrée contre les ravageurs des productions végétales.

Nous pouvons donc nous interroger sur un éventuel impact du type de gestion des bordures de champs sur nos résultats. Il serait bien d'envisager de prendre plus en considération cet élément à travers des relevés de la végétation et des pratiques d'entretien réalisées.

4. Influence des paramètres locaux et paysagers sur l'abondance des pucerons

Pour les pucerons, aucune variable parcellaire et paysagère n'influence leur abondance. Ce résultat s'explique probablement par le fait que les données sur les pucerons n'ont pas été suffisantes pour obtenir des résultats cohérents en raison de mauvaises conditions climatiques. En

effet, Hanisch (1980), Ankersmit (1988) et Honek (1991) in Thiès *et al.*, (2005) ont montré que les foyers de population de pucerons causant des dommages économiques sont lié aux pratiques agricoles (engrais azotés en combinaison avec l'application de régulateurs de croissance et les fongicides). On aurait pu s'attendre à voir un effet du mode de gestion.

5. Critiques et améliorations possibles de l'étude

Les conclusions de cette étude concernant l'effet du mode de gestion sur les communautés de coccinelles ne sont pas suffisantes pour apporter des réponses aux agriculteurs. En effet, ces résultats peuvent être biaisés par le fait que, pour des raisons logistiques et techniques, au sein des paysages, l'ensemble des surfaces cultivées non-biologiques est considéré comme conventionnel. Pour améliorer ce point, il serait nécessaire de ne pas se focaliser sur le mode de gestion, mais de regarder de plus près l'ensemble des itinéraires techniques pouvant être très hétérogènes au sein des surfaces en bio comme en conventionnel. Cette étape nécessitant la réalisation d'un questionnaire et la rencontre avec l'ensemble des agriculteurs n'a pas pu être réalisée lors de ce stage, mais ces résultats seront analysés dans le cadre de la thèse.

Il a été montré que la proportion de haies dans le paysage joue un rôle important sur l'abondance des coccinelles. Il serait donc judicieux, à l'avenir, de regarder de plus près la composition florale et le type des bordures des champs échantillonnées, ainsi que la façon dont elles sont entretenues.

Dans de prochaines études, il serait également pertinent de s'intéresser de plus près à *Tytthaspis sedecimpunctata* (très peu étudiée) en réalisant par exemple des relevés d'infestations du blé par la rouille (champignon), probable source d'alimentation de cette espèce. Elle est essentiellement végétarienne, consommant principalement des rouilles de la famille des Erysiphaceae complétées par des substances prélevées sur les fleurs, pollen et nectar (Le Monnier et Livory., 2003).

Concernant les techniques d'échantillonnage, le filet fauchoir présente l'avantage d'être peu coûteux à l'achat. L'inconvénient est, qu'avec un anneau de 30 cm de diamètre, il ne peut pas capturer les coccinelles qui se seraient réfugiées dans les parties basales du blé. D'autres systèmes de capture existent comme les pièges jaunes ou à aspiration. C'est système présente l'avantage d'être opérationnel tout une journée. Car, pour le filet fauchoir, l'échantillonnage s'est effectué

sur deux journées pouvant avoir des conditions météorologiques différentes, on ne sait pas quel effet cela a pu avoir sur les résultats. Il en est de même qu'au sein de chaque journée d'échantillonnage, les premières parcelles échantillonnées le matin et les dernières parcelles de la journée ont présenté des températures différentes. Or Iablokoff (1982) relate que l'activité des coccinelles est comprise entre 15 et 30°C. Cependant, ces autres systèmes d'échantillonnages présentent chacun des limites. L'idéal serait donc de diversifier les méthodes d'échantillonnage afin de capturer l'ensemble des individus présents dans les zones échantillonnées.

De la même façon, le choix de la technique d'échantillonnage des larves semble ne pas être approprié, puisque aucune larve n'a pu être comptabilisée sur le blé.

Les conditions climatiques mauvaises de cette année (hiver froid et été pluvieux et peu ensoleillé) n'ont pas favorisé la présence des coccinelles (adultes et larves) et des pucerons. Cette variabilité interannuelle peut être contournée en réalisant cette même étude sur plusieurs années.

CONCLUSION

Bilan scientifique

L'objectif de ce travail a été d'évaluer l'effet des modes de conduite des cultures de blé d'hiver (AB *versus* AC) au niveau de la parcelle, et au sein de l'environnement paysager (proportion de parcelles en AB dans le paysage), sur les communautés de coccinelles et de pucerons. L'originalité de cette étude est de travailler sur un groupe d'espèces encore peu étudiées, que ce soit à l'échelle du paysage ou de la parcelle. De plus, la prise en compte des pratiques agricoles à l'échelle du paysage est une approche novatrice.

Suite à ce travail, l'abondance des coccinelles est ressortie plus forte dans les blés d'hiver cultivés en AB qu'en AC. On peut supposer qu'une utilisation voire une suppression d'insecticides mais aussi d'herbicides est plus favorable à l'installation et au maintien des coccinelles. Notons que ces différences AB vs AC ne sont pas liées à une abondance plus élevée de pucerons en AB. Par contre, cela peut s'expliquer, en partie, par un fort recouvrement en adventices (ressources secondaires et alternatives, microclimat favorable). Par conséquent, un fort recouvrement d'adventices (souvent due à l'absence d'herbicides) entraîne une augmentation de la densité de la végétation.

Au niveau du paysage, contrairement à l'hypothèse formulée, une forte proportion de surfaces cultivée en AB n'a pas d'influence sur l'abondance en coccinelles dans les parcelles. Cependant, ce résultat est critiquable compte tenu de la façon dont certaines parcelles ont été caractérisées comme étant conventionnelles. Pour améliorer ce point, une analyse plus poussée des itinéraires techniques mis en place dans chaque parcelle serait nécessaire.

Par ailleurs, la proportion de haies dans le paysage influence l'abondance de coccinelles. Ceci nous montre donc l'importance que peut avoir cet élément dans les paysages afin de favoriser la présence d'auxiliaires et le potentiel de lutte biologique (refuge hivernal, source d'alimentation, etc).

Cette présente étude met en avant que, malgré le fait que le cahier des charges de l'AB ne fasse pas explicitement référence à la prévention de la biodiversité, celle-ci y est augmentée. On peut considérer qu'un mode de gestion qui exclut, les pesticides et les fertilisants de synthèse, est un atout pour la biodiversité. Des synergies entre production agricole et protection de l'environnement peuvent donc être développées. Maintien et entretien écologique des bordures de champs (haies, bandes enherbées...), réduction voire arrêt de traitements systématiques et

fertilisation raisonnée semblent être prépondérants pour favoriser le service de régulation biologique.

Bilan personnel

Bien qu'actuellement en licence professionnelle suite à un BTSA Gestion et Protection de la Nature, les cours suivis au cours du premier semestre par des enseignants chercheurs ont confirmé mon choix de vouloir découvrir le monde de la recherche. Cette expérience m'a permis de mieux me rendre compte de l'organisation de travail de ces structures et le lien qu'elles peuvent avoir avec l'ensemble des acteurs du territoire.

Les premières difficultés auxquelles j'ai dû faire face ne m'ont pas surpris, il s'agissait de la lecture bibliographique en Anglais. Malgré cela, cette recherche d'informations m'a permis de constater l'existence importante de périodiques scientifiques. La démarche et la réflexion scientifique ont confirmé ma pensée : j'ai apprécié et pris plaisir à développer un maximum de connaissances sur mon sujet de stage.

Le terrain et la phase laboratoire m'ont grandement motivé pour trouver un emploi avec des missions similaires.

Cependant, le travail d'analyse des résultats m'a demandé un certain temps d'adaptation afin de parvenir à le maîtriser. L'utilisation de logiciels simplifiant le travail du chercheur nécessite un certain temps de bureau et des connaissances particulières.

Mon stage m'a donc permis de me rendre compte de mes capacités, mes compétences et mes connaissances qui me sont nécessaires, à présent, pour me tourner vers la vie active. De plus, ce sujet correspond, pour moi, au domaine d'activité professionnel mettant en relation l'écologie et l'agriculture vers lequel je souhaite me tourner.

Bibliographie

ALHMEDI A., FRANCIS F., BODSON B., HAUBRUGE E., 2006. Étude de la diversité des pucerons et des auxiliaires aphidiphages relative à la présence d'orties en bordure de champs. *Notes fauniques de Gembloux*. 59 (2), 121-124

ALHMEDI A., FRANCIS F., BODSON B., HAUBRUGE E., 2007. Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en grandes cultures à proximité de parcelles d'orties. *Notes fauniques de Gembloux*. 60 (4), 147-152

ALI A.D. et REAGAN T.E., 1985. Vegetation manipulation impact on Predator and Prey populations in Louisiana sugarcane ecosystems. *J. econ. Entomol.* 78, 1409-1414

AVIRON S., BUREL F., BAUDRY J., and N. SCHERMANN, 2005. Carabid assemblages in agricultural landscapes : impacts of habitat features, landscape context at different spatial scales and farming intensity. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 108 (3), 205-217.

BAUDRY J., SCHERMANN N., BOUSSARD H., 2006. 'Chloe 3.1 : freeware of multi-scales analysis'. INRA, SAD-Paysage.

BENGTSSON J., AHNSTROM J., et WEIBULL A.-C., 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, Uppsala, 42, 261-269.

BIANCHI F.J.J.A., BOOIJ C.J.H., TSCHATNTKE T., 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes : a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society*, 273, 1715-1727.

BUREL F. et BAUDRY J., 1999. *Ecologie du paysage, Concepts, méthodes et applications*. Tech. et Doc. (éd.), 359 pages.

BURNHAM K.P., et ANDERSON D.R., 2002. Model selection and Multi-Model inference. Hardcover (éd.). XXVI, 488 pages.

CLOUGH Y, KRUESS A., KLEIJN D., et TSCHARNTKE T., 2005. Spider diversity in cereal fields: comparing factors at local, landscape and regional scales. *Journal of Biogeography*, 32, 2007-2014.

COLLINS K.L., BOATMAN N.D., WILCOX A., HOLLAND, J.M., CHANEY, K., (2002). Influence of beetle banks on cereal aphid predation in winter wheat. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 93(1/3): 337-350.

CONCEPCION E.D., DIAZ M., BAQUERO. R.A., 2008. Effects of landscape complexity on the ecological effectiveness of agri-environment schemes. *Landscape Ecology*, 23, 135-148.

DAUGUET P., 1949. *Les coccinellini de France*. Science Naturel (éd.), Paris, 88 pages.

DESCHAMPS L., 2011. Statistique agricole annuelle 2010. Agreste-DRAAF Bretagne (éd.). N°25, 16 pages

DIARD L., 2005. *La flore d'Ille-et-Vilaine. Atlas floristique de Bretagne*. Siloë (éd.), Nantes, 670 pages.

DURIEUX D., VERHEGGEN F.J., VANDEREYCKEN A., JOIE E., HAUBRUGE E., 2010. Synthèse bibliographique : l'écologie chimique des coccinelles. *Biotechnol, Agron, Soc, Environ*. 14 (2). 351-367.

EVANS E.W., 1991. Intra versus interspecific interactions of ladybeetles (Coleoptera: Coccinellidae) attacking aphids. *Oecologia* 87, 401-408.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture), 2011. "Produire plus avec moins". Guide à l'intention des décideurs sur l'intensification durable de l'agriculture paysanne. 102 pages.

FERRAN A., IPERTI G., LAPCHIN L., RABASSE J.M., 1991. La localisation, le comportement et les relations «Proie-prédateur» chez *Coccinella septempunctata* dans un champ de blé. *Entomophaga*, 36 (2), 213-225.

GABRIEL D., ROSCHEWITZ I., TSCHARNTKE T., et THIES C., 2006. Beta diversity at different spatial scales : plant communities in organic and conventional agriculture. *Ecological Applications*, 16, 2011-2021.

GABRIEL D., SAIT S.M., HODGSON J.A., SCHMUTZ U., KUNIN W.E. BENTON T.G., 2010. Scale matters: the impact of organic farming on biodiversity at different spatial scales. *Ecology Letters*, 13, 858-869.

HAUGE M.S., NIELSEN F.H., et TOFT S., 1998. The influence of three cereal aphid species and mixed diet on larval survival, development and adult weight of *Coccinella septempunctata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 89, 319-322.

HEMPTINE J-L., MAGRO A., MAJERUS M., 2005. *Les Coccinelles*. Delachaux Niestlé (éd.), Paris, 192 pages.

HOLE D.G., PERKINS A.J., WILSON J.D., ALEXANDER I.H., GRICE P.V. et EVANS A.D., 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122, 113-130.

HOLLAND J.M. et LUFF M.L., 2000. The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. *Integrated Pest Management Reviews*, 5, 109-129.

HOLLAND J.M., OATEN H., SOUTHWAY S., MOREBY S., 2008. The effectiveness of field margin enhancement for cereal aphid control by different natural enemy guilds. *Biological Control*, 47, 71-76.

IABLOKOFF-KHNZORIAN S.M., 1982. *Les Coccinelles-Coléoptères Coccinellidae. Tribu Coccinellini des régions Paléarctique et Orientale*. Boubée (éd.), Paris, 558 pages.

KRAUSS J., GALLENBERG I., STEFFAN-DEWENTER I., 2011. Decreased functional diversity and biological pest control in conventional compared to organic crop fields. *PLoS ONE*, 6 (5), 1-9.

LE MONNIER Y. et LIVORY A., 2003. *Une enquête Manche-Nature : Atlas des Coccinelles de la Manche*. Les Dossiers de Manche-Nature n°5, Coutances, 206 pages.

LE ROUX X., BARBAULT R., BAUDRY J., BUREL F., DOUSSAN I., GARNIER E., HERZOG F., LAVOREL S., LIFRAN R., ROGER-ESTRADE R., SARTHOU J.-P. et TROMMETER M., 2008. *Agriculture et biodiversité-Valoriser les synergies*. Expertises scientifiques collectives Inra. Quae (éd.), Versailles, 178 pages.

LECLANT F., 1999. *Les pucerons des plantes cultivées. Clefs d'identification. I – Grandes cultures*. INRA (éd.), 64 pages.

LETOURNEAU D.K. et BOTHWELL S.G., 2008. Comparison of organic and conventional farms : challenging ecologists to make biodiversity functional. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6, 430-438.

LEVEQUE C., 2008. *La biodiversité au quotidien*. Quae (éd.), 304 pages.

MACFADYEN S., GIBSON R., POLASZEK A., MORRIS R.J., GRAZE P.G., PLANQUE R., SYMONDSON W.O.C., MEMMOTT J., 2009. Do differences in food web structure between organic and conventional farms affect the ecosystem service of pest control? *Ecology Letters*. 12, 229-238.

MAJERUS et KEARNS. 1989. *Ladybirds*. The new naturalis' handbooks 10. 101 pages

MILLAN DE LA PANA N., BUTET A., DELETTRE Y., MORANT P., and BUREL F., 2003. Landscape context and carabid beetles (Coleoptera : Carabidae) communities of hedgerows in western France. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 94 (1), 59-72.

NORTON L., JOHNSON P., JOYS A., STUART R., CHAMBERLAIN D., FEBER R., FIRBANK L., MANLEY W., WOLFE M., HART B., MATHEWS F., MACDONALD D., FULLER R.-J., 2009. Consequences of organic and non-organic farming practices for field, farm and landscape complexity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 129, 221–227.

OBRYCKI J.J., et KRING T.J., 1998. Predaceous coccinellidae in biological control. *Annual Review of Entomology*, 43, 295-321.

ÖSTMAN Ö., EKBOM B., BENGTSSON J., (2003). Yield increase attributable to aphid predation by ground-living polyphagous natural enemies in spring barley in Sweden. *Ecological Economics* 45: 149-158.

POINSOT D., 2005. R pour les statophobes.

POWELL W., DEAN G.J., DEWAR A., 1985. The influence of weeds polyphagous arthropode predators in winter wheat. *Crop Protection*, 5, 298-312.

ROSCHEWITZ I., HÜCKER M., TSCHARNTKE T., et THIES C., 2005. The influence of landscape context and farming practices on parasitism of cereal aphids. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 108, 218–227.

RUCCI P., BUI S., LAMINE C., 2011. *Repenser la protection des cultures*. Quae (éd.). 250 pages.

RUNDLOF, M., BENGTSSON J. et SMITH H.G., 2008. Local and landscape effects of organic farming on butterfly species richness and abundance. *Journal of Applied Ecology*, 45, 813-820.

SHMIDT M.H., LAUER L., PURTAUF T., THIES C., SCHAEFER M., TSCHARNTKE T., 2003. Relative importance of predators and parasitoids for cereal aphid control. *Proceedings of the Royal Society*, 270, 1905–1909.

THIES C., ROSCHEWITZ I., TSCHARNTKE T., 2005. The landscape context of cereal aphid–parasitoid interactions. *Proceedings of the Royal Society Biology sciences*, 272, 203-210.

TURPEAU-AIT IGHIL E., DEDRYVER C.A., CHAUBET B., HULLE M., 2011. *Les pucerons des grandes cultures. Cycles biologiques et activités de vol*. Quae (éd.), 135 pages.

VOLLHARDT I.M.G., TSCHARNTKE T., WÄCKERS F. L., BIANCHI F.J.J.A., THIES C., Diversity of cereal aphid parasitoids in simple and complex landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 126, 289–292.

WALIGORA. C et THOMAS. F, 2009. Diversification des cultures, sortez des chemins battus. *Technique culturale simplifiées*. N°55. 18-26 pages.

WEIBULL A.-C., BENGTSSON J. et NOHLGREN E., 2000. Diversity of butterflies in the agricultural landscape: the role of farming systems and landscape heterogeneity. *Ecography*, 23, 743-750.

WEIBULL A.-C., ÖSTMAN Ö. et Granqvist A., 2003. Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. *Biodiversity and Conservation*, 12, 1335-1355.

ZEHNDER G., GURR G.M., KÜHNE S., WADE M.R. , WRATTEN S.D. and WYSS E., 2007. Arthropod pest management in organic crops. *Annual Review of Entomology*, 52, 57-80.

ANNEXES

Sommaire

Annexe I: Pourquoi protéger la biodiversité. Lévêque, 1997 <i>in</i> Le Roux <i>et al.</i> , 2008.	1
Annexe II : Diversité des pratiques agricoles de conduite du Blé d'hiver en Bretagne. Esther Laurens, Camille Puech, 2012.	2
Annexe III : Présentation non-exhaustif des effets probables des pratiques agricoles sur les communautés de coccinelles et pucerons. M.POUPELIN 2012.	6
Annexe IV : Calendrier d'échantillonnage des pucerons et coccinelles. M.POUPELIN. 2012.	7
Annexe V : Fiche de relevés des larves de Coccinelles. C.PUECH. 2012.	8
Annexe VI : Iconographie des larves de coccinelles de Grande-Bretagne.	9
Annexe VII : Critères de reconnaissance d'une coccinelle. M.POUPELIN. 2012.	10
Annexe VIII : Taxonomie et Morphologie. M.POUPELIN. 2012.	11
Annexe IX : Espèces de pucerons présents dans le Blé d'hiver. C.PUECH. 2012.	12
Annexe X : Fiche de relevés pucerons. C.PUECH. 2012.	13
Annexe XI : Fiche de relevés de la végétation. C.PUECH. 2012.	14
Annexe XII : Tableau de la comparaison et correspondances entre les coefficients d'abondance-dominance (AD) et les valeurs de recouvrements moyens (R%) de la méthode de Braun-Blanquet selon divers auteurs. R. Meddour*.	15

Annexe I: Pourquoi protéger la biodiversité

(d'après Lévêque, 1997 in Le Roux et al. 2008)

Motifs économiques

- Elle contribue à la fourniture de nombreux produits alimentaires, de matières premières pour l'industrie, de médicaments, de matériaux de construction et à usages domestiques.
- Elle est à la base de toute la production agricole, tant du point de vue du nombre d'espèces utilisées que des nombreuses variétés patiemment sélectionnées ; elle est indispensable pour l'amélioration des végétaux et des animaux domestiques.
- Elle offre d'importantes perspectives de valorisation dans le domaine des biotechnologies, notamment pour les micro-organismes, mais également dans le domaine des manipulations génétiques.
- Elle suscite une activité économique liée au tourisme et à l'observation d'espèces dans leur milieu ou à l'attrait de beaux paysages.
- Elle joue un rôle dans la régulation des grands équilibres physico-chimiques de la biosphère, notamment au niveau de la production et du recyclage du carbone et de l'oxygène.
- Elle contribue à la fertilité des sols et à sa protection, ainsi qu'à la régulation du cycle hydrologique.
- Elle absorbe et décompose divers polluants organiques et minéraux, et participe par exemple à l'épuration des eaux.

Motifs éthiques et patrimoniaux

- Elle est indispensable pour maintenir les processus d'évolution du monde vivant.
- Les hommes ont le devoir moral de ne pas éliminer les autres formes de vie.
- Selon le principe d'équité entre les générations, nous devons transmettre à nos enfants l'héritage que nous avons reçu.
- Les écosystèmes naturels et leurs espèces sont de véritables laboratoires pour comprendre les processus de l'évolution.
- La biodiversité est chargée de normes de valeur : c'est ce qui est naturel, ce qui est vulnérable, ce qui est bon pour l'homme et la survie de l'humanité, etc

n° 4
2012

Conduite du Blé d'hiver en Bretagne : diversité des pratiques agricoles

Contexte général de l'étude

Afin de lutter contre les ravageurs des cultures, des pratiques alternatives à la lutte chimique se développent. Ainsi, la possibilité d'utiliser les ennemis naturels des insectes ravageurs semble de plus en plus prometteuse : c'est le **contrôle biologique**. Ce processus fait partie des nombreux services rendus à l'Homme par la biodiversité.

Une étude va être menée à l'INRA dans le cadre d'un doctorat afin de mieux comprendre le fonctionnement du service de contrôle biologique et de pouvoir, à terme, mieux l'utiliser. Plus précisément, il s'agira de mettre en évidence le rôle de la **diversité et de l'organisation spatiale des pratiques** en agriculture biologique et conventionnelle pour le contrôle biologique des insectes ravageurs du blé d'hiver. Afin de bien comprendre l'impact des différentes pratiques réalisées par les agriculteurs sur l'efficacité d'un tel processus, il était nécessaire de **caractériser la diversité des modes de conduite du blé** pouvant exister en Bretagne.



Coccinelles



Carabes



Staphylyns

Principaux groupes d'espèces
intervenant dans le contrôle
biologique



Parasitoïdes



Syrphes



Araignées

Collecte des données

Une série d'enquêtes a été réalisée en Bretagne entre novembre 2011 et janvier 2012. Les résultats ont été complétés par des relevés anonymes de pratiques fournis par d'autres chercheurs de l'INRA, le réseau ADAGE, les chambres d'agriculture de Bretagne et la FRAB. Au total, 48 relevés d'itinéraires techniques du blé d'hiver ont été analysés, dont 28 issus de cette série d'enquêtes. Sur les 48 relevés, 24 concernent des agriculteurs conventionnels et 22 des agriculteurs biologiques. Une partie des relevés a été réalisée en Centre Ouest Bretagne, mais la plupart ont été effectués en Ille et Vilaine car c'est dans ce département qu'aura lieu l'étude.

Conduite du Blé d'hiver en Bretagne : diversité des pratiques agricoles

Une différence marquée entre pratiques conventionnelles et biologiques

En dehors de la différence évidente en termes d'utilisation de pesticides, plusieurs autres divergences sont apparues entre les pratiques conventionnelles et biologiques :

Précédent : Au sein des pratiques conventionnelles, la culture précédant le blé est presque toujours le maïs. Ainsi, les prairies sont généralement regroupées autour des bâtiments et les parcelles plus lointaines sont dédiées aux rotations courtes maïs-céréales. Au sein des pratiques biologiques, le blé est à l'inverse systématiquement implanté après une prairie ou une légumineuse.



Travail du sol : Les agriculteurs biologiques labourent quasi-systématiquement, tandis que le type de travail du sol est très variable chez les conventionnels : du semis direct au labour systématique, en passant par de nombreuses situations intermédiaires. Ce résultat est lié à la difficulté plus grande qu'ont les agriculteurs biologiques à contrôler les adventices sans herbicides de synthèse.

Date de semis : Dans une même zone géographique, les agriculteurs biologiques sèment plus tard que les conventionnels. Il s'agit souvent d'une stratégie de lutte contre les adventices : semer plus tard permet d'éviter une levée d'adventices avant l'hiver et de réaliser plusieurs faux semis.



Densité de semis : La densité de semis est généralement inférieure à 150 kg/ha chez les agriculteurs conventionnels, et supérieure chez les biologiques. Chez ces derniers, l'objectif est une couverture importante du sol afin d'avoir une compétition efficace avec les adventices. Un semis dense compense également les pertes à la levée, les semences étant en majorité non traitées.

Variétés : Les variétés utilisées par les deux groupes sont différentes. De plus, les agriculteurs biologiques sèment souvent des mélanges de variétés, pratique moins courante chez les conventionnels, qui peuvent par contre utiliser plusieurs variétés la même année, mais sur des parcelles différentes.



Rendements : Les rendements obtenus sont très variables, mais on se situe entre 20 à 50 qx/ha en agriculture biologique, contre 50 à 90 qx/ha en agriculture conventionnelle. Les plus faibles rendements des agriculteurs biologiques peuvent s'expliquer par l'utilisation de blés panifiables mieux valorisés lors de la vente.

Conduite du Blé d'hiver en Bretagne : diversité des pratiques agricoles

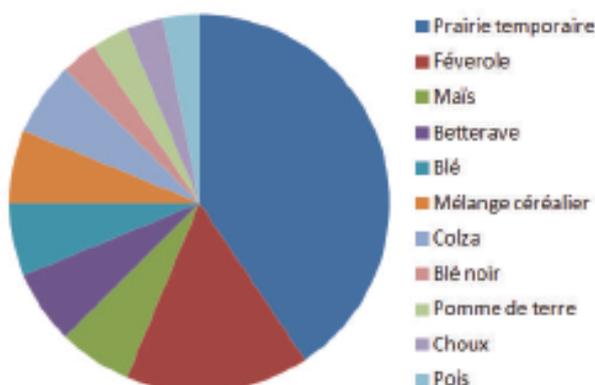
Tendances observées au sein des agriculteurs biologiques

Deux grandes tendances ont pu être définies à partir des enquêtes réalisées :

A/ Après un précédent prairie, on observe généralement une absence de fertilisation et peu de désherbage mécanique (0 à 1 passage).

B/ Après un précédent de type culture annuelle (souvent une légumineuse), on observe un apport d'engrais avant le semis (fertilisation d'automne) ou en cours de culture (fertilisation en sortie d'hiver), et davantage de passages de désherbage mécanique (1 passage ou plus).

Précédents culturaux cités par les agriculteurs



Cependant, il faut **nuancer ces résultats** : des exceptions existent, principalement liées aux caractéristiques propres à chaque exploitation (ex : disponibilité en matière organique). De plus, les agriculteurs adaptent chaque année leur stratégie de lutte contre les adventices aux conditions climatiques.

Tendances observées au sein des agriculteurs conventionnels

Chez les agriculteurs conventionnels, le travail du sol ne semble pas lié à l'utilisation des différents intrants. Ces deux catégories de pratiques sont donc analysées indépendamment l'une de l'autre.

Travail du sol :

Il existe une grande variabilité de types de travail du sol. Nous avons relevé les grandes catégories suivantes :

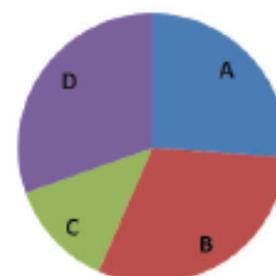
A/ Labour systématique, sans autre travail du sol.

B/ Labour non systématique, avec une décision en fonction du salissement de la parcelle.

C/ Absence de labour systématique, avec un seul passage de travail du sol au préalable et utilisation de glyphosate si la parcelle reste trop sale.

D/ Absence de labour systématique, pas d'utilisation de glyphosate, 2 à 3 passages de travail du sol avant le semis.

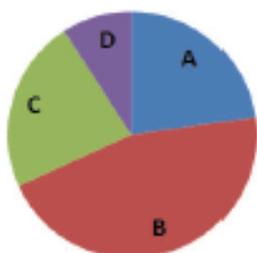
Stratégies de travail du sol



Intrants :

De la même façon, on peut identifier de grandes catégories de stratégies d'utilisation des produits phytosanitaires (herbicides et fongicides) :

Stratégies d'utilisation des produits phytosanitaires



A/ Gestion des produits phytosanitaires déléguée au technicien.

B/ Réduction non systématique des doses et du nombre de passages en herbicides ou fongicides (en fonction du climat et du salissement de la parcelle).

C/ Réduction systématique des doses (herbicides et fongicides), mais non systématique du nombre de passages.

D/ Réduction systématique des doses et du nombre de passages pour les herbicides et les fongicides.

Concernant l'azote, on remarque que l'utilisation de doses élevées (plus de 140U/ha) est souvent observée dans des exploitations où les niveaux d'utilisation d'intrants sont relativement élevés ; les apports bas (moins de 100U/ha) sont souvent observés dans les exploitations où les niveaux d'utilisation d'intrants sont relativement faibles. Cependant, beaucoup d'agriculteurs apportent 100 à 140U/ha, sans que l'on puisse identifier une relation avec les autres pratiques sur l'exploitation.

Bilan et perspectives

Cette série d'enquêtes met en évidence une **large diversité de pratiques agricoles** pour la conduite du blé d'hiver. Sans surprise, un contraste important ressort entre les exploitations biologiques et conventionnelles. On s'aperçoit également que des variations existent au sein de chacun de ces groupes d'exploitants, faisant apparaître des grandes catégories de pratiques. A noter que chez les conventionnels, le travail du sol et l'utilisation d'intrants ne sont pas liés.

A présent, il s'agit de voir **dans quelle mesure ces différentes pratiques influencent ou non les communautés d'insectes ravageurs et utiles** présentes dans les paysages agricoles. L'étude mise en place en 2012 devrait permettre de répondre à cette question et donc de mieux comprendre le fonctionnement du processus de contrôle biologique.

Remerciements

Nous remercions tous les agriculteurs qui ont répondu à cette enquête pour leur disponibilité et leur accueil.

Contact : Camille Puech (camille.puech@rennes.inra.fr) ; INRA SAD Paysage, 65 rue de Saint Briec 35042 Rennes Cedex ; 02.23.48.70.46

Réalisation : Esther Laurens, Camille Puech, Jacques Baudry, Alexandre Joannon et Stéphanie Aviron.

Financements : INRA, Zone Atelier Armorique

Crédits photos : INRA

Annexe III : Présentation non-exhaustif des effets probables des pratiques agricoles sur les communautés de coccinelles et pucerons. M. POUPELIN 2012

Pratique agricole	Référence Bibliographique	Effets probable sur les coccinelles : pucerons dans le blé
Utilisation ou non des pesticides chimiques	Andreasen <i>et al.</i> 1996 in Hole <i>et al.</i> 2005; Le Monnier et Livory. 2003	Les herbicides : facteur important dans le déclin de nombreuses fleurs commune. La suppression de ces ressources alimentaires végétales (ressources secondaire, de pollen et/ ou nectar pour un bon nombre de Coccinelle) et la modification du microclimat ont des impacts négatifs sur les populations d'invertébrés.
	Ewald et Aebischer, 1999 in Hole <i>et al.</i> 2005	Les Insecticides : influence majeure négative sur les communautés d'invertébrés.
La Fertilisation	Hole <i>et al.</i> 2005	La croissance élevés des cultures font diminuer les adventices qui ont une croissance plus lente (baisse de la ressources alimentaire secondaires des coccinelles). De plus, l'augmentation de la densité des cultures modifie le microclimat au niveau du sol, potentiellement de manières négatives pour la faune invertébrée.
Le désherbage mécanique	Krooss et Schaefer, 1998 in Hole <i>et al.</i> 2005; Kromp, 1999.	Souvent moins efficace que l'utilisation d'herbicides, il contribue à une plus grande abondance de la flore non-agricoles dans des terres agricoles, et soutien indirectement des densités plus élevées d'arthropodes.
	van Eisen, 2000 in Hole <i>et al.</i> 2005	Par contre, son utilisation intensive peut conduire à la baisse des annuelles d'hiver à long terme et le soutien des annuelles d'été de courte durée, pouvant conduire à une plus pauvre flore adventice.
Le labour	Stoate <i>et al.</i> 2001. in Hole <i>et al.</i> 2005.	Liste des effets néfastes de labour sur les populations d'invertébrés : destruction physique du milieu par inversion des couche du sol, dessiccation, appauvrissement de la nourriture et exposition accrue aux prédateurs.
	Baguette et Hance, 1997. in Hole <i>et al.</i> 2005.	Le sans labour, pourrait influencer négativement sur les carabes que l'on trouve souvent en plus grande abondance dans les champs labourés.
	McCloskey <i>et al.</i> 1996; Albrecht et Mattheis, 1998; Cousins et Moss, 1990; Frick et Thomas, 1992.; Higginbotham <i>et al.</i> 2000 in Hole <i>et al.</i> 2005.	Modification de la communauté florale : le sans-labour tend à favoriser les mauvaises herbes annuelles, tandis que vivaces contre les mauvaises herbes à feuilles larges sont plus fréquents en vertu de régimes labouré, à la suite de variations dans les semences longévité et schémas de germination spécifiques à l'espèce
Les cultures intercalaires et le Semi-sous couvert	Fukai et Trenbath, 1993; Baumann <i>et al.</i> 2000 in Hole <i>et al.</i> 2005.	Ces deux technique sont utilisés dans une rotation pour supprimer les mauvaises herbes et développer de la matière organique pour les cultures suivantes ce qui influence les communautés d'invertébrés.
	Altieri et Letourneau. 1982; Sunderland et Samu. 2000 in Hole <i>et al.</i> 2005.	L'effets de la culture intercalaire sur la biodiversité sont largement inconnues, accroissement de l'hétérogénéité peut favoriser et augmenté la diversité des invertébrés (ex: prédateurs polyphages)
	Helenius <i>et al.</i> 1995; Potts, 1997; Sunderland et Samu, 2000. in Hole <i>et al.</i> 2005.	Le semis sous couvert végétal augmente la structure et l'hétérogénéité, améliore les populations d'invertébrés (ex: tenthrédés (Hymenoptera: Symphytes), les carabes et les araignées).
Bordure de champs / gestion des haies/ habitats non cultivés	Friebe et Kopke, 1995; Gluck et Ingrisch, 1990 in Hole <i>et al.</i> 2005.	Les bordures de champs fournissent des sites d'hivernage et de refuges lors de la période suivant la récolte.
	Wilson et Aebischer, 1995 in Hole <i>et al.</i> 2005	Leur flore est plus diversifiée que celle des terres agricoles.
	Boatman <i>et al.</i> 1994, in Hole <i>et al.</i> 2005	La gestion des haies dépourvu de pulvérisation d'herbicide (interdit dans les systèmes biologiques) résulte d'une plus grande diversité florale et d'une augmentation des populations d'invertébrés.
La taille du champ	Wilson, 2000 in Hole <i>et al.</i> 2005	Dans les champs de petites tailles il y a une plus grande biodiversité par unité de surface, principalement en raison d'un plus grand pourcentage d'habitat non-cultivé qui sépare chaque champs.
		Les rotations qu'elles soient, en perturbant le cycle de développement de pathogènes, ravageurs et adventices spécifiques à certaines cultures, sont favorables au contrôle de ces bioagresseurs. Elles peuvent donc permettre une utilisation plus réduite des pesticides qui ont des effets sur la biodiversité.
		Elle participe d'autre part à la mosaïque paysagère.
L'agriculture mixte	Robinson <i>et al.</i> , 2001. Stoate <i>et al.</i> 2001. Vickery <i>et al.</i> 2001 in Hole <i>et al.</i> 2005	La présence de terres agricoles en juxtaposition étroite avec des éléments pastorales est susceptible d'avoir des avantages importants pour la biodiversité, notamment par le fait de l'augmentation de l'hétérogénéité des habitats à diverses échelles spatiales et temporelles.

(Remarque: ces pratiques ne sont pas exclusifs à l'agriculture biologique et peut être utilisé dans certains systèmes conventionnels).
 Inspirer du tableau Hole, D.G., A.J. Perkins, J.D. Wilson, I.H. Alexander, P.V. Grice and A.D. Evans (2005) Does organic farming benefit biodiversity? Biological Conservation 122: 113-130.

**Annexe IV : Calendrier d'échantillonnage des pucerons et coccinelles.
M.POUPELIN. 2012**

avr-12		mai-12		juin-12		juil-12		
1		1		1		1		
2	Semaine 14	2	Semaine 18	2		2		
3		3		3		3	Pucerons	
4		4		4		4		
5		5			5		5	
6		6			6		6	
7				7		7	Coccinelles	7
8		8		8	8			
9		9		9		9		
10	Pucerons	10	Coccinelles	10		10		
11		11		11	Semaine 24	11		
12		12	12	12				
13		13	13	13				
14		14	14	14				
15		15	15	15				
16	Semaine 16	16	Semaine 20	16			16	
17		17		17	17			
18		18		18	18			
19		19		19	19			
20		20		20	20			
21		21		21	Coccinelles	21		
22		22		22		22		
23		23	Pucerons	23		23		
24		24		24		24		
25		25		25	Semaine 26	25		
26	Coccinelles	26		26		26		
27		27	27	27		27		
28		28		28		28		
29		29		29		29		
30		30	Semaine 22	30		30		
		31				31		

Annexe V : Fiche de relevés des larves de Coccinelles. C.PUECH. 2012.

Date:
Parcelle: stade blé:
Point d'échantillonnage:
Echantillonneur:

	nombre de larves
Talle1	
Talle2	
Talle3	
Talle4	
Talle5	
Talle6	
Talle7	
Talle8	
Talle9	
Talle10	

Date:
Parcelle: stade blé:
Point d'échantillonnage:
Echantillonneur:

	nombre de larves
Talle1	
Talle2	
Talle3	
Talle4	
Talle5	
Talle6	
Talle7	
Talle8	
Talle9	
Talle10	

Date:
Parcelle: stade blé:
Point d'échantillonnage:
Echantillonneur:

	nombre de larves
Talle1	
Talle2	
Talle3	
Talle4	
Talle5	
Talle6	
Talle7	
Talle8	
Talle9	
Talle10	

Date:
Parcelle: stade blé:
Point d'échantillonnage:
Echantillonneur:

	nombre de larves
Talle1	
Talle2	
Talle3	
Talle4	
Talle5	
Talle6	
Talle7	
Talle8	
Talle9	
Talle10	

Annexe VI : Iconographie des larves de coccinelles de Grande-Bretagne. Source :

<http://www.ladybird-survey.org/default.aspx>

A juvenile ladybird is called a larva. It has four instars, i.e. it sheds its skin four times as it grows. Early instar larvae are very small and difficult to identify, but third and fourth instar larvae, particularly of the larger ladybird species, may be identified in the field. Late instar larvae of most of the common UK ladybird species are shown below. Ideally this guide should be used in conjunction with a key to ladybird larvae – e.g. in ‘Ladybirds’ by Majerus & Kearns, 1989, Richmond Publishing.

<p>7-spot ladybird <i>Coccinella 7-punctata</i></p>  <p>© Robert Frost Habitat: Generalist Notes: 4 pairs of coloured markings on abdomen</p>	<p>Harlequin ladybird <i>Harmonia axyridis</i></p>  <p>© Mike Majerus Habitat: Generalist Notes: Orange L-shape on each side plus 4 orange spines towards rear</p>	<p>14-spot ladybird <i>Propylea 14-punctata</i></p>  <p>© Gilles San Martin Habitat: Generalist Notes: Quite smooth (hairs but no spines)</p>	<p>2-spot ladybird <i>Adalia 2-punctata</i></p>  <p>© Gilles San Martin Habitat: Generalist Notes: Similar to 10-spot ladybird</p>
<p>10-spot ladybird <i>Adalia 10-punctata</i></p>  <p>© Remy Poland Habitat: Deciduous trees Notes: Similar to 2-spot ladybird</p>	<p>Cream-spot ladybird <i>Calvia 14-guttata</i></p>  <p>© Gilles San Martin Habitat: Deciduous trees Notes: Branched spines with hairs on abdomen</p>	<p>Kidney-spot ladybird <i>Chilocorus renipustulatus</i></p>  <p>© Gilles San Martin Habitat: Deciduous trees Notes: Long, branched bristles</p>	<p>Orange ladybird <i>Halyzia 16-guttata</i></p>  <p>© Stephen Plant Habitat: Deciduous trees Notes: Yellow with pale head (cf. 22-spot ladybird)</p>
<p>Pine ladybird <i>Exochomus 4-pustulatus</i></p>  <p>© Richard Comont Habitat: Trees Notes: Short bristles</p>	<p>Eyed ladybird <i>Anatis ocellata</i></p>  <p>© Gilles San Martin Habitat: Conifers Notes: Very spiny</p>	<p>Striped ladybird <i>Myzia oblongoguttata</i></p>  <p>© Remy Poland Habitat: Conifers Notes: Quite smooth</p>	<p>Cream-streaked ladybird <i>Harmonia 4-punctata</i></p>  <p>© Gilles San Martin Habitat: Conifers Notes: Very similar to harlequin but only 2 orange spines towards rear</p>
<p>24-spot ladybird <i>Subcoccinella 24-punctata</i></p>  <p>© Robert Frost Habitat: Grass Notes: Greenish-grey with branched spines</p>	<p>16-spot ladybird <i>Tytthaspis 16-punctata</i></p>  <p>© Gilles San Martin Habitat: Grass Notes: Pale brown-grey with conspicuous black hairs</p>	<p>22-spot ladybird <i>Psyllobora 22-punctata</i></p>  <p>© Robert Frost Habitat: Grass Notes: Yellow with dark head (cf. Orange ladybird)</p>	<p>Heather ladybird <i>Chilocorus 2-pustulatus</i></p>  <p>© Gilles San Martin Habitat: Heather heathland Notes: Pale stripe across abdomen</p>

For more information on ladybirds and to record your sightings, see www.ladybird-survey.org

Annexe VII : Critères de reconnaissance d'une coccinelle. M.POUPELIN. 2012

Position systématique

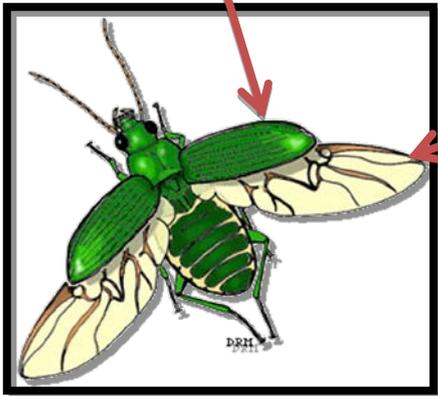
Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

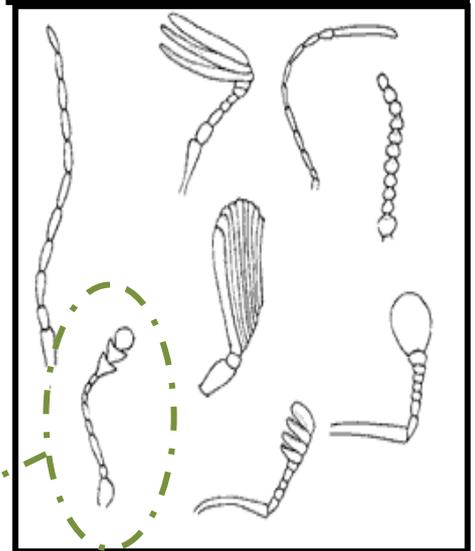
Ordre : Coleoptera (*Koleos* = étui, fourreau ; *Ptera* = ailes)

Ailes antérieures sclérifiées = **élytres**
Ne participent pas au vol



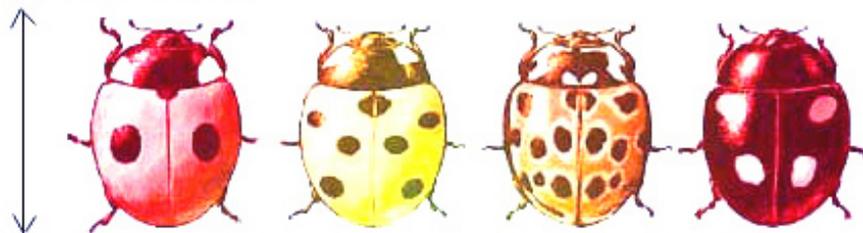
Ailes postérieures membraneuses ;
repliées sous les élytres.
Se déploient pour le vol participent
pas au vol

Antennes de Coléoptère de
formes variées

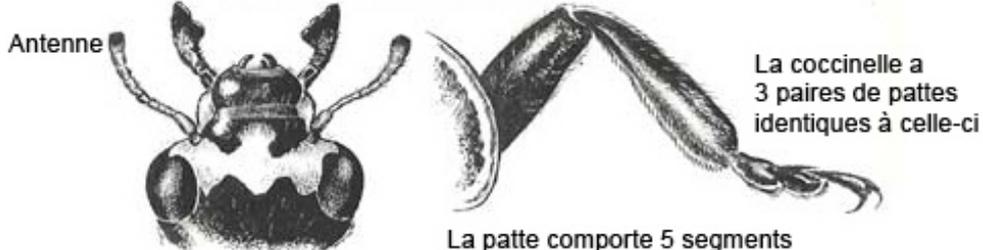


F. COCCINELLIDAE (Coccinelles, Bêtes à bon Dieu)

Hauteur entre 3,5 et 5,5 millimètres



Mâchoires courtes mais robustes



La coccinelle a
3 paires de pattes
identiques à celle-ci

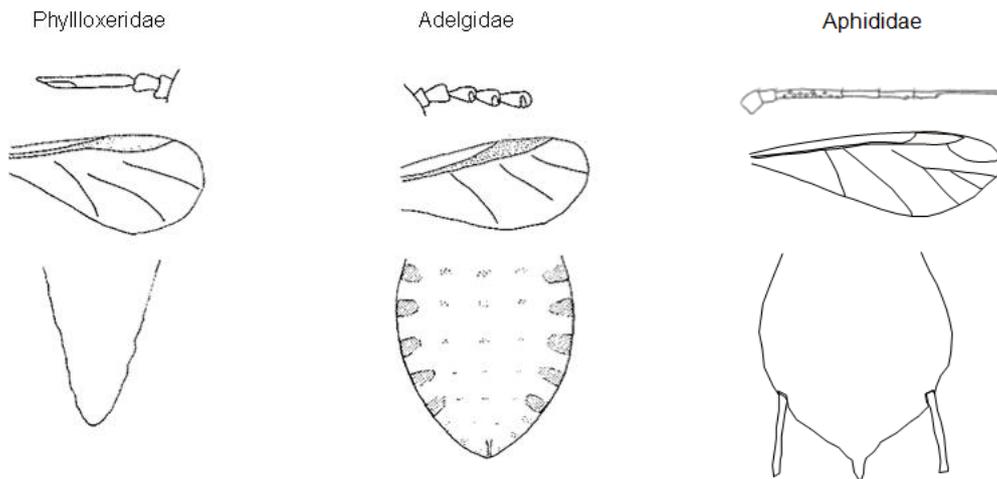
La patte comporte 5 segments

Annexe VIII : Taxonomie et Morphologie. M.POUPELIN. 2012.

On compte environ 4000 espèces dans le monde. Leur systématique est affaire de spécialistes. La connaissance de leurs plantes hôtes est également importante pour aider leur identification.

Les pucerons appartiennent à l'ordre des Hémiptères. Ils constituent la super-famille des Aphidoidea.

Selon Remaudière, cette super-famille est répartie en 3 familles : les Phylloxeridae, les Adelgidae et les Aphididae qui constituent de loin la famille la plus importante.



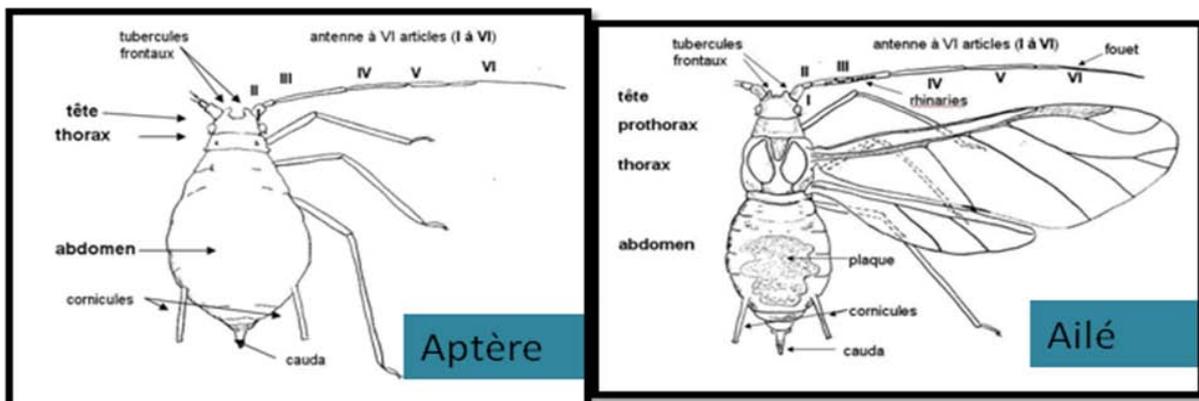
✕ Les **Phylloxeridae** et les **Adelgidae** se distinguent par une nervation alaire plus simple, les antennes courtes de 3 à 5 articles, l'absence de cornicules et une cauda peu marquée. Leurs cycles biologiques sont particuliers.

✕ Les **Aphididae** se caractérisent de la manière suivante :

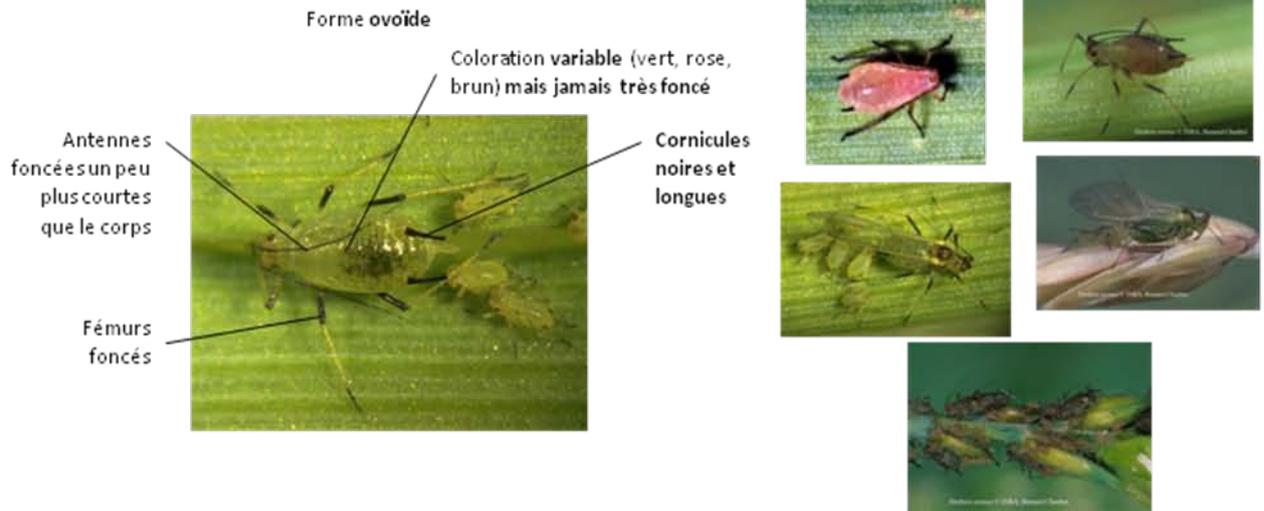
- antennes à 5 ou 6 articles, le dernier étant formé de deux parties, la base et le fouet
- présence ou non des cornicules
- cauda souvent développée
- cycle biologique annuel avec succession de plusieurs générations parthénogénétiques et présence ou non d'une génération sexuée
- cycle biologique annuel avec ou sans changement d'hôtes sur de nombreuses plantes herbacées ou ligneuses

Les pucerons sont des insectes dont la longueur du corps, comprise entre 2 et 5 millimètres, est partagée en trois régions bien différenciées : la tête, le thorax et l'abdomen.

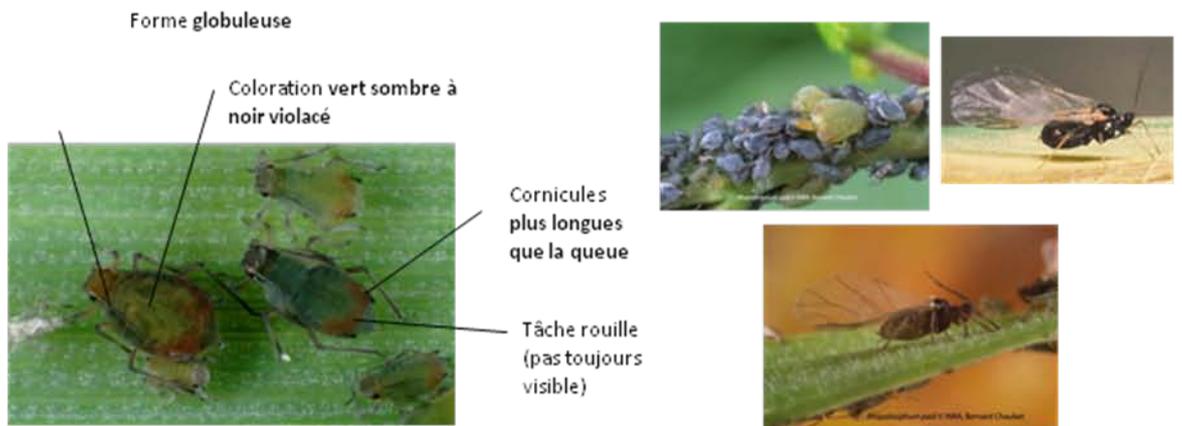
Taille : 2 à 5 mm



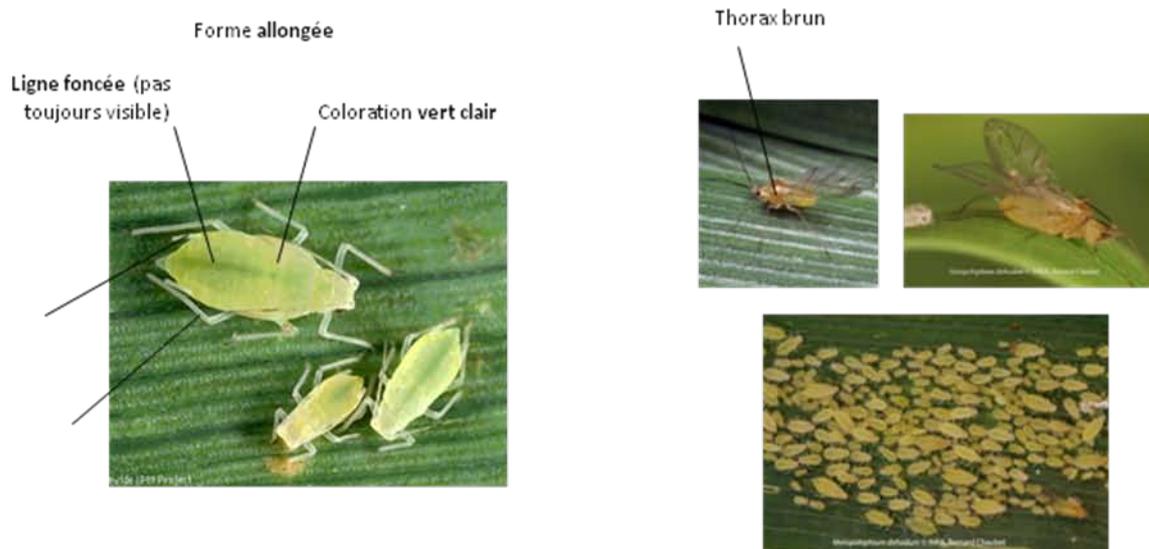
Sitobion avenae (plutôt sur les épis)



Rhopalosiphum padi (plutôt sur les feuilles basses)



Metopolophium dirhodum (plutôt sur les feuilles médianes)



Annexe X : Fiche de relevés pucerons. C.PUECH. 2012

DATE :

STADE BLE :

Parcelle: Point d'échantillonnage:
Echantillonneur:

	S.ave	M.dir	R.pad	criocères adultes	criocères larves	autre:
Talle1						
Talle2						
Talle3						
Talle4						
Talle5						
Talle6						
Talle7						
Talle8						
Talle9						
Talle10						

Parcelle: Point d'échantillonnage:
Echantillonneur:

	S.ave	M.dir	R.pad	criocères adultes	criocères larves	autre:
Talle1						
Talle2						
Talle3						
Talle4						
Talle5						
Talle6						
Talle7						
Talle8						
Talle9						
Talle10						

Parcelle: Point d'échantillonnage:
Echantillonneur:

	S.ave	M.dir	R.pad	criocères adultes	criocères larves	autre:
Talle1						
Talle2						
Talle3						
Talle4						
Talle5						
Talle6						
Talle7						
Talle8						
Talle9						
Talle10						

Parcelle: Point d'échantillonnage:
Echantillonneur:

	S.ave	M.dir	R.pad	criocères adultes	criocères larves	autre:
Talle1						
Talle2						
Talle3						
Talle4						
Talle5						
Talle6						
Talle7						
Talle8						
Talle9						
Talle10						

Parcelle: Point d'échantillonnage:
Echantillonneur:

	S.ave	M.dir	R.pad	criocères adultes	criocères larves	autre:
Talle1						
Talle2						
Talle3						
Talle4						
Talle5						
Talle6						
Talle7						
Talle8						
Talle9						
Talle10						

Parcelle: Point d'échantillonnage:
Echantillonneur:

	S.ave	M.dir	R.pad	criocères adultes	criocères larves	autre:
Talle1						
Talle2						
Talle3						
Talle4						
Talle5						
Talle6						
Talle7						
Talle8						
Talle9						
Talle10						

Annexe XI : Fiche de relevés de la végétation. C.PUECH. 2012.

Date:

Parcelle: Point:

Echantillonneur:

Stade blé:

	Hveg	%adv	%lit	%solnu	%blé	nb plantes
V1						
V2						
V3						
V4						

Date:

Parcelle: Point:

Echantillonneur:

Stade blé:

	Hveg	%adv	%lit	%solnu	%blé	nb plantes
V1						
V2						
V3						
V4						

Date:

Parcelle: Point:

Echantillonneur:

Stade blé:

	Hveg	%adv	%lit	%solnu	%blé	nb plantes
V1						
V2						
V3						
V4						

Date:

Parcelle: Point:

Echantillonneur:

Stade blé:

	Hveg	%adv	%lit	%solnu	%blé	nb plantes
V1						
V2						
V3						
V4						

Date:

Parcelle: Point:

Echantillonneur:

Stade blé:

	Hveg	%adv	%lit	%solnu	%blé	nb plantes
V1						
V2						
V3						
V4						

Date:

Parcelle: Point:

Echantillonneur:

Stade blé:

	Hveg	%adv	%lit	%solnu	%blé	nb plantes
V1						
V2						
V3						
V4						

Date:

Parcelle: Point:

Echantillonneur:

Stade blé:

	Hveg	%adv	%lit	%solnu	%blé	nb plantes
V1						
V2						
V3						
V4						

Date:

Parcelle: Point:

Echantillonneur:

Stade blé:

	Hveg	%adv	%lit	%solnu	%blé	nb plantes
V1						
V2						
V3						
V4						

Annexe XII : Tableau de la comparaison et correspondances entre les coefficients d'abondance-dominance (AD) et les valeurs de recouvrements moyens (R%) de la méthode de Braun-Blanquet selon divers auteurs. R. Meddour*.

Rachid MEDDOUR

Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques,
 Département des Sciences Agronomiques, BP 17 RP, 15 000, TIZI OUZOU,
 Algérie
 rachid_meddour@yahoo.fr
 2011

Tableau 2. Comparaison et correspondances entre les coefficients d'abondance-dominance (AD) et les valeurs de recouvrements moyens (R%) selon divers auteurs

Braun-Blanquet (1964)		Gounot (1969)	Baudière & Serve (1975)	De Foucault (1980)	Dufrêne (1998, 2003)	Gillet (2000)
AD	Classe de R %		R % moyen (= médiane des classes en général)			
5	75-100	87.5	87.5	87.5	87.5	90
4	50-75	62.5	62.5	62.5	62.5	57
3	25-50	37.5	37.5	37.5	37.5	32
2	5-25	17.5	15	15	15	14
1	1-5	5	2.5	3	2.5	3
+	< 1	0.1	0.5	0.5	0.2	0.3
r					0.1	0.03

En outre, pour calculer la *valeur moyenne du coefficient de recouvrement* (CR%) d'une espèce donnée dans un tableau d'association, on transforme chaque abondance-dominance en pourcent de recouvrement moyen à l'aide de l'échelle ci-dessus, puis on additionne, pour cette espèce, les valeurs correspondantes ; on divise le total obtenu par le nombre de relevés du tableau et on multiplie par 100 (Gounot, 1969 ; Baudière & Serve, 1975 ; De Foucault, 1980) :

$$\text{CR\%} = (\Sigma \text{ des R moyens} \times 100) / \text{nombre de relevés du tableau}$$

Effet du mode de gestion des cultures (biologique versus conventionnel) de blé d'hiver et de leur environnement paysager en sur les communautés de coccinelles [Coléoptères: Coccinellidae] et de puerons [Héminoptera : Aphididae].

Favoriser le contrôle des insectes ravageurs par leurs ennemis naturels est une stratégie de protection des cultures considérée comme prometteuse pour permettre la réduction de l'usage des pesticides. Le présent mémoire s'attache à évaluer l'influence du mode de gestion des cultures (biologique versus conventionnel) de blé d'hiver et de leur environnement paysager sur les communautés de coccinelles [Coléoptères: Coccinellidae]. Un échantillonnage d'avril à juillet à l'aide de filets fauchoirs a été réalisé, au sein de 20 paysages caractérisés par de faibles quantités d'éléments semi-naturels et une grande surface de terres cultivées. Les résultats montrent que le mode de gestion biologique, la présence d'adventices et la forte proportion de haies dans le paysage sont favorables pour le maintien de coccinelles.

Mots clés : *protection des cultures, pesticide, adventices, ennemis naturels, ravageurs, contrôle biologique, paysage, haie.*

Effect of crop management in winter wheat (organic versus conventional) and of crop landscape context on ladybeetles communities (Coleoptera: Coccinellidae).

To control crop pests in organic agriculture, biocontrol is a promising alternative to insecticides use. The present study aims at evaluating the effects of crop management and landscape context on the abundance of ladybeetles [Coleoptera : Coccinellidae]. Sampling was realized from April to July with sweep nets in 20 landscapes characterized by small amounts of semi-natural elements and a large area of farmland. Results show that crop management in organic, presence of weed and high proportion of hedges in the landscape are favorable for the maintenance of ladybeetles.

Key-words : *crop protection, pesticide, weed, natural enemies, pests, biological control, landscape, hedge.*