



CASDAR AGROFORESTERIE 2009 - 2011

Améliorer l'efficacité Agri-environnementale des Systèmes Agroforestiers

Action 1 : GROUPE BIODIVERSITE

Principaux résultats des 3 années de suivi

Responsable : Patrick Boucheny (Chambre d'agriculture 79)

Partenaires :

Chambres d'agriculture (Picardie, Charente, Charente-Maritime, Vienne, Hérault) ADAM, AP32, Agroof Développement, Syrphis, GRAB, IP Lasalle Beauvais, LA de Rodilhan, INRA de Montpellier

Siège Social

Chemin des Ruralies
79230 VOUILLE

Tél. : 05 49 77 15 15

Fax : 05 49 75 69 89

Adresse postale

Maison de l'Agriculture - BP 80004

79231 PRAHECQ cedex

www.deux-sevres.chambagri.fr

Sommaire

Améliorer l'efficacité Agri-environnementale des Systèmes Agroforestiers	1
Introduction : Objectifs de l'étude	5
I - Présentation de l'étude : Agroforesterie et biodiversité utile	7
II - Le Réseau biodiversité agroforesterie : Une grande diversité de situations.(cf plan)	8
2.1 - Les sites retenus	8
2.2 - L'environnement paysager.....	11
III - Le matériel et méthode : Choix des auxiliaires des cultures.....	12
3.1 - Le matériel biologique	12
3.1.1 - Les carabidés.....	12
3.1.2 - Les syrphidés	13
3.2 - Le protocole.....	13
3.2.1 - Piègeage des Carabidés	13
3.2.2 - Piègeage des Syrphidés	14
3.2.3 - Tri et détermination des espèces.....	15
IV - Les résultats sur le suivi des Carabidés.....	18
4.1 - Analyse de l'abondance	19
4.2 - Analyse de la richesse en espèces	21
4.3 - Approche fonctionnelle et structure des populations.....	22
V - Les résultats sur le suivi des syrphes.....	25
5.1 - Analyse des abondances.....	25
5.2 - Analyse de la richesse spécifique	27
5.3 - Approche fonctionnelle et structure des populations.....	27
VI - Discussion, Conclusions et perspectives.....	30
6.1 - Synthèse des résultats	30
6.2 - Limites des méthodologies de piègeages	30
6.3- La relation proie/prédateur : un suivi à développer.....	31
6.5 - Impact du système agroforestier et éléments du paysage.....	31
6.5 - Conclusions et Perspectives pour de futurs suivis.....	33

Introduction : Objectifs de l'étude

La nécessité de proposer des alternatives durables au modèle agricole actuel nous a conduit à une développer l'agro écologie. Celle-ci fait place à de nombreuses idées et techniques qui pourraient répondre aux enjeux et défis actuels : nourrir plus de personnes tout en préservant les ressources naturelles productives.

L'agroforesterie, du fait qu'elle intègre cultures annuelle et pérenne au sein d'une même parcelle, use de la complémentarité agronomique et environnementale des espèces cultivées. Elle cherche ainsi à optimiser et à majorer les services écosystémiques que de telles associations favorisent.

Les apports environnementaux et les attraits économiques de l'agroforesterie

L'agroforesterie est un système agricole qui associe dans une parcelle des arbres et des cultures ou des prairies pâturées ou encore d'autres productions pérennes (vigne). Cette pratique permet dans certaines conditions d'accroître la production globale, agricole et forestière, tout en améliorant la biodiversité et la qualité paysagère, et en réduisant le risque de pollution des eaux des sols et de l'air. Les rendements des cultures restent stables sur une longue période, puis diminuent lentement pour perdre au maximum 30 % du potentiel à la maturité des arbres.

Les racines des arbres vont avoir un effet sur la fertilité du sol : elles permettent une bonne aération et un drainage grâce aux parties mortes qui constituent un réseau dense de galeries. L'arbre est également le meilleur moyen pour extraire les éléments minéraux. Ils explorent les couches profondes du sol en y absorbant les minéraux (phosphore et potasse en particulier) qui se retrouveront via les feuilles dans l'humus de la couche superficielle de la parcelle. Ainsi il est possible d'employer le système racinaire de l'arbre pour restituer de la fertilité dans les parcelles agricoles.

Les essences précieuses valorisées en bois d'œuvre vont apporter une valeur ajoutée à la parcelle, les cours étant élevés et les produits toujours très recherchés. L'entretien des cultures va agir favorablement sur le développement des arbres : ils poussent plus vite et donnent un bois de qualité sans nœud pour le tranchage et le déroulage, qui est bien valorisé.

L'agroforesterie et la biodiversité : ou comment optimiser la lutte biologique par conservation et gestion des habitats.

En introduisant des lignes d'arbres dans les parcelles cultivées, en complexifiant l'espace et en modifiant le microclimat, nous recréons des habitats pour différentes espèces animales et végétales : oiseaux, plantes messicoles et surtout insectes auxiliaires qui trouvent ainsi des ressources alimentaires et des refuges. Les bandes enherbées accompagnant les lignes d'arbres sont aussi source de pollen et de nectar et un refuge physique contre les prédateurs et les interventions culturales.

La lutte intégrée serait aussi plus efficace qu'avec une haie ou qu'une bande enherbée en bordure de champ. Nous retrouvons ici le rôle de la structure du paysage, en particulier celui des corridors, dans le déplacement des métapopulations et la possibilité de dispersion des individus selon l'isolement et la distance entre les taches. Ainsi la colonisation d'une parcelle par un auxiliaire sera plus rapide et plus homogène si les zones d'émigration sont nombreuses et bien réparties avec un maximum d'effets lisières (Burel, Baudry 1999).

Les lignes d'arbres sont également des barrières contre la dispersion des ravageurs et des agents pathogènes

Le choix des essences d'arbres et des espèces herbacées sur les lignes aura aussi son importance pour l'installation de ces auxiliaires : ils pourront perdurer au cours de la saison et intervenir plus efficacement en cas d'attaque de ravageurs pendant la phase de colonisation (auxiliaires de protection) ou la phase de multiplication (auxiliaires de nettoyage).

Cette diversité animale et végétale peut avoir un intérêt agronomique par l'amélioration de la fertilité du sol et par la réduction des insecticides.

I - Présentation de l'étude : Agroforesterie et biodiversité utile

Il s'agit d'étudier l'impact d'un système agroforestier sur les populations de deux familles d'auxiliaires entomophages : les carabidés et les syrphidés. L'hypothèse de départ est que l'hétérogénéité des habitats et des ressources trophiques favorise la diversité spécifique et l'équitable ainsi que l'abondance des espèces dans les parcelles en agroforesterie.

Un volet « pollinisateur-abeille domestique » est également intégré à cette action avec comme hypothèse de déterminer si un paysage hétérogène et avec un fort maillage d'éléments arborés offre un potentiel en ressources polliniques plus riche.

D'autres suivis plus ponctuels sont également présents sur certaines parcelles (cloportes, araignées) ainsi que les vers de terre que l'on retrouve dans l'action SOL.

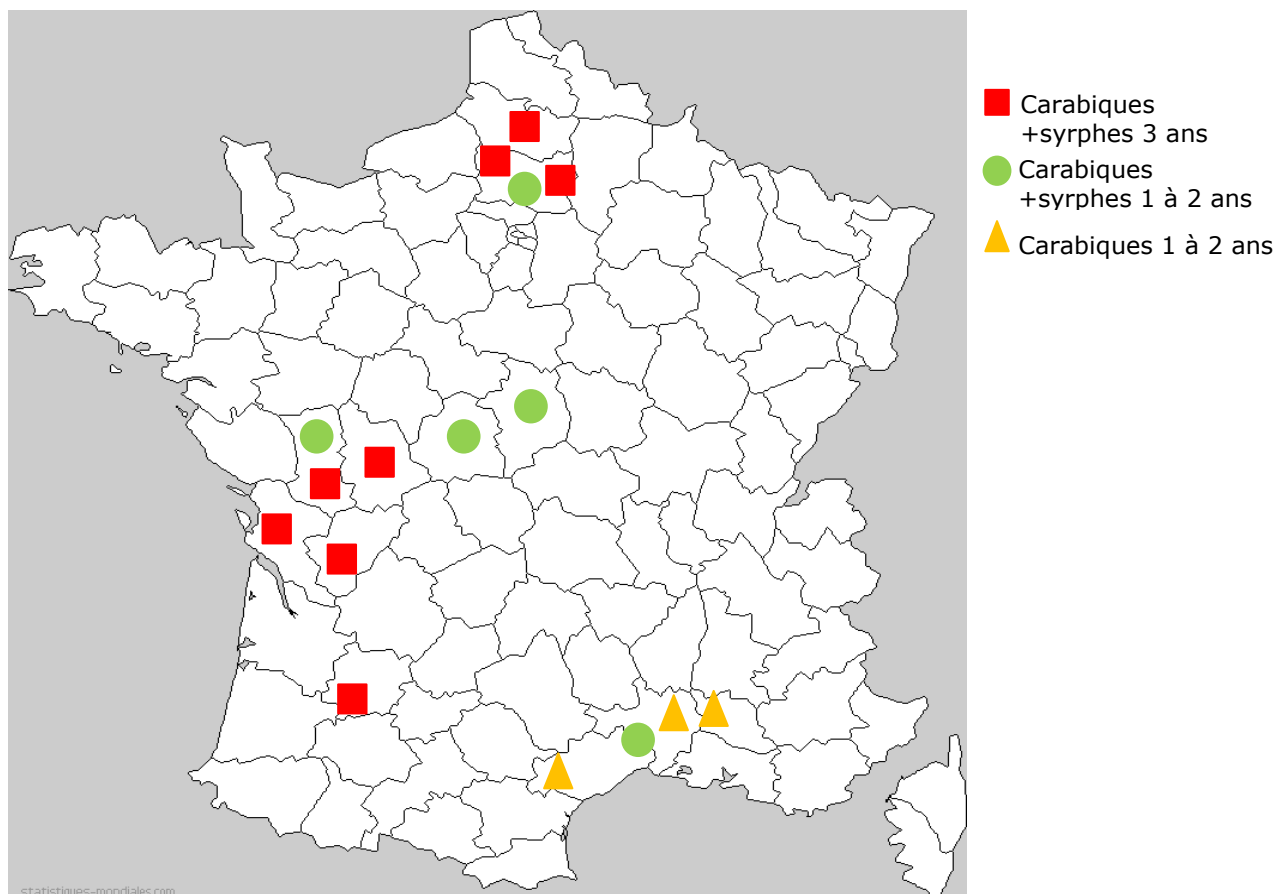
Ce suivi constitue une première étape sous la forme d'un « état zéro » pour la mise en place d'un observatoire de la biodiversité utile à partir d'un réseau de parcelles en agroforesterie. En effet la plupart des sites sont plantés depuis peu d'années et l'évolution de la biodiversité y est à son début.

Cette synthèse reprend les données sur les sites en les analysant plus globalement , elle est complétée par un document en annexe contenant l'ensemble des fiches individuelles de ces sites.

Les suivis plus complet ont été rédigés par les partenaires du projet et sont également disponibles pour un approfondissement des résultats.(voir sur le site www.agroforesterie.fr)

II - Le Réseau biodiversité agroforesterie : Une grande diversité de situations.(cf plan)

2.1 - Les sites retenus



Le réseau a été mis en place à partir du printemps 2009, il intègre au total 16 parcelles. Les suivis réalisés sur les carabiques et/ou les syrphes varient selon les sites entre 1 et 3 ans (2009-2011).

Ces suivis représentent au total un équivalent « site/année » de :

- ▲ Pour les carabiques : 38 suivis sur 16 parcelles,
- ▲ Pour les syrphes : 29 suivis sur 12 parcelles.

Le réseau est réparti sur les régions Picardie et Poitou-Charentes ainsi que sur le Gard, l'Hérault et le Gers pour le sud de la France. Il s'agit en majorité de parcelles avec de jeunes plantations d'arbres provenant du réseau constitué lors du précédent CASDAR Agroforesterie ou encore de nouvelles plantations réalisées au début de cette action (Lycée agricole Rodilhan, IP Lasalle Beauvais GRAB et CA Hérault). La parcelle INRA de Restinclières plus ancienne en est l'exception.

La plupart sont dans des systèmes en « grandes cultures » conduits en conventionnel ou en biologique. Deux d'entre elles, sont sur des productions pérennes (vigne pour Rodilhan et verger pour le GRAB).

Le travail du sol est également une autre variable dans ce réseau dont une partie pratique un labour selon différentes fréquences et l'autre partie est en travail simplifié ou proche du semis direct. Les effets sur les insectes du sol, en particulier les carabiques, sont importants et variables selon les espèces (cf la synthèse réalisée par Hoehn et al en 2010). Il faut aussi en tenir compte pour comparer les situations sur les sites étudiés.

Les informations sur les itinéraires techniques sont présentées sous forme d'indicateurs comme l'IFT (Indice de fréquence des traitements) avec un « zoom » sur la partie insecticide.

PARCELLES	2009	2010	2011
CRA Picardie	3 syrphes-carabes	3 syrphes-carabes	1 syrphes-3 carabes
CA Poitou Charentes	4 syrphes-carabes	5 syrphes-carabes	5 syrphes-carabes
AP Gers	1syrphes-carabes	1 syrphes-carabes	1 carabes
INRA Restinclières	1 syrphes-carabes	1 syrphes-carabes	1 syrphes
CA Hérault		2 carabes	2 carabes
LA Rodhilan		1 carabes	
IP LaSalle Beauvais		1 syrphes carabes	1 syrphes carabes
GRAB		1 carabes	1 carabes
CA Indre	1 syrphes-carabes		

Certaines caractéristiques sont présentées dans le tableau de synthèse ci-dessous :

Parcelles	Caractéristiques	Plantations	Essences
Sablanceaux 17	13,7 ha Sablo limoneux	2008 8 rangs (26m)	3 érable syc, alisier, cormier
Béthines 86	5 ha Sablo limoneux	2006 5 rangs (26m)	2 noyer hybride, noyer commun
Mazières/béronne 79	5,5 ha Limon profond	2008 6 rangs (29m)	2 noyer hybride merisier
Rouillac 16	4,7 ha Groie moyenne	2007 5 rangs (27m)	8 noyer commun, cormier, orme...
St Maxire 79	5,5 ha Groie	2008 8 rangs (27m)	3 noyer commun, cormier alisier
IP LaSalle Beauvais	33 ha Limon profond	2009 21 rangs(29m)	10 noyers, érables merisier, alisier...
St Maur 60	8,5 ha limon	2008 4 rangs (52m)	6 noyer, érable syc. Merisier
Domart/La Luce 80	10,6 ha Limon moyen	2008 5 rangs (26m)	6 noyers, frêne, Merisier, orme
Verpillières 80	13,4 ha Limon battant	2008 7 rangs (30m)	8 noyer, érable syc Merisier, robinier
Florensac 34	13,6 ha	2009 7 rangs (25m)	3 noyer hybride Merisier, alisier
Bessans 34	4,4 ha Argilo calcaire	2009 7 rangs (25m)	4 alisier, érable syc. Noyer H, cormier
Prades le LEZ 30	3,5 ha alluvions	1995 10 rangs (13m)	1 : noyer Hybride
Mauvezin 32	5 ha Argilo calcaire	2007 6 rangs (24m)	8 noyer, alisier, cormier, érable, chêne sessile
Le Thor 84	7,5 ha	2010 35 rangs (11m)	Pomme, poire, prune Pêche abricot
Rodilhan 30	1,04 ha Alluvions	2010 6 rangs (20m)	amandier

Les autres informations présentées dans les fiches de synthèse ou les rapports concernent les dispositifs d'accompagnement des plantations sur les lignes d'arbres :

- ▲ *Des essences de bourrage sur certaines (ou sur une partie) des parcelles : il s'agit d'avoir un accompagnement qui permettrait de mieux « former » les futurs arbres de haut jet tout en les protégeant des effets du vent et du soleil ; de plus certaines sont considérées comme des espèces végétales clé pour les insectes en tant que source de nourriture et comme abris.*
- ▲ *Des bandes enherbées avec une option « couvert spontané » ou bien le choix de réaliser un semis comprenant un mélange d'espèces graminées-légumineuses, voir dans certains cas des associations comprenant des espèces floricoles attractives pour les pollinisateurs.*

Il faut relever l'importance de ces bandes enherbées et de l'évolution du couvert végétal dans le suivi de la biodiversité sur ces parcelles car leur rôle y est encore majeur dans la mesure où les jeunes arbres en agroforesterie y ont un impact limité vu leur développement. Certains indices utilisés dans les suivis permettent d'avoir une bonne caractérisation de la végétation au cours des années (taux de recouvrement, relevé des espèces et de leur période de floraison).

La présence de certaines adventices, en particulier des graminées à tendance envahissante et à fort recouvrement (brome, vulpin, folle avoine...) qui prennent souvent la place des dicotylédones messicoles constitue un problème qu'il faut prendre en compte si l'on veut éviter la colonisation des cultures dans l'inter rang tout en maintenant une bonne diversité de la flore. Nous reviendrons sur cet aspect dans nos conclusions.

Parcelles	Bande enherbée	Cultures	Travail du sol	IFT moy	%SET
Sablanceaux 17	2m Mélange graminées	Pois sorgho pois	TCS	Agriculture biologique	22% +bois
Béthines 86	2m spontané	Colza blé blé	Labour ou TCS	2,37<Réf	136% +Bois
Mazières/béronne 79	2m Mélanges G +L Natura	Blé pois blé	labour	4<Réf	51%
Rouillac 16	4m spontané	Orge Prairie	labour	0,66<Réf	35%
St Maxire 79	3m Mélanges G +L Natura	Féverole blé cameline + lentille	TCS	Agriculture biologique	29%
IP LaSalle Beauvais	2m légumineuses ou spontané	Blé orge colza	TCS		39% +bois
St Maur 60	4m fétuque	Colza blé pois	TCS ou labour	4,54	42% +bois
Domart/La Luce 80	2m fétuque	Blé orge avoine	TCS	2,93	69% +bois
Verpillières 80	2 m Mélange G ou phacelie	Colza blé betterave	TCS	3,59	6%
Florensac 34	1m spontané	Blé maïs blé dur	TCS		
Bessans 34	1m spontané	Melon blé dur blé dur	S D		
Prades le LEZ 30	1 m spontané	Blé dur pois blé dur	TCS	<0,5	70% +bois
Mauvezin 32	3m spontanée	Blé tournesol féverole	TCS	Agriculture biologique	50% + bois
Le Thor 84	2m spontané	fruitiers	labour	Agriculture biologique	
Rodilhan 30	RAS Entretien	Vigne (mourvèdre)		11,7	47%

2.2 - L'environnement paysager

Les parcelles du réseau se situent dans des configurations spatiales très différentes : nous trouvons des espaces pouvant être très ouverts type openfield avec peu de boisements, jusqu'à des zones particulièrement fournies en éléments fixes du paysage comprenant des haies ou des ripisylves ainsi que des surfaces importantes en bois ou en prairies permanentes, ainsi que les bordures des routes et des chemins.

Nous avons utilisé par souci de simplicité un indicateur regroupant l'ensemble des éléments fixes du paysage (la Surface équivalente topographique ou SET). Le calcul a été réalisé sur un buffer de 500 m autour des parcelles en agroforesterie en intégrant leurs linéaires d'arbres, ainsi que les périmètres des zones boisées présentes. Ce calcul ne reflète pas l'environnement paysager à une plus grande échelle qui peut être différent, ni la mesure d'une connectivité entre les éléments qui impacte aussi sur le déplacement et la répartition des individus chez les insectes auxiliaires qui sont notre sujet d'étude.

Un travail à partir du logiciel « Fragstats » avait été envisagé, il permettrait de calculer des indicateurs de connectivité et de corrélérer des classes d'occupation du sol avec des données biodiversité comme l'abondance d'une espèce ou d'un assemblage d'espèces. Il s'agit de faire l'hypothèse que certains mixte d'habitat sont plus favorables à une richesse spécifique plus importante et à des assemblages plus diversifiés, comme peut être l'agroforesterie.

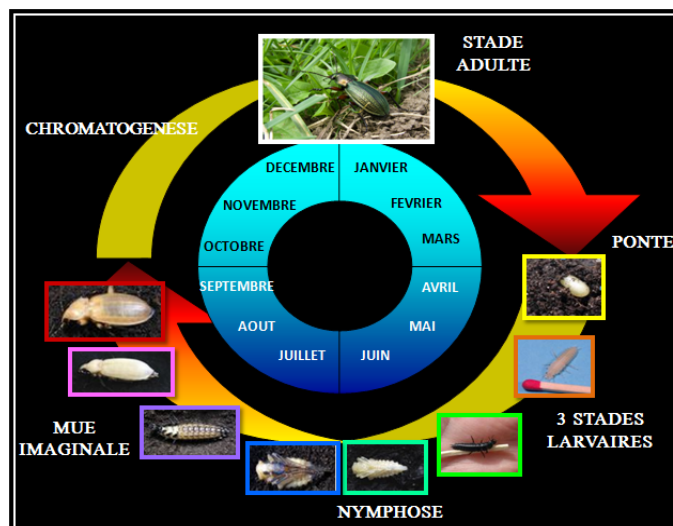
Les pourcentages en SET sur les buffers vont de moins de 10 % à plus de 130 %, la grande majorité se situant entre 30 % et 50 % ; cependant la part couverte par les boisements devrait être prise en compte et venir en réduction de la surface totale, ce qui augmenterait encore le pourcentage de la SET.

Nous avons réalisé pour certains sites un relevé phytosociologique sur les bandes enherbées d'une part, et sur les éléments fixes du paysage compris dans le buffer de 500 m autour de la parcelle agroforestière d'autre part. Cette opération pourrait être mise en œuvre pour mieux évaluer l'impact des communautés végétales, en adoptant un protocole commun tel que la méthode du coefficient d'abondance-dominance de Braun-Blanquet ; elle consiste à lister l'ensemble des plantes présentes sur une surface et leur attribuer un coefficient d'abondance -dominance (6 classes). Si cette démarche est effective sur les lignes d'arbres, en particulier à proximité des pièges, ailleurs nous n'avons qu'un relevé « présence/absence » des espèces et essences pour avoir une représentation du milieu.

III - Le matériel et méthode : Choix des auxiliaires des cultures

3.1 - Le matériel biologique

3.1.1 - Les carabidés

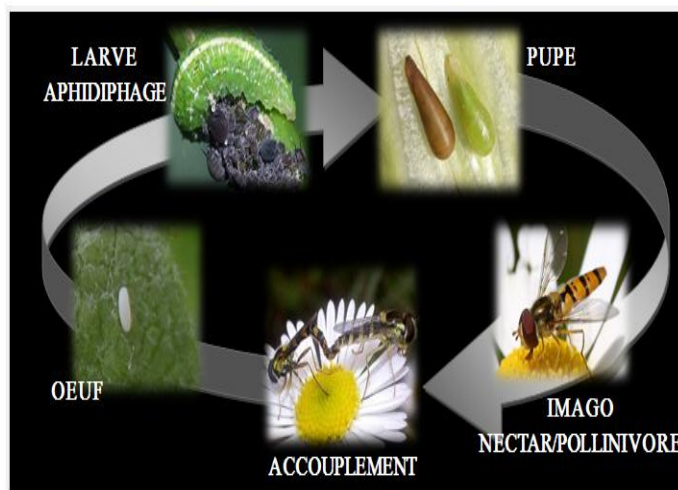


La famille des carabidés appartient à l'ordre des coléoptères compris dans la famille des insectes. Nous comptons environ 1000 espèces en France. Ce sont des prédateurs polyphages abondants dans les cultures, avec une majorité d'espèces zoophage : 80 % à l'état adulte et 90 % à l'état larvaire (CRITT-INNOPHYT ; Kromp 1999). Ces prédateurs « opportunistes » consomment un grand nombre de proies, en particulier des ravageurs des cultures (limaces, larves insectes, taupin, méligèthes, pucerons...). Quelques-uns (genres *Amara* et *Zabrus*) sont phytophages, plus fréquemment granivores, jouant peut-être un rôle dans la régulation des semences d'adventices (Menalled et al. 2007). Certaines espèces (2 à 5 %) sont omnivores et changent de régime pour adapter leur besoins nutritionnels pour la maturation des gamètes par exemple (com.per. J Yvergnault).

Les Carabidés sont ubiquistes : ils sont présents dans de nombreux milieux et sont sensibles aux changements anthropiques sur leur environnement et à la qualité de l'habitat ; ils sont donc considérés comme de bons bioindicateurs des milieux naturels ou transformés par l'homme (Kromp 1999, Niemelä 2001, Pearsall 2007).

Ce sont des insectes marcheurs ; même si certaines espèces sont dotées d'un système alaire qui leur permet de voler, l'essentiel des déplacements se fait au sol, surtout au cours de l'activité nocturne. Ils sont capables de se déplacer rapidement en parcourant plusieurs dizaines de mètres par jour (Kromp 1999 ; com.pers.J Yvergnault). La reproduction a lieu principalement au printemps ou à l'automne en fonction des espèces ; dans les deux cas les larves se développent dans le sol avant de se transformer en nymphe.

3.1.2 - Les syrphidés



Les Syrphidés composent une famille d'insectes volants de l'Ordre des Diptères d'environ 500 espèces en France. Ce sont des insectes à vol rapide ou stationnaire qui peuvent se déplacer sur plusieurs kilomètres, voire pour certaines espèces des migrations plus importantes obligatoires dans l'année (Sarhou 2006). Par leur mimétisme des couleurs et des formes, les adultes sont souvent confondus avec des guêpes ou des abeilles.

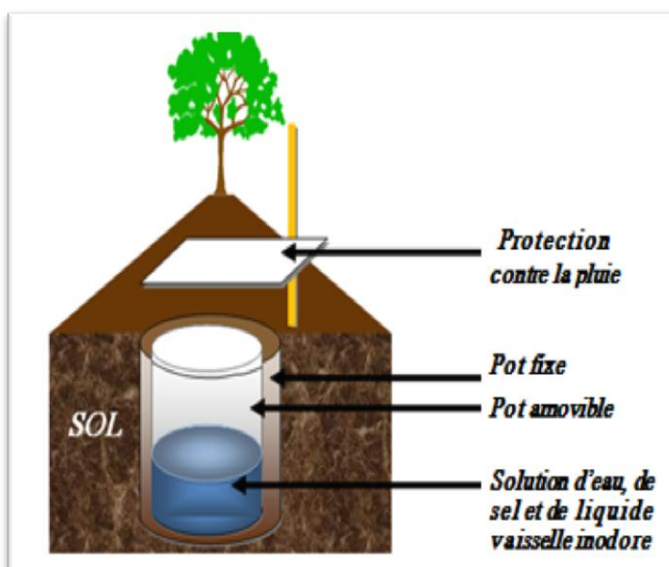
Les larves sont phytophage (20 %), saprophage (30 %) ou encore zoophage et essentiellement aphidiphage (40 %), le reste présentant un régime mixte (Sarhou et Speight 2005). En milieu agricole les espèces aphidiphages présentent un double avantage pour la production : les larves contribuent au contrôle des populations de pucerons (auxiliaires dit de nettoyage) et les adultes sont nectarivore puis pollinivore à la période de maturation ovocytaire, et jouent alors un rôle de pollinisateurs des cultures.

Cette famille compte des espèces dans la plupart des habitats, parfois très spécifique, en France, ce qui en fait un bon bioindicateur de la complexité des milieux, y compris agricoles (Burgio et Sommaggio 2007).

3.2 - Le protocole

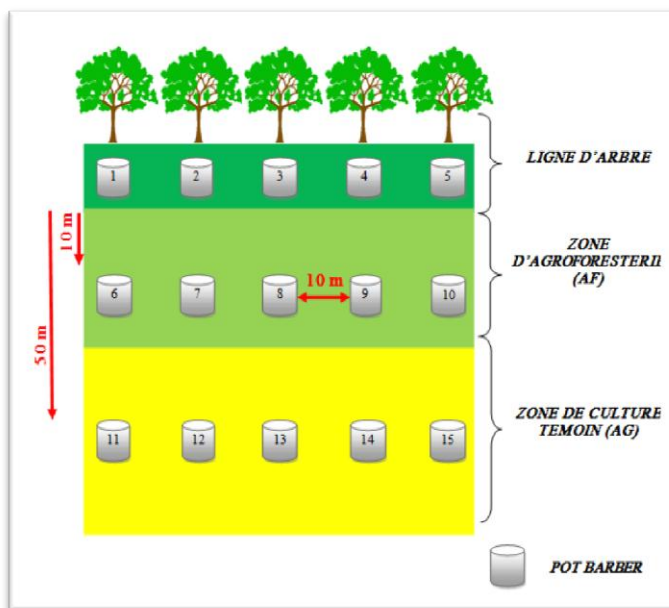
3.2.1 - Piègeage des Carabidés

Les prélèvements sont réalisés avec des pièges type pot Barber : il s'agit de pots plastiques (diamètre de 80 mm) enterrés dans le sol jusqu'à leur bord supérieur, et qui sont remplis au tiers de leur hauteur par de l'eau salée à 50gr/l, permettant une meilleure conservation des insectes jusqu'à leur récolte. Cette solution est complétée par quelques gouttes d'un mouillant type liquide vaisselle sans parfum, qui assure une immersion plus rapide des insectes tombés par simple gravitation dans le pot. La pose d'une petite plaque de bois à quelques cm au-dessus des pots apporte une protection contre la pluie et le soleil. Nous sommes en présence de pièges passifs et non attractifs qui sont létaux pour les insectes.



Le protocole précise les modalités du dispositif pour chacun des sites : des zones de piègeage y ont été définies ; chacune d'entre elles comprend une ligne de cinq pots installés tous les 10 mètres, ce qui permet d'avoir une répétition de la mesure de l'activité densité des Carabidés. Nous retrouvons sur les sites les différentes zones suivantes, dont les trois premières y sont communes :

- *Sur la parcelle agroforestière (AF) :* deux zones dont l'une sur la bande enherbée ou se trouve l'une des lignes d'arbres, l'autre vers le milieu de la bande cultivée jouxtant le précédent linéaire d'arbres.
- *Sur la partie témoin agricole (AG ou T) :* une zone située à une distance suffisante -pas moins de 100m si possible- des aménagements agroforestiers ou des bordures de la parcelle pour limiter l'impact des éléments fixes paysagers sur la présence de certains taxons comme les Coléoptères (Kromp,1999 ; Billeter et al, 2008). Le témoin peut être de préférence une partie de la parcelle en agroforesterie, sinon une parcelle proche avec les mêmes caractéristiques et conduites culturales.



- *Les autres milieux* concernent les zones boisées qui sont pour certains sites un témoin mis en place au moment de la plantation agroforestière, pour d'autres il s'agit d'un bois ou d'une haie adjacents. Enfin quelques milieux particuliers ont également fait l'objet d'un suivi.

Les piégeages se sont effectués sur la période du printemps pour l'essentiel, parfois plus tard dans l'année ; la durée moyenne est d'environ trois mois d'avril à juin avec une fréquence de piégeage en continue ou d'une semaine sur deux pour limiter les prélèvements qui sont destructeurs de tous les insectes capturés.

Les conditions de pose et l'entretien des pièges sont importants pour réaliser de bons prélèvements. Il faut en particulier que le pot ne déborde pas de la surface du sol, il est préférable de l'enfoncer légèrement afin que les petites espèces de carabiques ne soient pas amenées à buter sur l'obstacle et fassent demi-tour, en lien avec leur comportement naturel. De même les pots sont parfois visités par des « indésirables » (mulots, limaces etc...), et il faut veiller à ne pas faire des durées de piégeage trop longues, dans le réseau une semaine paraît un maximum. Enfin, notre expérience montre que la présence d'un pot qui reste en place dans lequel nous avons un second pot pour les captures permet de mieux gérer les récupérations d'échantillons depuis les parcelles, sans avoir à trop refaire la préparation du terrain lors du changement.

3.2.2 - Piégeage des Syrphidés

Le piégeage des Syrphidés s'effectue avec un dispositif d'interception : la tente malaise. Celle-ci est ouverte sur les deux côtés et possède une séparation centrale sur laquelle les insectes qui viennent buter se dirigent ensuite vers le sommet de la tente jusqu'à tomber dans un récipient contenant un conservateur, de l'alcool à 75°.

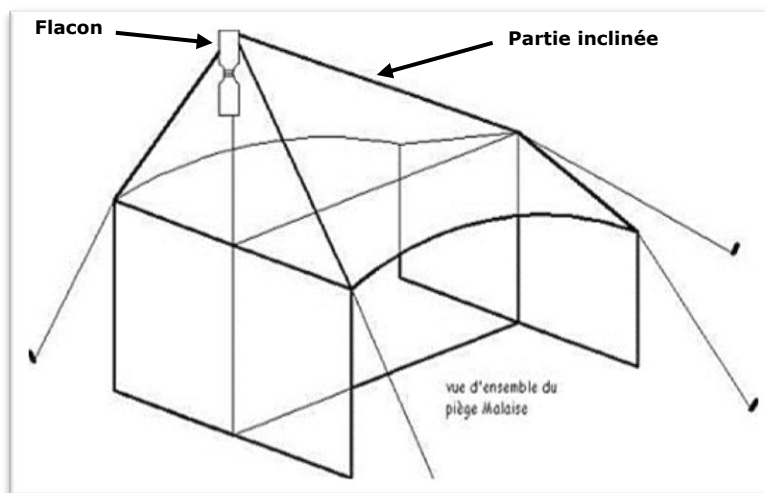
Les emplacements des tentes malaises sont définis dans le protocole :

- *Sur la parcelle agroforestière (AF) :* une tente est placée dans l'une des bandes enherbées et éloignée d'une bordure du champ. Elle est disposée avec les ouvertures dans l'axe de la ligne d'arbres ; ce choix s'explique par le déplacement des Syrphes qui se ferait de préférence en suivant les aménagements d'où une meilleure interception (com. pers. V Sarthou, 2011).



- *Sur la parcelle témoin agricole (AG ou T) :* la seconde tente est placée avec la même orientation vers le milieu d'une parcelle qui est proche ou adjacente à la parcelle agroforestière. La distance idéale entre les deux pièges serait d'environ 400 m, mais certaines contraintes dans le réseau n'ont pas permis d'être toujours à cet optimum (même culture en place à proximité ou témoin agricole de petite taille situé au sein de la parcelle agroforestière). Dans les faits les distances sont très variables et souvent inférieures.

Ce piège est capturé en continu et sur une longue durée (1 mois et plus) sans entretien ni contrainte particulière. Dans ce réseau les prélèvements ont été faits tous les 2 semaines d'avril à juillet, soit entre 4 et 8 échantillons collectés selon les sites et les années, la date de récolte dans la parcelle mettant un terme au piégeage.



3.2.3 - Tri et détermination des espèces

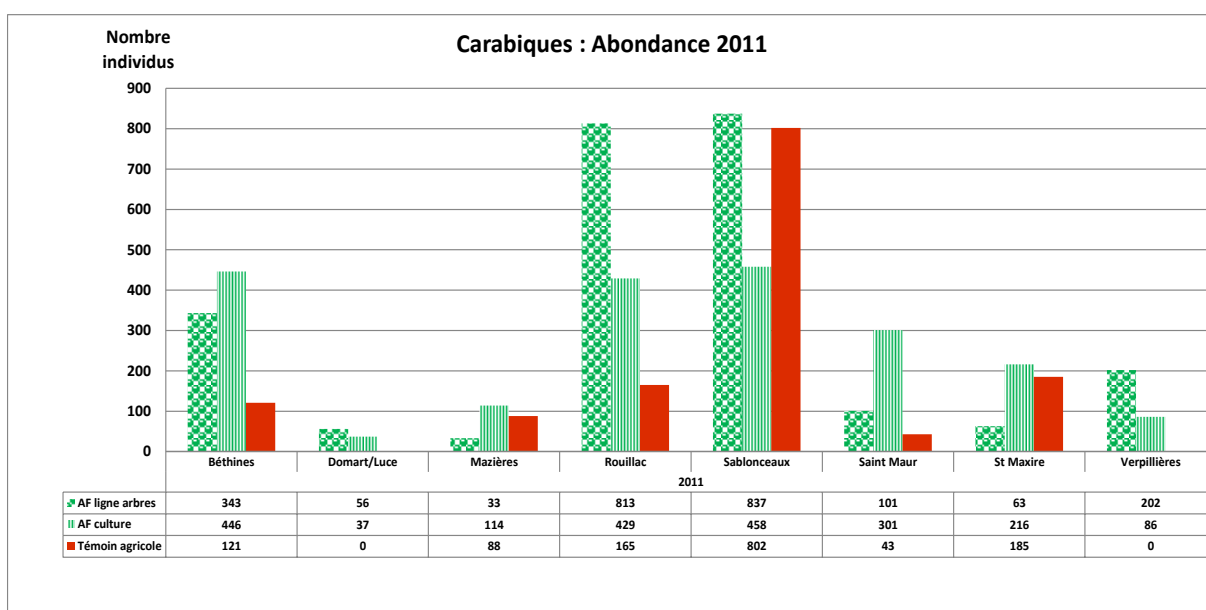
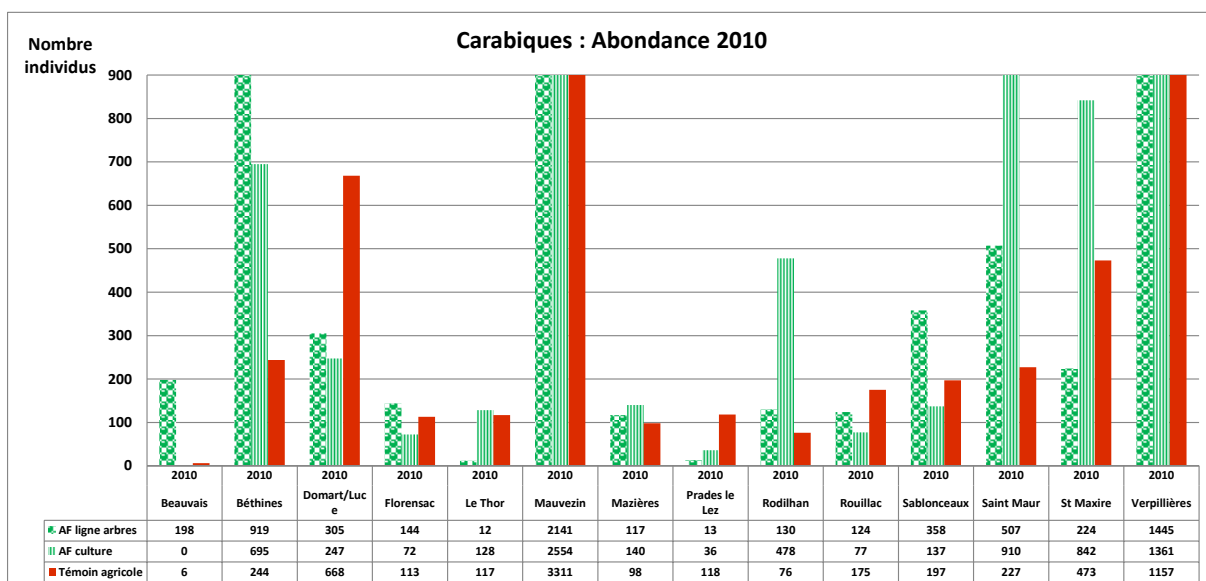
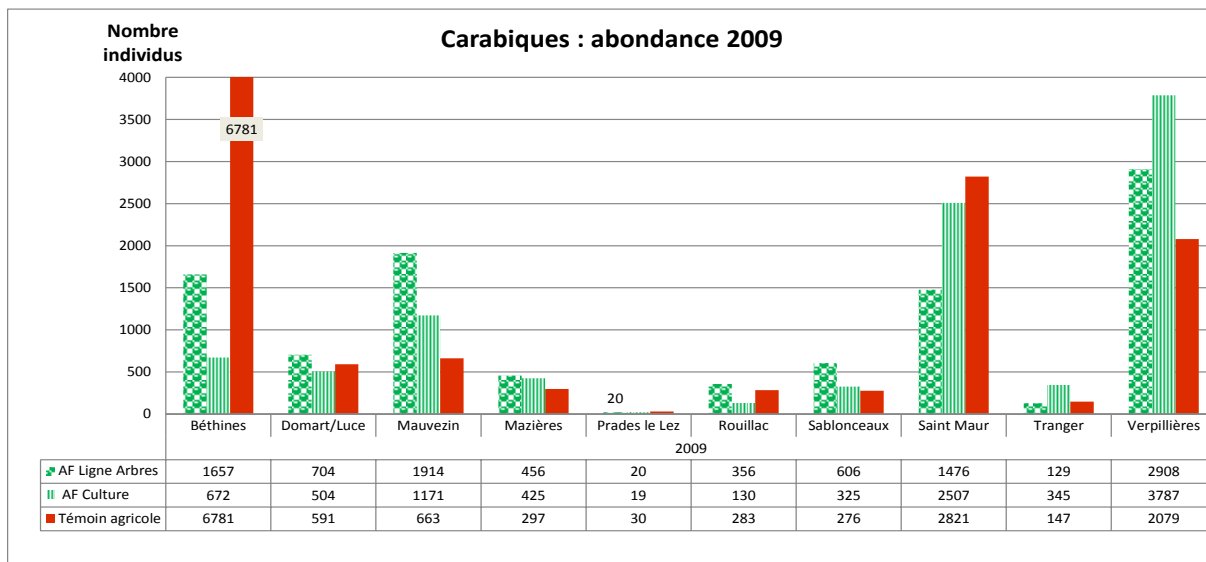
Le tri des Carabidés et des Syrphidés est réalisé au laboratoire dans des coupelles en verre sur fond blanc et à l'œil nu avec de bonnes conditions de luminosité. Les échantillons de chaque piège sont conservés dans des piluliers avec de l'alcool à 75°, ils sont étiquetés avec la date, le lieu ainsi que le N° du pot ou de la tente afin de permettre une éventuelle vérification. La détermination des espèces est réalisée à la loupe binoculaire à l'aide de clés de détermination. (pour les carabidés par JL Roger de INRA SAD-Paysage et celle de Jeannel 1942 ; pour les syrphidés par Speight et Sarthou, 2010 ; ainsi QUE Verlinden 1994, Stubbs & Falk 1983). Le travail est réalisé par des stagiaires après une formation initiale, ou directement par des spécialistes en sous-traitance selon l'organisation retenue sur les sites (ex : V Sarthou et J Yvergnault pour le Poitou Charentes).

Nombre et période de prélèvements pour les carabidés

Année /site	2009	2010	2011
Sablanceaux 17	5 (mai-juin) 35 j	6 (mai- mi-juillet) 77 j	4 (mai-mi-juin) 49 j
Béthines 86	5 (mai-juin) 35 j	7 (mai-juin) 49 j	7 (mai-juin) 49 j
Mazières/béronne 79	6 (mi-avril-juin) 42 j	7 (mi-avril-mi-juillet) 49 j	7 (mi-avril-mi-juillet) 49 j
Rouillac 16	5 (mi-avril-mi-juin) 35 j	5 (mai-juin) 35 j	7 (mi-avril-juin) 49 j
St Maxire 79		6 (mi-avril-juin) 42 j	7 (mi-avril-mi-juillet) 49 j
IP LaSalle Beauvais		6(mars –juin) 30 j	4 (mai-juin) 20 j
St Maur 60	6 (mai-mi-juillet) 42 j	13 (mi-avril-mi-juillet) 90 j	8 (mai-juin) 56 j
Domart/La Luce 80	6 (mai-mi-juillet) 42 j	13 (mi-avril-mi-juillet) 90 j	8 (mai-juin) 56 j
Verpillières 80	6 (mai-mi-juillet) 42 j	13 (mi-avril-mi-juillet) 91 j	8 (mai-juin) 56 j
Florensac 34		11 (mi-avril-mi-juillet) 84 j	
Bessans 34		11 (mi-avril-mi-juillet) 84 j	
Prades le LEZ 30	5(mars –août) 35 j	15(avril-juillet) 110 j	
Mauvezin 32	13(mi-avril-mi- octobre) 91 j	6(avril-fin juin) 42 j	5(avril-mi-juin) 35 j
Le Thor 84		8 (mi-avril –juin) 24 j	7 (mi-avril –juin) 90 j
Rodilhan 30		4 (mi-avril-mai) 49 j	
Tranger 36	5(mai- juin) 35 j		

Nombre et période de prélèvements pour les syrphidés

Année /site	2009	2010	2011
Sablanceaux 17	2 (mai) 30 j	5 (mai-mi-juillet) 60 j	3 (mai-juin) 31 j
Béthines 86	2 (juin)	6 (mai-mi-juillet) 84 j	6 (mai-mi-juillet) 84 j
Mazières/béronne 79	5 (mai-mi-juillet) 70 j	4 (juin-mi-juillet) 56 j	7 (mi-avril-mi-juillet) 98 j
Rouillac 16	3 (mi-mai-juin) 42 j	4(mai-juin) 56 j	6 (avril-juin) 84 j
St Maxire 79		6 (mai-mi-juillet) 90 j	6 (mi-avril-juin) 90 j
IP LaSalle Beauvais			1 (mai) 10 j
St Maur 60	4 (juin-mi-juillet) 28 j	13 (mi-avril-mi-juillet) 91 j	
Domart/La Luce 80	4 (juin-mi-juillet) 28 j	13 (mi-avril-mi-juillet) 91 j	
Verpillières 80	4 (juin-mi-juillet) 28 j	13 (mi-avril-mi-juillet) 91 j	8 (mi-mai-mi-juillet) 56 j
Prades le LEZ 30	15 (mi-mars-juin) 105 j	9 (mi-avril-juin) 63 j	11 (avril-juin) 90 j
Mauvezin 32	13 (mi-avril-mi- octobre) 190 j	13(avril- mi-octobre) 190 j	
Tranger 36	4 (mai- juin) 60 j		
Chassy 18	4 (mai-juin) 60 j		



IV - Les résultats sur le suivi des Carabidés

Préambule : Cette étude ne permet pas de faire une comparaison entre les sites qui se trouvent dans des contextes pédoclimatiques et dans des environnements paysagers très différents ; de plus les conditions expérimentales introduisent des biais quant à la durée et aux périodes ou les années de piégeage qui varient souvent : il n'est pas envisageable d'utiliser un quelconque outil d'analyse pour interpréter les différences obtenues entre des sites, que ce soit pour les carabiques ou les syrphes. Nous reviendrons sur ce point lors de la conclusion.

4.1 – Analyse de l'abondance (graphiques Abondance 2009-2010-2011)

Les captures sur les différents sites/années représentent près de 70 000 individus ; cette activité-densité est très variable selon les lieux et les années ; les effectifs extrêmes sont compris entre moins de 10 à plus de 6000 individus, avec une moyenne à plus de 1100 par parcelle mais un écart type qui en est proche (aux environs de 800).

Les données ne permettent pas de démontrer une évolution forte en lien avec les années, il y a cependant une diminution entre les années 2009 et 2010 et entre 2010 et 2011 sur la majorité des sites suivis sur cette durée, surtout dans les zones plus au nord (Verpillières, St Maxire, Mazières, Domart, Bethines). Nous avons constaté aussi des « explosions » du nombre d'insectes suite à des émergences ponctuelles, ce qui se traduit par des pics de capture sur une période voire une seule date de piégeage.

Les analyses statistiques utilisent des tests non paramétriques car les données ne sont pas normalement distribuées et les variances de chaque année non homogènes (Kruskal-Wallis test, Wilcoxon test). Ainsi les tests de comparaisons multiples réalisés à partir des valeurs d'activité-densité montrent dans la plupart des situations une variabilité au sein des zones de piégeages qui ne permet pas de conclure à des différences significatives entre les allées cultivées, les linéaires d'arbres et le témoin agricole.

Face à cette généralité nous avons des situations particulières avec sur certains sites et pour une année donnée une différence significative. Nous pouvons l'illustrer avec l'exemple de la parcelle « Bethines » sur les années 2009 à 2011 :

- *en 2009*, l'abondance dans le témoin agricole est plus importante que celle des deux autres milieux, les abondances entre la bande enherbée et l'allée cultivée ne diffèrent pas.
- *en 2010 et 2011* l'abondance ne diffère pas significativement entre la parcelle agroforestière et le témoin agricole.

Enfin l'abondance entre les années est plus importante sur le témoin agricole en 2009 qu'en 2010 et 2011 ; il en est de même pour l'allée cultivée entre 2009 et 2011.

Afin de présenter une approche plus globale sur le réseau, nous avons réalisé un classement des abondances totales des sites/années dans le tableau synoptique suivant.

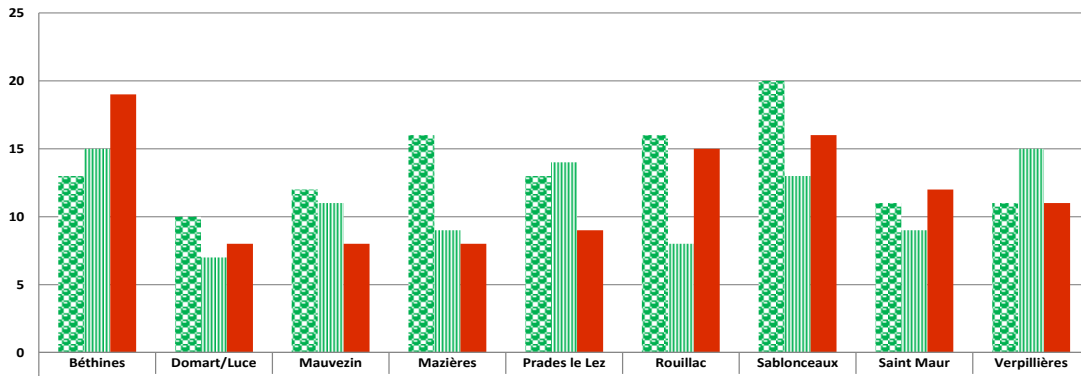
Classement Abondance	AF ligne arbres	AF culture	Témoin agricole
n°1	13	14	6
n°2	10	12	11
n°3	9	7	14

Dans près des 4/5 des sites/années, nous avons les milieux en agroforesterie qui arrivent en tête pour les abondances totales : pour moitié sur la zone de la ligne d'arbres (13) et sur la zone de la culture intercalaire(14). Même si ce résultat doit être interprété avec une certaine réserve, il montre une tendance à une augmentation des populations de carabidés en lien avec la présence des aménagements en agroforesterie ; le gain serait de 25 % sur l'ensemble des sites (excepté une année/site particulière).

Les milieux boisés présents dans certains sites présentent le plus souvent des abondances plus faibles que sur les milieux agricoles. Ceci semble en accord avec les observations déjà réalisées lors des études antérieures car nous avons une plus grande capacité de déplacement dans les zones agricoles et une compétition plus faible des niches écologiques que dans un milieu boisé.

Nombre
espèces

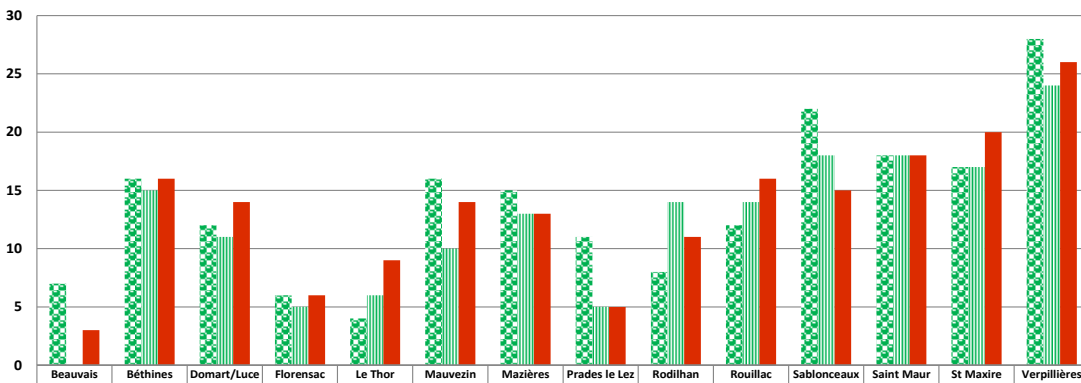
Carabiques : Richesse en espèces 2009



2009		
AF ligne arbres	13	10
AF culture	15	7
Témoin agricole	19	8

Nombre
espèces

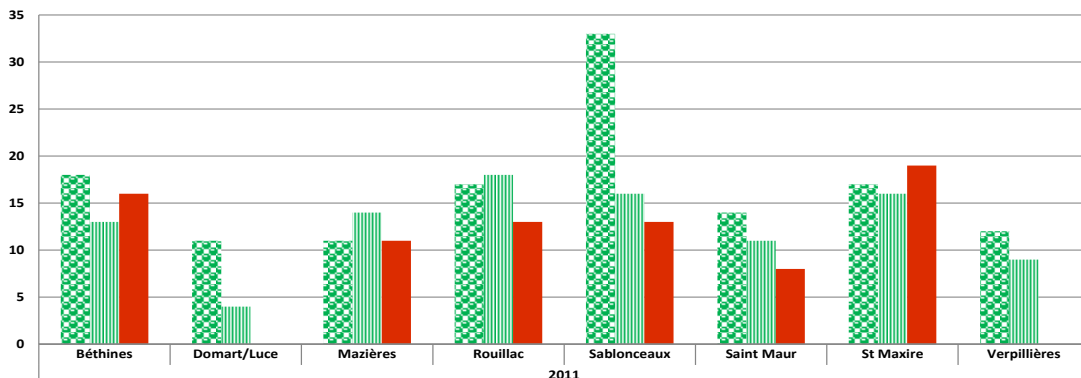
Carabiques : Richesse en espèces 2010



2010		
AF ligne arbres	7	16
AF culture	0	15
Témoin agricole	3	16

Nombre
espèces

Carabiques : Richesse en espèces 2011



2011		
AF ligne arbres	18	11
AF culture	13	4
Témoin agricole	16	0

4.2 – Analyse de la richesse en espèces (graphiques 2009-2010-2011)

Les richesses en espèces de Carabidés sont comprises entre 10 et 20 espèces pour la plupart des années/sites ; nous avons des écarts importants entre les sites ainsi qu'entre les années pour un même site ; cette observation n'est pas liée à un effet particulier d'une année mais doit prendre en compte à la fois la culture en place et les facteurs climatiques éventuels, sachant que les espèces ne répondent pas de la même manière à ces diverses conditions. Les mêmes conclusions qu'avec les abondances totales sont faites avec l'analyse statistique à partir des tests non paramétriques : la plupart des situations sont non significatives, et cela malgré un écart moyen de deux espèces entre le milieu agroforestier (en particulier la bande enherbée sur le linéaire d'arbres) et le témoin agricole (14,5 contre 12,7), la zone de l'allée cultivée étant proche du témoin (12,1).

Nous reprenons l'exemple de la parcelle située à Bethines sur les années 2009 à 2011 avec une succession colza-blé-blé :

- ▲ - 2009 la richesse spécifique est plus importante dans le témoin agricole que dans la parcelle agroforestière.
- ▲ - 2010 et 2011, la richesse spécifique ne diffère pas significativement entre le témoin agricole et la parcelle agroforestière ; mais par contre elle demeure supérieure vis à vis des milieux boisés.

Cette richesse spécifique est comparable entre les années également : elle y est plus importante en 2009 que sur les autres années pour le témoin agricole, et que sur l'année 2011 pour l'allée cultivée ; enfin pour la bande enherbée l'année 2010 est plus riche que 2011.

Dans une approche plus globale sur le réseau, nous avons réalisé un classement des richesses en espèces totales des sites/années présenté dans le tableau synoptique suivant.

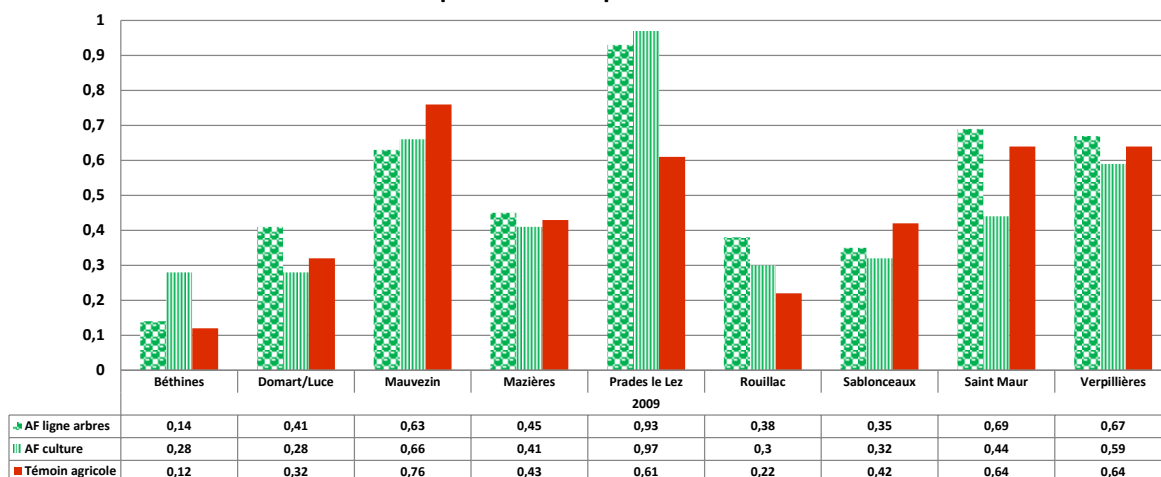
Classement Richesse spécifique	AF ligne arbres	AF culture	Témoin agricole
n°1	18	7	10
n°2	7	14	11
n°3	5	10	8

Nous avons de nouveau un plus grand nombre de sites/années où le piégeage est supérieur pour la partie en agroforesterie mais cette fois plutôt en faveur de la ligne d'arbres, soit 50 % des cas ; il reste néanmoins une bonne partie des situations avec une richesse moindre en espèces qui est associée à l'allée cultivée. Il n'est pas possible pour l'instant de faire l'hypothèse que la présence des lignes d'arbres favorise la présence d'un plus grand nombre d'espèces, en dehors de l'analyse statistique des données elle-même. Nous avons par exemple sur certains sites des inversions du classement entre les années ce qui ne confirme pas une tendance. De plus nous avons souvent des espèces représentées par peu d'individus, ce qui rend fragile la qualité de notre échantillonnage : de plus sur certaines des parcelles (Bethines, Mazières...) la courbe d'accumulation des espèces piégés sur les 3 ans d'expérimentation montre que l'on n'est pas encore arrivé au potentiel des captures des espèces présentes (indices de Chao et de Jackknife1).

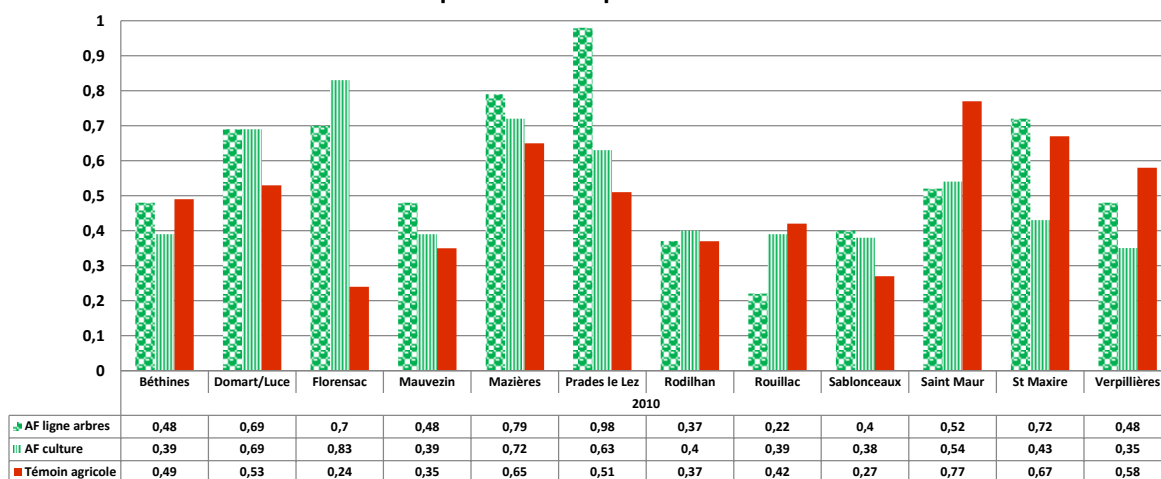
Pour les milieux boisés nous observons une richesse spécifique plus faible dans la plupart des situations qui permettent une comparaison (une douzaine de sites/années).

Le détail des suivis dans les différents sites sont décrits dans les comptes rendus respectifs: ils se retrouvent aussi dans les fiches de synthèse en annexe.

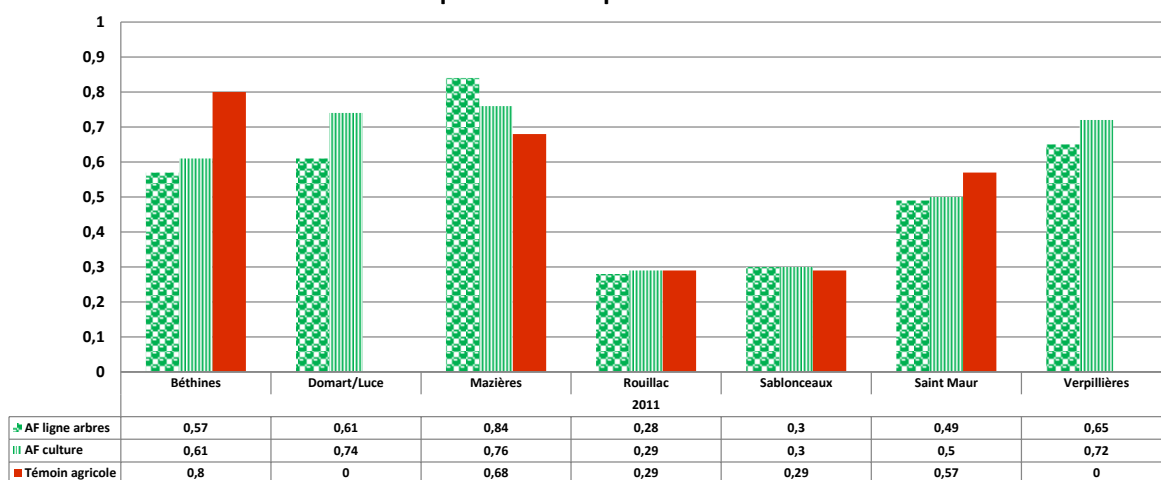
Carabiques : Indice Equitabilité 2009



Carabiques : Indice Equitabilité 2010



Carabiques : Indice Equitabilité 2011



4.3 - Approche fonctionnelle et structure des populations

La structure des populations à travers la répartition des différentes espèces et de leurs caractéristiques est donnée par les indices de Shannon Weaver et d'équitabilité ; cette dernière est présentée dans cette synthèse.

Nous avons un déséquilibre des espèces avec dans la plupart des cas une mauvaise répartition des individus entre les espèces ; seules quelques-unes dominent largement : ces espèces peuvent être différentes selon les lieux voir les années ;(exemple : nous avons en particulier, une présence importante de trois espèces dans les parcelles en Poitou Charentes : *Poecilus cupreus*, *Anchomenus dorsalis* et *Brachinus sclopeta*).

Les espèces dominantes sont différentes selon les années également puisque nous notons l'apparition de l'espèce *Pseudoophonus rufipes* en 2010 sur la parcelle de Mazières et en 2011 sur celle de St Maxire. Nous n'avons pas toujours d'explications sur ces écarts dans les effectifs entre espèces : ceci peut dépendre des variations climatiques ou de la culture en lien avec la couverture du sol.

Le niveau absolu des effectifs piégés peut avoir une influence sur les indices d'équitabilité, en particulier une baisse peut se traduire par un indice plus élevé mais qui sera aussi moins pertinent ; à l'inverse avec un nombre important d'individus, le niveau de cet indice d'équitabilité sera significatif. Dans de nombreuses situations nous n'avons pas d'écart significatif : soit ces effectifs restent faibles, soit nous avons une présence massive d'une ou deux espèces avec un indice qui s'éloigne de la valeur théorique maximale. Les deux parcelles de Verpillières et de Mauvezin en 2009 sont l'exception de ce réseau.

En résumé les indices d'équitabilité sont assez proches entre les parcelles en agroforesterie et les témoins agricoles (cf les valeurs moyennes qui sont présentées dans le tableau suivant)

Zone de piégeage	AF ligne arbres	AF culture	Témoin agricole
Indice d'équitabilité	0,53	0,48	0,50

Approche fonctionnelle : une étude à approfondir.

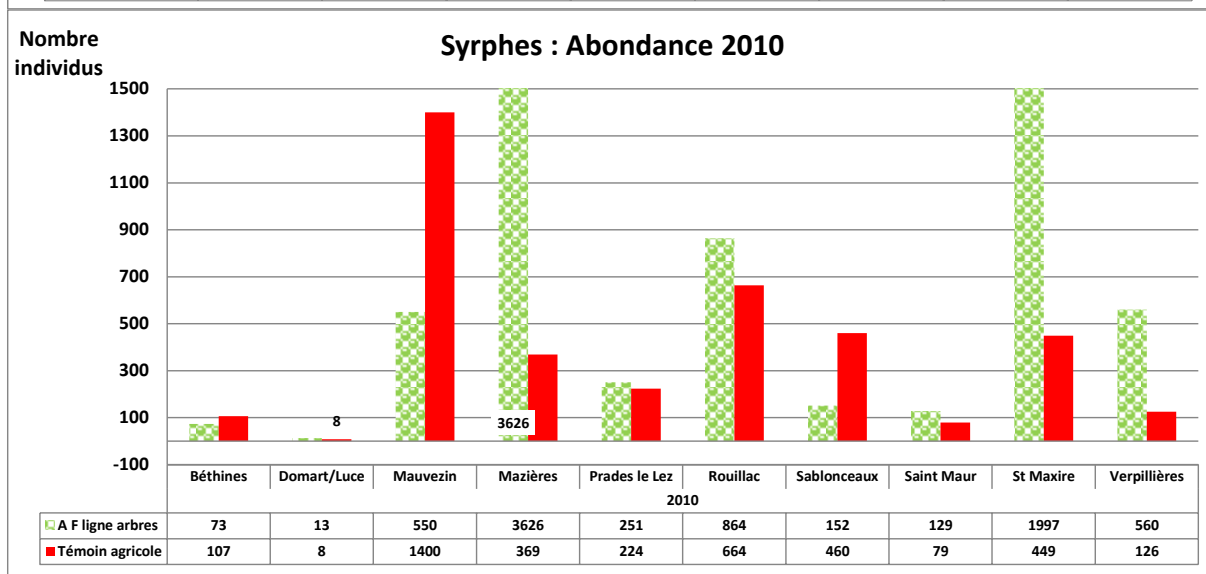
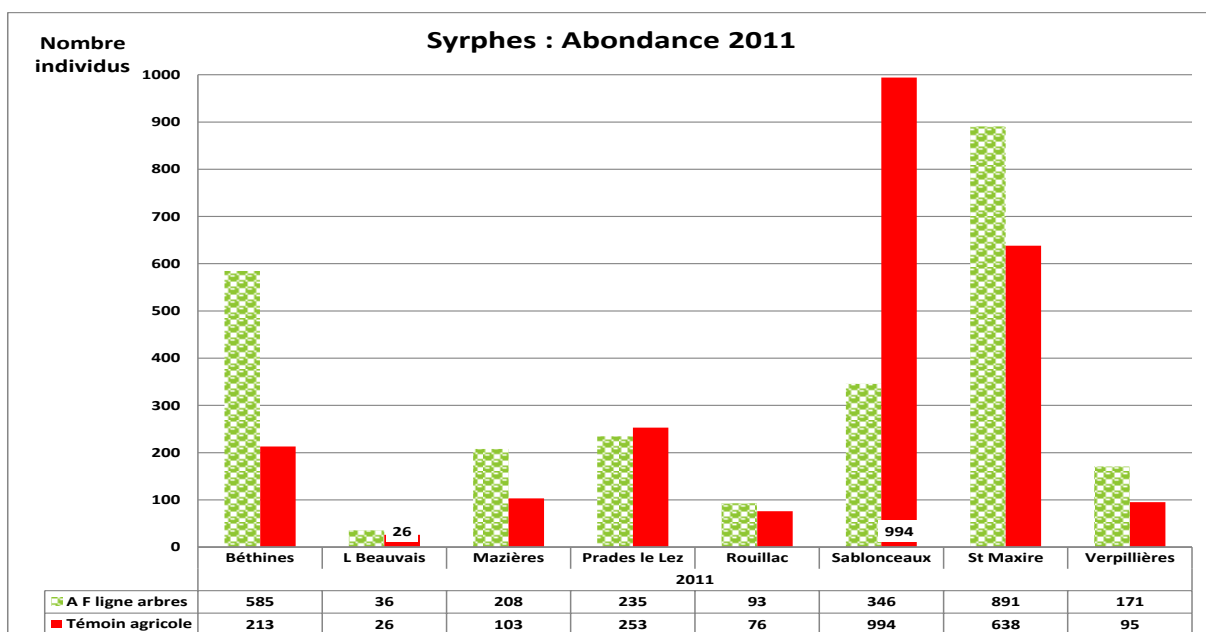
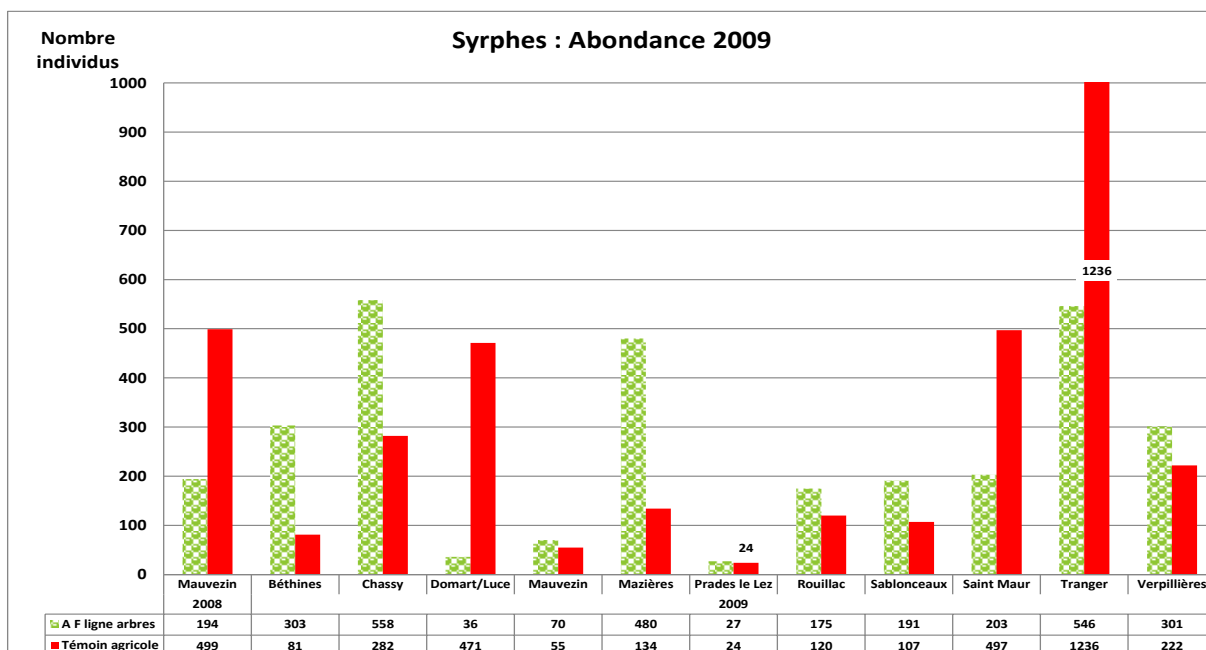
Les trois milieux montrent aussi une tendance à des assemblages des communautés plutôt similaires avec cependant là encore des variations selon les années : parfois les communautés sont plus proches entre le linéaire d'arbres et l'allée cultivée, parfois entre l'allée cultivée et le témoin agricole. Pour les habitats boisés inventoriés sur certains sites les communautés restent dans l'ensemble marquées par des espèces plus caractéristiques. (genre *Carabus* ou *Abax*). Les communautés agroforestières restent éloignées de celles des milieux boisés pour l'instant sauf sur certains sites plus propice aux échanges vu leur proximité (Sablonceaux 2009).

Nous sommes en présence d'espèces inféodées à des milieux ouverts, voir partiellement ouvert et très peu sont liés à des milieux très boisés, ce qui correspond la plupart du temps au type d'environnement paysager des parcelles et avec encore un faible impact des linéaires d'arbres.

Au niveau des régimes alimentaires les espèces piégées sont zoophages dans la majorité d'entre elle et pour toutes les zones de piégeage. Nous avons une proportion d'espèces plutôt phytophages dans le témoin agricole mais toujours pour un faible pourcentage.

L'analyse de l'abondance en lien avec des facteurs externes (biotique et abiotique) montre une certaine corrélation entre la dynamique des populations et certaines conditions climatiques : des températures modérées avec une certaine humidité semblent bénéfiques aux Carabidés. Nous n'avons pas observé d'effet de la conduite des cultures ; le travail du sol est reconnu comme important dans le maintien des populations de carabiques ; il faut remarquer que dans la plupart des parcelles le labour est absent ou très occasionnel (dont les parcelles avec une abondance élevée : St Maur, Verpillières, ou encore « en bio » comme Sablonceaux et Mauvezin)

Nous n'avons pas de suivi entre les effectifs de Carabidés et des proies potentielles comme certains ravageurs, ce niveau d'étude demande un protocole spécifique qui n'est pas l'objet de ce programme et qui doit être rigoureux quant à la recherche d'une éventuelle corrélation.



V - Les résultats sur le suivi des Syrphes

5.1 - Analyse des abondances

Les captures sur les différents sites/années représentent près de 25 000 individus ; le nombre d'individus varie considérablement selon les lieux et les années ; les extrêmes vont d'une dizaine à près de 2000 (sans la parcelle Mazières 2010) ; les $\frac{3}{4}$ des piégeages se situant entre 200 et 500. Nous obtenons une moyenne proche de 450 pour la zone en agroforesterie et de 330 pour le témoin agricole. Chaque moyenne est attachée à un écart type encore plus important surtout en agroforesterie avec le piégeage de Mazières en 2010 qui constitue un record (3600 insectes).

Nous n'observons pas de tendance très remarquable entre les années et les sites évoluent dans le désordre, il semble que les sites soient surtout attractifs selon cultures présentes et la richesse floristique sur le linéaire d'arbres. Pour une parcelle donnée nous avons une dominante en agroforesterie ou sur le témoin agricole selon l'année.

Les tests statistiques n'ont pas montré de différence significative entre les zones de piégeage malgré des écarts d'effectifs parfois importants: le nombre limité de relevés (moins d'une dizaine et plus souvent de 4 à 6) ainsi que la variabilité des captures dans chacune des zones ne donne pas de robustesse à ces résultats.

Ainsi en prenant l'exemple de la parcelle Mazières, le test non-paramétrique ne révèle aucune différence significative entre les abondances sur les années 2009-2010 et 2011, et cela malgré une forte présence des syrphes dans le linéaire d'arbres (3600) dont la majeure partie sur une courte période.

Nous avons également observé des déplacements importants des adultes volants sur une grande distance et les tentes malaises sont relativement proches (moins de 500m) pour que les syrphes puissent circuler entre les deux zones. Les adultes anthophiles étant au départ attirés par la floraison des plantes présentes sur les linéaires d'arbres, puis venant ensuite pour rechercher la présence des pucerons pour pondre et assurer la nourriture de leur larves ; ce cas de figure a été observé à Mazières en 2009 ou nous avons eu une brusque inversion des effectifs capturés ; la parcelle agricole étant alors à l'épiaison, une phase propice pour la recherche de pucerons/proies pour les syrphes qui avaient butinés auparavant dans les bandes fleuries.

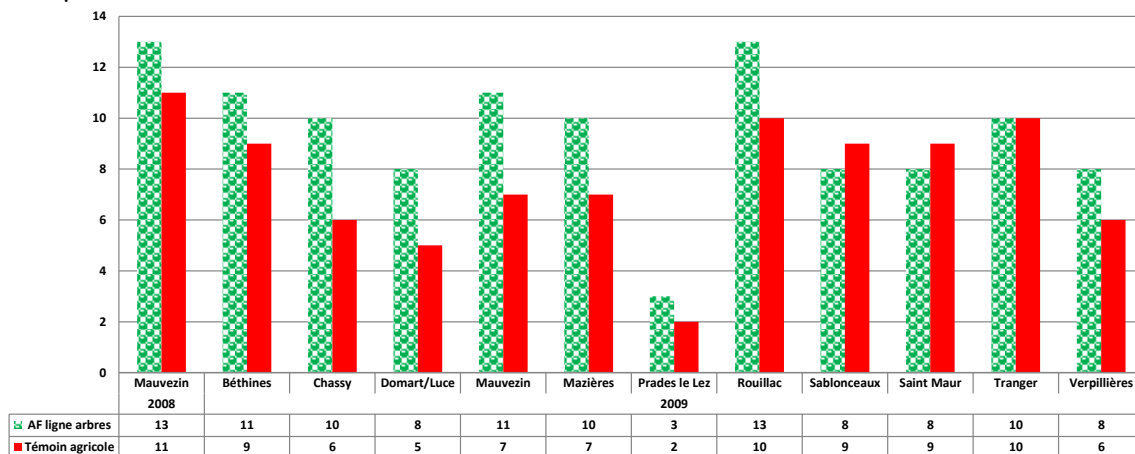
Quoiqu'il en soit, la présence des bandes fleuries reste un facteur prépondérant pour attirer les syrphes même si cela n'est pas le seul élément paysager ayant un impact sur la présence de ces insectes. Ainsi nous avons dans l'ensemble du réseau les 2/3 des sites/années qui sont en faveur des zones en agroforesterie (cf tableau synoptique suivant)

Classement Abondance	AF ligne arbres	Témoin agricole
n°1	21	9
n°2	9	21

Nous n'avons pas de comparaisons avec des zones boisées (la parcelle de Mauvezin avait seulement l'un des piégeages à proximité d'une haie), celle de Beauvais est en cours d'étude mais les effectifs collectés en 2011 sont trop faibles pour être utilisables.

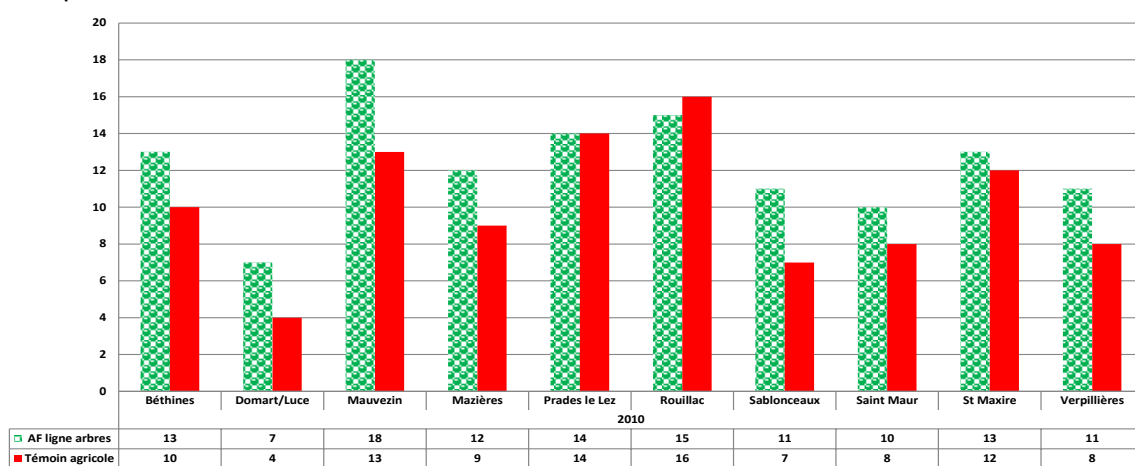
Nombre espèces

Syrphes : richesse en espèces 2009



Nombre espèces

Syrphes : richesse en espèces 2010



Nombre espèces

Syrphes : richesse en espèces 2011



5.2 - Analyse de la richesse spécifique

Le nombre des espèces identifiées sur la plupart des sites/années varie entre 10 et 15 ; nous avons quelques exceptions avec une parcelle en 2009 avec moins de 5 espèces, mais le type de piège (cuvette jaune) était moins efficace que la tente malaise. Nous avons aussi une parcelle en 2011 avec plus de 30 espèces recueillies. La variation reste aussi assez marquée entre les années sur un même site : il s'agit parfois d'une augmentation progressive sur le site (ex Béthines, Mauvezin) ou bien d'une variation irrégulière d'une année sur l'autre (ex Rouillac). Le phénomène climatique ainsi que l'environnement de la parcelle peuvent en être la cause avec l'attractivité de la culture en place.

Nous avons un écart équivalent à deux espèces entre les richesses spécifiques moyennes des sites en faveur de l'agroforesterie. Cependant nous constatons dans les analyses statistiques que sur la plupart des sites les richesses spécifiques ne diffèrent pas entre l'agroforesterie et le témoin agricole.

Nous avons avec l'exemple de Béthines un nombre d'espèces plus élevé en agroforesterie, cependant cette différence n'est pas significative en 2009 et 2010 alors qu'elle l'est pour 2011. Enfin cette richesse spécifique est significativement plus importante en 2011 qu'en 2010 pour les deux zones.

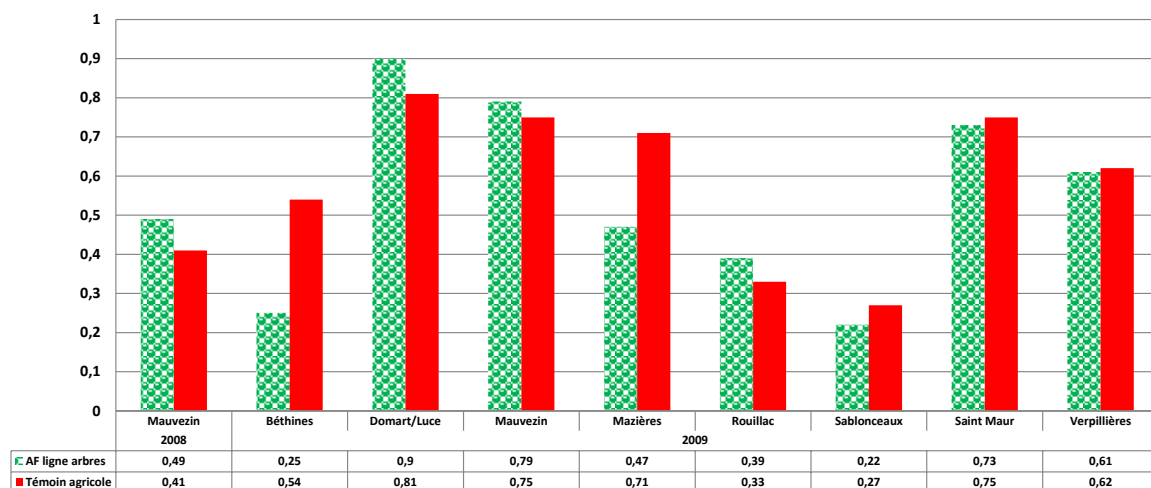
Enfin sur l'évolution des communautés sur plusieurs années montre que nous n'avons pas un effort d'échantillonnage suffisant sur les sites où la courbe d'accumulation des espèces a été faite.

Dans une approche plus globale sur le réseau, nous avons réalisé un classement des richesses en espèces totales des sites/années présenté dans le tableau synoptique suivant.

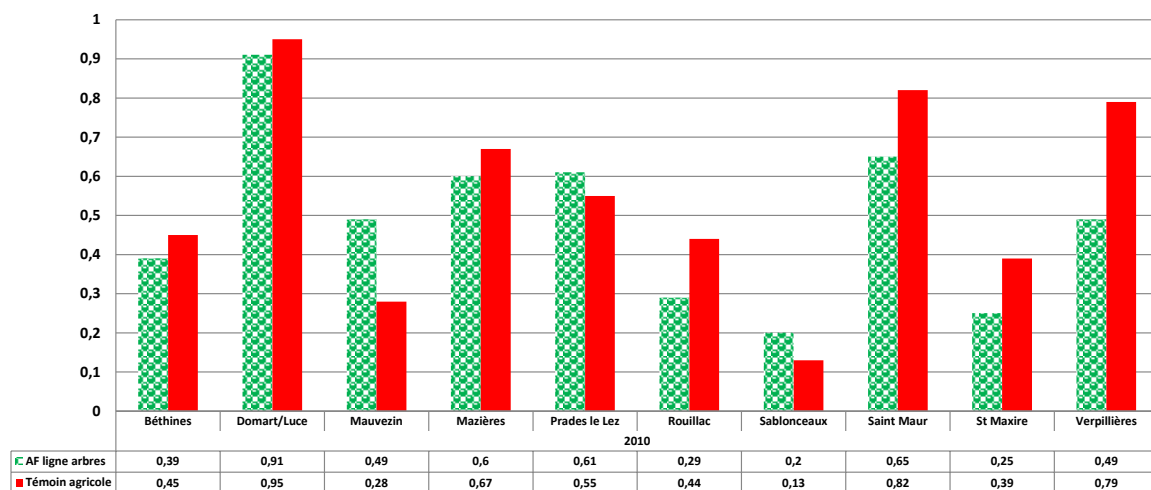
Classement Richesse spécifique	AF ligne arbres	Témoin agricole
n°1	20	6
n°2	6	20
identique	4	4

Nous avons à nouveau les 2/3 des sites/années où le piégeage est supérieur en agroforesterie. Comme pour les carabiques il n'est pas possible de valider cette tendance car il y a un nombre insuffisant d'échantillon et une répartition des captures trop irrégulière dans le temps. Cependant la richesse en espèces reste une caractéristique intéressante pour évaluer la résilience d'un milieu en cas de perturbation importante.

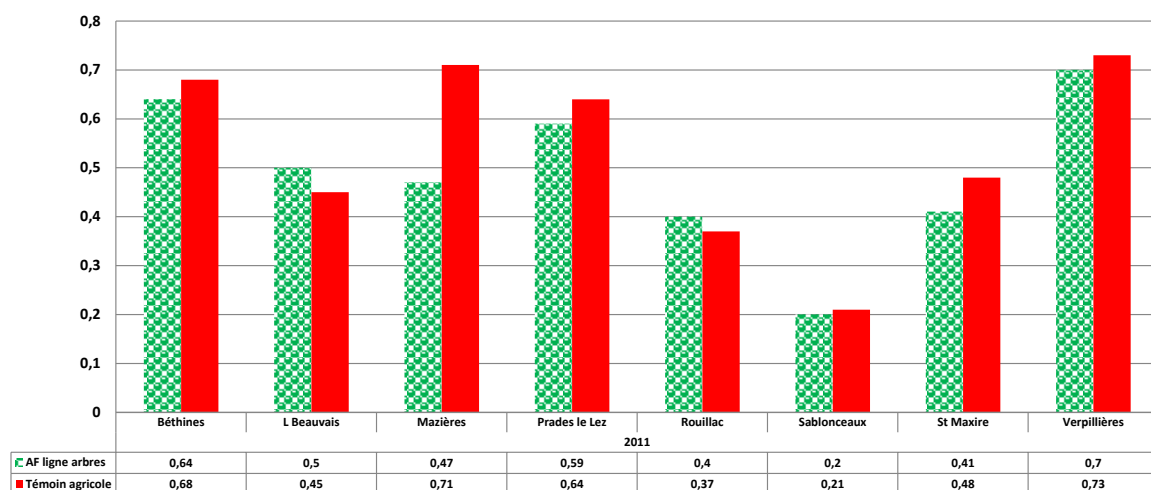
Syrphes : Indice équitabilité 2009



Syrphes : Indice équitabilité 2010



Syrphes : Indice équitabilité 2011



5.3 - Approche fonctionnelle et structure des populations

La structure des populations à travers la répartition des différentes espèces et de leurs caractéristiques s'exprime par les indices de Shannon Weaver et d'équitabilité ; nous utilisons cette dernière dans cette synthèse.

Nous avons la plupart du temps des communautés avec des espèces largement dominantes dans les sites aussi bien en agroforesterie que sur les témoins agricoles. C'est par exemple en Poitou Charentes les espèces comme *Episyrphus balteatus*, *Sphaerophoria scripta* ou encore *Eupeodes corollae* et *Melanostoma mellinum* qui sont les plus fréquentes et abondantes dans les différents sites. Pour l'illustrer avons sur la parcelle de Sablonceaux en 2011 l'espèce *Eupeodes corollae* seule prédomine avec respectivement 74% et 82% des effectifs sur le témoin agricole et l'agroforesterie. Sur la parcelle de St Maxire c'est l'espèce *Sphaerophoria scripta* qui arrive en tête en 2010 et 2011 avec respectivement 88% et 85% des effectifs. Ainsi les sites/années où l'on trouve des fortes abondances sont souvent caractérisés par présence d'espèces prédominantes.

Les indices d'équitabilité sont présentés dans le tableau suivant (il s'agit des valeurs moyennes pour chacune des zones) Nous avons en agroforesterie, malgré un plus grand nombre d'espèces, un indice plus faible car il va dépendre de l'abondance d'espèces dominantes qui sont certainement plus représentées.

Zone de piégeage	AF ligne arbres	Témoin agricole
Indice d'équitabilité	0,51	0,55

Approche fonctionnelle : des communautés dominées par des espèces aphidiphages.

Nous avons chez toutes les espèces dominantes déjà citées des larves qui sont aphidiphages et l'ensemble des espèces recensées dans les deux zones le sont à plus de 95% ans la plupart des sites/années. Nous avons quelques situations (Mazières, et surtout Sablonceaux) où la relation « proie-prédateur » a été étudiée. Le suivi sur les cultures de blé ou de pois a permis d'observer une diminution plus rapide des populations de pucerons en agroforesterie, ainsi que des pics des larves de syrphes plus précoces. Cette dynamique se retrouve aussi au niveau des adultes avec une abondance plus marquée dans les 2 semaines ayant suivie la chute du nombre de pucerons. Cette thématique sera reprise dans notre dernier chapitre.

Les ressources florales dans les parcelles et le linéaire d'arbres.

Nous avons un effet très attractif sur les syrphes adultes des essences florales présentes sur les bandes enherbées des lignes agroforestières ou sur les bordures de parcelle, les haies ou comme adventices dans les cultures. Les suivis réalisés montrent une bonne relation entre les variations d'abondances des syrphes et le nombre de plantes en floraison à proximité. Ainsi sur la parcelle de Mazières, une baisse des essences fleuries dans la bande enherbée entre 2009 et 2011 sur la ligne d'arbres a certainement conduit à une baisse des captures. De même sur le site de Bethines en 2011, il y a une relation entre l'évolution de la densité de fleurs et le nombre de syrphes piégés. Sur la parcelle de Sablonceaux, les adventices plus nombreuses sur le témoin agricole que sur la partie agroforesterie, ont permis d'attirer plus de syrphes.

Les facteurs climatiques sont importants également dans la dynamique des populations, certaines conditions comme les variations de température semblent avoir un impact sur le nombre d'individus piégés ; par contre l'effet des conduites culturales n'est pas le facteur bien pris en compte dans cette étude.

VI - Discussion et perspectives

6.1 – Synthèse des résultats

Nous avons résumé en quelques chiffres les données sur le réseau 2009 -2011 (Rappel : il n'y a pas de différence significative à partir des analyses statistiques).

Les Carabidés

Les parcelles en agroforesterie présentent des résultats supérieurs au témoin agricole :

-dans 82% des situations concernant l'Abondance avec une augmentation moyenne de +23% pour la ligne d'arbres et + 35% pour l'allée cultivée.

-dans 71% des situations concernant la richesse en espèces avec un gain moyen de 13% pour la ligne d'arbre, et équivalent pour l'allée cultivée.

-dans 66% des situations concernant l'indice d'équitabilité avec un gain de 11% pour la ligne d'arbres et de 4% pour l'allée cultivée.

Nous avons peu de différence sur la composition des communautés, avec la présence de quelques espèces dominantes associées aux milieux de type ouvert ou semi-ouvert avec une alimentation essentiellement zoophage.

Les Syrphidés

Les parcelles en agroforesterie présentent des résultats supérieurs au témoin agricole :

-dans 70% des situations concernant l'Abondance avec une augmentation moyenne de +35% sur la ligne d'arbres

-dans 66% des situations concernant la richesse en espèces avec un gain moyen de 20% pour la ligne d'arbre.

-dans 40% des situations concernant l'indice d'équitabilité avec une perte moyenne de 7% pour la ligne d'arbres.

Nous avons peu de différence sur la composition des communautés, avec la présence de quelques espèces dominantes associées aux milieux ouverts avec une alimentation essentiellement aphidiphage.

Ce suivi des Carabidés et des Syrphidés dans le réseau de parcelles entre 2009 et 2011 n'a pas permis de mettre en évidence le rôle positif des jeunes aménagements agroforestiers sur la dynamique des populations de ces deux familles, aussi bien sur leur abondance (activité-densité) que sur leur diversité (richesse spécifique). Les évolutions différentes entre les sites d'une part et entre les années pour un même site d'autre part ne sont pas associées à des facteurs explicatifs qui sont nombreux à être en cause

Ce constat montre les limites du protocole que nous allons analyser et améliorer si possible. Nous rechercherons une comparaison plus fiable pouvant apporter des éléments de réponse et permettant de construire des hypothèses afin de mieux comprendre les exigences des Carabidés et des Syrphidés. La finalité consiste à mettre en place des aménagements agroforestiers plus adaptés à leur présence dans les parcelles.

6.2 - Limites des méthodologies de piégeages

Les conditions de piégeage : analyse des dispositifs

Les dispositifs de piégeage standardisés comme les tentes malaises et les pots Barber sont largement utilisés pour leur côté pratique et efficace. Il faut cependant analyser leur limite avant de poursuivre l'étude.

Augmenter l'effort d'échantillonnage sur les Carabidés : Afin d'avoir des données plus fiables sur l'activité-densité ainsi que sur la composition des communautés, il faut un dispositif de piégeage plus important :

-dans la durée et en fréquence : Il faut vérifier plus finement leur dynamique en effectuant des piégeages au moins hebdomadaires ; ceci permettrait l'observation de corrélations avec les interventions culturales et avec les conditions climatiques. Pour vérifier les tendances et confronter les hypothèses de refuge et de réservoir de ces aménagements il faut aussi envisager de prolonger certains suivis sur une longue période.

-dans l'espace : La dispersion des pots sur plusieurs bandes et allées cultivées pourrait permettre de suivre les migrations potentielles des insectes et d'avoir une meilleure représentation de l'activité-densité sur l'ensemble de la parcelle. De plus les interférences entre les pièges seraient plus limitées. Il faut cependant rester éloigner des bordures de parcelle pour éviter l'influence des zones enherbées ou des haies.

Les protections des pièges sont aussi à améliorer (contre les mulots par exemple très perturbateurs lors de l'année 2011) et des pièges à émergence complémentaires permettraient de connaître l'origine de ces Carabidés en particulier vis-à-vis des lignes d'arbres.

Compléter le dispositif de suivi sur les Syrphes :

-Les relevés pourraient être plus fréquents pour une observation plus fine de la dynamique des populations et avoir un nombre d'échantillons plus important pour l'analyse statistique.

-Des pièges Malaise pourraient être positionnés sur d'autres zones, en particulier sur une allée cultivée dans la parcelle agroforestière afin de la comparer avec la parcelle agricole pour une activité de même nature. La présence des Syrphes sur les cultures s'explique par un comportement de reproduction (hors période de floraison pour des espèces entomophiles) alors qu'elle est plus liée à une recherche d'alimentation sur les bandes enherbées. Cette différence de comportement perturbe aussi la comparaison. Une tente complémentaire serait aussi possible dans un endroit plus stratégique (proximité de haies ou d'une lisière) afin d'étudier la dynamique à l'échelle du paysage en capturant les Syrphes volant entre les différents habitats.

6.3 – La relation proie/prédateur : un suivi à développer.

Les larves de Syrphes sont parmi les principaux acteurs de la lutte biologique contre les pucerons.

Les suivis de ravageurs, pucerons en priorité, doivent être réalisés sur les expérimentations à venir sur l'ensemble des campagnes de piégeage afin de visualiser la relation proie-prédateurs potentielles. Les quelques suivis réalisés sur les parcelles du réseau demandent à être améliorés : il s'agissait souvent d'observations trop ponctuelles des pucerons des larves et des pupes de Syrphidés insuffisantes pour estimer finement l'état d'infestation des Aphidiens et leur niveau de prédation par les Syrphes. Le protocole basé sur l'étude de plusieurs quadrats au sein de chaque parcelle semble bien adapté sachant qu'il exigera davantage de temps sur le terrain (Ferran et al.-1987).

Nous avons une présence importante des coccinelles sur certains sites en 2011, ces autres prédateurs devraient être aussi intégrés au suivi en prenant un protocole basé sur le dénombrement visuel (Iperti et al -1988).

Il sera nécessaire de commencer les observations précocement afin de rendre compte de la dynamique d'installation des colonies. Il permettrait ainsi une mise en parallèle avec la dynamique des prédateurs. Ce sujet a déjà fait l'objet d'une expérimentation conduite par l'INRA de Montpellier (Smits N, Dupraz Ch, Dufour L) en 2006 et 2007 dont une publication vient de paraître. Les résultats ne montrent pas d'effet sur la dynamique des pucerons et de leurs prédateurs dans le contexte des deux sites suivis. Cependant les parcelles en agroforesterie et les témoins agricoles se trouvaient dans un environnement paysager très diversifié et donc plutôt favorable aux auxiliaires.

Il serait intéressant de reconduire cette expérimentation dans des milieux ouverts de type monoculture céréalière où l'effet des lignes d'arbres peut être plus marqué. Certaines parcelles du réseau peuvent correspondre à ce critère ; de même le choix de parcelles en agriculture biologique serait un bon témoin pour comparer les effets sur les populations d'insectes.

6.4 - Impact du système agroforestier et éléments du paysage

Améliorer les ressources du couvert enherbé du linéaire d'arbres

Les parcelles en agroforesterie sont des implantations récentes et leur impact est limité : nous sommes donc en présence d'un réseau qui constitue un « état initial » avec un premier relevé sur ces deux familles dans un panel très large de situations. Nous avons mis en évidence des variations interannuelles très importantes qui sont source de difficultés pour donner une perspective claire. La comparaison des résultats met aussi en évidence la dépendance des auxiliaires à de nombreux facteurs biotiques et abiotiques. Parmi ceux-ci l'état de la bande enherbée et son évolution au cours du temps y jouent un rôle prépondérant. Cette présence de bandes en plein champ avec une gestion propice aux auxiliaires offre probablement plus de possibilités pour la lutte intégrée que les zones refuges des bordures de champ dont l'effet reste limité à quelques mètres, à l'exception des insectes volants.

Il convient de bien prendre en compte et de pérenniser dans un projet agroforestier l'attractivité des bandes enherbées, et de la pérenniser.

Le semis

Les bandes enherbées seront semées sur une largeur de 2 à 3 m de préférence à l'automne, avant la plantation des arbres et après un sous solage du terrain. Faire une préparation du lit de semence assez fine et terminer par un roulage. Un faux semis est également conseillé.

La flore spontanée peut être un objectif si les espèces présentes sur le site sont de bonne qualité florifère par exemple et si les adventices indésirables (chardon, rumex, brome...) ne sont pas trop nombreuses. Nous prenons l'option d'un semis avec un mélange d'espèces apportant une diversité, en particulier avec des espèces floricoles. En dehors du coût d'achat des semences, il faut éviter le risque de pollution génétique des espèces locales (certains Conservatoires botaniques ont des filières de production d'espèces florales locales). Il est possible d'identifier les espèces spontanées dans les bordures de champs et de haies et collecter les semences pour les utiliser dans les bandes enherbées.

Pour limiter le coût, il est conseillé de faire un semis « par tâches » de certaines espèces fleuries. Certains auteurs (Mac Leod-1999, Sutherland et al- 2001,) constatent que les fleurs regroupées ont un rôle stimulant « grand fleur » qui attire et conserve les Syrphes. La mise en place sur les lignes de quelques « patches » avec des espèces bien choisies (chrysanthèmes des moissons, bleuet coquelicot, silène...) complétée par une base fourragère est une solution intéressante. Un apport de vivaces permet également de diversifier et d'étaler les floraisons.

Il faut veiller également à favoriser les couverts végétaux qui laissent suffisamment d'espaces libres pour le déplacement des insectes rampants comme les Carabidés, la diversité des espèces y contribuant également : parmi les graminées qui se développent en touffe, le dactyle et la houlque sont à privilégier. Les légumineuses (trèfles, lotier, sainfoin...) permettront d'attirer plus particulièrement les parasitoïdes et les pollinisateurs.

L'entretien

La gestion de la bande enherbée demande un entretien bien adapté pour maintenir cette diversité des espèces d'une part et d'éviter le salissement d'autre part. Des expérimentations sont en cours comparant différentes pratiques : le mode et la fréquence de broyage ou de fauche ainsi que la possibilité de retravailler les bandes par des outils à dents afin de régénérer la flore. En agriculture conventionnelle en particulier il faut éviter les fertilisations à proximité ou sur les bandes pour limiter le développement d'une végétation trop dense à base de graminées.

Il faudrait envisager si besoin une exportation par fauche en fin d'automne de la biomasse les premières années pour appauvrir le milieu et limiter le développement de la végétation.

La gestion des bandes enherbées « à auxiliaires » reste encore délicate, l'évolution des communautés végétales sera suivie avec des inventaires phytosociologiques réguliers comprenant les périodes de floraison. L'intérêt et l'implication des agriculteurs seront des conditions pour progresser des connaissances sur ce sujet. Enfin il est intéressant d'introduire des arbustes d'accompagnement dans ces bandes enherbées qui auront une capacité d'accueil pour les auxiliaires (exemple : noisetier, viorne obier, sureau noir, cornouiller sanguin...).

6.5 - Conclusions et Perspectives pour des suivis biodiversité.

Mettre en place un observatoire de la biodiversité en agroforesterie

L'agroforesterie est un système innovant qui doit faire ses preuves en termes de bénéfice économique, agronomique et écologique. Les effets de ce système sont influencés par de nombreux facteurs, en particulier l'âge et le développement des arbres et des zones non cultivées associées, qui sont à prendre en compte pour augmenter l'efficacité du contrôle biologique sur la parcelle. Les parcelles agroforestières sont récentes ; pour l'instant les effets observés sont davantage liés aux bandes enherbées. Les jeunes arbres n'ont pas encore d'effet sur les communautés de Carabidés et de Syrphidés (pas ou peu d'espèce forestière y sont répertoriées). La continuité du suivi est nécessaire pour connaître l'évolution des organismes et vérifier si l'impact des arbres augmente avec le temps sur le milieu environnant.

Il conviendrait de donner plus de cohérence dans le choix des futures parcelles de référence afin de réduire la variabilité des facteurs biotiques et abiotiques. Il faut également bien choisir le témoin agricole qui doit être « tout autre facteur confondu » semblable à la partie agroforestière : ceci reste une difficulté majeure vu la mobilité plus ou moins grande des insectes et leur répartition dans le paysage qui n'est pas à priori homogène, car même au sein d'une même parcelle il est possible d'observer des migrations « de masse » d'une zone à l'autre.

L'expérimentation nécessite d'être répétée sur les sites puisque les variations interannuelles semblent importantes ; nous pourrions avoir par exemple des suivis d'une durée de trois ans sur une fréquence décennale : ainsi sur une quarantaine d'années nous obtiendrions 3 ou 4 états sur l'évolution du milieu.

Les résultats soulignent également la nécessité d'étudier les relations entre les systèmes agricoles et la structure du paysage pour la conservation des auxiliaires (à partir d'une analyse de fragmentation du paysage ou autre méthode à étudier?).

BIBLIOGRAPHIE

Publications

- ACTA. 1999a. Guide pratique de défense des cultures. *ACTA Le réseau des instituts des filières animales et végétales*, 588p.
- ADLER L. S., DE VALPINE P., HARTE J., CALL J. 2007. Effects of long-term experimental warming on aphid density in the field. *J Kans Entomol Soc.* **80** : 156-168.
- AFAF. 2008. Agroforesterie : La revue française des arbres ruraux. *AFF*, **1** : 5-16
- AGRESTE. 2008. Enquêtes sur les pratiques culturales en 2006 sur agreste.agriculture.gouv.fr
- AKBULUT S, KETEN A, STAMPS W T. 2003. Effect of Alley Cropping on Crops and Arthropod Diversity in Duzce, Turkey. *Journal of Agronomy and Crop Science*, **189**(4) : 261-269
- ALLEGRO. G & SCIAKY. R. 2003; Assessing the potential role of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) as bioindicators in poplar stands, with a newly proposed ecological index (FAI) *Forest Ecology and Management* ; vol 175 ; pp. 275-284.
- ALLEGRO G. 1998. Carabidae et staphylinidae in : Les insectes associés aux peupliers *Editions Delplanque. A* : 235-441.
- ALMARIC N., BREZILLON M., SCHOEDER M., FAIQ C., TITE A. 2008. Le système agroforestier. *La vulgarisation de l'agro-écologie : de la théorie au terrain*, 5p
- ALTIERI M.A., LETOURNEAU D.K. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection*, **1**(4)
- ALTIERI M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* ; **74**: 19-31.
- ALTIERI M.A., NICHOLLS C.I. 2004. Effects of agroforestry systems on the ecology and management of insect pest populations. IN: Gurr G, Wratten S, Altieri M (eds) *Ecological engineering for pest management : advances in habitat manipulation for arthropods. CSIRO, Collingwood*, pp 143-155.
- AMBROSINO M.D., LUNA J.M., JEPSON P.C., WRATTEN S.D. 2006. Relative frequencies of visits to selected insectary plants by predatory hoverflies (*Diptera: Syrphidae*), other beneficial insects, and herbivores. *Environ Entomol*, **36**: 394-400.
- ANDOW D.A. 1991. Vegetation diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology*, **36**: pp 561-586.
- APCA. 2010. Guide des Chambres d'agriculture. L'agroforesterie dans les réglementations agricoles. Etat des lieux en juin 2010. *APCA*, 17p.
- ARCHAMBEAUD M, LIAGRE F. 2008. Intensifier la production agricole grâce à l'agroforesterie. *Techniques culturales simplifiées*, **47**, 2p.
- ARRIGNON F., DECONCHAT M., SARTHOU J.P., BALENT G., MONTEIL C. 2007. Modelling the overwintering strategy of a beneficial insect in a heterogeneous landscape using a multi-agent system. *Ecology Model*, **205**(3-4) : 423-436.
- ARROUAYS D., BALENSDENT J., GERMON J.C ., JAYET. P-A ; SOUSSANA. J-F ; STENGEL. P. 2002. Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ? Expertise Scientifique Collective INRA ; 334 p.
- ARVALIS. 2009. Les carabes : des auxiliaires aux proies variées. Fiche Enjeu. *Chambre Agriculture de Picardie, Arvalis*, 2p.

- ATIENZA J.C., FARINOS G P. ZABALLOS J P. 1996. Role of temperature in habitat selection and activity patterns in the ground beetle. *Angoleus nitidus*. *Pedobiologia*, **40** :pp. 240-250.
- AVIRON S., BUREL F., BAUDRY J., COLLET S. 2003. Impacts à long terme des pratiques agricoles sur les communautés de Coléoptères Carabiques dans différents contextes paysagers. *INRA SAD Rennes*, pp. 91-97.
- BAARS M.A. 1979. Catches in pitfall traps in relation to mean densities of carabid beetles *Oecologia*, **41**: 25-46.
- BAGETTE M, HANCE T, 1997. Carabid beetles and agricultural practices : influence of soil ploughing. *Biological Agriculture and Horticulture*, **15** : 185-190.
- BALDI. I ; LEBAILLY. P. 2007. Cancers et pesticides Supplément – La revue du praticien ; vol 5, pp. 40-44.
- BARBOSA P. 1998. Conservation biological control. *Academic Press*, San Diego
- BARR C.J., BLACKSHAW R.D. BUNCE., R.G.H. CHANEY K., CORBET S.A., FRANCK T., FRY G., GEROWITT B., GLEN D.M., JOENJE W., KROMP B., MAY M.J., MEMMOTT J.R. NEWMAN J., PFIFFNER L., PYWELL R.F., SOTHERTON N.W., STANDEN V., SYKORA K., THOMAS C.F.G., WATT T.A., WILSON J., WILSON P. 2002. Introducing field margins ecology in Europe. *Editorial Agriculture, Ecosystems & Environment*, **89** : 1-4.
- BARREAU G. 2003. Dynamique spatio-temporelle d'*Episyrhus balteatus* dans la forêt fragmentée des côteaux de Gascogne. Mémoire de fin d'études d'écologie des systèmes continentaux , Université Toulouse III –ENSAT-INRA, 34p.
- BAUDRY O., BOURGERY C., GUYOT G., RIEUX R. 2000. Haies composites –réservoirs d'auxiliaires. *Editions hortipratic*, 166p.
- BEER J., MUSCHLER R., KAAS D., SOMARIBA E. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry systems*, **38**: 139-164.
- BERGES L., ROCHE P., AVON C. 2010. Corridor écologiques et conservation de la biodiversité, intérêts et limites pour la mise en place de la trame verte et bleue. *Science, eaux et territoires : la revue du CEMAGREF*, **3** : 34-39.
- BERTRAND J. 2001. Agriculture et biodiversité : un partenariat à valoriser *Editions educagri*, 150p.
- BILLETER R., LIIRA J., BAILEY D., and al. 2008. Indicators for biodiversity in agricultural landscapes : a pan-european study. *Journal of Applied Ecology*, **45(1)** : 141-150.
- BHARATI L., LEE K.H., ISENHART T.M., SCHULTZ R.C. 2002. Soil-water infiltration under crops, pasture and established riparian buffer in Midwestern USA. *Agroforestry systems*, **56**: 249-257.
- BOLLER E.F., HÄNI F., POEHLING H.M. 2004. Ecological infrastructure-idea book on functional biodiversity at the farm level. *OILB*, 212 p.
- BOUGET C., NAGELEISEN L.M. 2009. L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation *ONF - Dossier forestier*, **19** : 1 -146.
- BOWERS N.C., NEWTON A.C. 2009. Movement rates of woodland invertebrates: a systematic review of empirical evidence. *Insect Conservation and Diversity*, **2(1)**: 10-22.
- BRANQUART E., HEMPTINNE J.L. 2000. Selectivity in the exploitation of floral resources by hoverflies (*Diptera : Syrphidae*). *Ecography*, **23(6)**: 732-742.
- BREWER M.J., ELLIOT N.C. 2004. Biological control of cereal aphids in North America and mediating effects of host plant and habitat manipulations. *Annu Rev Entomol*, **49** :219-242.

- BUGG R.L. 1993. Habitat manipulation to enhance the effectiveness of aphidophagous hoverflies (*Diptera : Syrphidae*) *Sustain Agriculture*, **5** : 12-15.
- BUREL F. 1989. Landscape structure effects on Carabid beetles spatial patterns in western France. *Landscape Ecology*, **2**: 215-226.
- BUREL F., BAUDRY J. 1999. Ecologie du paysage : concepts, méthodes et applications. *Editions Tec et Doc*, 359p.
- BURGESS P. 1999. Effects of agroforestry on farm biodiversity in the UK. *Scottish Forestry*, **53(1)**: 24-27.
- BURGIO G SOMMAGGIO D. 2007. Syrphids as landscape bioindicators in Italian agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environnement*, **120** : 416-422.
- CASDAR. 2007. Etude de la pédofaune dans les systèmes agroforestiers. 64 p.
- CASTELLA E. 2008. L'envol des syrphes Espaces naturels. **21** : 22-23.
- CELLA R., BOURSAULT A., PETIT S., CHAUVEL B. 2010. Estimation et analyse de la prédation des semences d'adventices par deux communautés biologiques-*Phasianidae* et *Carabidae*. *AFPP_ Vingt et unième conférence du Coloma, journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes. AGROSUP-Dijon*.
- CHAMBERS R.J., ADAMS T.H.L. 1986. Quantification of impact oh overflies (*Diptera : syrphidae*) on cereal aphids : an analysis of field populations. *Journal of Applied Ecology*, **23** : 895-904.
- CHAMBERS R.J., SUNDERLAND K.D., WYATT I.J. VICKERMAN G.P. 1983. The effects of predator exclusion and caging on cereal aphids in winter wheat. *Journal of Applied Ecology*, **20**: 209-224.
- CHAPMAN R F. 1998. The Insects, Structure and Function. *Cambridge Unversity Press*, 770p.
- CHEVALIER A. 2006. Importance de la structure des lisières forestières sur la diversité des communautés de syrphes (*Diptera : Syrphidae*) Mémoire de Master 2, Université Paul Sabatier Toulouse III, 37p
- COLIGNON P, FRANCIS F, FADEUR G, HAUBRUGE E. 2004. Aménagement de la composition floristique des mélanges agri-environnementaux afin d'augmenter les populations d'insectes auxiliaires. *Parasitica*, **60 (3-4)** : 3-18
- COLIGNON P, FRANCIS F, GASPAS C, HAUBRUGE E. 2008. Effets de la réduction de doses de formulations d'insecticides et de fongicides sur l'insecte auxiliaire non ciblé *Episyrphus balteatus* [*Diptera : Syrphidae*] *Phytoprotection*, **84** : 141-148.
- COLLIN C.D.T. 2008. Les invertébrés terrestres. *Natural Ressources Institut*, **8** : 159-181.
- 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 and Environnement*, **93**: 337-350.
- COOMBES D.S, SOTHERTON N.W. 1996. The dispersal and distribution of polyphagous predatory *Coleoptera* in cereals. *Annals of Applied Biology*, **108(3)**:461-474.
- CORBET PS. 1966. The role of rhythms in insect behavior. *Symposium of the royal Entomological Society of London*, **3**: 13-28.
- COWGILL S.E., WRATTEN S.D., SOTHERTON N.W. 1993. The effect of weeds on the numbers of hoverfly (*Diptera: Syrphidae*) adults and the distribution and the composition of their eggs in winter wheat. *Ann Appl Biol* , **123(3)** :499-515.
- CRAIG K.G. 1995. Variation in carabid community structure associated with costal Douglas-Fir forest successional stages. M. Sc. Thesis, University of Colombia.
- DAGNELIE P. 2006. Statistique théorique et appliquée. *Editions DE BOECK*, 734p.
- DAJOZ R. 2002. Les coléoptères : Carabidés et ténébrionidés. *Editions Tec & Doc*, 522 p.

- DENT D.R. 1995. Principles of integrated pest management, pp.: 8-46. D. Dent (ed) Integrate pest management. *Chapman and Hall*, 356 p.
- DENYS C., TSCHARNTLKE T. 2002. Plant-nsect communities and predator-prey ratios in field margin strips, adjacent crop fields, and fallows. *Oecologia*, **130(2)** : 315-324.
- DESENDER K. 1982. Ecological and faunal studies on *Coleoptera* in agricultural land II. Hibernation of *Carabidae* in agro-ecosystems. *Pedobiologia*, **23** : 295-303.
- DESENDER K., TURIN H. 1989. Loss of habitats and changes in the composition of the ground and tiger beetle fauna in four West European countries since 1950 (*Coleoptera* : *Carabidae*, *Cicindelidea*) *Biology Conservation*, **48** : 277-294.
- DIWO-ALLAIN S., BOUT A. 2004. Impact des aménagements paysagers et des techniques culturales sur les carabes, auxiliaires de culture. *Rapport du CRITT INNOPHYT* ; 91-98.
- DIX M.E. 1996. Pest management in agroforestry systems : worldwide challenges in the 21st century. *J For*
- DUPRAZ C., LIAGRE F. 2008. Agroforesterie : des arbres et des cultures. *Editions France Agricole*, Paris ; 413 p.
- EDWARDS C.A., SUNDERLAND K.D., GEORGE K.S. 1979. Studies on polyphagous predators of cereal aphids, *Journal of Applied Ecology*, **16(3)**: 881-923.
- EHLER L.E. 1998. Conservation biological control: past, present and futur. In *Conservation Biological Control*, 396 p.
- ELDRIDGE J.D., FREUDENBERGER D. 2005. Ecosystem wicks: Woodland trees enhance water infiltration in a fragmented agricultural landscape in eastern Australia .*Austral Ecology*, **30**
- ENDURE. 2010. La protection intégrée dans l'agriculture Européenne. *INRA* ; 36 p.
- ESCO. 2005. Expertise scientifique collective INRA Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux
- ESTEVEZ B., DOMON G., LUCAS E. 2000. Contribution de l'écologie du paysage à la diversification des agroécosystèmes à des fins de phytoprotection, *Phytoprotection*, **81** : 1-14.
- FERRON P. 1999. Protection intégrée des cultures : évolution du concept et son application. *Les dossiers de l'environnement de l'INRA* ; **19** : 19-28.
- FOURNIER E., LOREAU M. 2001. Activity and satiation state in *Pterostichus melanarius* : an experiment in different agricultural habitats. *Ecological Entomology*, **26** : 235-244.
- FRAVAL A. 2006. Les pucerons. *Insectes*, **141**: 1-8
- FRIER B., TRLTISCH H., MOWES M., MOLL E. 2007. The potential of predators in natural control aphids in wheat / Results of a ten-year field study in two German landscapes. *Biomedical and Life Sciences*, **52**: 66p.
- GARCIN A., DEMARLE O., SOLDATI F. 2004. Les carabes, bioindicateurs de biodiversité et auxiliaires généralistes. *Info-Ctifl*; **199**: 42-47.
- GATE P., BRISSON N., GOUACHE D. 2010. Les causes du plafonnement du rendement du blé en France : D'abord une origine climatique. Evolution des rendements de plantes de grandes cultures – *Académie d'Agriculture de France*, Séance du 5 mai 2010, pp. 1-9.
- GILBERT F.S. 1985. Diurnal activity patterns in hoverflies (*Diptera*, *Syrphidae*). *Ecological Entomology*, **10**: 385-392.
- GILBERT F.S. 1986. Hoverflies. *Naturalist'Handbooks 5*, Cambridge University Press, 66p.

- GILLEPSIE A., JOSE S., POPE P., SEIFERT J., BIEHLE D., STALL T., BENJAMIN T. 2000. Defining competition vectors in a temperate alley cropping system in the Midwestern USA. 1_Production physiology. *Agroforestry Systems*, **48**: 25-40.
- GLADIS T. 1989. Die nuntzung einheimischer insekten (Hymenopteren und dipteren) zur Bestäubung von kulturpflanzen in der Genbank Gatersleben. *Kulturpflanzen*, **37**: 79-126.
- GORDON A.M., NEWMAN S.M. 1997. Temperate Agroforestry Systems. *CAB International*, 269p.
- GREENSLADE P.J.M. 1964. Pitfall trapping as a method for studing populations of *Carabidae* (Coleoptera). *Journal of Animal Ecology*, **33**: 301-310.
- GUYOT G., SEGUIN B. 1976. Influence du bocage sur le climat d'une petite région. Les bocages, Histoire, Economie, Ecologie. *CNRS, ENSA Université de Rennes*, pp : 121-130.
- HANCE T. 2002. Impact of cultivation and crop husbandry practices. The agroecology of Carabid beetles. *Intercept*, **8** : 229-247.
- HAMON X. 2009. Protocole de suivi des populations de Coléoptères Carabidés sur le site de Restinclières (Prades le Lez) sur agroof.net.
- HARVEY J. et al. 2008. Effects of changes in plant species richness and community traits on Carabid assemblages and feeding guilds. *Agriculture, Ecosystems and Environnement*, 127(1-2): 100-106.
- HASKEN K.H., POEHLING H.M. 1995. Effects of different intensities of fertilisers and pesticides on aphids and aphid predators in winter wheat, *Agriculture, Ecosystem and Environnement*, **52**: 45-50.
- HASLETT J.R. 1989. Interpreting patterns of resource utilization: randomness and selectivity in pollen feeding by adult hoverflies. *Oecologia*, **78(4)**: 433-442.
- HATTEN T.D., BOSQUE-PEREZ N.A., JONHSON-MAYNARD J., EIGENBRODE S. D. 2007. Till age differentially affects the capture rate of pitfall for three species of carabid beetles. *Entomologia Experimentalis and Applicata*, **124**: 177-187.
- HEMPTINNE J.L., DIXON A.G.F., DOUCET J.L., PETERSEN J.E. 1993. Optimal foraging by overflies (Diptera : Syrphidae) and ladybirds (Coleoptera : Coccinellidae) – mechanisms. *Eur Journal Entomology*, **90(4)**: 451-455.
- HICKMAN J.M., LOVEĬ G.L., WRATTEN S.D. 1995. Pollen feeding by adults of the hoverfly *Melanostoma fasciatum* (Diptera : Syrphidae). *N.Z. J Zool*, **22(4)**: 387-392.
- HICKMAN J.M., JEPSON P.C., WRATTEN S.D., FRAMPTON C.M. 2001. Effct of hunger on yellow water trap catches of hoverfly (Diptera : Syrphidae) adults. *Agriculture, For Entomol*, **3(1)**:35-40.
- HOLLAND J.M., LUFF M.L. 2000. The effects of agricultural practices on *Carabidae* in temperate agroecosystems. *Integrate Pest Management Review*, **5** : 109-129.
- INRA/CEMAGREF. 2006. Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. *Rapport d'expertise : Pesticides, agriculture et environnement*.
- IPERTI G., LAPCHIN L., FERRAN A., RABASSE J. M., LYON J.P. 1988. Sequential sampling of adult *Coccinella septempunctata* L. in wheat field. *The Canadian Entomologist*, **120(8)**: 773-778.
- JEANNEL R. 1941. Coleoptères Carabiques Tome I Faune de France n°39. *Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles*, 571 p.
- JEANNEL R. 1942. Coléoptères Carabiques Tome II Faune de France n°40. *Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles*, 600 p.
- JOSE S. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry Systems*, **76(1)**: 1-10.
- KOIVULA M., KOTZE D., HIISIVUORI L., RITA H. 2003. Pitfall trap efficiency: Do trap size, collecting fluid and vegetation structure matter. *Entomologica Fennica*; **14**: 1-14.

- KROMPP B. 1999. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystem and Environment*. **74**: 187-228.
- LANDIS D.A., WRATTEN S.D., GURR G.M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu. Rev. Entomol* ; **45** : 175-201.
- LAPCHIN L., FERRAN A., IPERTI G., RABASSE J.M., LYON J.P. 1987. Coccinellids (*Coleoptera* : *Coccinellidae*) and Syrphids (*Diptera* : *Syrphidae*) as predators of aphids in cereal crops : a comparison of sampling methods. *The Canadian Entomologist*, **119(9)** : 815-822.
- LAUBERTIE E.A., WRATTEN S.D., SDCOLE J.R. 2006. The role of odour and visual cues in the pan-trap catching of hoverflies (*Diptera* : *Syrphidae*). *Ann Appl Biol* **148(2)** : 173-178.
- LESLIE T.W., VAN DER WERF W., BIANCHI F., HONEK A. 2009. Populations' dynamics of cereal aphids: influence of a shared predator and weather. *Agric For Entomol*, **11(1)**: 73-82.
- LECLANT. F. 1996. Dégâts et identification des pucerons. *PHM revue horticole* ; **369** : 19-24.
- LECOQ. H. 1996. Les pucerons : de redoutables vecteurs de virus des plantes. *PHM revue horticole* ; **369** : 25-36.
- LERAUT P., BLANCHOT P. 2003. Le guide entomologique. Plus de 5000 espèces européennes. *Delachaux et Niestlé*, 527 p.
- LEWIS T. 1967. The horizontal and vertical distribution of flying insects near artificial windbreaks. *Ann Appl Biol*, **60(1)**: 23-31.
- LIAGRE F. 2008. L'Agroforesterie en France : L'Agroforesterie est-elle une idée moderne. *Agroforesterie – La revue française des arbres ruraux*, **1** : 7-10.
- LIAGRE F., COLOMB V. 2010. Une nouvelle étape importante pour l'agroforesterie. *Agroforesterie – La revue française des arbres ruraux*, **3** : 7-10.
- LIAGRE F., COLOMB V. 2010. Evaluation comparée de l'impact des aménagements agroforestiers sur les populations de *Carabidae*, parcelle de restinclières (Prades le Lez). Rapport d'étude du Programme intégré de Recherche en Agroforesterie à Restinclières. *INRA Montpellier*, pp : 46-68.
- LOREAU M., FOURNIER E. 2008. Effects of newly planted hedges on ground-beetle diversity (*Coleoptera* : *Carabidae*) in an agricultural landscape. *Ecography*, **22(1)** : 87-97.
- LÖVEI G.L. 2008. Ecology and conservation biology of ground beetles (*Coleoptera*: *Carabidae*). in an age of increasing human dominance. Thesis at the Plant Protection Institute of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, 145p.
- LÖVEI G.L., SUNDERLAND K.D. 1996. Ecology and behavior of ground beetles (*Coleoptera*: *Carabidae*). *Annual Review of Entomology*, **41** : 231-256.
- LUCAS E. 1993. Evaluation de l'efficacité de prédation des coccinelles, *Coccinella septempunctata* et *Harmonia axyridis* (*Coleoptera*, *Coccinellidae*) en tant qu'auxiliaires de lutte biologique en vergers de pommiers. Mémoire de Maitrise de Biologie, Université de Montréal, 94 p.
- LUFF M.L. 1975. Some Features Influencing the Efficiency of Pitfall Traps. *Oecologia*, **19** : 345-357.
- LYON J.P. 1965. Influence de quelques facteurs sur l'expression du potentiel de multiplication des Syrphidés aphidiphages. *Annales des Epiphyties*, **16(4)** : 397-398.
- LYS J.A., NENTWIG W. 1992. Augmentation of beneficial arthropods by strip-management. 4 surface activity, movements and activity density of abundant carabid beetles in a cereal field. *Oecologia*, **92(3)**: 373-382.

- MAC LEOD L. 1999. Attraction and retention of *Episyrphus balteatus* DeGeer (Diptera : Syrphidae) at an arable field margin with rich and poor floral resources. *Agriculture, Ecosystem and Environnement*, **73**: 237-244.
- MAGURA. T. 2002. Carabids and forest edge: spatial pattern and edge effect. *Forest ecology and management*, **157** : 23-37.
- MATILE. L. 1993. Les diptères d'Europe occidentale. *Société nouvelle des Editions Boubee, Paris* ; Tome I, 439 p.
- MENALLED F.D., SMITH R.G., DAUER J.T., FOX T.B. 2007. Impact of agricultural management on carabid communities and weed seed predation. *Agriculture, Ecosystem and Environnement*, **118**: 49-54.
- MOLS P.J.M. 1993. Walking to survive: foraging behavior of the carabid beetle *Pterostichus coerulescens* L. (*D Poecilus versicolor* Sturm) at different densities and distributions of the prey. Thesis Wageningen Agricultural University, Netherlands, pp : 104-203.
- MOONEN A.C., BARERI P. 2008. Functional biodiversity: An agroecosystem approach. *Agriculture, Ecosystem and Environnement*, **127**: 7-21.
- MUHAMMAD N., COMPTON S., INCOLL L.D., AKRAM W., LEE J.J. 2005. Interaction of English grain aphid, *Sitobion avenae* (F.) and their natural enemies to an agro-forestry environment. *Journal of Asia-Pac Entomology*, **8(2)**: 175-183.
- MULIA R & DUPRAZ C. 2005. Unusual fine root distributions of two deciduous tree species observed in southern France: what consequences for root dynamics modelling? *Plant and soil*, **281** : 71-85.
- NIEMELÄ J. 2001. Carabid beetles (Coleoptera : Carabidae) and habitat fragmentation : a review. *Journal of Entomology*, **98** : 127-132.
- NENTWIG W. 1988. Weedy plant species and their beneficial arthropods: potential for manipulation in field crops. In: Pickett CH, Bugg RL (eds) Enhancing biological control: habitat management to promote natural enemies of agriculture pests. University of California Press, Berkeley, pp 49-72.
- NENTWIG W., FRANK T., LETHMAYER C. 1998. Sown weed strips: artificial ecological compensation areas as an important tool in conservation biological control. Academic Press, San Diego CA, pp 133-153.
- OUVRARD. N. 2008. Hausse de 20 % du nombre d'espèces de pucerons en trente ans. *Réussir grandes cultures*. **214** : 42.
- OUVRARD. N. 2010. Les céréaliers français à la peine au niveau européen. *Réussir grandes cultures*. **235** : 72.
- PALMA J.H.N., GRAVES A. R., BUNCE R.G.H., BURGESS P.J., DE FILIPPI R., KEESMAN K.J., VAN KEULEN H., LIAGRE F., MAYUS M;? MORENO G., REISNER Y., HERZOG F. 2007. Modeling environmental benefits of silvoarable agroforestry in Europe. *Agric Eco-system Environ*, **119(3-4)**:320-334.
- PASCUAL-VILLALOBOS M.J., LACASA A., GONZALEZ A., VARO P., GARCIA M.J. 2006. Effect off flowering plant strips on aphid and syrphid populations in lettuce. *Eur J Agron.*, **24(2)** :182-185.
- PEASALL I.A. 2007. Carabid Beetles as Ecological Indicators. Paper presented at the « Monitoring the Effectiveness of Biological Conservation » conference, 2-4 november 2004, Richmond, BC. Available at : <http://www.forrex.org/events/mebc/papers.html>.
- PECK. L-V. 1988. Syrphidae ; *Catalogue of Palaearctic Diptera*. **8** : 11-230.

- PFIFFNER L., WYSS E. 2003. Use of sown wildflower strips to enhance natural enemies of agricultural pests. In: Gurr G, Wratten S, Altieri M (eds). Ecological engineering for pest management: advances in habitat manipulation for arthropods. *CABI, Wallingford, pp 165-186.*
- PICKETT C.H., BUGG R.L. 1998. Enhancing biological control: habitat management to promote natural enemies of agricultural pests. *University of California Press, Berkeley USA, 422 pp.*
- PIELOU E.C. 1996. Species diversity and pattern diversity in study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology*, **10**: 370-383.
- PINAULT P. TIBERGHIE G. 1987. Composition faunistique place et rôle des invertébrés dans une exploitation maraîchère en agrobiologie. *Cahier liaison OPIE 21* : 21-35.
- PLANTEGENEST M., PIERRE J.S., KINDLMANN P., DEDRYVER C.A. 2001. Assessment of the relative impact of different natural enemies on population dynamics of the grain aphid *Sitobion avenae* in the field. *Ecol Entomol*, **26(4)** : 404-410.
- POINTEREAU. P; HERZOG. F ; STEINER. C. 2002. Arbres et biodiversité, le rôle des arbres champêtres. *Editions solagro ; 32 p.*
- POLLET M., DESENDER K. 1990. Investigating the food passage in *Pterostichus melanarius*(*Coleoptera, Carabidae*) : an attempt to explain its feeding behavior. *Medelingen van de Faculteit Landbouwetenschappen Riksuniversiteit Gent*, **55**: 527-540.
- RAINIO J., NIEMELÄ J. 2003. Ground beetles (*Coleoptera: Carabidae*) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation*, **12** : 487-506.
- RAO M.R., SINGH M.P., DAY R. 2000. Insect pest problems in tropical agroforestry systems: contributory factors and strategies for management. *Agroforestry Systems*, **50**: 243-277.
- RAWORTH D.A., CHOI M.Y. 2001. Determining numbers of active Carabid beetles per unit area from pitfall-trap data. *Entomologia Experimentalis and Applicata*, **98** : 95-108.
- REBOULET J.N. 1999. Les auxiliaires entomophages, reconnaissance, méthodes d'observation et intérêt agronomique. *ACTA, Paris*
- RIBERA I., DOLE S., DOWNIE I.S., GARTH F. 2001. Effect of land perturbation and stress on species traits of ground beetle assemblages. *Ecology*, **82** : 1112-1129.
- RICCI.P. 2010. Economiser en pesticides : contrainte ou opportunité ? *Innovations agronomiques 8* : 1-13.
- ROGER J.L. 2011. Clé de détermination des *Carabidae*. Non publiée. INRA Rennes. 246 p.
- ROTHERY F.A. 1994. Hoverfly foraging on hedgerow flowers. *IOBC WPRS Bull.*, **17(4)** 148-155.
- ROSCHEWITZI., HÜCKER.M., TSCHARNTKE.T., THIES. C. 2005. The influence of landscape context and farming practices on parasitism of cereal aphids. *Agriculture, Ecosystems, Environment*, **108** : 218-227.
- ROUSSEL. M., MULLER. B. 2008. Formation écophyto 2018 Des principes aux pratiques. *Direction Régionale de l'Agriculture et de la forêt de Haute-Normandie*, pp : 1-121.
- RUSSELL E.P. 1989. Enemies' hypothesis: a review of the effect of vegetational diversity on predatory insects and parasitoids. *Environ Entomol*, **18(4)** : 590-599.
- SANDERS. W. 1979. Das eiablagerverhalten des schwebfliege syrphus corollae in abh angigkeit von der grosse des blattlauskolonie Zeits. *Angew. Zool*, **67** :.35-46.
- SARTHOU. J-P. 1996 Contribution à l'étude systématique, biogéographique et agroécocénotique des Syrphidae du sud-ouest de la France Thèse de doctorat de l'institut National Polytechnique de Toulouse, 250 p.

- SARTHOU J.P., OUIN A., ARRIGNON F., BARREAU G., BOUYJOU B. 2005. Landscape parameters explain the distribution and the abundance of *Episyrphus balteatus* (
- SARTHOU. J.P., DREYFUS J. 2009. Les Syrphes : des larves entomophages, des adultes pollinisateurs. *Chambre d'agriculture de Picardie*, 2 p.
- SARTHOU. J.P., 2006. Synthèse bibliographique sur les Syrphidés. 28 p. sur Syfid.ensat.fr
- SARTHOU.J.P., SPEIGHT M.C.D. 2005. Les Diptères Syrphidés, peuple de tous les espaces. *Insectes*, **137**: 1-8.
- SARTHOU.J.P., FROMAGE P., GENTE B., VINAUGER A., HEINTZ W., MONTEIL C. 2010. *Syrphidae* of France. *SYRFID Interactive Data (syrfid.ensat.fr)*, **4**.
- SCHROTH G., KRAUSS U., GASPAROTTO L., DUARTE AGUILAR J.A., VOHLAND K. 2000. Pest and diseases in agroforestry systems of the humid tropics. *Agroforestry Systems*, **50**: 199-241.
- SCHROTH G., DA FONSECA G.A.B., HARVEY. C.A., GASCON C., VASCONCELOS H.L., IZAC A.M.N. 2004. Lives fences, isolated trees and winbreaks: tools for conserving biodiversity in fragmented tropical landscapes. *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes, Island press, Washington*, pp. 261-289; 525 p.
- SHANNON C.E. 1948. A Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal*, **27**: 379-423; 623-656.
- SHANKER C., SOLANKI K.R. 2000. Agroforestry: an ecofriendly land-use system for insect management. *Outlook Agric*, **29(2)**: 91-96.
- SHEEHAN W. 1986. Response by specialist and generalist natural enemies to agroecosystem diversification: a selective review. *Environ Entomol.*, **15(3)**: 456-461.
- SILVY C. 1995. Quantifions le phytosanitaire II. *Courrier de l'environnement de l'INRA* **25** : 80-91.
- SMITS N., DUPRAZ Ch., DUFOUR L. 2012. Unexpected lack of influence of tree rows on dynamics of wheat aphids and their natural enemies in a temperate agroforestry systemSpringe. *Science+Business Media BV*, pp 153-164.
- SOMMAGGIO D., BURGIO G. 2003. Role of *Diptera Syrphidae* as landscape bioindicators : analysis of some case studies in North Italy. In: Rossing W.A.H. Poehling H.M. et Burgio G. (Eds.) Proceedings of the 1stMeeting of the Study Group, Bologna, Italy, 2003. IOBC WPRS Bull., **26(4)** : 145-150.
- SOTA T. 1985. Limitation of reproduction by feeding condition in a Carabid beetle,*Carabus yaconinus*. *Researches on Population Ecology*, **27** : 171-184.
- SPEIGHT M.C.D. 1986. Criteria for the selection of insects to be used as bioindicators in nature conservation research. *Proc.3rd European.Congress.of Entomology*, Amsterdam, pp. 485-488.
- SPEIGHT M.C.D., SARTHOU J.P. 2006. Révision de la liste des diptères *Syrphidae* et *Microdontidae* de France métropolitaine et de Corse : 505 espèces confirmées dont 13 nouvelles pour cette faune. *Bulletin de la société entomologique de France*, **111** : 11-20.
- SPEIGHT M.C.D., SARTHOU J.P., SARTHOU V., CASTELLA E. 2007. Le syrphé, l'ordinateur et la gestion de la biodiversité. Des insectes comme outils d'analyse et de gestion des réserves naturelles de Haute Savoie. *CREN de Haute Savoie*, 31 p.
- STAMPS W.T., LINIT M.J. 1998. Plant diversity and Arthropod communities : Implications for temperate agroforestry. *Agroforestry Systems*, **39(1)** : 73-89.
- SUTTER H., KELLER S. 1977. Oekologische untersuchungen an felddaulich wichtigen blattlausarten als grundlage für einer befallsprognose Z. angew. *Entomology*, **83**: 371-393.
- SUTY L. 2010. La lutte biologique : Vers de nouveaux équilibres écologiques. *Edition QUAE*, 328 p.

- TENHAMBERG B., POEHLING H.M. 1995. Syrphids as natural enemies of cereal aphids in Germany: Aspects of their biology and efficacy in different years and regions. *Agriculture, Ecosystem and Environnement*, **52**: 39-43.
- THIES C., TSCHARNTKE T. 1999. Landscape structure and biological control in agroecosystems *Science*, **285**: 893-895.
- THIES C., TSCHARNTKE T., ROSCHEWITZ I. 2005. The landscape context of cereal aphid-parasitoid interactions. *Proc Royal Society London Biol Sciences*, **272(1559)**: 203-210.
- THOMAS C.F.G., PARKINSON L., GRIFFITHS G.J.K., FERNANDEZ G., MARSHALL E.J.P. 2001. Aggregation and temporal stability of carabid beetle distributions in field and hedgerow habitats. *Journal of Applied Ecology*, **38** : 100-116.
- THOMAS C.F.G., BROWN N.J., KENDALL D.A. 2006. Carabid movement and vegetation density : implications for interpreting pitfall trap data from split-field trials. *Agriculture, Ecosystem and Environnement*, **113** : 51-61.
- TORQUEBIAU E. 2007. L'Agroforesterie : des arbres et des champs. *Editions l'Harmattan*, 151 p.
- VALLET A., SARTHOU J.P. 2010a. Le piège malaise. *ONF_ Les dossiers forestiers*, **19** : 63-65.
- VALLET A., SARTHOU J.P. 2010b. Les Syrphes. *ONF_ Les dossiers forestiers*, **19** : 117-122.
- VANDERMEER J.H., PERFECTO I. 1998. Biodiversity and pest control in agroforestry systems. *Agrofor Forum*, **9(2)**: 2-6.
- VAN VEEN M.P. 2010. Hoverflies of Northwest Europe. Identification keys to the *Syrphidae*. *Hardback, 2nd edn* KNNV,Zeist.
- VERHALLEN. A. 2001. Le sol vivant : mieux comprendre son rôle pour optimiser vos pratiques agricoles Country Guide.
- VERLINDEN L. 1994. Syrphidés-Faune de Belgique. *Institut Royal des Sciences de Belgique*, pp : 13-32.
- VINSON S.B. 1976. Behavioral chemicals in the augmentation of natural enemies. In Rigway X. et Vinson S.B. Biological control by augmentation of natural enemies. *Plenum.*, pp : 237-279.
- WINDER L., ALEXANDER C.J., HLLAND J.M., SYMONDSON WOC., PERRY J.N., WOOLLEY C. 2005. Predatory activity and spatial pattern: the response of generalist carabids to their aphid prey. *J Anim Ecol* **74(3)**: 443-454.
- WINDER L., HIRST D.J., CARTER N., WRATTEN S.D., SOPP P.I. 1994. Estimating predation of the grain aphid *Sitobion avenae* by polyphagous predators. *J Appl Ecol*, **31(1)** : 1-12.
- YOUNG. A.1995. Agroforestry for soil conservation *CAB International, BPCC Wheatons, Exeter* ; 271 p.
- ZHANG W., RICKETTS T., KREMEN C., CARNEY K., SWINTON S.2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics*, **64(2)** : 253-260.



**aGRICULTURES
& TERRITOIRES**
CHAMBRE D'AGRICULTURE
DEUX-SÈVRES

Siège Social
Chemin des Ruralies
79230 VOUILLE
Tél : 05 49 77 15 15
Fax : 05 49 75 69 89

Adresse postale
Maison de l'Agriculture – BP 80004
79231 PRAHECQ cedex
www.deux-sevres.chambagri.fr



AFAQ
SERVICE CONFIANCE

Services aux
Entreprises Agricoles et
aux Acteurs des Territoires
CONSEIL - FORMATION
www.afnor.org