

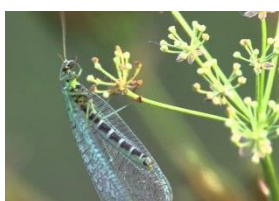
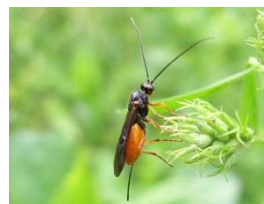


**Master 2 Biodiversité Territoire Environnement** - Université Paris Panthéon Sorbonne - UFR Géographie  
2014 - 2015

## **MEMOIRE DE STAGE**

**Associations Lestrem Nature et CPIE Chaîne des terrils**

# **Les bandes enherbées, d'importants habitats pour l'entomofaune auxiliaire de culture dans la mosaïque agricole** Quelles gestions et potentialités ?



**Par Céline FOUCART**

Sous la Direction de :

**Laurent SIMON**

Professeur et co-directeur du Master BIOTERRE

Stage encadré par :

**Céline WATTEZ**

Chargée d'études - Lestrem Nature

**Stéphanie RONDEL**

Chargée d'études - CPIE Chaîne des terrils

## Remerciements

Je remercie tout particulièrement *Jean-Louis Wattez et Céline Wattez* qui nous ont accueillies, moi et mon binôme, à l'association Lestrem Nature pour cette étude, ainsi que *Stéphanie Rondel* du CPIE Chaîne des Terrils qui nous a conseillées et suivies tout au long de cette mission. Je les remercie de la confiance qu'ils nous ont accordé à travers les missions variées et enrichissantes de cette étude, ainsi que de leurs aides et conseils.

Je remercie vivement les différents adhérents qui ont contribué avec joie et énergie à la collecte de matériaux de récupération pour confectionner des pièges entomologiques, à la fabrication et la mise en place des pièges ou aux inventaires entomologiques : *Annicke, Annie, Eglantine, Frédéric, Monique, Joël, Karina, Philippe*, etc.

Un grand merci également aux exploitants nous ayant autorisé l'accès aux bandes enherbées au sein de leurs exploitations. Je les remercie pour le temps qu'ils nous ont consacré et pour leurs apports de points de vue essentiels à l'étude.

Merci aux financeurs de Lestrem Nature, qui ont permis la réalisation de cette étude : la région Nord-Pas-de-Calais et la Commune de Lestrem.

Enfin, je tiens à remercier tous les autres partenaires de l'étude qui ont apporté leurs avis et leurs précieuses contributions : *Bruno Derolez* du CPIE Chaîne des Terrils pour ses vérifications et ses riches connaissances botaniques ; *Cédric Vanappelghem* responsable du pôle scientifique du CEN Nord-Pas-de-Calais pour l'identification des Syrphes de l'étude ; *M.C.D. Speight* pour nous avoir donné accès à la base de données européenne Syrph the Net ; *Sylvain Lecigne* et *Denis Tirmarche* du Groupe Araignées du GON pour leurs conseils avisés ; ainsi que la Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles du Nord-Pas-de-Calais (FREDON), l'association Campagnes Vivantes, l'association RéAgir, le Groupe d'Etudes et de Développement Agricole (GEDA) Béthune-Aire, la Chambre d'agriculture du Nord-Pas-de-Calais, la Société de chasse de Mont-Bernanchon, le Groupe Ornithologique et Naturaliste du Nord et du Pas-de-Calais (GON) et le CPIE Chaîne des Terrils.

## Présentation des structures d'accueil

Ce stage sur la diversité entomologique des bandes enherbées s'est déroulé au sein de l'association Lestrem Nature et en partenariat avec le Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement (CPIE) Chaîne des Terrils. Ces deux structures sont souvent associées, en mettant leurs compétences en commun sur différents projets d'étude, de sensibilisation ou de gestion.

**Lestrem Nature** est une association créée en 1977, agréée par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, qui est présidée par *Jean-Louis Wattez*. Les objectifs de cette association sont les suivants :



- développer des projets pour le **maintien et l'amélioration de la qualité de l'environnement**, comme à travers l'étude, la préservation et la restauration des corridors écologiques ou des réservoirs de biodiversité,
- réaliser des **suivis, expertises écologiques** et de gestion des milieux naturels,
- être un **médiateur de nature** en favorisant les processus participatifs et collaboratifs de concertation entre les différents acteurs du territoire sur des problématiques variées,
- développer des **projets de sensibilisation et d'éducation** à l'environnement, avec un programme de sorties nature guidées, d'inventaires participatifs en collaboration avec le CPIE et d'autres partenaires, avec des formations proposées sur la faune et la flore de différents milieux et un bulletin d'information « Corridor info » comprenant plusieurs parutions par an,
- mettre en place des **actions culturelles** dans son champ d'action, comme la participation ou la création de conférences, expositions, festivals, marchés, etc.

Pour cette étude l'association fournit aux deux stagiaires les locaux, le matériel et les indemnisations. Elle apporte également de riches connaissances et expériences locales, un réseau de partenaires et d'adhérents qui a contribué à différentes phases de l'étude.

Le **Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement (CPIE) Chaîne des terrils** est une association créée en 1993 qui intervient sur l'ensemble du Bassin minier de la région Nord -Pas-de-Calais. Les objectifs principaux du CPIE rejoignent ceux de Lestrem Nature, comme l'éducation et la sensibilisation à l'environnement, les formations naturalistes, les études, suivis et évaluations écologiques, les activités de loisirs et de découverte. Le CPIE a notamment pour vocation de valoriser et promouvoir le patrimoine minier régional et la biodiversité particulière associée.



Pour cette étude, le CPIE assure un suivi de l'étude, de la collecte des données à l'analyse des résultats et aux prescriptions de gestion, en apportant notamment des connaissances scientifiques sur certains taxons, des conseils et des aides sur les analyses statistiques à mener.

# Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Remerciements .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>Présentation des structures d'accueil.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>Table des matières .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>Glossaire .....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>Introduction .....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>Mots clés.....</b>  | <b>10</b> |
| <b>1. Les approches de l'ingénierie agro-écologique sur les bandes enherbées pour améliorer la lutte biologique en milieu agricole .....</b> | <b>11</b> |
| 1.1. Biodiversité dans les agrosystèmes .....  | 11        |
| 1.1.1. La biodiversité liée à l'agriculture .....  | 11        |
| 1.1.2. L'entomofaune prairiale des milieux agricoles .....   | 15        |
| 1.2. Les bandes enherbées, contextes institutionnel, écologique et agricole .....  | 16        |
| 1.2.1. Des services écosystémiques apportés, aux réticences agricoles .....  | 16        |
| 1.2.2. Des espaces réglementés .....   | 17        |
| 1.3. L'ingénierie écologique sur les bandes enherbées pour maximiser la lutte biologique .....   | 19        |
| 1.3.1. L'ingénierie agro-écologique .....  | 19        |
| 1.3.2. La lutte biologique par conservation .....  | 20        |
| 1.4. Le secteur d'étude .....  | 21        |
| 1.4.1. Un territoire agricole au réseau dense de bandes enherbées .....  | 21        |
| 1.4.2. Les bandes enherbées dans le contexte de la trame verte et bleue locale .....   | 23        |
| 1.4.3. Les études menées par Lestrem Nature sur les corridors agricoles .....  | 24        |
| <b>2. La méthodologie mobilisée .....</b>  | <b>26</b> |
| 2.1. Les étapes de la mission .....  | 26        |
| 2.2. Les taxons entomologiques étudiés .....   | 28        |
| 2.2.1. Des Coléoptères : Carabes, Coccinelles et Cantharides .....   | 28        |
| 2.2.2. Les Syrphes .....   | 29        |
| 2.2.3. Des Hyménoptères : micro-Hyménoptères et Apoïdes .....  | 30        |
| 2.2.4. Les Chrysopes .....   | 31        |
| 2.2.5. Les Punaises .....  | 31        |
| 2.2.6. Les Papillons diurnes .....   | 32        |
| 2.2.7. Les Odonates .....  | 32        |
| 2.3. Les protocoles entomologiques mis en place .....  | 33        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.3.1. Les pièges Barber pour l'entomofaune du sol .....   | 33        |
| 2.3.2. Le filet fauchoir pour l'entomofaune de la strate herbacée .....  | 34        |
| 2.3.3. La chasse à vue pour l'entomofaune volante .....  | 34        |
| 2.3.4. Les pièges à cornet pour les Syrphes .....  | 35        |
| 2.4. L'observation des facteurs influant sur l'entomofaune : couvert floristique et pratiques de gestion.....  | 37        |
| 2.4.1. Les protocoles floristiques.....  | 37        |
| 2.4.2. Des techniques d'enquête appréhendant les pratiques de gestion .....  | 38        |
| <b>3. Les cortèges entomologiques et floristiques des bandes enherbées.....</b>  | <b>39</b> |
| 3.1. La diversité floristique des bandes enherbées .....   | 39        |
| 3.1.1. Le profil de végétation moyen de l'étude.....   | 39        |
| 3.1.2. Les différentes typologies de végétation herbacée .....   | 41        |
| 3.1.3. Quelques cortèges floristiques originaux .....  | 45        |
| 3.2. La diversité entomologique des bandes enherbées .....   | 49        |
| 3.2.1. Quelles biodiversités entomologiques recensées ? .....  | 49        |
| 3.2.2. Lien entre l'abondance, la diversité entomologique avec la diversité floristique et la gestion agricole .....   | 51        |
| 3.3. Les auxiliaires de cultures et l'influence de la flore et de la gestion .....   | 53        |
| 3.3.1. Les pollinisateurs .....  | 53        |
| 3.3.1.1. Les Lépidoptères Papilionoidés.....   | 55        |
| 3.3.1.2. Les Apoïdes .....   | 61        |
| 3.3.1.3. Les Syrphes .....   | 65        |
| 3.3.2. Les prédateurs et parasitoïdes de ravageurs .....   | 72        |
| 3.3.2.1. Les Carabes contrôlant ravageurs et adventices des cultures.....  | 72        |
| 3.3.2.2. Les Syrphes .....   | 81        |
| 3.3.2.3. Les micro-Hyménoptères parasitoïdes.....  | 82        |
| 3.3.2.4. Les autres taxons utiles.....   | 84        |
| <b>4. Discussion : les potentialités de gestion des bandes enherbées, l'implication des acteurs locaux et quelques perspectives d'évolution de la législation.....</b> | <b>86</b> |
| 4.1. Le couvert floristique favorable à l'entomofaune .....  | 87        |
| 4.1.1. Quelques préconisations floristiques .....  | 88        |
| 4.1.2. Les techniques de mise en place ou d'amélioration du couvert floristique .....  | 91        |
| 4.2. Les pratiques d'entretiens favorables des bandes enherbées.....   | 92        |
| 4.3. Les pratiques culturales et la mosaïque paysagère favorisant l'entomofaune auxiliaire .....   | 96        |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| <b>Conclusion.....</b>         | <b>99</b>  |
| <b>Bibliographie .....</b>     | <b>102</b> |
| <b>Table des figures .....</b> | <b>110</b> |
| <b>Annexes .....</b>           | <b>115</b> |

## Glossaire

**Adventice (plante)** : désigne, pour les agriculteurs, une plante qui pousse sur les cultures et qui risquerait d'entrer en concurrence avec les plantes cultivées.

**Aphidiphage** : qui se nourrit de pucerons (de la famille des Aphidae).

**Auxiliaires de culture** : ce sont des organismes vivants apportant des services à l'agriculture : prédateurs ou parasitoïdes de ravageurs de culture, pollinisateurs.

**Bandes enherbées** : il s'agit d'une zone tampon végétalisée de quelques mètres, qui se trouve entre les champs et les cours d'eau en milieu agricole.

**Contrôle biologique / lutte biologique** : il s'agit de la régulation des populations de ravageurs de culture par leurs parasites ou prédateurs naturels.

**Diapause** : arrêt temporaire de l'activité ou du développement chez les insectes en hiver ou à la saison sèche ou en cas de carence alimentaire. Il s'agit d'une phase de vie ralentie. C'est une réponse adaptative aux mauvaises conditions environnementales.

**Entomofaune** : partie de la faune constituée par les insectes.

**Entomophage** : organisme consommant des insectes.

**Messicole (plante)** : plante annuelle à germination préférentiellement hivernale et affiliée aux moissons.

**Méthanisation** : traitement naturel des déchets organiques qui conduit à une production combinée de gaz convertible en énergie (biogaz) provenant de la décomposition biologique des matières organiques dans un milieu anaérobie et d'un digestat (les déchets « digérés »), utilisable brut ou après traitement comme compost.

**Nitrophile (plante)** : une plante qui se développe préférentiellement sur les sols ou dans les eaux riches en nitrate et en matières organiques.

**Nymphose** : transformation d'une larve en nymphe.

**Polyphage** : qui se nourrit d'aliments de natures divers. Organisme auxiliaire qui consomme ou qui parasite plusieurs espèces de ravageurs.

**Services écosystémiques** : regroupent des processus écologiques ou des fonctions des écosystèmes qui contribuent directement ou indirectement au bien-être humain

## Introduction

La **biodiversité** montre un recul conséquent à l'échelle mondiale (MEA, 2005). La diversité biologique représente la diversité du monde vivant dans une vision large, englobant la diversité des écosystèmes terrestres à la diversité des génomes des individus d'une espèce. Cette biodiversité rend pourtant des services écosystémiques indispensables à la vie et aux hommes, notamment à l'agriculture. La biodiversité est depuis longtemps **liée et utile à l'agriculture**. Les différentes agricultures modifient les milieux et créent des agrosystèmes particuliers, constitués de surfaces culturales productives, d'infrastructures agro-écologiques (haies, bandes enherbées) et d'éléments semi-naturels. Les pratiques agricoles entretiennent et structurent beaucoup d'habitats dans la mosaïque paysagère agricole. Une majorité de la biodiversité présente est « ordinaire ». Elle n'est ni rare, ni remarquable, mais fréquente et répandue. Elle participe à la trame verte et bleue dans la matrice agricole et est une source essentielle des services écosystémiques. Les **insectes auxiliaires de culture**, des ennemis naturels des ravageurs de cultures ou des pollinisateurs, rendent des services à l'agriculture. Ils sont naturellement présents dans la mosaïque paysagère.

Cette biodiversité ordinaire présente une régression importante dans les paysages agricoles. Les habitats semi-naturels et herbacés (prairies, friches) sont aussi en régression. L'intensification des cultures et la mécanisation de l'agriculture sont en cause, en plus de l'étalement urbain et autres facteurs comme les pollutions industrielles, domestiques, etc. Cette régression, associée à des pratiques intensives (généralisation des insecticides, labours profonds réguliers, etc.), impacte directement un grand nombre d'insectes dans les agrosystèmes (Colomb, 2010). D'autant plus que les surfaces cultivées représentent environ 55% du territoire métropolitain français (Banque Mondiale, 2013). Les insectes sont pourtant estimés à 70 à 80 % du monde vivant (Martinez et Gauvrit, 1997). Cette biodiversité ordinaire est extrêmement importante pour la santé de l'Homme, pour celle de l'environnement ainsi que pour l'économie, en particulier dans le domaine agricole. L'entomofaune reste actuellement mal connue et parfois négligée par le grand public et les experts.

L'intérêt et la prise de conscience par les pouvoirs politiques et le grand public du déclin de la biodiversité et des bouleversements de l'agriculture intensive sur les écosystèmes sont assez récents. A partir de 2004, la France s'engage à stopper l'érosion de la biodiversité sur son territoire. Elle intègre pour cela la biodiversité dans ses politiques publiques avec la Stratégie Nationale pour la Biodiversité et l'établissement des schémas aménagistes des trames vertes et bleues. Un plan d'action « agriculture et biodiversité » est créé en 2004 par le Ministère de l'écologie pour promouvoir les démarches des agriculteurs pour stopper à l'échelle des territoires la perte de la biodiversité et pour la maintenir et la restaurer (Preudhomme *et al.*, 2009). Cela a débouché notamment sur l'Observatoire Agricole de la Biodiversité. La Directive cadre sur l'eau de 2000, et reconduite depuis, nécessite d'améliorer l'état écologique des masses d'eau, notamment en diminuant les rejets agricoles dans les milieux. Le plan Ecophyto 2018 reprend cet objectif précis en visant à réduire l'usage des produits phytosanitaires. La Politique Agricole Commune (PAC) impose notamment en 2005 des bandes tampons entre les cultures et les cours d'eau en milieu agricole. Ces surfaces soustraites aux productions sont souvent enherbées et doivent être permanentes sans



traitements phytosanitaires. L'objectif central de l'aménagement des **bandes enherbées** est la limitation des taux de nitrates, phosphores et produits phytosanitaires rejetés dans les cours d'eau.

Un des grands enjeux de l'agriculture intensive actuelle est d'évoluer vers des types **d'agricultures « écologiquement intensives »**. Une possibilité est de s'appuyer sur les dynamiques de la biodiversité qui permettent des régulations naturelles. En effet, les bandes enherbées sont aussi des habitats et corridors prairiaux essentiels dans la mosaïque paysagère agricole, entre autre pour l'entomofaune auxiliaire source de services pour l'agriculture. Le Bas-Pays-de-Béthune, lieu de cette étude dans le Nord-Pas-de-Calais, est un territoire largement dominé par l'agriculture et présentant un réseau dense de petits cours d'eau et de fossés de drainage, qui est associé depuis 2005 à des bandes enherbées. De nombreuses études ont montré l'intérêt de l'aménagement des bordures de cultures, comme les bandes tampons, et d'une mosaïque d'habitats plus complexe, hétérogène et connectée dans le paysage agricole, pour accroître la diversité, les abondances entomologiques et ainsi le contrôle biologique naturel des ravageurs des cultures. La démonstration de l'utilité des bandes enherbées pour l'entomofaune n'est plus à faire. Le rôle des insectes auxiliaire est aussi connu. Mais, la biologie de nombreux taxons reste à découvrir ou à affiner et la gestion des surfaces de bandes enherbées est rarement optimisée pour bénéficier à l'entomofaune auxiliaire et à l'exploitant. C'est un potentiel agro-écologique qui pourrait se développer.

**Comment faire de ces surfaces réglementaires gelées pour l'agriculture, des espaces dynamiques et utiles en favorisant le contrôle biologique par l'entomofaune, tout en en minimisant leurs entretiens et en participant à la trame verte locale, dans une démarche « gagnant-gagnant » ?**

Plus précisément, comment préserver, favoriser, maximiser différents taxons entomologiques auxiliaires de culture sur les bandes enherbées ? Quels leviers peuvent être mobilisés (agronomiques, floristiques, pratiques d'entretiens, etc.) pour développer la capacité d'accueil de la biodiversité entomologique sur les bandes enherbées, au regard de la réglementation actuelle, de l'acceptation, des points de vues des exploitants et des réalités écologiques locales ? Pour cette étude nous nous intéressons particulièrement aux fonctions d'habitats des bandes enherbées pour l'entomofaune auxiliaires.

C'est dans ce cadre que s'insère l'étude. On cherche tout d'abord à caractériser les compositions floristiques et les cortèges de l'entomofaune auxiliaire sur un échantillon de bandes enherbées du Bas-Pays-de-Béthune. Ces inventaires sont mis en perspective par l'étude de l'écologie des communautés d'espèces relevées. Nous prenons en compte les pratiques de gestion sur ces espaces, les points de vue des exploitants, leurs acceptations de différentes pratiques, etc. Ce constat permet d'appréhender les dynamiques (liées aux pratiques, à la flore, à la mosaïque d'habitats proches, etc.) régissant les cortèges d'auxiliaires sur ces bandes enherbées. Cela permet de proposer plusieurs préconisations de gestion pour préserver, diversifier, maximiser l'entomofaune auxiliaire, tout en prenant en compte les réalités écologiques, agricoles et réglementaires locales. Cela s'appuie sur des pratiques de gestion plus favorables aux cycles de vie des espèces végétales et de l'entomofaune, développant la résilience de l'écosystème prairial et l'augmentation des services écologiques apportés. En effet, la lutte biologique peut être un levier dans l'ingénierie agro-

écologique, jouant sur les dynamiques de la biodiversité permettant les régulations biologiques, qui permettent la diminution des intrants. Indirectement, valoriser l'entomofaune auxiliaire des bandes enherbées, passe par des pratiques de gestion permettant la préservation et l'amélioration des cortèges floristiques et entomologiques, ce qui est bénéfique pour les écosystèmes prairiaux, comme pour l'agriculture et la société.

## **Mots clés**

Bandes enherbées - Entomofaune - Auxiliaires de culture – Flore - Mosaïque agricole – Pratiques de gestion –Réglementation

# 1. Les approches de l'ingénierie agro-écologique sur les bandes enherbées pour améliorer la lutte biologique en milieu agricole

## 1.1. Biodiversité dans les agrosystèmes

### 1.1.1. La biodiversité liée à l'agriculture

Le terme « **biodiversité** », relatif à la diversité du monde vivant (faune, flore, micro-organisme), est la contraction de l'expression "biological diversity". Il est apparu dès 1985 dans la littérature par le biologiste américain E.O. Wilson. Une définition de la biodiversité est par exemple : « *La diversité biologique représente la variété et la variabilité des organismes vivants et des écosystèmes dans lesquels ils se développent. La diversité peut être définie comme le nombre et la relative abondance des éléments considérés. Les composants de la diversité biologique sont organisés en plusieurs niveaux, depuis les écosystèmes jusqu'aux structures chimiques qui sont les bases moléculaires de l'hérédité. Ce terme englobe donc les écosystèmes, les espèces, les gènes, et leur abondance relative.* » (OTA, 1987). Cette notion a été reprise au sommet de la terre de Rio de Janeiro en 1992. La Convention sur la Diversité Biologique créée à cette occasion est la première convention internationale intégrant ce concept de biodiversité.

La biodiversité est un concept complexe à appréhender car elle peut être perçue à de multiples niveaux, de la diversité génétique à la diversité des paysages en passant par la diversité des populations, des espèces, des écosystèmes, etc. Chaque niveau peut être abordé à des échelles spatiales variées. En effet, on distingue différents niveaux de variabilité du vivant comme la **diversité écosystémique** relative à la diversité d'associations entre les biocénoses et les biotopes, la **diversité spécifique** relative à la diversité des espèces et la **diversité génétique** présente au sein des espèces (Delord, 2009). La diversité spécifique peut notamment se caractériser par la richesse et l'équitabilité. La richesse spécifique renvoie au nombre d'espèces présentes dans une communauté ou un territoire donné et l'équitabilité fait référence aux abondances et dominances entre ces espèces. A l'échelle des **communautés**, on s'intéresse à l'assemblage de populations de différentes espèces végétales, animales, microbiennes vivant dans un habitat donné. Les niveaux des écosystèmes et des paysages intègrent également les conditions abiotiques du milieu (Mauchamp *et al.*, 2012). La Convention pour la Diversité Biologique définit un **écosystème** comme un « complexe dynamique formé de communautés de plantes, d'animaux, de microorganismes, et de leur environnement non vivant qui, par leurs interactions forment une unité fonctionnelle » (UNEP, 1992).

Noss, un biologiste américain, considère la **structure, la composition et la fonction** comme trois principaux attributs de la biodiversité (Noss, 1990). Pour schématiser la diversité biologique, il intègre à ces trois aspects, les différents niveaux d'organisation taxonomiques cités ci-dessus, dans une hiérarchie emboîtée (fig.1). **L'approche fonctionnelle** par exemple prend en compte les processus et dynamiques qui constituent le monde vivant à différentes échelles : processus génétiques, interactions interspécifiques, évolutions, perturbations, pratiques anthropiques, etc..



Or, globalement sur la planète on observe une **régression de la biodiversité**. Depuis 1970, l'effectif de la faune a diminué de moitié, la diversité de certains écosystèmes régresse, certains écosystèmes s'homogénéisent et se simplifient, les pollinisateurs sauvages et les espèces spécialistes déclinent globalement. On observe plus de fragmentation et d'isolement des habitats naturels (Loïs G., MNHN, 2015). Les causes de ces régressions sont surtout anthropiques, par des pollutions industrielles, agricoles, domestiques et par l'artificialisation grandissante des territoires (MEA, 2005). Un département tous les 10 ans est artificialisé en France et le processus s'accélère avec l'étalement périurbain et les infrastructures liées. Il y a aussi l'intensité de gestion des milieux qui influe (Loïs G., MNHN, 2015).

La biodiversité même ordinaire est **en régression en milieux agricoles**. L'intensification des cultures et la mécanisation de l'agriculture y sont pour quelque chose, en plus de l'étalement urbains et autres facteurs évoqués précédemment. Ces bouleversements agricoles sont apparus à la fin de la Seconde Guerre Mondiale en Europe de l'ouest. C'est la révolution agricole du XXème siècle. Des pratiques agricoles traditionnelles mutent vers une agriculture plus intensive, avec des impératifs de productivité et de rendements. Cette logique économique est légitime à plusieurs points de vue. L'agriculture se doit d'être productive pour nourrir les populations humaines qui ne cessent de croître, pour l'autosuffisance alimentaire et pour que les agriculteurs dégagent des revenus. **L'intensification des pratiques agricoles**, permise par les évolutions technologiques et par des politiques publiques européennes volontaristes, à générer **une plus grande ouverture des paysages** (suppression des haies pour faciliter le travail des engins, remembrement, parcelles plus grandes) une **utilisation généralisée d'intrants chimiques** (engrais et pesticides) et des **pratiques particulières** (fauches précoces, désherbage systématiques, utilisation d'engins plus lourds et puissants, drainage). Cela a eu des conséquences sur la biodiversité. On assiste à une réduction de la superficie des habitats d'intérêts entomofaunistique et floristique, à l'homogénéisation, l'appauvrissement, la banalisation de la flore, à des déséquilibre écologiques, à l'eutrophisation des milieux aquatiques, au tassement et l'érosion des sols, à la disparition de certaines zones humides, etc. Depuis des décennies les **milieux herbacés** comme les friches et prairies riches en diversité ne cessent de s'appauvrir. Parmi les terres agricoles, ces surfaces herbacées ont diminué de 12% entre 1973 et 2003 dans l'Europe des neufs (Mauchamp *et al.*, 2012). Cela a un impact important sur la faune associée, comme un grand nombre d'insectes qui dépendent de cette ressource herbacée (Colomb, 2010). La **biologie de la conservation** est une science pour comprendre et trouver des moyens de ralentir la crise de la biodiversité. Cette étude s'inscrit globalement dans ce champ qui se veut très pragmatique et lié à la gestion anthropique.

Les agriculteurs sont souvent montrés comme responsable de ces déséquilibres écologiques. La problématique est pourtant plus complexe. L'utilisation de produits phytosanitaires et la modernisation de l'agriculture ont permis l'équilibre entre la production et la demande en denrées alimentaires. Cela assure une faible variabilité des rendements, en diminuant très fortement les aléas environnementaux auxquels sont soumises les cultures et élevages. Les **enjeux de l'agriculture sont multiples**, comme fournir des aliments et matières premières en quantités suffisantes, mais aussi gérer des ressources naturelles, maintenir la biodiversité et la structuration du monde rural, etc. **Un des grands enjeux de l'agriculture intensive actuelle est d'évoluer vers des types d'agricultures « écologiquement intensives »**, conciliant rendements et biodiversité. Cela peut se faire par exemple en réduisant les insecticides et en favorisant les auxiliaires de cultures, des ennemis naturels des ravageurs de cultures, par différentes pratiques. On s'appuie alors sur les dynamiques de la biodiversité qui permettent des régulations naturelles.

Le contexte actuel, comprenant la crise environnementale, la prise de conscience politique et sociétale croissante, l'émergence de politiques publiques (Stratégie Nationale pour la Biodiversité, trames vertes et bleues, différents plans d'actions des Ministères de l'Agriculture et de l'Ecologie, Directive cadre sur l'eau, etc.), nécessite de trouver des solutions alternatives pour faire évoluer les pratiques agricoles. Dans le cadre de la stratégie nationale pour la biodiversité, le Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche (MAAP) a mis en œuvre dès 2004 un **plan d'action « agriculture et biodiversité »** en vue de promouvoir les démarches coordonnées des agriculteurs et de leurs partenaires visant à stopper, à l'échelle de leur territoire, la perte de biodiversité. Ce plan d'action, révisé en 2009, insiste sur la **multifonctionnalité de l'agriculture** et ainsi sur le fait que le maintien, la restauration et la gestion de la biodiversité concerne tous les agriculteurs. La mise en place de l'**Observatoire Agricole de la Biodiversité** est le prolongement de ce plan (Preudhomme *et al.*, 2009). Un des objectifs du **schéma régional climat air énergie** (SRCAE) concerne le maintien des prairies. La Politique agricole commune (PAC) 2018-2020 encourage notamment des pratiques favorables à la biodiversité sur les exploitations en rémunérant le maintien ou l'établissement de Surfaces d'Intérêt Ecologique (SIE) par le « paiement vert ». Plusieurs plans supra-nationaux à régionaux visent quant à eux à diminuer les effets nocifs de l'agriculture intensive sur la biodiversité, comme le plan Ecophyto 2018 visant à réduire l'usage des produits phytosanitaires, l'obligation par la PAC des BCAE « bandes tampons » entre les cours d'eau et les cultures, les divers plans en faveurs de l'agriculture biologique, comme ceux du Grenelle de l'environnement ou du schéma régional climat air énergie (SRCAE), dont l'un des objectifs est d'atteindre 6% de Surface Agricole Utile (SAU) en label AB à l'horizon 2020, etc..

### 1.1.2. L'entomofaune prairiale des milieux agricoles

On observe actuellement une régression de la biodiversité, notamment des habitats semi-naturels et prairiaux en milieux agricoles (Mauchamp *et al.*, 2012). Cette régression associée à des pratiques intensives (généralisation des insecticides, labour profond régulier, etc.) impacte directement un grand nombre d'insectes dans les agrosystèmes (Colomb, 2010). D'autant plus que les surfaces cultivées représentent environ 55% du territoire métropolitain français (Banque Mondiale, 2013).

**L'entomofaune reste mal connue et parfois négligée** par le grand public et même les experts. Or, les insectes, sont estimés représenter 70 à 80 % du monde vivant (Martinez et Gauvrit, 1997) alors que les vertébrés ne représentent que 6,5% de la biodiversité. On recense 35 000 espèces en France et pourtant une importante part de l'entomofaune et de ses fonctionnements reste encore inconnue. Ce manque de connaissance est d'autant plus alarmant que cette biodiversité ordinaire est extrêmement importante pour la santé de l'Homme, pour celle de l'environnement ainsi que pour l'économie en particulier dans le domaine agricole. La **biodiversité entomologique est fortement liée et utile à l'activité agricole**. En effet, de nombreux insectes jouent le rôle d'auxiliaires de culture, en limitant les populations de ravageurs ou d'adventices de cultures, en pollinisant les cultures entomogames, d'autres participent aux processus constitutifs des sols, etc..

Dans ce contexte assez récent, couplé à la nécessité de faire évoluer les pratiques agricoles, les études relatives aux insectes auxiliaires de culture se sont multipliées sur différents territoires. Des études ont montré les conséquences de l'intensification de l'agriculture avec l'ouverture des paysages openfield, qui entraîne la baisse de connectivité entre les zones refuges et affectent fortement les cortèges de différents insectes auxiliaires (Burel et Baudry, 1999 ; Le Bris *et al.*, 2014 ; Le Fleon, 2011 ; Roger, 2012 ; etc.). De nombreuses études ont montré **l'intérêt de l'aménagement des bordures de cultures**, comme les bandes tampons, les haies, **et d'une mosaïque d'habitats plus complexe, hétérogène et connectée** dans le paysage agricole, pour accroître la diversité et les abondances entomologiques et ainsi le contrôle biologique naturel des ravageurs des cultures. Les bandes enherbées et les haies aux abords des cultures sont des bons refuges pour les auxiliaires de cultures et la diversité végétale favorise la diversité entomologique (Allart-Destreil, 2014 ; Bittebiere *et al.*, 2011 ; Colignon *et al.* 2004 ; Cordeau et Chauvel, 2008 ; Gurr *et al.*, 2006 ; VanWingerden *et al.*, 2004 ; Petit *et al.*, 201 ; etc.).

La démonstration de l'utilité des bandes enherbées pour l'entomofaune n'est plus à faire. Le rôle des insectes auxiliaire est aussi connu. Mais, la biologie de nombreux taxons reste à découvrir ou à affiner et la gestion des surfaces de bandes enherbées est rarement optimisée pour bénéficier à l'entomofaune auxiliaire et à l'exploitant. C'est un **potentiel agro-écologique** qui pourrait se développer. La présente étude porte sur les potentialités d'amélioration de la gestion des bandes enherbées pour favoriser l'entomofaune notamment auxiliaire et la diversité floristique qui va souvent de pair, pour réduire la gestion et pour valoriser ces espaces pour l'agriculture et la biodiversité locale.

## 1.2. Les bandes enherbées, contextes institutionnel, écologique et agricole

### 1.2.1. Des services écosystémiques apportés, aux réticences agricoles

Les bandes enherbées sont des **surfaces herbacées permanentes** d'une largeur minimale de 5m, sans fertilisation ni traitement phytosanitaires et bordant obligatoirement les cours d'eau en milieu agricole (fig.2). Ces bandes ont été imposées en 2005 par la Politique Agricole Commune (PAC) dans le cadre des Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales (BCAE) « bandes tampons ». Elles ont été renforcées en 2010 par la loi Grenelle II. L'objectif central de l'aménagement des bandes enherbées est la limitation des taux de nitrates, phosphores et produits phytosanitaires rejetés dans les cours d'eau. En France, l'agriculture est la principale source de pollution aux nitrates et phosphores dans les milieux, notamment par la sur-fertilisation et par les effluents d'élevages (Armand, 2004). Or, les taux trop importants de ces éléments dans les eaux ont des effets nocifs sur



la santé humaine et ils modifient l'équilibre biologique des milieux aquatiques en provoquant des phénomènes d'eutrophisation. Les bandes enherbées sont alors des **zones tampons** jouant le rôle de **filtre biologique** en retenant ou dégradant les polluants présents dans les eaux de ruissellement provenant des parcelles agricoles. Des études ont montré que la présence de bandes enherbées diminuait de 90% les apports de polluants dans les cours d'eau et jusqu'à 60% des phosphores et nitrates (Bittebiere *et al.*, 2011).

Figure 2 : Des bandes enherbées entre les cultures et un cours d'eau (source : Céline Foucart, 2015)

Ces aménagements vont également **limiter l'érosion des sols**. Le travail du sol et le passage d'engins étant interdit sur les bandes enherbées, le sol est moins tassé, plus vivant et moins soumis à l'érosion, ce qui diminue la sédimentation dans les cours d'eau. Les bandes enherbées jouent aussi un rôle important pour le **maintien de la biodiversité**, en constituant un maillage de corridors et d'habitats pour la faune et la flore en milieu agricole. Elles apportent notamment des habitats refuges pour des espèces végétales prairiales ; des zones de refuges, de nidification et des sources de nourritures à la faune des plaines de culture et des corridors facilitant leurs dispersions dans la mosaïque paysagère. Ce réseau prairial en milieu agricole attire particulièrement différents auxiliaires de culture (Cf. glossaire et 1.3.2.) qui peuvent contribuer au contrôle des ravageurs de culture et à la pollinisation.

Les bandes enherbées permettent donc le maintien de différents services écologiques utiles aux humains que l'on peut qualifier de services écosystémiques. Les services écosystémiques regroupent des processus écologiques ou des fonctions des écosystèmes qui contribuent directement ou indirectement au bien-être humain (MEA, 2005). Les habitats prairiaux des bandes enherbées fournissent des services **de régulation** : le retardement des écoulements, l'épuration par rétention, la dégradation des polluants, la régulation du climat (albédo, séquestration du carbone, évapotranspiration), la diminution de l'érosion des sols, la régulation des ravageurs, la pollinisation. Ils apportent aussi des **services d'approvisionnement** comme la production de foin, des **services de soutien** comme le maintien des habitats refuges indispensables pour la faune et la flore et également



des **services culturels** comme les bienfaits immatériels que procurent les écosystèmes et paysages agricoles. Egalement sur le plan éducatif, l'habitat prairial est la représentation privilégiée d'une action positive de l'homme sur son environnement (Mauchamp *et al.*, 2012).

Mais ces aménagements imposés sont parfois considérés par les agriculteurs comme des surfaces problématiques d'un point de vue agronomique. Certains y voient des réservoirs d'espèces adventices ou de ravageurs de culture. Ce réseau constitue des surfaces gelées et inexploitable, ce qui peut gêner les exploitants, comme nous le confiait l'un d'eux : *« Principalement ce qui me dérange c'est la perte de surface que ça occasionne. Moi j'ai 3.8 km de bandes enherbées sur une exploitation de 85 ha, ce n'est pas rien »*. Certains doutent ou sous-estiment les réels services écosystémiques rendus par les bandes enherbées. Malgré tout, les mentalités ont évolué depuis la mise en place de ces espaces réglementés. Les réticences agricoles et points de blocages existent, mais la prise de conscience s'élargie sur l'intérêt de ces espaces comme nous l'ont confié différents agriculteurs : *« C'est tout positif. Les bandes enherbées sont des bandes tampon où l'on voit revenir la biodiversité qui avait disparue. Ce sont des réservoirs pour la faune (nidification de petit gibier, oiseaux, insectes, petit mammifères) notamment pour la faune auxiliaire (carabes, chrysopes). Cela permet le bio-contrôle sur les cultures, avec des prédateurs plus réactifs, ayant habitats et nourriture proche. »* *« Les bandes améliorent aussi la qualité des eaux, maintiennent les rives, rendent l'entretien avec la faucardeuse possible, ce qui amène une plus grande diversité dans les cours d'eau »*.

Il reste intéressant de mettre en évidence l'intérêt de ces espaces pour l'agriculture, car certains **intérêts écologiques restent mal connus ou sous-estimés**, afin d'aider à faire évoluer les points de vue et les pratiques agricoles (Le bris *et al.*, 2014). Par exemple, certains aspects de la régulation des ravageurs par des auxiliaires de culture restent à découvrir pour mieux mettre en lumière les dynamiques écologiques existantes et le rôle du réseau prairial de bandes enherbées pour les auxiliaires de cultures. De plus, malgré les services écologiques et agronomiques qu'offrent les bandes enherbées, leur **gestion est rarement optimisée**, ne leur permettant pas d'assurer pleinement ces services. Des études supplémentaires sont nécessaires pour mettre en lumière les gestions les plus favorables aux auxiliaires de cultures sur ces bandes enherbées.

### 1.2.2. Des espaces réglementés

Les bandes enherbées à couvert permanent entre les cours d'eau et les cultures, imposées en 2005 par la PAC dans le cadre des **Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales** (BCAE), sont soumises à des règles. En France de 2005 à 2009, ces bandes enherbées s'inscrivent dans le cadre plus large de l'obligation d'installer une **Surface de Couvert Environnementale** (SCE), principalement contre l'érosion des sols, pour toutes les exploitations percevant les aides de la PAC ; en sont exempts les petits producteurs et les parcelles de cultures pérennes ou pluriannuelles, de friches ou boisées le long des cours d'eau. Les cours d'eau à border d'une bande enherbées sont ceux figurant en trait bleu plein et bleu pointillé sur les cartes IGN au 1/25000<sup>ème</sup>, ainsi que ceux listés par arrêté préfectoral en complément. L'arrêté du 12 septembre 2006 relatif à la mise sur le marché et à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques, instaure une **Zone Non Traitée** (ZNT) encadrant un

cours d'eau qui ne doit pas recevoir de produits phytosanitaires. Depuis 2009 avec le 4<sup>ème</sup> programme nitrates en zone vulnérable et l'évolution des **BCAE « bandes tampons et Zones Non Traitées (ZNT) »**, l'implantation de bandes tampons s'étend à tous les exploitants, le long de tous les cours d'eau, même le long des cultures pérennes et pluriannuelles. Cette extension de la conditionnalité constitue un moyen pour **atteindre les objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau** en matière de taux de nitrates d'origine agricole dans les masses d'eau. Ces bandes tampons peuvent être enherbées ou boisées. Le Grenelle de l'Environnement a aussi conforté ces orientations. Ainsi, dans le contexte de la protection et l'amélioration de la qualité des cours d'eau, l'obligation des bandes tampons en milieu agricole s'est généralisée au fil du temps (MEEDD, 2010).

Des bandes tampons pérennes en milieu agricole sont placées le long des cours d'eau avec une largeur minimale de 5m à partir du haut de la berge pouvant aller jusqu'à 10m et d'une surface minimale de 0.05ha. Le couvert permanent doit être herbacé, arbustif ou arboré. En cas d'implantation, seules les espèces indigènes sont autorisées ; les espèces considérées comme invasives étant interdites. Des implantations d'espèces non indigènes sont seulement autorisées sous couvert d'étude scientifique et en dehors des espèces invasives. L'implantation d'une seule espèce floristique est autorisée en dehors d'une espèce appartenant aux Fabacées (PdC, 2013). Des sanctions s'appliquent si on laisse les chardons monter en graines. Cela concerne principalement le Cirse des champs (*Cirsium arvense*) et le Cirse commun (*Cirsium vulgare*).

Il est aussi interdit d'utiliser la bande enherbée pour entreposer du matériel agricole et des produits. Le passage d'engins est également proscrit sur ces bandes, à part pour l'entretien des cours d'eau. La fertilisation minérale ou organique, l'application de pesticides et les labours sont également interdits. Seul un travail superficiel des sols est autorisé. Le pâturage est autorisé, tout comme la fauche ou le broyage du couvert, en dehors d'une période de 40 jours de mai à juin et d'autres périodes fixées par arrêtés préfectoraux liées à la nidification de l'avifaune. Mais l'entretien annuel n'est pas obligatoire (MEEDD, 2010 ; PdC, 2013).

La **réforme de la PAC 2015-2020** apporte peu de modifications sur la réglementation des bandes enherbées, à part sur certains points. Les amendements alcalins sont dorénavant autorisés sur les bandes tampons (Salvo, 2015). Egalement, le « paiement vert » est un paiement direct aux exploitants agricoles qui vise à rémunérer des actions spécifiques en faveur de l'environnement. Dans le cadre du « paiement vert », un exploitant doit maintenir ou établir des Surfaces d'Intérêt Ecologique (SIE) sur l'équivalent de 5% de sa surface arable. Les bandes tampon le long des cours d'eau entrent dans la liste des SIE arrêtées. 1 mètre linéaire de bande tampon correspond à 9m<sup>2</sup> de SIE (Ministère de l'agriculture, 2015).

### 1.3. L'ingénierie écologique sur les bandes enherbées pour maximiser la lutte biologique

#### 1.3.1. L'ingénierie agro-écologique

L'ingénierie écologique peut se définir comme étant l'application des connaissances, concepts de l'écologie à la gestion durable des milieux écologiques, à la conception, la réalisation, le suivi d'aménagements inspirés sur les mécanismes gouvernant les systèmes écologiques (Dutoit, 2014). C'est un partenariat entre les sociétés et la nature, apportant des bénéfices aux deux. L'ingénierie écologique est aussi caractérisée comme une **action par et pour le vivant**. Certains auteurs disent que l'ingénierie écologique est à l'écologie scientifique ce que la médecine est à la biologie humaine. C'est avant tout un domaine orienté vers l'intervention (Gosselin, 2008). Les objectifs de l'ingénierie écologique sont :

- la réhabilitation d'écosystèmes dégradés,
- la création de nouveaux écosystèmes durables pour l'Homme et pour la biosphère,
- la mise au point d'outils biologiques pour rétablir ou maximiser un service écosystémique, résoudre des problèmes de pollution, etc. (Dutoit, 2014).

L'**ingénierie agro-écologique** s'intéresse particulièrement aux agrosystèmes et vise à la conception de **systèmes de culture durables basés sur l'exploitation des régulations biologiques**. Le contexte actuel, comprenant la crise environnementale, la prise de conscience politique et sociétale croissante, l'émergence de politiques publiques (stratégie nationale pour la biodiversité, trames vertes et bleues, différents plans d'actions des Ministères de l'Agriculture et de l'Ecologie, etc.), nécessite de trouver des solutions alternatives pour faire évoluer les pratiques agricoles intensives vers des systèmes agricoles « écologiquement intensifs » (Griffon, 2013). Ces deux ingénieries correspondent à une approche pluridisciplinaire, intégrée et globale, prenant en compte des dimensions à la fois agronomique, écologique et sociale. Elles visent au **développement d'agrosystèmes innovants, économes en intrants chimiques et à la préservation des écosystèmes**, en mobilisant toujours plus, des concepts et outils communs.

C'est dans ce cadre que s'insère l'étude. On cherche tout d'abord à caractériser les compositions floristiques et les cortèges de l'entomofaune auxiliaire sur les bandes enherbées. Ces inventaires sont mis en perspective par l'étude de l'écologie des communautés d'espèces relevées. Nous prenons en compte les pratiques de gestion sur ces espaces, les points de vue des exploitants, leurs acceptations de différentes pratiques, etc. Ce constat permet d'appréhender les dynamiques (liées aux pratiques, à la flore, à la mosaïque d'habitats proches, etc.) régissant les cortèges d'auxiliaires sur ces bandes enherbées. Cela permet de proposer plusieurs préconisations de gestion pour préserver, diversifier, maximiser l'entomofaune auxiliaire, tout en prenant en compte les réalités écologiques, agricoles et réglementaires locales. Cela s'appuie sur des pratiques de gestions plus favorables aux cycles de vie des espèces végétales et de l'entomofaune, développant la résilience de l'écosystème prairial et l'augmentation des services écologiques apportés. En effet, la lutte biologique peut être un levier dans l'ingénierie agro-écologique, jouant sur les dynamiques de la biodiversité permettant les régulations biologiques, qui permet la diminution des intrants. Indirectement, valoriser l'entomofaune auxiliaire des bandes enherbées, passe par des pratiques de

gestion permettant la préservation et l'amélioration des cortèges floristiques et entomologiques, ce qui est **bénéfique pour les écosystèmes prairiaux, comme pour l'agriculture et la société.**

### 1.3.2. La lutte biologique par conservation

Dans un contexte de limitation des produits phytosanitaires, il y a de plus en plus nécessité de trouver des techniques alternatives pour le contrôle des ravageurs sur les cultures. Or, la biodiversité peut rendre divers services à l'agriculture, comme la régulation des ravageurs de culture par des auxiliaires naturellement présents, ou la pollinisation des cultures. Ainsi, la volonté de mobiliser et favoriser ces auxiliaires de culture correspond à la lutte biologique par conservation. La lutte biologique par conservation est décrite comme une modification de l'environnement ou des pratiques existantes pour lutter contre les ravageurs de cultures phytophages ou contre les plantes adventices concurrençant les cultures. Elle permet de **protéger et favoriser** par exemple **les populations de prédateurs et parasitoïdes** des ravageurs, afin de **maintenir les populations des ravageurs en dessous d'un seuil de nuisibilité** (Gurr *et al.*, 2006).

Les auxiliaires de cultures peuvent être des vertébrés (oiseaux, batraciens, reptiles, micromammifères), des invertébrés (insectes, arachnides, nématodes) ou des micro-organismes (champignons, virus, bactéries, protozoaires). On distingue trois catégories parmi ces auxiliaires. Les **prédateurs** consomment certains ravageurs. Pour les insectes, le stade prédateur peut concerner seulement l'état larvaire ou les états larvaire et adulte. Les **parasitoïdes** sont d'autres auxiliaires plus petits qui pondent sur ou dans un ravageur (hôte). Leurs développements entraînent la mort de l'hôte. Les insectes **pollinisateurs** sont aussi considérés comme des auxiliaires. Bien qu'ils n'interviennent pas dans les mécanismes de régulation des populations de ravageurs, ils participent activement au bon déroulement des cultures entomogames en favorisant la pollinisation et la fructification. Parmi les insectes, d'autres ne sont ni auxiliaires, ni ravageurs. Ils ont cependant une grande importance en servant de proies de substitution aux auxiliaires, en l'absence de leurs proies habituelles que sont les ravageurs (Conseil, 2005).

Une **diversité de groupes biologiques et d'espèces** est nécessaire pour avoir une complémentarité des régimes alimentaires et des périodes d'activités (Vasseur *et al.*, 2009). C'est leurs actions combinées qui permet le contrôle des populations de ravageurs. De plus, **l'organisation de la mosaïque paysagère agricole** apparaît comme essentielle pour favoriser la présence et l'activité des auxiliaires et ainsi pour réguler naturellement des populations de ravageurs (Lambion *et al.*, 2009).

Sur cette étude nous nous focalisons seulement sur les cortèges de plusieurs auxiliaires entomologiques présents sur le réseau de bandes enherbées des exploitations agricoles. Promouvoir le contrôle biologique des ravageurs implique de comprendre quels facteurs influent sur les communautés d'auxiliaires de cultures. On se demande, quels types de couvert végétal et de gestions des bandes enherbées favorisent ces insectes. Mais, il ne faut pas négliger l'effet des araignées et des vertébrés auxiliaires qui participent également à la lutte biologique sur les parcelles cultivées.

## 1.4. Le secteur d'étude

### 1.4.1. Un territoire agricole au réseau dense de bandes enherbées

Le Nord-Pas-de-Calais est une région aux conditions très propices à l'installation et au développement des activités humaines, avec peu de relief, un sol riche et fertile, un climat favorable, etc.. Cela en fait, après l'Île-de-France, la région la plus densément peuplée et une des plus industrialisées. Les espaces sont en conséquence très artificialisés et fragmentés (Henry *et al.*, 2011).

Le secteur de l'étude est compris entre les départements du Pas-de-Calais et du Nord, sur le Bas-Pays-de-Béthune dans le sud de la Flandre intérieure (fig.3). Il intègre cette année des bandes enherbées sur les territoires de huit communes : Lestrem, Veille-Chapelle, Richebourg, La Gorgue, Fleurbaix, Saily-sur-la-Lys, Locon et Calonne-sur-la-Lys. Ce secteur correspond en grande partie à la zone d'action de l'association Lestrem Nature.

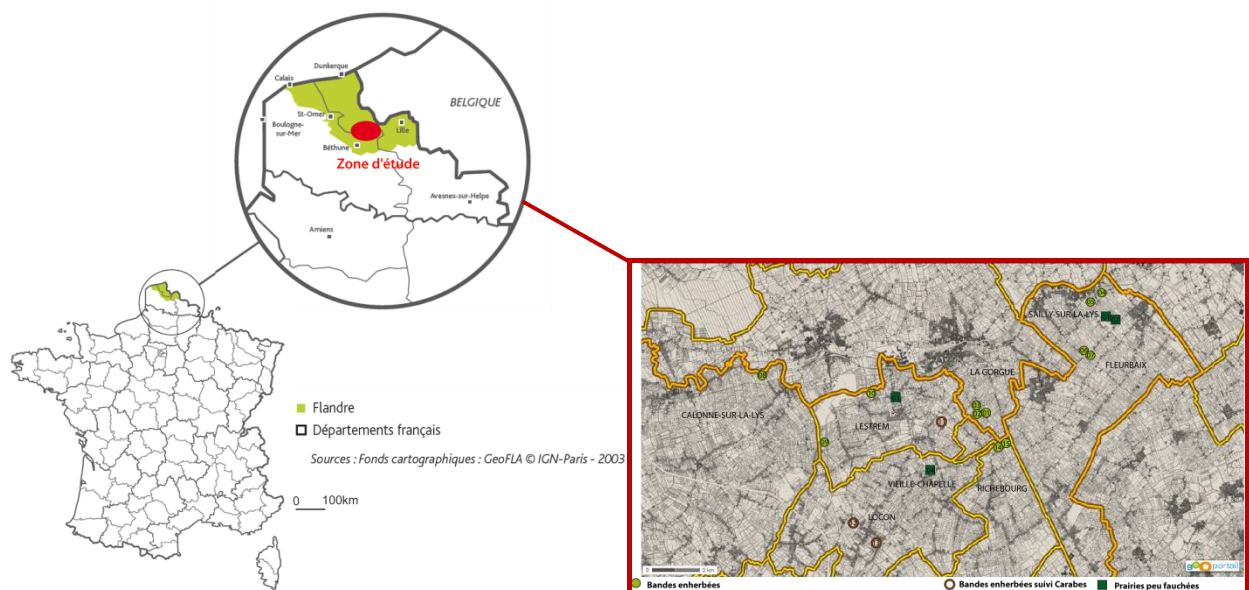


Figure 3 : Zone d'étude des bandes enherbées 2015 (source : Toussain *et al.*, 2008)

Le territoire d'étude s'intègre dans la plaine alluviale de *la Lys* (fig.4). La plaine de *la Lys* constitue ce que l'on appelle un graben ou **bassin d'effondrement** depuis l'âge tertiaire, comme la Limagne ou l'Alsace. Sa position basse et la pente presque nulle ont généré une vaste zone humide. Des marécages ont été une barrière majeure pour les populations humaines pendant plusieurs milliers d'années. Ce n'est qu'au XIII<sup>ème</sup> siècle, sous l'action des moines, que des défrichements et un assainissement important se mettent en place. Il reste de cette période un **immense réseau de fossés**, les becs, **pour le drainage des eaux** (DREAL Npdc, 2008).



Figure 4 : Paysage du Bas-Pays-de-Béthune (source : DREAL Npdc, 2008)



Au niveau géomorphologique et pédologique, la couverture superficielle du Bas-Pays-de-Béthune est composée essentiellement d'argile et de sable du Tertiaire. Les limons du Quaternaire recouvrant le sol, accentuent l'imperméabilité des argiles (Rochaix 2014). De plus, les niveaux des sols étant proches du niveau de la mer, les nappes phréatiques y sont affleurantes. Les **sols** sont ainsi très **lourds, hydromorphes mais riches**. Les contraintes environnementales font que la **polyculture** domine toujours avec une relativement forte présence de l'élevage.

Plus précisément, le territoire d'étude est **très largement dominé par l'agriculture**, ce qui laisse peu de place aux espaces boisés et autres habitats semi-naturels (fig.5), aux proportions nettement inférieures à la moyenne régionale (Vallet, 2014). Cela s'explique car les sols très fertiles sont utilisés depuis le XVIII<sup>ème</sup> siècle pour l'agriculture. Les **milieux prairiaux** sont notamment en **forte régression** depuis les progrès de drainage des années 1960 (DREAL Npdc, 2008). Les **milieux semi naturels** subissent en plus des **régressions et fragmentations** par la forte pression démographique et foncière due à la proximité de la métropole lilloise, mais aussi par les rejets domestiques, agricoles, et industriels, etc. Dans cette matrice agricole et périurbaine, il existe localement un réseau dense de petits cours d'eau et de fossés de drainage (fig.6). Ce réseau hydrographique bien développé et la faible densité moyenne de population sont des atouts pour la biodiversité locale.

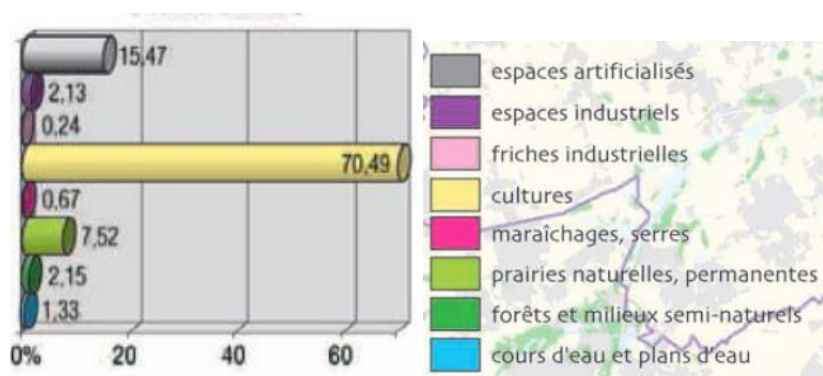


Figure 5 : Dominances des cultures sur les paysages du Bas-Pays-de-Béthune (source : DREAL Npdc, 2008)

Ce **secteur d'étude est ainsi particulièrement intéressant pour l'étude des bandes enherbées** car il est largement dominé par les surfaces cultivées (fig.5) tout en présentant un réseau dense de petits cours d'eau et de fossés de drainage (fig.6), qui est depuis 2005 associé à des bandes enherbées. Les bandes enherbées occupent en moyenne 1 à 4% des surfaces des exploitations des agriculteurs participant à l'étude, représentant plusieurs kilomètres en linéaire et des surfaces de 0.5 ha à 2ha en moyenne par exploitation. Le réseau de bandes enherbées est ainsi conséquent localement et présente des potentialités importantes, notamment pour l'agriculture et pour les continuités écologiques du territoire.

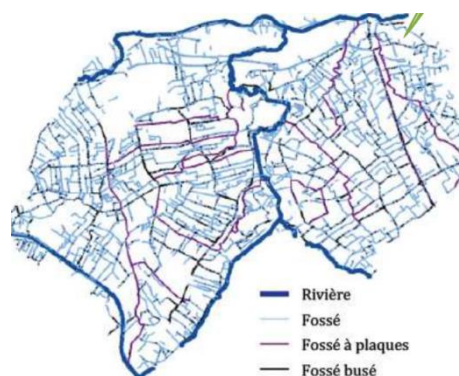


Figure 6 : Un réseau atypiquement dense de cours d'eau et de canaux (source : [www.lestrem-nature.org](http://www.lestrem-nature.org))

### 1.4.2. Les bandes enherbées dans le contexte de la trame verte et bleue locale

La trame verte et bleue est un concept assez récent tiré du courant de l'écologie du paysage qui présente l'organisation du paysage comme déterminante pour la dispersion des espèces et leur préservation. Ces approches sont en essor par la récente prise de conscience de la fragmentation des « habitats à caractère naturel » et de la nécessité de préserver la biodiversité. Des schémas aménagistes des trames vertes et bleues se sont développés, comme dans les Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE), les Schémas de Cohérence Ecologique (SCoT) et les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU), permettant entre autre de promouvoir et protéger un réseau de continuités écologiques favorables à la biodiversité et à la dynamique des espèces.

La planification relative à la biodiversité est engagée par la région Nord-Pas-de-Calais, avec l'adoption en 2013 de la Stratégie Régionale Biodiversité et par la validation du Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) en 2014 (Vallet, 2014). Il reste à décliner concrètement celui-ci sur le terrain, des Schémas de Cohérence Ecologique (SCoT) jusqu'aux Plans Locaux d'Urbanisme (PLU). Ces documents prescriptifs fixent les orientations du territoire à moyen terme, en précisant l'équilibre entre espaces urbains, espaces naturels et agricoles. La chambre d'agriculture et l'association Lestrem Nature vont prochainement participer à l'application locale du SRCE en apportant leurs expertises des milieux écologiques et des acteurs du territoire.

La **vallée de la Lys**, en tant qu'ancien corridor biologique à restaurer dans le cadre de la Directive cadre sur l'eau, du réseau écologique paneuropéen et en tant que corridor effectif de migration des oiseaux, est un élément important de la trame verte et bleue régionale et du réseau écologique transfrontalier. Le SRCE du Nord-Pas-de-Calais (DREAL Npdc, 2014) souligne seulement un axe de corridor prairial le long de la rivière la Lys (fig.7).



Figure 7 : Les corridors et réservoirs de biodiversité mis en lumière par le SRCE du Npdc pour le secteur d'étude (source : DREAL Npdc, 2014)

A une échelle plus fine, le réseau de bandes enherbées est notamment un élément constitutif de la trame verte et bleue locale et étant des corridors et réservoirs prairiaux pour la biodiversité ordinaire de la mosaïque paysagère agricole. Cela permet aux populations faunistiques et floristiques prairiales

de circuler et d'effectuer leurs cycles de vie. Ce réseau de corridors prairiaux serait à prendre en compte dans les SCoT et les PLU locaux.

### **1.4.3. Les études menées par Lestrem Nature sur les corridors agricoles**

Cette réflexion s'inscrit dans les champs d'étude de l'association Lestrem Nature sur la trame verte et bleue locale et dans la volonté de l'association de faire évoluer les pratiques agricoles, en proposant notamment des solutions alternatives incluant le rôle de l'entomofaune auxiliaire.

L'étude des diversités floristiques et entomologiques des bandes enherbées et des potentialités de gestion sur le Bas-Pays-de-Béthune par Lestrem Nature s'inscrit dans un contexte local et global d'expertises écologiques, de concertations et partenariats entre acteurs impliqués sur les corridors écologiques agricoles :

- l'association lance en 2009 une réflexion sur le rôle que peuvent jouer les bandes enherbées dans le réseau de corridors écologiques locaux. Comment les améliorer afin qu'elles soient plus intéressantes pour la faune sauvage ?
- entre 2011 et 2013, Lestrem Nature en partenariat avec le département d'écologie du paysage de Rennes 1 (CNRS) et l'université de Lille 1 développe le projet « CORECOL ». C'est un projet de recherche sur le rôle des fossés et berges comme corridors ou habitats pour la flore et l'influence de l'évolution des pratiques de gestion des fossés. Ce projet est soutenu par la fondation d'Entreprise EIFFAGE et récompensé par le ministère de l'écologie et du développement durable par le prix 2012 du Mécénat d'entreprise pour l'environnement et le développement durable.
- entre mars et août 2014, une première étude sur les diversités floristiques et entomologiques des bandes enherbées voit le jour.
- en juin 2014, une journée d'échange sur la Biodiversité des bords de Champs est organisée à Lestrem rassemblant scientifiques, agriculteurs, représentants locaux de différentes organisations, etc.
- L'association intègre en 2014 le groupe de consultation sur les nitrates,
- entre mars et août 2015, l'étude sur les diversités floristiques et entomologiques des bandes enherbées est poursuivie et complétée
- La poursuite du projet « CORECOL » se dessine en 2015, en axant la recherche sur l'influence de l'histoire et des héritages sur le réseau de drainage local et sur les populations floristiques présentes.

Cette présente étude est le prolongement d'une précédente étude menée il y a un an par Lestrem Nature sur les diversités floristiques et entomologiques des bandes enherbées. L'étude



portait sur le rôle d'habitat des bandes enherbées pour les insectes auxiliaires de culture dans la mosaïque agricole locale. Elle cherchait à mettre en lumière les facteurs (environnementaux, floristiques, anthropiques) qui influençaient la présence des différents taxons auxiliaires.

Le protocole de 2014 incluait des inventaires floristiques et entomologiques d'auxiliaires de culture sur 40 transects (de 25m) de bandes enherbées et de 10 transects de prairies, considérés comme des réservoirs d'habitat prairial, sur le territoire du Bas-Pays-de-Béthune. Les taxons d'auxiliaires de cultures inventoriés étaient les Carabes, Syrphes, Coccinelles, punaises prédatrices, Chrysopes, et autres pollinisateurs comme les Apoïdes et Papillons de jour.

Cette étude de 2015 sur les diversités floristique et entomologique des bandes enherbées proches des cultures et des cours d'eau est ainsi une poursuite de l'étude de 2014. Les protocoles sont améliorés en fonction des limites de l'étude précédente, un nouvel échantillon de bandes enherbées et de prairies est choisi, un nouveau taxon d'auxiliaire est exploré en plus des autres, la caractérisation des cortèges floristiques est affinée, des entretiens sont réalisés auprès des agriculteurs de l'étude pour préciser leurs pratiques et points de vue sur ces espaces. L'accent est mis sur l'étude plus fine de la biologie des communauté d'espèces inventoriées sur les bandes enherbées, pour mieux comprendre les facteurs entrant en jeu et pour apporter des prescriptions de gestion concrètes et réalisables axées sur les problématiques agricoles.

## 2. La méthodologie mobilisée

### 2.1. Les étapes de la mission

| MARS  | AVRIL                                       | MAI  | JUIN                                     |
|---|---|--|--|
| Recherche zones d'études potentiels   | Selection des zones d'études                | Inventaires entomologiques                 | Tri et déterminations entomologiques     |
| Conception et fabrication des pièges avec mobilisation des adhérents de l'association | Réunions et contacts auprès des partenaires | Installation des pièges                    | Inventaire floristique                   |
| Bibliographie et état de l'art  | Contacts auprès des propriétaires           | Approfondissement biologie des communautés |  |
| JUILLET   | AOÛT  | SEPTEMBRE                                  |  |
| Inventaires entomologiques  | Numérisation des données                    | Analyses statistiques                      | Résultats, préconisations et discussions |
| Tri et déterminations entomologiques  | Approfondissement biologie des communautés  |  |  |
| Inventaire floristique  |   | Bibliographie                              |  |

Figure 8 : Chronogramme des étapes de la mission

Cette étude comprend plusieurs phases (fig.8). Le début de la mission commence entre mars et avril par la **sélection des zones d'étude** (fig.9) et les **contacts auprès des propriétaires** des terrains et des **partenaires scientifiques et agricoles** (Chambre d'agriculture, GEDA, FREDON, Campagnes Vivantes, CEN, GON, etc.). Un important repérage des bandes enherbées et de quelques prairies est lancé sur le terrain du Bas Pays de Béthune. L'étude de 2015 se base sur 30 transects de bandes enherbées, soit 12 bandes enherbées composées de 2 transects, et de 6 transects de prairies, soit 4 prairies composées de 1 ou 2 transects (fig.9 et annexe 8). Cet échantillonnage est légèrement réduit par rapport à l'étude de 2014 (50 transects), car celle-ci a montré qu'un échantillon de 30 transects minimum était suffisant et valable statistiquement (Artus, 2014 ; Rochaix, 2014). Cela permet également de consacrer plus de temps à l'analyse des résultats, à l'étude de la biologie des espèces présentes et aux perspectives de gestion possibles. A ces 30 transects d'étude sont rajoutés 6 transects sur 3 bandes enherbées, qui sont les mêmes que celles de l'étude de 2014. Elles sont destinées uniquement au suivi des carabes pour étudier l'évolution des populations au fil du temps. C'est un souhait des partenaires de l'étude qui a été ajouté à l'étude de 2015.

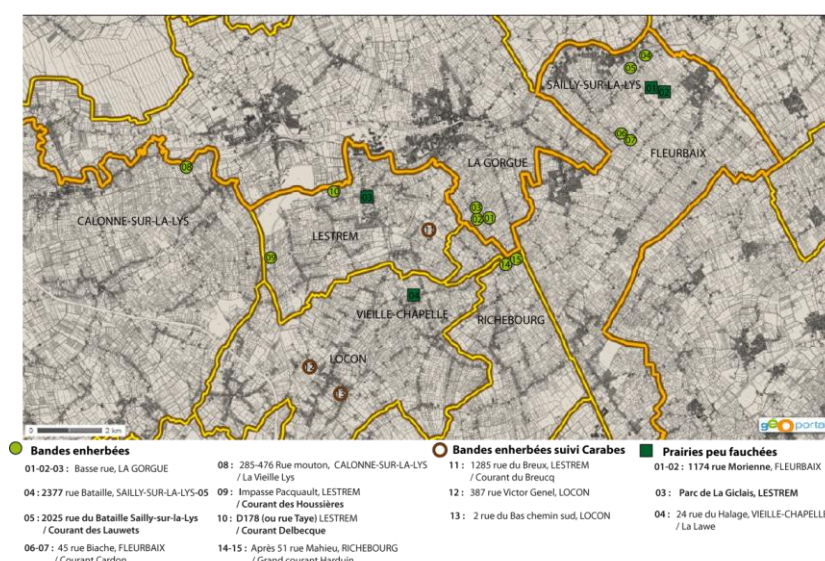


Figure 9 : Localisation des bandes enherbées et prairies de l'étude sur le Bas-Pays-Béthunois

Le choix des 30 transects de l'étude se fait sur différents critères. Les **bandes enherbées** doivent être **contiguës à des cultures de blé ou d'orge**. Cela fixe un paramètre statistique. L'influence de la culture proche est donc la même pour chaque bande enherbée. De plus, les cultures de céréales peuvent être considérées comme neutres pour les pollinisateurs, n'étant pas mellifères, ce qui permet de jauger l'attractivité des bandes enherbées pour les pollinisateurs. Egalement, l'échantillonnage doit comprendre des bandes enherbées avec des **cortèges floristiques variés**, pour pouvoir comparer les différentes gestions les générant et la diversité entomologique présente. La diversité floristique est estimée en fonction des observations de terrain entre mars et avril.

L'hypothèse de départ est que les prairies sont considérées comme des réservoirs prairiaux plus riches par rapport aux bandes enherbées qui seraient plutôt des corridors et des habitats secondaires. La présence de plusieurs transects de prairies dans l'échantillon d'étude permettra de comparer leurs biodiversités à celles des bandes enherbées. La recherche de ces quelques **prairies** se base sur les critères suivants : elles doivent être **peu fauchées** (une fauche par an), **non enrichies**, et **non destinées à la pâture d'animaux** ; tout en étant **les plus diversifiées possible** et situées à **proximité de fossés ou cours d'eau**.

La sélection des transects de l'étude s'est aussi réalisée au fil des autorisations ou refus des agriculteurs et propriétaires des terrains, tout en veillant à avoir des accès faciles aux transects. Egalement, nous avons porté attention à grouper au mieux les zones d'étude afin d'optimiser le travail de terrain pour que cela ne soit pas trop chronophage, au vu du grand nombre de protocoles mis en place (détaillés au 2.3.).

En parallèle à la sélection des zones d'études, les **conceptions et fabrications des pièges** Barber et pièges à Cornet sont mises en place (en mars et avril). Cela comprend les contacts auprès de partenaires pour les choix techniques, des recherches comparatives de prix, des appels aux bénévoles de l'association pour des matériaux de récupération, l'élaboration de devis, puis la mise en place d'ateliers de couture et de bricolage avec des bénévoles pour confectionner les pièges et les installer sur les transects de l'étude (annexe 9).

La deuxième phase, de mai à juillet, est centrée sur les **inventaires floristiques et entomologiques** (détaillés au 2.3.) sur le terrain et sur la détermination des individus relevés (fig.10). Plusieurs **entretiens d'agriculteurs** sont réalisés afin d'avoir leurs ressentis et points de vue sur le sujet de l'étude, la réglementation liée aux bandes enherbées, leurs problématiques particulières et leur gestion des bandes enherbées.



Figure 10 : Détermination d'individus entomologiques et floristiques (source : Céline Foucart, 2015)

Enfin, de juillet à août, l'accent est mis sur les **analyses des résultats**, **l'approfondissement de la biologie des communautés d'espèces** (milieux de vie, sources alimentaires, plantes hôtes) et les **relations entre diversité entomologique, composition végétale et gestion**.

## 2.2. Les taxons entomologiques étudiés

### 2.2.1. Des Coléoptères : Carabes, Coccinelles et Cantharides

Les **Carabes** sont des insectes de l'ordre des coléoptères. Ce sont des auxiliaires intéressants dans la lutte biologique car ils sont au sommet de la chaîne alimentaire des invertébrés. En effet, ils contrôlent un grand nombre de ravageurs de nos cultures, tout en étant rarement des spécialistes (Roger, 2012). Globalement, près de 80 % sont des **prédateurs généralistes** (fig.11), consommant une variété de proies, souvent sous forme d'œufs ou de larves, mais aussi au stade adulte : Gastéropodes (limaces, escargots), Hémiptères (pucerons), Coléoptères (charançons, taupins), Lépidoptères, Diptères, Arachnides (araignées, acariens), etc. (Turpeau, 2011 ; Roger, 2013). Les 20 % restant sont soit des spécialistes prédateurs de Collembolles, soit des espèces à régime mixte ou des granivores permettant le contrôle de certaines espèces envahissantes des cultures. Ces espèces granivores consomment préférentiellement des graines denses et riches en lipides comme celles d'adventices de cultures : Capselles bourses à pasteurs, Vulpin des champs, Chardon, Moutarde des champ (Lamerre et Verschwele, 2013 ; Trichard *et al.*, 2014).



Figure 11 : Carabe s'attaquant à une limace (source : Puntous Y., [aramel.free.fr](http://aramel.free.fr))

On peut trouver des Carabes sur une diversité d'habitats. En culture, des suivis ont dénombré jusqu'à 800 000 individus/ha, et on dénombre actuellement 165 espèces dans les paysages agricoles du nord-ouest de la France (Roger, 2012). L'activité des Carabes est majoritairement nocturne. Ils préfèrent circuler sous des feuilles mortes ou sous un couvert végétal qui les protègent de leurs prédateurs comme les oiseaux. La dispersion par voie terrestre est un processus important pour les Carabes, de l'ordre de quelques dizaines à centaines de mètres au cours de leur période d'activité. Leurs déplacements peuvent atteindre 20 mètres par heure (Lamerre et Verschwele, 2013). Mais suivant le développement de leurs ailes, certaines espèces peuvent voler sur plusieurs kilomètres (Petit *et al.*, 2015). La reproduction a lieu au printemps. La femelle pond en moyenne une quarantaine d'œufs dans le sol. La longévité des adultes est de 1 à 5 ans (Roger, 2012). Cela fait des Carabes, des auxiliaires précieux dans la lutte biologique.

Les espèces de la famille des **Coccinellidées** sont à 90% **entomophages** de cochenilles, acariens, aleurodes et principalement aphidiphages, consommatrices de pucerons (Ipert, 1999)(fig.12). Il existe de plus rares espèces phytophages de la sous-famille des Epilachninae ou d'autres mycophages (Coutin, 2007). Les larves et les adultes ont le même régime alimentaire. Les adultes peuvent consommer jusqu'à 100 pucerons par jours, tandis que les larves jusqu'à 150. Cela en fait des auxiliaires de culture valorisées. La période de vie active et la reproduction ont lieu surtout au printemps dès que les températures deviennent supérieures à 12°C (Fredon, 2001). Les coccinelles sont donc particulièrement actives dans la régulation des premières populations de pucerons (Ipert, 1999). Elles entrent en diapauses ensuite au cours de l'été sous des



écorces d'arbres, sous des pierres, dans la végétation herbacée ou les bosquets (Ronzon, 2006). Les coccinelles se développent dans différents types de végétaux et à différentes strates suivant les espèces.

Figure 12 : Coccinelle à sept points consommant un puceron (source : [bugguide.net](http://bugguide.net))

Les **Cantharidées**, également de l'ordre des Coléoptères, sont des **prédateurs** aux stades larvaire et adulte de différents arthropodes, dont des ravageurs : limaces, escargots, pucerons, chenilles de Lépidoptères, œufs de sauterelles, etc. Cela en fait des agents de lutte biologique. Ils consomment ponctuellement des végétaux en complément. Ils sont présents en habitat prairial souvent sur les Poacées ou Apiacées, en forêt et en lisière forestière (Ronzon, 2006). Les adultes se déplacent facilement par le vol et complètent leur régime alimentaire par du nectar ou pollen ce qui contribue également à la **pollinisation**. Les larves vivent plutôt au sol (Chinery, 1986). Ces espèces hivernent sous des pierres ou des feuilles mortes.

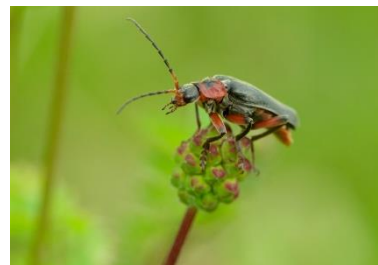


Figure 13 : Une Cantharide, prédateur entomophage (source : Dolet Fayet A., [reflet-nature.fr](http://reflet-nature.fr))

### 2.2.2. Les Syrphes

Les Syrphes sont des Diptères qui par mimétisme ressemblent à certains Hyménoptères. Ils possèdent un vol stationnaire et très rapide qui est caractéristique (Chinery, 1986). Ce sont pour la majorité des espèces de très bons **prédateurs et pollinisateurs**. En effet, au stade adulte, les Syrphes



sont parmi les butineurs les plus actifs en se nourrissant de nectar. Ils visitent une diversité de fleurs, qui varie suivant les espèces, avec souvent une préférence pour les fleurs jaunes et blanches (Collard *et al.*, 2014 ; Speight *et al.*, 2014). Alors qu'à l'état larvaire, ils sont pour la plupart prédateurs entomophages (fig.14) se nourrissant de différents insectes : pucerons, cochenilles, cicadelles, etc., les autres espèces étant phytophages ou microphages participant au recyclage de la matière organique.

Figure 14 : Une larve de Syrphe (*Scaeva sp.*) consommant des pucerons (source : Falatico P., [aramel.free.fr](http://aramel.free.fr))

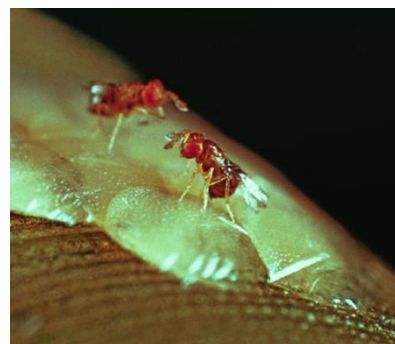
Une larve aphidiphage (prédatrice de pucerons) peut consommer entre 400 et 700 pucerons pour son développement sur 8 à 15 jours, allant jusqu'à 300 pucerons tués chaque jour (CIVAM, 2014 ; Ronzon, 2006). Le riche bagage enzymatique des larves leur permet de consommer une grande diversité d'espèces de pucerons (Sarhou *et al.*, 2004). De plus, les Syrphes peuvent générer plus de cinq générations sur une année (Collard *et al.*, 2014). Les femelles pondent une moyenne de 500 à 1 000 œufs près de la ressource alimentaire des futures larves. Elles peuvent prospecter sur de grandes distances en milieux agricoles. Des études belges ont montré les capacités de déplacements des adultes sur plus de 50m et la bonne concordance entre la phénologie des pucerons et les pontes de certaines espèces de Syrphes en plaines de cultures (Lhoste-drouineau, 2012). Cela en fait de précieux et efficaces auxiliaires de culture qui permettent la régulation des populations de ravageurs telles que les pucerons.



### 2.2.3. Des Hyménoptères : micro-Hyménoptères et Apoïdes

Les **micro-Hyménoptères** sont de nombreux insectes de petite taille (de plusieurs centimètres à moins d'un millimètre) de l'ordre des Hyménoptères et du sous ordre des Apocrytes (Bourbonnais, 2010). 75% des espèces d'Apocrites sont des **parasitoïdes**, pondant leurs œufs sur ou dans un autre arthropode à différents stades de développement de ce dernier (fig.). Les larves se développent aux dépens de leur hôte qui est tué à la fin du développement du parasitoïde (Bourbonnais, 2012). Ces parasitoïdes sont des auxiliaires de cultures très importants en contrôlant les populations de nombreuses espèces de ravageurs de culture (Bourbonnais, 2012 ; Volkoff, 2013). Ils se nourrissent de nectar et de pollen au stade adulte.

On trouve ces auxiliaires parmi plusieurs familles (Chamont, 2014): Chalcididae, Braconidae, Aphelinidae, Chrysididae, Ichneumonidae, Trichogrammatidae, etc. Certains parasitent des **pucerons** comme les parasitoïdes des Aphelinidae, Ichneumonidae et Braconidae, d'autres pondent dans des aleurodes des insectes polyphages s'attaquant à de nombreuses cultures, d'autres parasitent des Lépidoptères qui peuvent être ravageurs au stade chenille, d'autres tuent des Coléoptères phytophages (charançons, hannetons), des Hémiptères, etc. (Conseil, 2005 ; Ronzon, 2006). Une ponte de Trichogrammatidae peut détruire une centaine d'œufs de Lépidoptère par exemple et les taux de parasitisme peuvent souvent atteindre les 90%. Leur fécondité est de l'ordre de 30 à 80 œufs par femelle et ils présentent de 5 à 10 générations par an, ce qui génère un **parasitisme permanent pendant les périodes de pullulation des ravageurs**.



Les micro-Hyménoptères possèdent des phénologies adaptées à leurs hôtes, un grand nombre de générations sur l'année, des fertilités élevées et parasitent une assez grande diversité de ravageurs phytophages, ce qui les rend efficaces pour la lutte biologique (Ronzon, 2006). Plusieurs espèces de micro-Hyménoptères sont commercialisées dans ce cadre-là. Différents épandages de Trichogrammatidae ont déjà été réalisés en France pour protéger des champs de maïs contre la pyrale du maïs (fig.15).

Figure 15 : micro-Hyménoptères de la famille des Trichogrammatidae (*Trichogramma brassicae*) parasitant des œufs d'*Ostrinia nubilalis*, la pyrale du maïs (source : Chamont, 2014)

Parmi les Hyménoptères, des espèces de la super-famille des **Apoïdes** ont aussi été ciblées pour l'étude, notamment pour leur rôle de **pollinisateurs auxiliaires de culture**. La pollinisation, à laquelle les Apoïdes participent, est un maillon essentiel de la biodiversité en permettant la fécondation des plantes entomogames. 80 % de la flore sauvage et près de 70 % des espèces cultivées en Europe sont dépendantes des insectes pollinisateurs. L'impact économique de ce service a été estimé à 14,2 milliards d'euros pour l'agriculture de l'Union Européenne en 2005 (commission européenne, 2004-2009). Depuis plusieurs années, les pollinisateurs ainsi que les plantes associées subissent de fortes régressions à cause de divers facteurs : changement climatique, artificialisation du territoire, intensification des pratiques agricoles, etc. De nombreuses recherches sont menées à ce sujet et un plan national d'actions « France, terre de pollinisateurs » a été lancé en mai 2015, visant à enrayer la perte d'espèces de pollinisateurs et à susciter la mobilisation des acteurs.

Les espèces d'Apidea se nourrissent de pollens et de nectars (fig.16). Les bourdons par exemple sont d'excellents pollinisateurs dans des conditions météorologiques peu favorables. En effet, ils sont capables de prospecter les fleurs à des températures très basses (jusqu'à 10°C), par de faibles luminosités, sous la pluie ou le vent. Alors que les abeilles sont plutôt thermophiles et héliophiles



préférant les milieux ouverts, riches en fleurs avec des zones peu végétalisées permettant la nidification dans le sol (Le fléon, 2011). Les abeilles domestiques sont des pollinisateurs très actifs et mobiles. Elles peuvent transporter sur une seule de leurs pattes postérieures 500 000 grains de pollen et butiner une grande diversité de fleurs. Mais la participation des abeilles domestiques à la pollinisation des plantes serait en effet moindre par rapport à celles des pollinisateurs sauvages : abeilles solitaires, bourdons, Lépidoptères, Diptères, et autres pollinisateurs sauvages.

Figure 16 : Bourdon terrestre butinant du Gaillet gratteron (source : Céline Foucart, 2015)

#### 2.2.4. Les Chrysopes

Les Chrysopes de l'ordre des Neuroptères, reconnaissables à leurs ailes transparentes nervurées disposées en toit au repos, constituent aussi des auxiliaires de culture potentiels. Ce sont des insectes **aphidiphages**, grands consommateurs de pucerons principalement à l'état larvaire (fig.17). Une larve peut consommer 500 pucerons sur 15 jours (Ronzon, 2006). Elles prédatent également d'autres ravageurs phytophages : acariens, psylles, cicadelles, doryphores ravageurs de pomme-de-terre, et certaines petites chenilles (Fredon, 2001). Les adultes sont floricoles et très mobiles en faisant de bons auxiliaires de culture. L'hivernation des adultes se fait en sous-bois, sous des feuilles, ou dans des habitations (greniers, remises).



Figure 17 : Larve de Chrysope entomophage (source : Weitten L., [aramel.free.fr](http://aramel.free.fr))

#### 2.2.5. Les Punaises

Les punaises appartiennent au sous-ordre des Hétéroptères. Cela comprend des insectes de taille et de forme très variées. Certaines espèces sont phytophages, d'autres sont des **prédateurs** très efficaces et constituent des auxiliaires de culture (fig.18), comme certaines espèces des familles des Anthocoridae, Miridae et des Nabidae (Ronzon, 2006). Ces dernières espèces sont souvent **polyphages** se nourrissant au stade larvaire et adulte de divers insectes ravageurs : aleurodes, pucerons, acariens, cicadelles, thrips, psylles, œufs de Lépidoptères, larves de punaises phytophages (Conseil, 2005). Des recherches ont montré un contrôle satisfaisant des acariens et des aleurodes par les Miridae indigènes prédatrices sur des cultures (Lambion *et al.*, 2009). Les espèces appartenant aux Miridae sont souvent présentes en milieux herbacés et les Anthocoridae sur les cultures.



Figure 18 : *Orius niger*, une punaise prédatrice polyphage d'insectes (source : <http://bioplanet.it>)

### 2.2.6. Les Papillons diurnes

Les papillons diurnes appartiennent à l'ordre des Lépidoptères et à la super famille des Papilionoidea (fig.19). Les adultes se nourrissent de nectar, tandis que les larves sont en majorité phytophages de leur plante hôte. Ce qui distingue le plus les papillons des autres insectes pollinisateurs, c'est leur trompe, leur permettant de rechercher du nectar sous n'importe quel angle (Baude *et al.*, 2011). Les papillons diurnes hivernent généralement sous forme de chrysalides ou de larves sur leurs plantes hôte ou dans le sol (Chinery, 1986).

Ces papillons diurnes sont intéressants pour leur rôle de **pollinisateurs** et ont également une **valeur patrimoniale** importante. Ils font partie des insectes les plus menacés de la faune régionale (GON, 2010). Les tendances observées de disparition ou raréfaction de certaines populations de papillons peuvent être dues à différentes causes additionnées : l'anthropisation des paysages, l'agriculture intensive laissant peu de place à la flore et faune sauvage, la fragmentation et l'artificialisation grandissante des espaces, etc. (GON, 2010). L'inventaire de ces espèces permet donc d'enrichir les connaissances sur le territoire d'étude et de valoriser la biodiversité des milieux agricoles. En effet,



ces espèces sont bien connues du grand public, cela favorise la communication autour de l'étude. Egalement, la présence des papillons est importante car elle **favorise d'autres auxiliaires de cultures** dans les plaines agricoles comme les oiseaux. Les oiseaux des plaines agricoles nichent et se nourrissent sur ces habitats prairiaux. Ils permettent notamment la régulation de certains arthropodes phytophages et de rongeurs prairiaux générant des dégâts sur les cultures (Mauchamp *et al.*, 2012).

Figure 19 : Petite Tortue, *Aglais urticae*, sur une bande enherbée (source : Céline Foucart, 2015)

### 2.2.7. Les Odonates

Les Libellules, sous-ordre des Anisoptères, et les Demoiselles (fig.20), sous-ordre des Zygoptères, appartiennent à l'ordre des Odonates. Les adultes se nourrissent de divers insectes qu'ils attrapent au vol, principalement des insectes de l'ordre des Diptères, Trichoptères, etc. (Aguilar *et al.*, 1985). Les larves sont aussi entomophages. Un déclin de certaines populations d'Odonates est observé depuis plusieurs années. Différents facteurs peuvent l'expliquer : la diminution de l'abondance de la microfaune aquatique et volante, l'eutrophisation des milieux, la dégradation de qualité ou la disparition de milieux humides, le remembrement agricole, l'utilisation massive de pesticides, etc.. Les Odonates ont une activité principalement diurne et héliophile et ont leur cycle de vie lié aux milieux aquatiques (Chinery, 1986). C'est pourquoi, ils sont présents sur les bandes enherbées à proximité des fossés et courts d'eau. Ces insectes ne sont pas des auxiliaires de cultures à proprement parler, bien qu'ils peuvent consommer parfois certains ravageurs (chenilles, cochenilles, etc.), ils ont surtout **une valeur patrimoniale**, et sont des bio-indicateurs reflétant la qualité des milieux. L'inventaire de ces espèces permet donc d'enrichir les connaissances sur le territoire d'étude et de valoriser la biodiversité des milieux agricoles. En effet, ces espèces sont bien communicantes auprès du grand public. Ce groupe a d'ailleurs fait l'objet de plusieurs suivis menés par Lestrem Nature (Demarle, 2012 et Kieffer, 2013).



Figure 20 : Leste vert sur une Poacée (source : Jouët D.)



## 2.3. Les protocoles entomologiques mis en place

L'étude de 2015 se base sur un échantillon de 30 transects prairiaux, dont 24 transects de bandes enherbées et de 6 transects de prairies. Ce nombre de transects a été testé comme suffisant et valable statistiquement par l'étude de 2014 (Artus, 2014 ; Rochaix, 2014). La méthodologie comprend des relevés entomologiques assez diversifiés pour inventorier les différents taxons d'auxiliaires de culture détaillés précédemment. **Quatre sortes d'inventaires entomologiques** sont répartis sur 3 mois : des inventaires de la faune du sol par des pièges Barber, de la faune de la strate herbacée par filets fauchoirs, des insectes volants par chasse à vue et plus particulièrement pour les Syrphes des pièges à Cornet (fig.21).

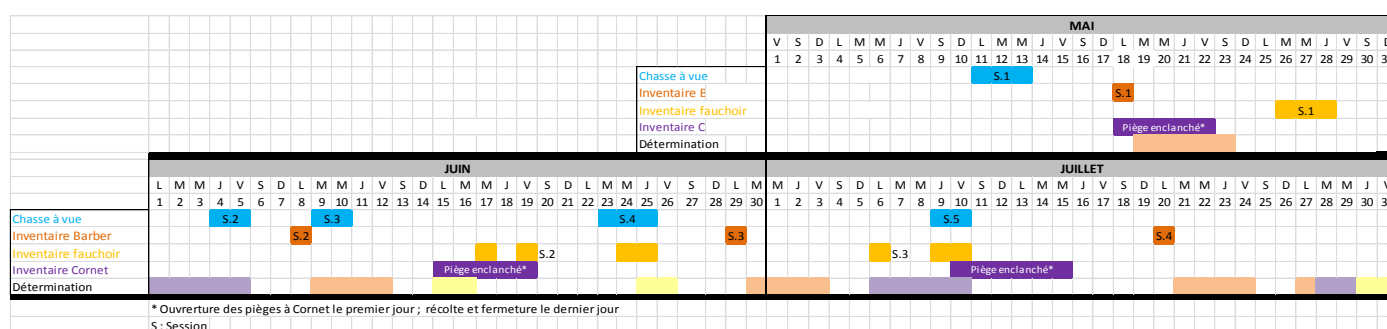


Figure 21 : Chronogramme des inventaires entomologiques

### 2.3.1. Les pièges Barber pour l'entomofaune du sol

Les pièges Barber ont été choisis pour prélever et d'identifier à posteriori les individus de **Carabes**, car ces pièges sont bien adaptés à la capture d'espèces très mobiles du sol (Roux, 2014). C'est une **méthode de capture passive** qui consiste à enfoncer dans le sol un récipient contenant un liquide conservateur avec un système d'entonnoir (fig.22), interceptant les insectes se déplaçant sur le sol. Cela permet de mesurer l'activité ou les abondances des invertébrés présents sur le sol pendant une période ciblée de manière assez exhaustive. Un couvercle maintenu au-dessus du piège par deux piquets a été rajouté pour empêcher la pluie ou des éléments organiques de venir boucher le piège. Le liquide de conservation choisi est constitué d'eau salée savonneuse, avec 34g de sel et quelques gouttes de détergent inodore par litre (annexe 9). Le détergent permet de réduire les tensions de surface, empêchant certains individus de flotter et de s'échapper. Ce mélange a l'influence la plus neutre sur l'entomofaune en étant peu attractif ou répulsif (Roux, 2014). Ce type de piège est bon marché par l'utilisation de bouteilles en plastique. Il est aussi simple d'utilisation et piège des quantités importantes d'insectes.



Figure 22 : Mise en place d'un piège Barber (source : Céline Foucart, 2015)

Seulement les individus adultes de Carabes ont été recensés grâce à une clé d'identification précise du Nord-de-la-France (Roger *et al.*, 2013), les larves n'étant pas aussi facilement identifiables. Des Araignées ont également été triées pour une identification future par le Groupe Araignées du GON (Cf.glossaire). Six pièges Barber sont posés, 1 tous les 5m, sur chaque transect, permettant d'assurer

au moins le fonctionnement de quelques-uns à chaque session, à cause des aléas qui peuvent les boucher (passage d'engins, micromammifères, activité de la faune du sol, débordement par l'eau de pluie, etc.). Des jalons sont également disposés aux deux extrémités des transects et les exploitants sont prévenus du dispositif mis en place pour limiter les destructions de pièges dues à l'activité agricole. Ces pièges sont activés sur une durée de trois semaines. Puis, les insectes collectés des six pièges Barber de chaque transect sont regroupés, triés et identifiés pour les taxons choisis. Cette longue période de piégeage est possible car les individus carabiques ont des élytres et pronotums assez résistants qui restent encore identifiables après 3 semaines de capture dans un liquide salé. Quatre sessions de prélèvement ont eu lieu entre mai et juillet (fig.21).

### 2.3.2. Le filet fauchoir pour l'entomofaune de la strate herbacée

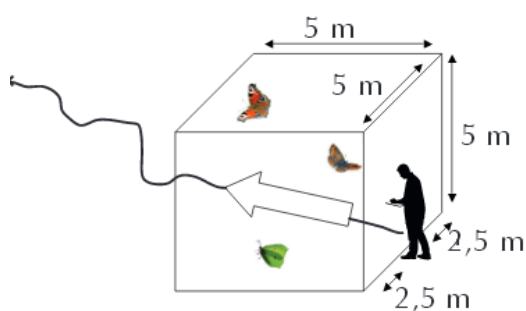
Pour inventorier des taxons ciblés de la strate herbacée, comme les **Cantharides**, les **Coccinelles** et les **Punaises**, l'utilisation de filet fauchoir a été préconisée. C'est une méthode active assez exhaustive de **dénombrement par interception**. Ce dispositif constitué d'un solide filet doublé, a été choisi car il permet d'inventorier les insectes présents dans la végétation et qu'il permet aussi d'identifier un maximum d'individus sans les tuer. Mais lorsque l'identification des taxons choisis nécessitait des observations aux microscopes, quelques individus ont été prélevés. Nous avons choisi de faucher la végétation des transects sur un seul passage avec douze allers-retours de filet, en s'arrêtant plusieurs fois pour dénombrer et identifier les taxons recherchés (fig.23). L'étude précédente préconisait ce nombre de coups de filet (Rochaix, 2014). Le passage de filet fauchoir se déroule entre 10h et 17h sur une journée sans pluie. Avant 10h la rosée sur la strate herbacée pourrait tremper le filet, ce qui abîmerait les insectes prélevés. Des paramètres environnementaux pouvant influencer sur l'entomofaune sont relevés, comme la température, la couverture nuageuse, le vent. Ce protocole s'est renouvelé sur les zones sur 3 sessions pendant la période d'inventaire (fig.21).



Figure 23: Passage de filet fauchoir sur une prairie (source : Céline Foucart, 2015)

### 2.3.3. La chasse à vue pour l'entomofaune volante

La chasse à vue a été choisie pour inventorier l'entomofaune volante des transects comme



les **Papillons diurnes**, les **Odonates**, les **Chrysopes** et les **Apoïdes**. Cette **méthode d'inventaire active** basée sur le protocole PROPAGE (MNHN et Noé conservation, 2011) consiste à parcourir le transect à un rythme régulier et à dénombrer et identifier les insectes volants observés dans une boîte imaginaire de 5m de côté autour de l'observateur (fig.24). Un filet à papillon permet d'intercepter ponctuellement des individus pour affiner

l'identification. Le temps de parcours est d'à peu près 1m en 2 secondes et le transect est parcouru 2 fois (1 aller-retour). Ce protocole est plus aléatoire et non exhaustif par rapport aux deux précédents. Certains individus peuvent être compté plusieurs fois car ils se déplacent sur le transect ou d'autres ne peuvent être déterminés car ils ne sont pas attrapés. Cela peut influencer quelque peu les résultats.

Figure 24 : La chasse à vue : échantillonnage de l'entomofaune volante (source : MNHN et Noé conservation, 2011)

Ce protocole est fortement dépendant de la météo. En effet une majorité de la faune volante est plutôt héliophile et vole dans des conditions calmes avec peu de vent et peu de pluie. Ces inventaires se sont donc déroulés dans la mesure du possible sur des journées les plus ensoleillées, avec peu de vent, pas de pluie et entre 11h et 17h. La température minimale permettant cet inventaire est fixée à 13°C par temps ensoleillé, à 17°C si le temps est nuageux et la couverture nuageuse doit être inférieure à 80% (MNHN et Noé conservation, 2011). Les paramètres environnementaux (température, couverture nuageuse, vent) et l'heure sont relevés à chaque passage de chasse à vue. Les déterminations sont réalisées sur le terrain, ce qui permet d'éviter la destruction de l'entomofaune. La seule exception faite est le prélèvement d'individus des espèces de Bourdons et d'Abeilles, qui ont été identifiés par *Stéphanie Rondel* (CPIE Chaîne des Terrils) pour l'étude. Ce protocole a été mis en œuvre à cinq reprises entre mai et juillet (fig.21).

#### 2.3.4. Les pièges à cornet pour les Syrphes

Le piège à cornet est choisi en complément de la chasse à vue pour mieux échantillonner les **Syrphidae** présents sur les bandes enherbées (fig.25). Ce dispositif est une nouveauté par rapport à l'étude de 2014. Il a été proposé en concertation avec le Conservatoire d'Espaces Naturels (CEN) du Nord-Pas-de-Calais, un partenaire de l'étude, pour améliorer l'inventaire de ce groupe. En effet, cet inventaire se fait en collaboration avec le CEN Nord-Pas-de-Calais, auquel nous transmettons les individus de Syrphes adultes prélevés pour identification. La détermination des Syrphes reste difficile et doit être réalisé par des experts. *Cédric Vanappelghem*, responsable du pôle scientifique du CEN Nord-Pas -de-Calais et appartenant au Groupe Syrphes des Réserves Naturelles de France, a réalisé les déterminations d'individus piégés. De manière expérimentale et non prévue initialement, ce dispositif a aussi permis d'inventorier des **micro-Hyménoptères** parasitoïdes qui sont de très efficaces auxiliaires de culture. Ces derniers sont difficiles à observer autrement à cause de leurs très petites tailles. Nous nous sommes rendu compte de l'abondance des micro-Hyménoptères interceptés par les pièges à cornet. Nous avons donc entrepris de manière exploratoire d'inventorier ces individus sur une session (Cf. 3.3.1.3.). Leur détermination a été effectuée jusqu'aux familles (Bourbonnais, 2012).



Figure 25 : Un piège à cornet pour l'inventaire des Syrphes et des micro-Hyménoptères (source : Céline Foucart, 2015)

Un piège à cornet unidirectionnel est un type de tente en entonnoir terminée par un récipient de récolte rempli de liquide (fig.25). Ce piège, qui effectue un **piégeage d'interception passif**, est de plus petite dimension qu'une tente malaise. De l'éthanol à 70% est choisi comme liquide de piégeage, permettant la bonne conservation des individus sur les 3 mois d'inventaires. Le piège à cornet effectue un piégeage plus localisé qu'une tente malaise, tout en réduisant la quantité d'insectes récoltés. Il se prête bien à l'évaluation de l'impact d'un aménagement spécifique tel que les bandes enherbées, sur les populations de Syrphidae ou autres insectes volants. Ce type de piégeage prend en compte les milieux environnants. On estime que les espèces capturées sont représentatives d'une zone alentour de 300m<sup>2</sup>, comprenant pour cette étude la bande enherbées, la ripisylve et la parcelle cultivée proche (CIVAM, 2014). La fabrication de ces pièges s'est effectuée principalement avec des matériaux de récupération, à partir d'un modèle existant (Roumegous, 2012 et annexe 9). Un piège à cornet est disposé au milieu de chaque bande enherbée et prairie de l'étude, en veillant à ce que l'ouverture soit au nord, pour inciter les insectes à s'orienter vers la lumière dans le système d'entonnoir. Ces pièges restent ouverts 5 jours, après quoi le flacon contenant les insectes est récupéré pour être trié et déterminé. Les pièges à cornet ont été enclenchés 3 fois sur l'étude.

## 2.4. L'observation des facteurs influant sur l'entomofaune : couvert floristique et pratiques de gestion

### 2.4.1. Les protocoles floristiques

L'étude a pour but d'élaborer des préconisations de gestion pour améliorer les fonctions d'habitat et de refuge des bandes enherbées pour les auxiliaires de cultures. On se demande notamment quelles compositions végétales sont les plus favorables à la biodiversité entomologique. On cherche donc à caractériser les compositions floristiques des 30 transects de l'étude, dont 24 sont sur des bandes enherbées et 6 sur des prairies.

Des inventaires floristiques sont réalisés au cours de la pleine saison pour **caractériser précisément la flore et ses dynamiques** sur chaque transect. Les inventaires botaniques de l'étude précédente n'ont pas pu être très développés par manque de temps, ils sont plus importants sur cette étude : des relevés spécifiques et phytosociologiques sont renouvelés sur 4 sessions sur chaque zone entre mai et fin juillet et les surfaces échantillonnées sur chaque transect sont doublées. Cela permet de relever le cortège floristique des zones le plus exhaustivement possible et de voir son évolution avec les différentes phénologies des espèces dans le temps. Ces 4 sessions permettent aussi de relever une bonne partie du cortège floristique avant les fauches ou broyages des parcelles.

Une technique d'échantillonnage de phytosociologie est choisie. Elle consiste en des **inventaires par des quadras** répartis de manière aléatoire sur les zones, car on considère la végétation d'un transect assez homogène. La position des transects est choisie au hasard sur chaque bande enherbée ou prairie et est matérialisée par deux jalons. Deux quadras de 9m<sup>2</sup> chacun sont positionnés aux deux



extrémités de chaque transect, permettant de pouvoir revenir facilement sur les même quadras à chaque session (fig.26). 18m<sup>2</sup> sont donc inventorié par transects de 25m. Cette superficie se base sur l'ordre de grandeur de l'aire minimale nécessaire pour les milieux prairiaux linéaires qui est de 10 à 50m<sup>2</sup> (Gorenflot et De Foucault, 2005 ; Delpech, 2006). Une surface d'inventaire de 18m<sup>2</sup> est donc suffisante pour les bandes enherbées et prairies de l'étude.

Figure 26 : Quadra utilisé pour les inventaires botaniques (source : Céline Foucart, 2015)

Dans chaque quadra, on estime de manière visuelle le **pourcentage de recouvrement de chaque espèce** par le coefficient d'abondance-dominance de Braun-Blanquet. Cela permet d'établir une distinction entre les espèces dominantes et celles dont les individus sont plus rares (Meddour, 2011). Pour obtenir l'information à l'échelle du transect, la moyenne des recouvrements de chaque espèce sur les 2 quadras est effectuée. D'autres paramètres sont relevés comme : la **sociabilité** montrant l'agrégation des individus d'une espèce, le **stade de développement** (juvénile, stade végétatif, boutons floraux, floraison, en fruit, sec, etc.) permettant d'avoir des indications sur la phénologie des espèces au cours du temps, la **hauteur du couvert** herbacé qui est une moyenne des hauteurs de début et de fin de transect, le pourcentage de **recouvrement d'espèces en fleurs** mellifères ou nectarifères, le **nombre d'espèces en fleurs** dans la mesure où la fréquentation des pollinisateurs est influencée par la présence de plantes en fleurs, l'estimation subjective des **habitats**

**proches** (jardins, haies, forêts, etc.) et les **coordonnées GPS** des transects. Les espèces sont déterminées *In situ* dans la mesure du possible. Certains individus sont prélevés et séchés pour une détermination ultérieure ou un contrôle. Bruno Derolez (CPIE Chaîne des Terrils) a vérifié les déterminations floristiques effectuées. D'autres informations utiles pour l'analyse sont renseignées *a posteriori* pour les espèces relevées, comme la **famille botanique** et la **classe phytosociologique**. L'ensemble des informations inventoriées est renseignée dans des matrices de données ; lesquelles seront la base des analyses statistiques et de la réflexion.

#### 2.4.2. Des techniques d'enquête appréhendant les pratiques de gestion

On se demande quelles compositions végétales et quelles gestions sont favorables à la présence d'auxiliaires de culture. Pour appréhender les pratiques de gestion sur les bandes enherbées, les prairies et plus largement à l'échelle de l'exploitation, on réalise des entretiens en plus de l'observation régulière lors des passages sur les zones d'études.

Plusieurs **entretiens semi-directifs** (annexe 10) sont réalisés auprès d'agriculteurs propriétaires des bandes enherbées de l'étude afin de connaître plus précisément leurs pratiques sur ces espaces (fauche ou broyage, fréquence, période, type de matériel utilisé, semis initial, passage d'engins). Cela permet aussi d'appréhender leurs visions des bandes enherbées ainsi que de la réglementation liée. On s'attache à recueillir leurs points de vue des bandes enherbées et les problématiques agricoles induites par ces espaces et cette réglementation. Les pratiques (type de labour, rotations de cultures, etc.) sur les parcelles proches des bandes enherbées sont également demandées car elles influent sur l'entomofaune. Bien que les doses de produits phytosanitaires impactent directement les insectes, les questions ne s'attardent pas sur leurs utilisations pour ne pas braquer les agriculteurs du territoire d'étude de l'association. Ce type d'information peut venir indirectement au fil des réponses ouvertes des agriculteurs. Enfin, on demande aux agriculteurs s'ils ont déjà observé des insectes auxiliaires de cultures sur les bandes enherbées ou sur leurs cultures, pour mesurer leur intérêt pour ces taxons.

Nous n'avons pas pu interroger l'ensemble des agriculteurs de l'étude par manque de temps. Mais il aurait été intéressant de développer ces rencontres car elles apportent des points de vues fondamentaux pour pouvoir établir des préconisations les moins impactantes pour l'activité agricole.

Des **observations** des pratiques, comme le passage d'engins sur les bandes enherbées, les dates de broyage, sont également notées lors des passages sur les zones au cours des nombreux inventaires de l'étude.



## 3. Les cortèges entomologiques et floristiques des bandes enherbées

### 3.1. La diversité floristique des bandes enherbées

L'objectif de l'étude est d'appréhender le rôle des bandes enherbées pour la diversité entomologique, notamment pour les auxiliaires de culture sous l'angle de la lutte biologique. L'analyse a pour but d'élaborer des préconisations de gestion pour améliorer les fonctions d'habitat et de refuge des bandes enherbées pour les auxiliaires de cultures. Plus précisément, on se demande **quelles compositions végétales et quelles gestions sont plus favorables à la présence d'auxiliaires de culture et à la biodiversité entomologique plus généralement ?** On se demande tout d'abord, s'il y a des différences de profils de végétation sur les 30 transects de végétation herbacée de l'étude. Egalement, un des postulats de départ est que les prairies sont des réservoirs de biodiversité de l'habitat prairial et qu'elles présentent une plus grande diversité floristique que les bandes enherbées. Nous allons voir plus précisément si cette distinction est bien présente et si les bandes enherbées peuvent aussi être des habitats floristiques intéressants.

#### 3.1.1. Le profil de végétation moyen de l'étude

Trois sessions d'inventaires botaniques ont eu lieu pour déterminer les caractéristiques floristiques des bandes enherbées et des quelques prairies de l'étude. Sur l'ensemble des zones d'étude, 90 espèces floristiques ont été inventoriées (annexe 1). Ces espèces sont à 95% des **espèces très communes** à assez communes (Toussaint *et al.*, 2008). Une bande enherbée est constituée d'un cortège moyen de **26 espèces floristiques** (avec un maximum de 44 espèces et un minimum de 15 espèces inventoriées) comprenant 10 familles botaniques en moyenne, avec **75% de Poacées**, dont des espèces dominantes (la fétuque élevée, le pâturin commun et le fromental élevé) et un faible recouvrement d'espèces nectarifères : **10% de recouvrement en fleur** dans le temps. Ces caractéristiques sont similaires à celles mises en lumière dans une étude sur les bandes enherbées dans la Zone Atelier Armorique (Bittebiere *et al.*, 2011 ).

Chaque espèce floristique appartient à une classe phytosociologique particulière. Les classes phytosociologiques correspondent à des associations d'espèces végétales qui sont caractérisées par des conditions écologiques similaires, une structure et organisation commune, un certain stade d'évolution, des origines et des déterminismes particuliers (Meddour, 2011). On calcule donc les pourcentages de recouvrement des classes phytosociologiques présentes sur chaque transect. On réalise à la suite une analyse multivariée sur ces proportions (fig.27). Le raisonnement à partir des classes phytosociologiques permet d'appréhender les différences de gestion, de conditions écologiques locales et de réduire l'information, passant de près de 90 espèces floristiques à 14 groupements phytosociologiques (annexe 3).

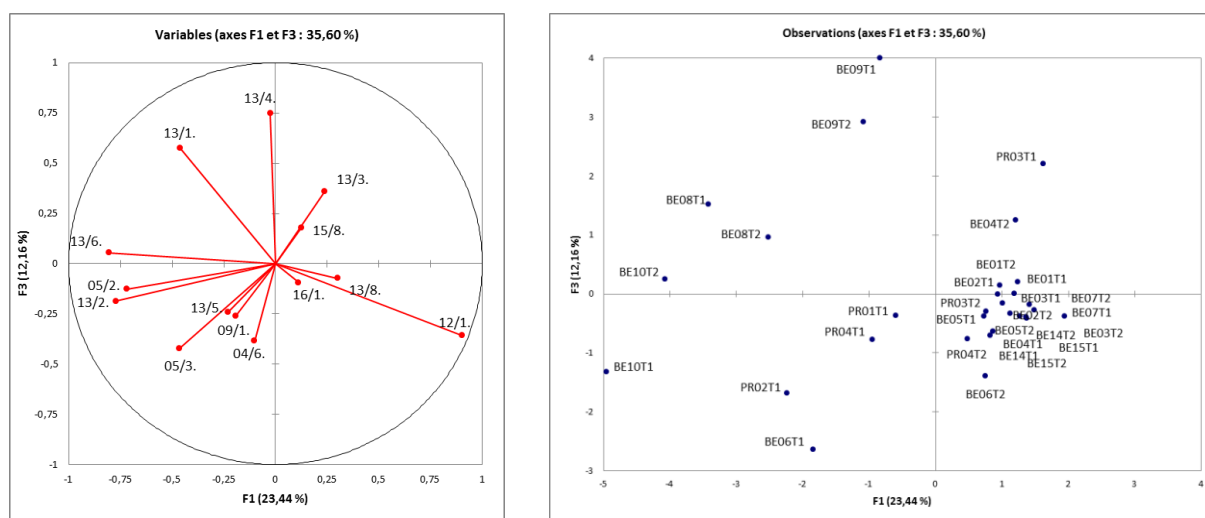


Figure 27 : Analyse en Composantes Principales des recouvrements des classes phytosociologiques sur les transects de l'étude, représentation du premier et troisième facteur de l'ACP (Annexe 3 ; Annexe 6)

On observe sur le premier axe factoriel de l'ACP une opposition entre le groupe phytosociologique 12.1 des espèces des prairies européennes, et les groupes 13.6, 13.2 et 5.2 qui sont plutôt des groupements d'espèces de friches ou de lisières, révélant un niveau de perturbations moindre que la classe 12.1. L'axe 1 peut révéler un **gradient de gestion ou de perturbations anthropiques** qui est plus important du côté positif de l'axe. Le troisième facteur est défini par l'opposition entre le groupement 5.3. (roselières hydrophiles) et les groupements 13.4 et 13.1. (friches vivaces xérophiles européennes) qui pourrait révéler un gradient d'humidité.

Au niveau des individus, un nuage de point concentré regroupe une majorité de transects du côté positif de premier axe factoriel. Cet ensemble semble être tiré vers la classe phytosociologique 12.1 qui correspond à celle des prairies européennes mésotrophiles à eutrophiles, une succession pionnière primaire à secondaire. Cette classe est dominante sur une majorité de transects de l'étude. Elle correspond à des conditions locales du Bas-Pays-de-Béthune, à des conditions écologiques spécifiques (milieu moyennement humides et moyennement à assez riches qui sont liés aux corridors prairiaux proches de courants) et à une gestion particulière (broyage sans exportation une ou deux fois par ans).

Globalement, la composition floristique des bandes enherbées et des prairies ne sont pas différentes de manière significative sur l'étude (d'après le test de Wilcoxon, Mann-Whitney, etc.). Le postulat selon lequel les prairies seraient des zones plus riches que les bandes enherbées n'est pas vraiment exact. On remarque même en moyenne une **plus grande diversité sur les bandes enherbées de l'étude que sur les prairies**. Cela peut s'expliquer par le fait que les bandes enherbées sont des milieux un peu plus perturbés que les prairies en étant affectés par le travail des parcelles proches, les rotations de cultures, les passages d'engins pour les fauchages du cours d'eau, le broyage ou fauchage, etc. Or, un niveau intermédiaire de perturbations amène souvent plus de diversité à une échelle fine (Rosenzweig, 1995). De plus, les bandes enherbées sont des écotones entre deux milieux : la parcelle de culture et le cours d'eau bordé de sa ripisylve, qui ont des cortèges floristiques particuliers. Cela peut générer des milieux plus divers. En effet, la diversité spécifique



serait fortement corrélée à la diversité d'habitats proches (Rosenzweig, 1995). Les bandes enherbées présentent tout de même des **proportions de Poacées plus importantes** que les prairies et une **proportion d'espèces à fleurs moindre** sur l'échantillonnage de l'étude. Il y a 75% de Poacées et 10% de recouvrement d'espèces nectarifères en fleur en moyenne sur les bandes enherbées, contre 60% de Poacées et 20% de recouvrement d'espèces nectarifères sur les prairies de l'étude. Cela peut s'expliquer par des choix de gestion. La moitié des prairies de l'étude de 2015 ont été semées d'espèces fleuries certaines années (anciennes jachères faune sauvage et jachères prairie fleurie, ou parcelles fourragères) et sont entretenues par de rares fauches avec exportation, permettant de garder un milieu peu enrichi propice à ces espèces à fleur et à une plus grande diversité végétale (Npdc, 2011 ; Colomb, 2011).

### 3.1.2. Les différentes typologies de végétation herbacée

On réalise une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH, avec la méthode de classification de Ward en distances euclidiennes) à partir du pourcentage de recouvrement des espèces végétales sur les transects de l'étude, pour voir plus précisément si différents types de végétations peuvent se distinguer dans l'échantillon d'étude. Quatre principales classes émergent lorsqu'on tronque l'arbre hiérarchique avant un important saut de niveau de regroupement au niveau de distance de 4010 (distance euclidienne)(fig.28).

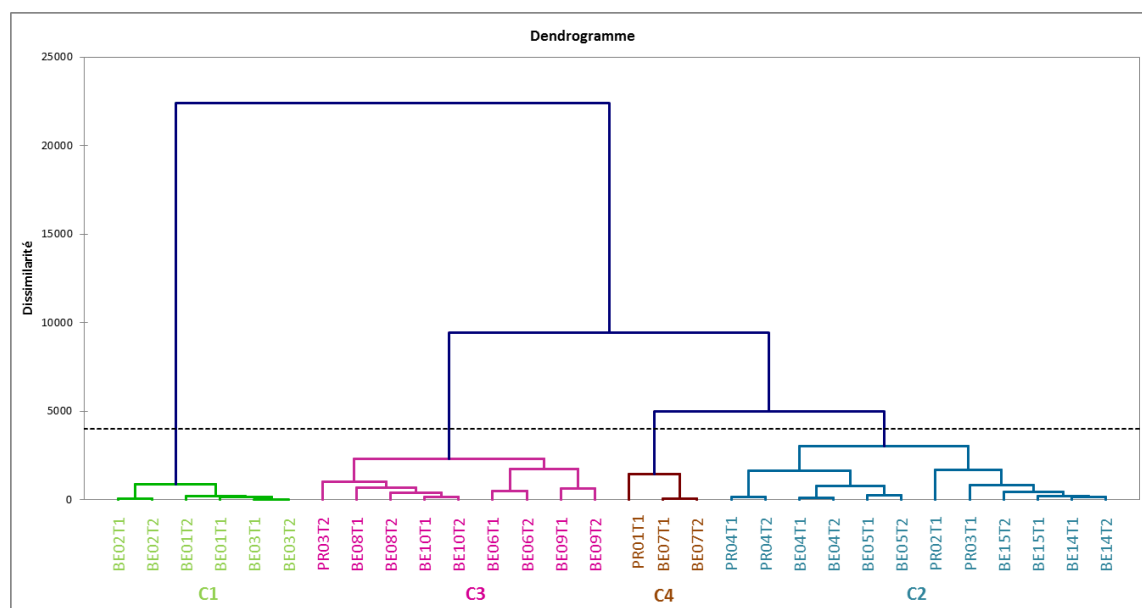
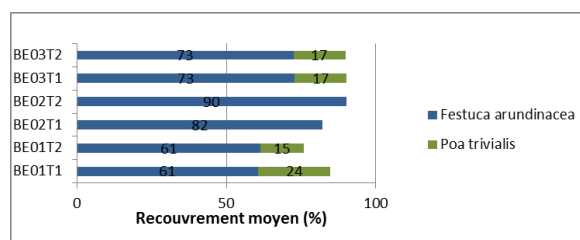


Figure 28 : Dendrogramme de la Classification Ascendante Hiérarchique des transects suivant leur cortège floristique (Annexe 6)

Les classes mises en lumière par la CAH possèdent chacune des **profils de végétation particuliers**. La classe 1 et la classe 4 ont les profils les plus éloignés, s'expliquant notamment par des diversités floristiques les plus importantes sur les transects de la classe 4 et les plus faibles de l'étude dans la classe 1. Elles ont aussi des espèces dominantes différentes. Voici quelques caractéristiques des groupes de transects de l'étude par rapport à leur végétation et à leur gestion :

- ❖ Trois bandes enherbées (BE01, BE02, BE03 : Cf. Annexe 6) constituent La **Classe 1**. Elles ont en commun une **faible diversité végétale** et une forte **dominance de la Fétuque élevée** (*Festuca arundinacea*) sur leur cortège floristique. Le Pâturin commun (*Poa trivialis*) est également souvent présent sur ces zones (12% en moyenne) (fig.29).

Figure 29: Recouvrement des espèces dominantes de la Classe 1 de la CAH



Ces bandes enherbées, proches spatialement, possèdent des conditions écologiques micro-locale similaires. De plus, elles sont gérées de manière similaire par deux agriculteurs : elles ont été semées d'un même mélange initial composé de Fétuque élevée et de Ray-grass Anglais et elles sont broyées sans exportation deux fois par ans, « *une fois début juillet pour limiter les chardons et une fois en septembre pour que ça soit propre pour l'hiver* » nous a confié un des agriculteurs. Le broyage en début juillet, tout comme la non exportation de la végétation coupée ne sont pas propices à la diversification du cortège floristique et vont amener à un cortège pauvre et déséquilibré dominé par quelques espèces (Le bris *et al.*, 2014 ; Colomb, 2010). Ces zones sont parfois utilisées pour des manœuvres de tracteurs, ce qui tasse le sol et peut d'autant plus favoriser quelques espèces compétitrices au dépend d'autres qui le sont moins (Npdc, 2011). C'est le cas de la Fétuque élevée qui est très dynamique et possède une bonne résistance au piétinement et aux coupes fréquentes (Amiaud et Planturaux, 2009).



Figure 30 : La bande enherbée 02 au cortège floristique pauvre et largement dominé par la Fétuque élevée (*Festuca arundinacea*), avec des traces de passage d'engins (source : Céline Foucart, 2015)

- ❖ Ce précédent groupement de végétation est fortement différent de la **Classe 4** révélée par la CAH, composée de la bande enherbée BE07 et de la prairie PR1. Leurs cortèges floristiques sont dans les plus diversifiés de l'étude, avec un **grand nombre d'espèces** floristiques présentes. L'espèce dominante est le Pâturin commun présent à 43% en moyenne sur ces zones. La bande enherbée BE07 se distingue avec une co-dominance entre une Poacée (*Poa trivialis*) et une Fabacée (*Trifolium hybridum*), qui est assez singulière sur l'échantillon de l'étude (fig.31).

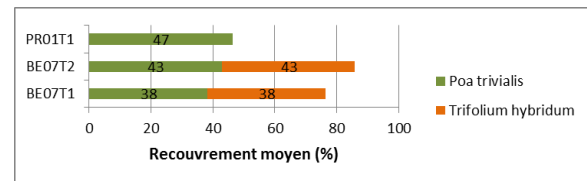


Figure 31: Recouvrement des espèces dominantes de la Classe 4 de la CAH

Ces plus grandes diversités végétales et proportions de recouvrement floristique peuvent s'expliquer par la gestion de ces parcelles. Celles-ci sont entretenues par un même agriculteur aux pratiques assez raisonnées. Les intrants (engrais, produits phytosanitaires) sont fortement réduits sur ses cultures, voir pour certains cas arrêtés. La bande enherbée BE07, comme l'ensemble du réseau de bandes enherbées sur son exploitation, est non broyée mais fauchée très rarement (une fois sur plusieurs années). Le non enrichissement du milieu par les résidus de broyage non exportés limite fortement le développement d'adventices nitrophiles très compétitives (Colomb, 2010 ; LPO, 2012), comme le soulignait cet agriculteur « *En arrêtant de broyer sans exportation, on ne réenrichie pas le sol, ce qui devient moins propice pour les chardons* ». Egalement, la perturbation liée à la coupe régulière est moins forte, ce qui permet l'installation de certaines espèces moins compétitrices que l'on ne retrouve pas sur d'autres milieux similaires plus enrichis avec des perturbations anthropiques plus régulières (Npdc, 2011).

Cet agriculteur, suivant les années, a également fait des semis sur la bande enherbée ou sur la parcelle de prairie. Le semi initial implanté était du Ray-grass anglais (*Lolium perenne*). Les parcelles ont été semées suivant les années avec des espèces floristiques et/ou fourragères (phacélie, trèfle des prés, moutarde des champs, tournesol, luzerne, centaurée, etc.) ou d'un mélange pour de la jachère faune sauvage. Puis les cortèges floristiques ont évolué au fil du temps. Cela a contribué à l'enrichissement des cortèges initiaux. Ces ensembles de pratiques amènent à ces cortèges floristiques assez diversifiés et plus équilibrés que d'autres sur l'étude, avec une part importante d'espèces en fleurs.



Figure 32 : Populations de Luzerne cultivée (*Medicago sativa*) et de trèfle hybride (*Trifolium hybridum*) sur la bande enherbée 07 (source : Céline Foucart, 2015)

- ❖ Les profils de végétation de la **Classe 3**, regroupant les bandes enherbées BE06, BE08, BE09, BE10 et la prairie PR03, se caractérisent par une **dominance de Fromental élevé** (*Arrhenatherum elatius*, en moyenne à 35%) et en moindre mesure suivant les parcelles de Pâturin commun (*Poa trivialis*) et/ou de Chiendent officinal (*Elymus repens*)(fig.33).

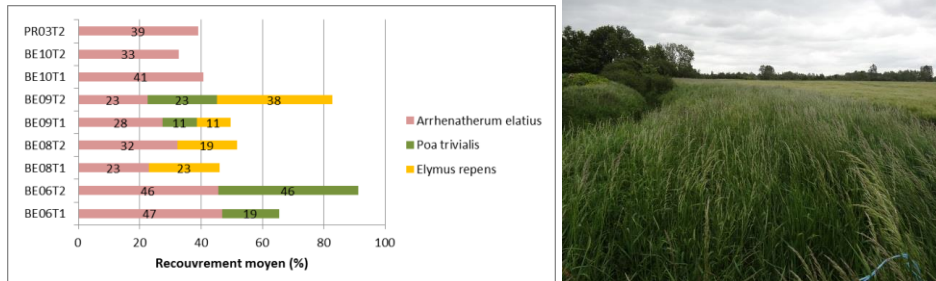


Figure 33 : Recouvrement des espèces dominantes de la Classe 3 de la CAH et dominance de Fromental élevé (*Arrhenatherum elatius*) sur la bande enherbée 10 (source : Céline Foucart, 2015)

- ❖ Le dernier groupement de couvert végétal est la **Classe 2**, composée d'un grand nombre de zones d'étude : BE04, BE05, BE14, BE15, PR02T1, PR03T1 et PR04. Cette **classe moyenne**, moins facilement caractérisable, regroupe différents couverts floristiques peu dissimilaires sur l'étude. Leurs profils de végétation sont **dominés par différentes espèces de Poacées** comme le *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea*, *Poa trivialis* et *Dactylis glomerata* (fig.34).

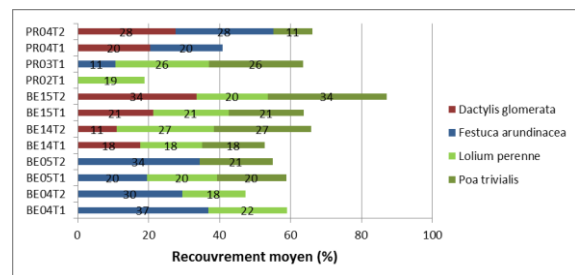


Figure 34: Recouvrement des espèces dominantes de la Classe 2 de la CAH.

### 3.1.3. Quelques cortèges floristiques originaux

Une Analyses en Composantes Principales (ACP) est réalisée en complément de la CAH sur les recouvrements des espèces floristiques sur les transects (fig.35) afin de voir si des profils de végétation se distinguent sur les différents transects de l'étude.

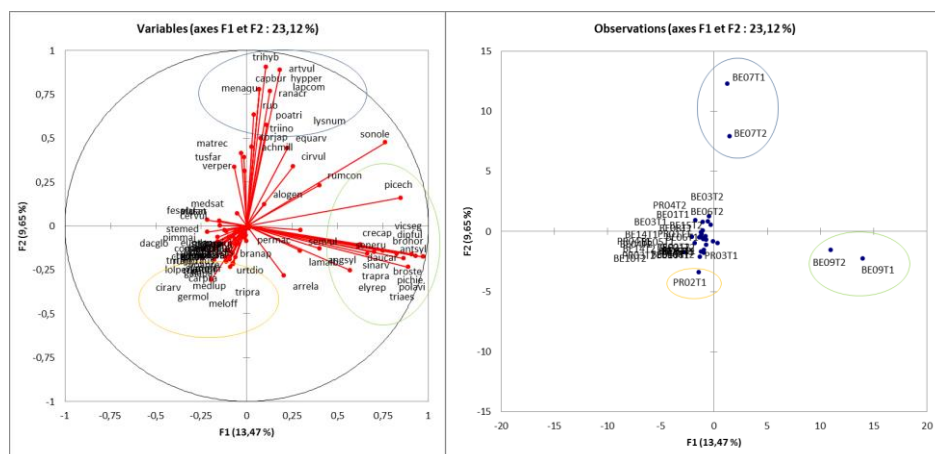


Figure 35 : ACP des recouvrements des espèces floristiques sur les transects de l'étude, (annexe 6)

On observe sur la représentation des deux premiers facteurs de l'ACP, un nuage de point des transects assez concentré et peu étiré sur les deux axes choisis. La végétation d'une majorité de transects semble assez homogène et similaire, à part pour trois zones dont les profils de végétation semblent se distinguer fortement des autres : BE09, BE07 et PR02 (fig.35). Ces **profils de végétations originaux** possèdent des caractéristiques particulières :

#### ❖ La bande enherbée à la diversité spécifique la plus importante

La bande enherbée 09 se démarque de l'échantillon en ayant le cortège floristique le plus diversifié de l'étude avec 44 espèces relevées.



pour l'interroger plus précisément sur ses pratiques. Figure 36 : La bande enherbée 09 au cortège floristique le plus diversifié de l'étude (source : Céline Foucart, 2015)

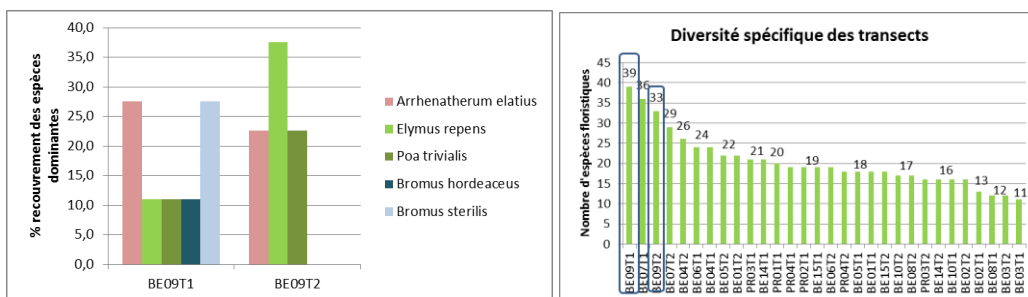


Figure 37 : Espèces dominantes et diversité spécifique de la BE09

#### ❖ Une bande enherbée très diversifiée et fleurie

La bande enherbée 07 se distingue par la deuxième plus importante richesse spécifique de l'étude, avec 43 espèces floristiques inventoriées, ainsi que par la plus grande diversité des familles botaniques présente : 18 familles relevées sur la bande, contre 10 en moyenne sur les autres bandes enherbées de l'étude. Egalement, ce qui la rend particulière est l'équirépartition de deux espèces dominantes : une Poacées (Pâturin commun) et une Fabacées (Trèfle hybride). La proportion de Fabacées est très importante par rapport aux autres transects de l'étude, ainsi que le recouvrement d'espèces en fleur et la diversité d'espèces en fleur (fig.38).

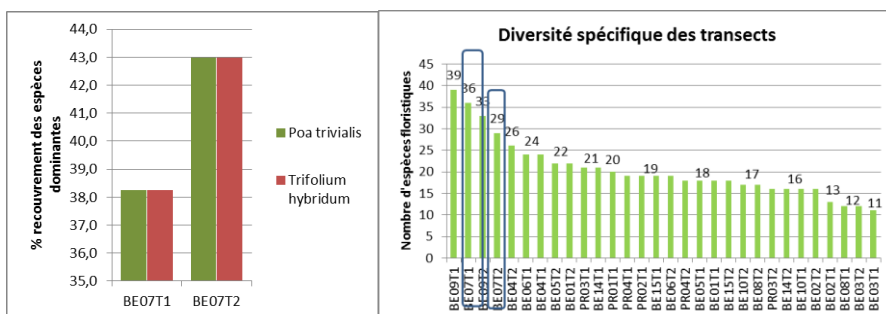


Figure 38 : Espèces dominantes et diversité spécifique de la bande enherbée BE07

La dominance de Trèfle hybride (*Trifolium hybridum*) et de Pâturin commun (*Poa trivialis*) génère une végétation assez basse, près de 50cm tout au long de la saison végétative (fig.39), ce qui nécessite peu ou pas d'entretien. L'agriculteur en charge de cette parcelle pratique une agriculture assez raisonnée comme expliqué précédemment (Cf. Classe 4, 3.1.2.) et n'effectue « pas de broyages ou de fauches sur les bandes enherbées » à part s'il y est obligé. Le fait de peu faucher, de peu enrichir le sol, de laisser les espèces accomplir leur cycle complet et de semer ponctuellement des espèces fleuries fourragères, a généré au fil du temps un cortège très diversifié et fleuri, qui se démarque d'une grande majorité de bandes enherbées de l'étude.

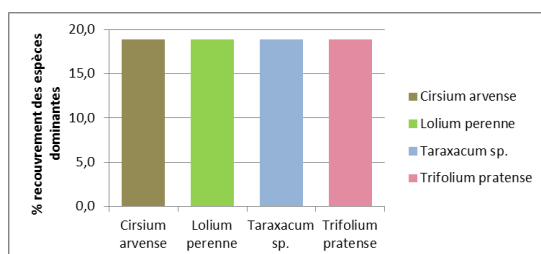




Figure 39 : Le cortège assez diversifié, herbacé et fleuri, de la bande enherbée 07 (source : Céline Foucart, 2015)

#### ❖ Une prairie fleurie aux familles botaniques diversifiées

La prairie 02 se distingue sur l'échantillon d'étude par l'équirépartition de quatre espèces dominantes de différentes familles botaniques : Poacées (*Lolium perenne*, Ray-grass Anglais), Astéracées (*Cirsium arvense*, Cirse des champs et *Taraxacum sp.*, Pissenlit sp.), Fabacées (*Trifolium pratense*, Trèfle des prés). Cette importante proportion d'espèces à fleurs est la plus



forte de l'étude avec un recouvrement moyen d'espèces nectarifères en fleurs proche de 40% (fig.40). La diversité floristique de cette prairie est dans la moyenne de l'étude. Le sol semble assez riche en azote par la présence de ces quatre espèces plutôt nitrophiles.

Figure 40 : Espèces dominantes de la prairie PR02

La richesse du sol et la codominance de différentes familles botaniques peuvent être dues à certains semis réalisés notamment pour le fourrage, dont des Fabacées apportant de l'azote au sol. L'agriculteur y a notamment semé une jachère fleurie il y a quelques années, puis a laissé évoluer ce cortège au fil du temps, entretenue par de rares fauches. Malgré le Ray-gras anglais et le trèfle des prés qui peuvent être intéressants pour cet éleveur laitier par leur très bonne valeur fourragère (Amiaud et Plantureux, 2009), une grande proportion de chardons l'oblige à faucher le couvert avant la montée en graine des chardons, comme il nous l'a confié : « Sur l'ancienne jachère fleurie cette année je suis obligé de faucher car il y a trop de chardons. Je vais sûrement exporter les produits de fauche et les mettre au compostage, ça brûlera les graines de chardons. Le chardon de toute façon dure un temps puis disparaît. Et en arrêtant de broyer sans exportation, on ne réenrichit pas le sol, ce qui devient moins propice pour les chardons. ». C'est le même agriculteur gérant la bande enherbée 07 et la prairie 01 évoquée précédemment.



Figure 41 : La prairie 02 de l'échantillon d'étude (source : Céline Foucart, 2015)

La flore prairiale des zones d'étude est une **flore commune**, avec une majorité de Poacées et d'espèces de prairies européennes mésotrophiles à eutrophiles. Les cortèges floristiques présents **dépendent de conditions écologiques locales et pour beaucoup des types et de l'intensité de pratiques agricoles** (Burel et Baudry, 1999).

La flore des prairies et des bandes enherbées ne sont pas différentes de manières significatives. Certaines bandes enherbées possèdent des cortèges floristiques beaucoup plus diversifiés que les prairies de l'étude, en faisant des habitats potentiellement intéressants pour l'entomofaune dans la trame verte locale. Mais globalement, les prairies ont une part plus importante de plantes à fleurs nectarifères et une part moins importante de Poacées que les bandes enherbées. Ces quelques transects de prairies restent donc pertinents dans l'échantillonnage afin de comparer les cortèges entomologiques présents.

Sur l'ensemble des transects herbacées de l'étude, différents profils de végétations sont mis en lumière, correspondant souvent à des gestions agricoles particulières. La fauche ou le broyage, la fréquence de coupe, l'exportation ou non des déchets de coupe, le semis, le tassement des sols par passage d'engins, sont autant de pratiques influençant directement la composition floristiques des bandes enherbées.

En effet, une bande enherbée broyée sans exportation, une à deux fois par an, et étant utilisée pour des manœuvres d'engins, voit son sol s'enrichir et se tasser. Cela amène à une composition floristique appauvrie avec des cortèges déséquilibrés, dominés par une ou quelques espèces très compétitives et nitrophiles (exemple d'espèces très compétitives : des Poacées : *Arrhenatherum elatius*, *Bromus hordeaceus* ou autres : *Heracleum spondylium*). Au contraire, des parcelles prairiales peu amendées à maigres, avec peu de fauches ou avec exportations, possèdent un cortège floristique plus diversifié et équilibré avec une plus grande proportion de plantes à fleurs et nécessitent moins d'entretien (Npdc, 2011).

Ces premières distinctions permettent de mieux appréhender les grands types de cortèges floristiques, les quelques cas particuliers et les pratiques agricoles associées sur l'échantillon d'étude. Cela constitue une base de réflexion pour l'analyse des diversités entomologiques qui va suivre. L'intérêt est de croiser les caractéristiques floristiques des transects et les différences de diversité de la faune auxiliaire de cultures, afin de réfléchir à une gestion apportant un couvert floristique attirant une plus grande diversité entomologique d'auxiliaires. La réflexion sera également centrée sur les espèces floristiques de la classe phytosociologique des Prairies européennes mésotrophiles à eutrophiles, étant celle la plus commune sur parcelles herbacées de l'étude sur le Bas Pays de Béthune.



## 3.2. La diversité entomologique des bandes enherbées

Nous réfléchissons sur les facteurs, notamment floristique et de gestion, influençant la diversité entomologique et la présence d'insectes auxiliaires de cultures. Le but est de comprendre le rôle de l'habitat prairial des bandes enherbées pour la diversité entomologique dans la matrice paysagère du Bas Pays de Béthune.

### 3.2.1. Quelles biodiversités entomologiques recensées ?

Les différents protocoles mis en place ont permis d'inventorier **162 taxons** entomologiques différents (annexe 5), sur près de **6 200 individus** d'insectes. Cela ne constitue qu'une partie de la réelle abondance et diversité entomologique globale, n'ayant pas identifié certains taxons en fonction de la problématique d'étude, de nos compétences, du temps et des moyens impartis.

**En moyenne sur une bande enherbée ou une prairie** de l'échantillon d'étude sur les 3 mois d'inventaires, on dénombre **365 individus recensés**, comprenant en moyenne **45 taxons différents**, identifiés à l'espèce ou au genre à défaut ou à la famille exceptionnellement pour les micro-Hyménoptères. Différents groupements d'insectes sont inventoriés : des Coléoptères comme les Carabes, Cantharides, Coccinelles ; des Syrphes de l'ordre des Diptères ; différents Hyménoptères : des Apoïdes aux micro-Hyménoptères ; des Chrysopes de l'ordre des Neuroptères ; des Lépidoptères Papilionoïdées ; des Hémiptères ainsi que des Odonates (fig.42).

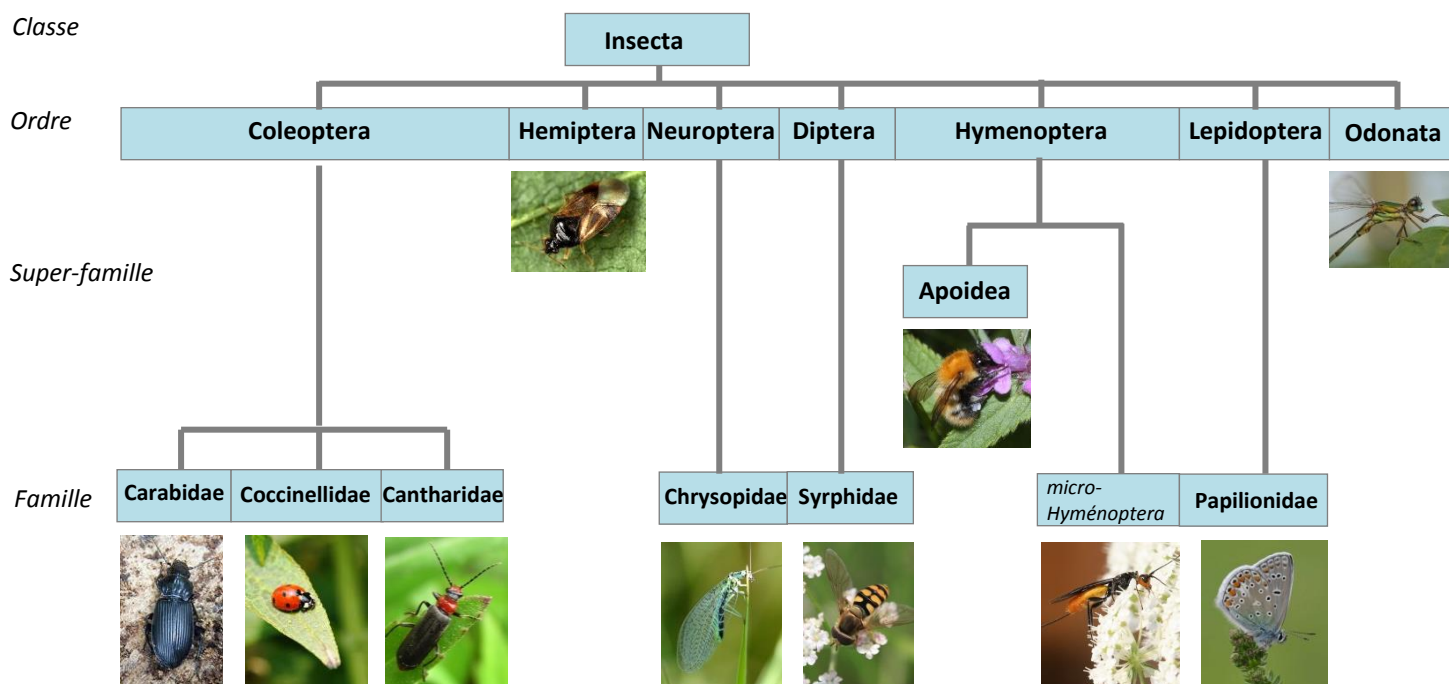


Figure 42 : Taxons entomologiques inventoriés

De grandes proportions de la biodiversité entomologique observée sont des auxiliaires de cultures potentiels (fig.43). Notamment la part des prédateurs entomophages est conséquente. Cela montre **l'intérêt et le potentiel important des bandes enherbées** et du couvert prairial en milieux agricoles, dans leur **rôle d'habitat et de corridor pour l'entomofaune auxiliaire**.

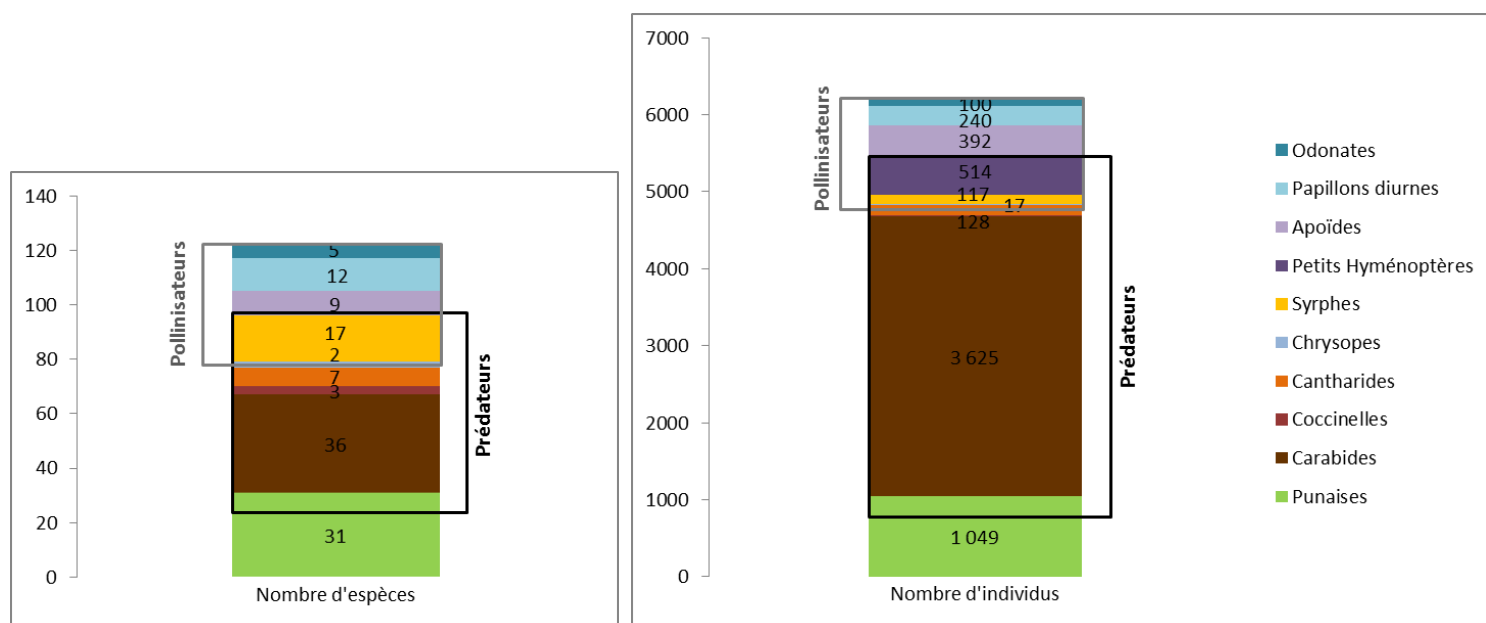


Figure 43 : Diversité spécifiques et abondances des taxons inventoriés avec la part des différents groupes d'auxiliaires de culture potentiels

La catégorie des **prédateurs entomophages** est celle qui retient le plus l'attention des agriculteurs de l'étude vis-à-vis de la microfaune auxiliaire. Plus précisément, les Carabes, Syrphes et Coccinelles sont les principales familles entomologiques citées par les agriculteurs de l'étude, comme ils le soulignaient : « *Je vois pas mal de Carabes sur les cultures. On est sensible à ça par ici car il y a beaucoup de limaces à cause de l'humidité.* », « *Contre les pucerons, il y a les syrphes, coccinelles etc.* ». De nombreuses études liées au bio-contrôle ont déjà été réalisées sur ces familles et leurs communication est assez importante, ce qui influent également. Les pollinisateurs souvent les intéressent moins, comme nous le confiait un agriculteur : « *Pour les pollinisateurs je ne vois pas trop l'intérêt* ».

Nous verrons par la suite, pour chaque groupe entomologique, les différents types d'auxiliaires de culture, de manière plus précise en affinant la biologie des espèces.

### 3.2.2. Lien entre l'abondance, la diversité entomologique avec la diversité floristique et la gestion agricole

|       | Nombre individus | Nombre taxons |
|-------|------------------|---------------|
| BE01  | 174              | 29            |
| BE02  | 167              | 46            |
| BE03  | 179              | 38            |
| BE04  | 383              | 40            |
| BE05  | 365              | 46            |
| BE06  | 336              | 42            |
| BE07  | 768              | 63            |
| BE08  | 409              | 64            |
| BE09  | 304              | 44            |
| BE10  | 336              | 47            |
| BE14  | 360              | 47            |
| BE15  | 871              | 48            |
| PR01  | 327              | 40            |
| PR02  | 282              | 43            |
| PR03  | 395              | 53            |
| PR04  | 172              | 33            |
| Total | 5304 individus   | 162 taxons    |

Les différentes bandes enherbées et prairies de l'étude présentent des variations d'abondances et de diversités entomologiques (fig.44). La bande enherbée BE07 (Cf. Annexe 6) explication des codes de transects) est la zone présentant les plus fortes diversités et abondances entomologiques de l'étude. Cela est sûrement dû à une **flore riche** et à une **gestion raisonnée particulière** (Collard *et al.*, 2014). En effet, cette zone présente une des plus fortes diversités végétales de l'étude. Les cultures proches sont non labourées, il y a peu d'application d'engrais et de produits phytosanitaires, les bandes enherbées sont non fauchées ou à de rares occasions, et certains semis ont été réalisés au cours du temps.

Figure 44 : Abondance et diversité entomologique par zone

La BE08 présente également une forte diversité entomologique globale, qui est sûrement dû à **l'hétérogénéité de la mosaïque paysagère proche** (grande diversité d'habitats proches par rapports aux autres zones d'étude), ainsi qu'à de fortes hauteurs de végétation.



Figure 45 : Mosaïque hétérogène d'habitats proches de la bande enherbée 08 (source : Céline Foucart, 2015)

La bande enherbée BE15 a l'abondance entomologique globale la plus importante de l'étude. A l'opposé, les zones BE01, BE02, BE03 et PR04 se distinguent par les plus faibles diversités et abondances entomologiques de l'étude. Cela est peut-être dû aux cortèges floristiques de ces zones assez pauvres, peu fleuris et déséquilibrés, dominés par une Poacée, à la faible hétérogénéité de la mosaïque paysagère proche (fig.46) ainsi qu'à leur gestion : broyage précoce (sur PR04 mi- juin et sur BE01, BE02 et BE03 début juillet) sans exportation, passage d'engins, etc.

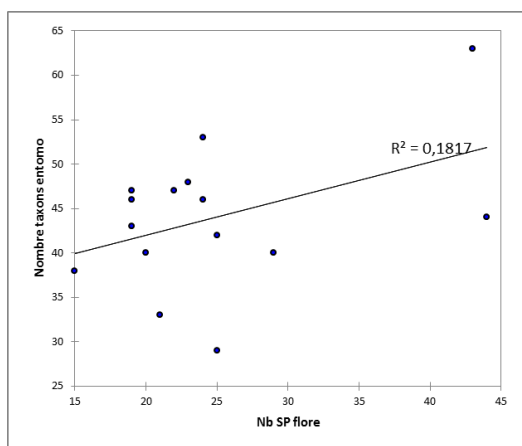


Figure 46 : La bande enherbée 02 : cortège floristique pauvre et faible hétérogénéité de la mosaïque paysagère proche (source : Céline Foucart, 2015)

On peut deviner un lien plus ou moins explicite entre la diversité végétale (liée aux conditions écologiques locales et à la gestion) et de plus grandes abondances et diversités entomologiques. Voyons statistiquement si une relation existe entre la diversité et l'abondance entomologique avec la diversité végétale et si elle est significative sur l'étude.

On observe une **corrélation significative entre l'abondance entomologique relevée et la diversité floristique des zones**, avec un risque d'erreur de 15%. Cela révèle une relation linéaire positive moyenne ( $R=0.396$ ), où près de 16% de la variance des abondances entomologiques est expliquée par la diversité végétale des zones. Pour cette proportion, plus la diversité végétale est importante, plus l'abondance entomologique est importante. Le lien entre la diversité entomologique et la diversité végétale semble moins clair. On constate une faible relation linéaire positive ( $R=0.256$ ), avec un risque d'erreur important de 40%, entre la diversité entomologique et la diversité floristique des zones, où seulement 7% de la diversité entomologique semble expliquée par la diversité floristique.

La bande enherbée BE08 est un cas particulier ayant la plus forte diversité entomologique avec une diversité floristique assez faible. Mais elle présente d'autres facteurs comme la diversité d'habitats



de qualité proche qui influent surement sur la grande diversité entomologique observée (fig.45). En enlevant BE08 de l'analyse, on observe une relation linéaire positive assez forte ( $R=0.426$ ), avec un risque d'erreur de 15%, entre la diversité entomologique et la diversité floristique des zones. Près de 20% de la variance de la diversité entomologique est expliqué par la diversité végétale sur les zones ( $R^2=0.18$ ). Pour cette proportion, plus la diversité végétale est importante, plus la diversité entomologique est importante (fig.47).

Figure 47 : Relation linéaire assez forte entre la diversité entomologique et la diversité floristique des zones

Un **lien significatif entre diversité, abondances entomologiques et diversité floristique** a été mis en lumière. Ces relations restent toutefois complexes, car les abondances globales cumulent des variations d'abondances au sein des groupes entomologiques, suivant les zones, les dates d'inventaires et les conditions météorologiques. Divers facteurs influent en synergie sur la diversité entomologique : **la gestion**, apportant la diversité floristique notamment, semble influencer majoritairement, mais également **la mosaïque paysagère proche** et d'autres conditions écologiques locales. Egalement, les bandes enherbées présentent des abondances et une diversité d'auxiliaires de culture potentiels conséquentes. Elles apparaissent comme des habitats, zones refuges et des corridors intéressants pour l'entomofaune auxiliaire. Une grande part des insectes inventoriés concerne des prédateurs entomophages qui sont d'autant plus valorisés dans les discours des agriculteurs locaux.

Nous allons maintenant détailler plus précisément, pour chaque groupe entomologique d'auxiliaires retenu, les variations observées et les facteurs pouvant expliquer celles-ci sur les habitats prairiaux en milieu agricole. On se demande quels types de couverts floristiques et de gestions permettent de maximiser les capacités d'accueil d'une entomofaune abondante et diversifiée, dont la faune auxiliaire de culture utile pour les agriculteurs.

### 3.3. Les auxiliaires de cultures et l'influence de la flore et de la gestion

#### 3.3.1. Les pollinisateurs

Les insectes pollinisateurs se nourrissent de pollen et de nectar. Des Papillons diurnes, Apoïdes et Syrphes ont été inventoriés parmi ce groupe d'auxiliaires de culture. Ils sont un **maillon essentiel de la biodiversité** en permettant la pollinisation de 80% de la flore sauvage et 70% des plantes cultivées. Ce service rendu est chiffré à **1.5 milliard d'euros** chaque année en France et à **14,2 milliards d'euros** pour l'agriculture de l'Union Européenne (commission européenne, 2004-2009). Il est important de connaître les cortèges de pollinisateurs présents dans les milieux agricoles du Bas-Pays-de-Béthune et de comprendre les facteurs les influençant pour mobiliser les acteurs et identifier les pratiques bénéfiques les favorisant.

Les principaux insectes pollinisateurs inventoriés (Apoïdes, Syrphes et Papillons diurnes) totalisent plus de **750 individus** et **40 taxons**. Globalement on observe des disparités d'abondances et de diversités suivant les zones de l'étude (fig.48)

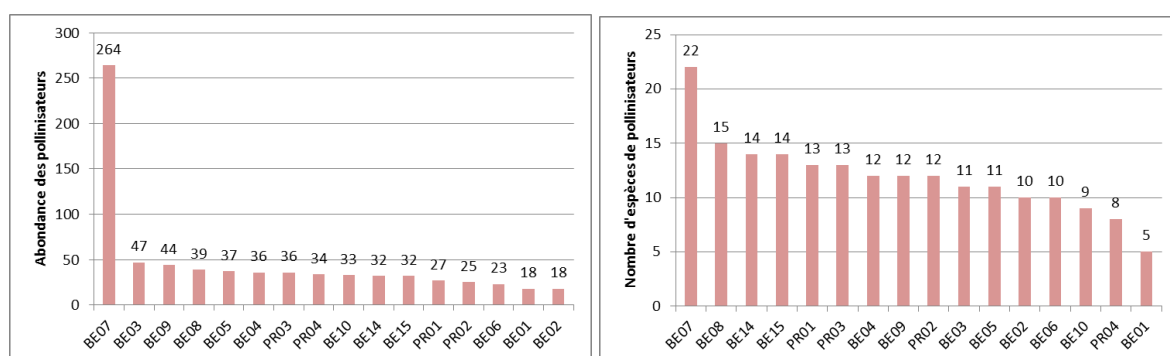
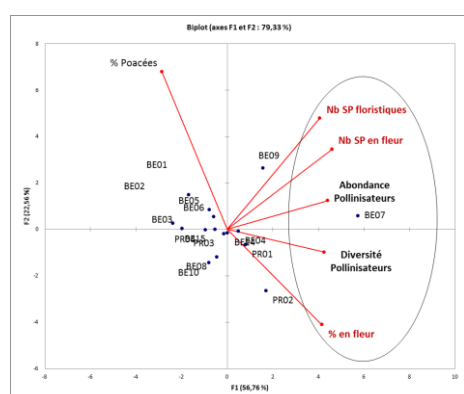


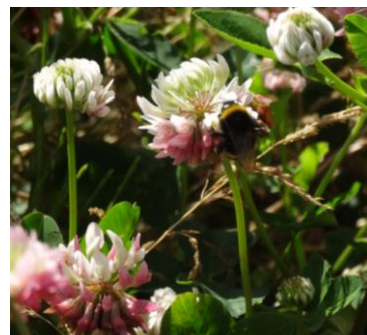
Figure 48 : Abondance et diversité spécifique des pollinisateurs suivant les bandes enherbées et prairies



La bande enherbées BE07 se distingue nettement des autres en présentant des abondances très importantes de pollinisateurs, jusqu'à 18 fois supérieures à celles d'autres zones comme les bandes enherbées BE01 et BE02 (figs.49.). Cette bande enherbée présente aussi la diversité spécifique de pollinisateur la plus importante de l'étude. Cela peut s'expliquer par différents éléments. Nous avons vu

précédemment que cette bande enherbée possède un cortège floristique particulièrement fleuri et diversifié sur l'étude (Cf. 3.1.3.). Elle possède le plus fort recouvrement d'espèces mellifères ou nectarifères, une diversité d'espèces en fleurs importante, la deuxième plus importante richesse spécifique, ainsi que la plus grande diversité des familles botaniques de l'étude. Le trèfle hybride, *Trifolium hybridum*, qui est particulièrement abondant (presque 40% de recouvrement), est très attractif pour les pollinisateurs par ses quantités de nectar importantes (Amiaud et Plantureux, 2009) (fig.49). Les analyses statistiques (ACP et corrélations) confirment l'importance pour les pollinisateurs de **l'abondance et de la diversité d'espèces nectarifères ou mellifères** sur les bandes enherbées (fig.49).

Figures 49 : ACP des abondances et diversités des pollinisateurs avec le recouvrement d'espèces nectarifères, le nombre d'espèces en fleurs, le nombre d'espèces du cortège floristique et la proportion des Poacées (gauche) ; Boudon terrestre butinant un trèfle hybride (droite)(source : Céline Foucart, 2015)



C'est notamment des pratiques plutôt raisonnées et particulières qui ont participé à l'installation d'un tel cortège floristique attractif pour les pollinisateurs. En effet cette bande enherbée est non fauchée ou à de rares occasions sur plusieurs années. Cela permet aux espèces nectarifères de s'épanouir, constituant des réserves de nourriture pour les pollinisateurs. La **non fauche du couvert herbacé pendant la période estivale** permet également que les nids et colonies de certains pollinisateurs ne soient pas détruits ou permet à d'autres pollinisateurs de s'y développer comme les Papillons diurnes étant sur une plante hôte jusqu'à leur nymphose. Egalement, **l'absence de broyages réguliers sans exportation** générant le non enrichissement du milieu et moins de perturbations, permet la diversification et une meilleure équirépartition des espèces du cortège floristique (Npdc, 2011). Par comparaison, on observe de faibles abondances et diversités de pollinisateurs sur les bandes enherbées BE01 et BE02. Celles-ci, broyées sans exportation deux fois par an, notamment pendant la période estivale, ont leurs cortèges floristiques pauvres et déséquilibrés par la forte dominance d'une espèce de Poacées très compétitrice. Les recouvrements d'espèces à fleur sont les plus bas de l'étude et la couverture herbacée est broyée pendant l'été, ce qui est néfaste pour les pollinisateurs (fig.48).

L'agriculteur de la bande enherbée BE07 a aussi **semé** ponctuellement des **espèces fleuries** fourragères, ce qui a généré au fil du temps ce cortège très diversifié et fleuri. De très **faibles doses de produits phytosanitaires** sont utilisées sur les parcelles proches, cela peut jouer sur les populations de pollinisateurs. Les parcelles sont aussi **non labourées** ou plus rarement de manière superficielle, cela peut influencer sur certaines espèces comme certaines abeilles solitaires nichant au sol.

Voyons maintenant plus en détails les cortèges des Papillons diurnes, des Apoïdes et des Syrphes des bandes enherbées du Bas-Pays-de-Béthune. Les facteurs les influençant seront analysés précisément.



### 3.3.1.1. Les Lépidoptères Papilionoïdés

#### ■ Cortèges de papillons diurnes des milieux prairiaux du Bas-Pays-de-Béthune

Les papillons diurnes, Lépidoptères Papilionoïdés, aussi appelés Rhopalocères, participent à la pollinisation des plantes entomophiles et ont une valeur patrimoniale importante. Ils attirent également d'autres taxons comme les oiseaux, des auxiliaires de culture très utiles en plaines agricoles. Depuis plusieurs années de nombreuses populations de papillons sont en régression. Il est important de mieux connaître les cortèges présents des milieux agricoles ainsi que les facteurs les favorisant, pour développer des pratiques bénéfiques pour leur développement.

Les papillons diurnes ont été inventoriés par la méthode de la « chasse à vue » avec notamment des filets à papillons (cf.2.3.). Les inventaires ont mis en lumière **12 espèces communes** à très communes dans la région Nord-Pas-de-Calais, sur **240 individus de papillons de jours** inventoriés (annexe 5). Deux taxons dominants sont très communs dans la région : ***Maniola jurtina***

(Linnaeus, 1758) les Myrtil et ***Pieris sp.***(Duponchel, 1832) les Piérides (fig.50). Sur les deux années de l'étude, **20 espèces** de papillons diurnes ont été recensées. Cela représente moins d'un tiers des espèces de Lépidoptères Papilionoidea du Nord-Pas-de-Calais, qui comptait en 2010 73 espèces (GON, 2010). Cette diversité assez faible et commune des papillons diurnes doit être due aux milieux de l'étude qui sont assez anthropisés : plaines agricoles aux pratiques souvent intensives et avec une importante périurbanisation locale qui artificialise les espaces.

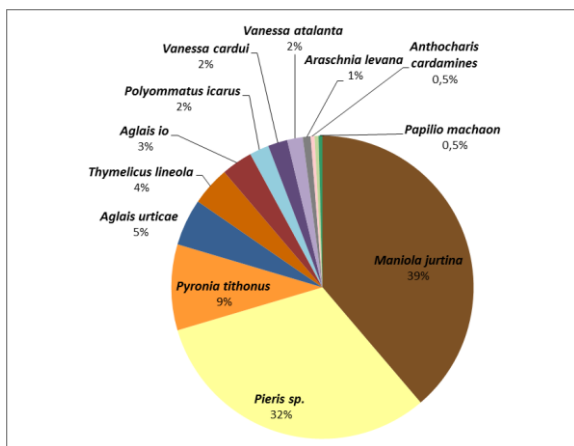
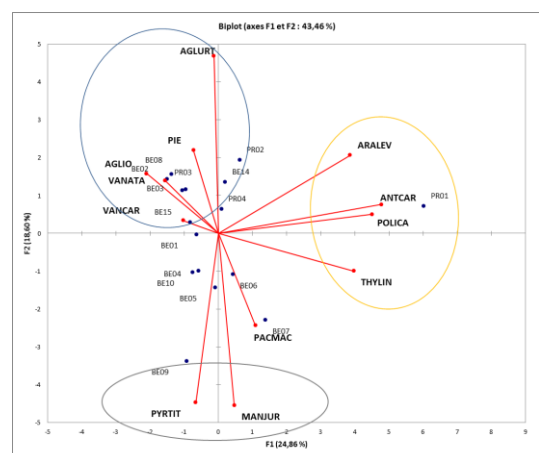


Figure 50 : Proportions des abondances des 12 taxons de papillons diurnes inventoriés

A partir d'une Analyse en Composantes Principales (ACP) sur les effectifs des différentes espèces de papillons diurnes par zones, on observe **différents cortèges d'espèces** caractéristiques suivant les zones de l'étude (fig.51).

Figure 51: Représentation des deux premiers axes factoriels de l'ACP des abondances des différentes espèces de papillons diurnes (annexes 4 et 6)



Les **valeurs négatives du deuxième axe factoriel** mettent en lumière deux **espèces** proches **assez généralistes des milieux ouverts** ayant pour **plantes hôtes** de leurs chenilles diverses espèces de



**Poacées** : *Pyronia tithonus* (Linnaeus, 1767) l'Amarylis (fig.52) et *Maniola jurtina* (Linnaeus, 1758) le Myrtil. L'Amarylis est un peu plus spécialisé que le Myrtil en dépendant plus de la présence de la strate arbustive. Ces deux espèces sont abondantes sur les zones d'étude : Le Myrtil très commun est présent sur toutes les zones et l'Amarylis a été observé sur une majorité de zones, étant un peu plus spécialiste (Chinery, 1986 ; Dufrêne, 2011).

Figure 52 : Amarylis butinant sur une bande enherbée (source : Céline Foucart, 2015)

Les **valeurs positives du deuxième axe factoriel** attirent des **espèces communes à très communes assez généralistes**, se retrouvant dans **divers habitats ouverts** : *Aglais io* (Linné, 1758) le Paon du jour, *Aglais urticae* (Linnaeus, 1758) la Petite Tortue, *Vanessa cardui* (Linnaeus, 1758) la Belle Dame, *Vanessa atalanta* (Linnaeus, 1758) le Vulcain, *Pieris sp.* (Duponchel, 1832) les Piérides. Ces espèces ont en majorité **l'Ortie dioïque comme plante hôte** de leurs chenilles, à part les Piérides qui ont pour plantes hôtes des Brassicacées (Chinery, 1986 ; Lasserre *et al.*, 2007 ; Légaré, 2011).

Enfin, la **partie positive du premier axe factoriel** montre une association d'espèces **un peu plus spécialisées** qui possèdent des **plantes hôtes de différentes familles** (Fabacées, Brassicacées, Urticacées, Poacées) : *Thymelicus lineola* (Ochsenheimer, 1808) l'Hespérie du dactyle, *Polyommatus icarus* (Rottemburg, 1775) l'Argus bleu, *Anthocharis cardamines* (Linnaeus, 1758) l'Aurore, *Araschnia levana* (Linnaeus, 1758) la Carte géographique. Ces espèces affectionnent les **prairies fleuries et la diversité d'habitats ouverts buissonnants** (Chinery, 1986 ; Dufrêne, 2011). On les retrouve sur quelques zones de l'étude et principalement sur la prairie 01.

On n'observe pas de différences significatives entre les cortèges de Papillons des prairies et ceux des bandes enherbées (d'après le test de Wilcoxon, Mann-Whitney, etc.). Les même espèces dominantes sont observées sur les deux types de zones : *Maniola jurtina* et *Pieris sp.*.

## ▪ Facteurs influençant les variations d'abondance et de diversité

Les différentes espèces de papillons diurnes ont besoin de plantes hôtes pour le développement de leurs chenilles. Par rapport aux proportions des espèces relevées, on observe les différentes plantes hôtes des chenilles (fig.53). Une majorité de papillons diurnes de l'étude ont pour **plante hôte** diverses Poacées. D'autres se développent sur des Brassicacées, des Orties, des Fabacées et des Apiacées (Chinery, 1986 ; Dufrêne, 2011 ; Lasserre *et al.*, 2007 ; Légaré, 2011). Un couvert herbacé diversifié composé de Poacée et d'espèces d'autres familles botaniques est important pour les papillons diurnes.

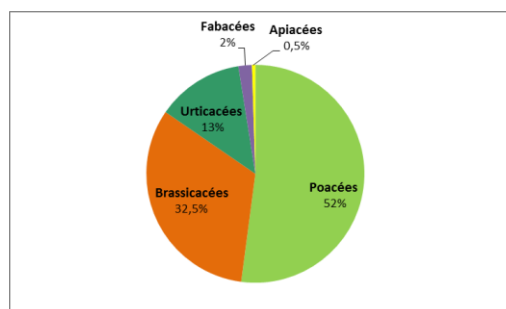


Figure 53 : Plantes hôtes des chenilles des papillons diurnes inventoriés (sources : Chinery, 1986 ; Dufrêne, 2011 ; Lasserre *et al.*, 2007 ; Légaré, 2011)

A l'échelle des transects, on observe des variations d'abondance et de diversité des Lépidoptères Papilionoidés (fig.54). Les bandes enherbées BE03 et BE09 présentent les abondances de papillons de jours les plus élevées et la prairie PRO1 ainsi que la bande enherbée BE03 présentent les diversités spécifiques de papillons de jours les plus élevées de l'étude.

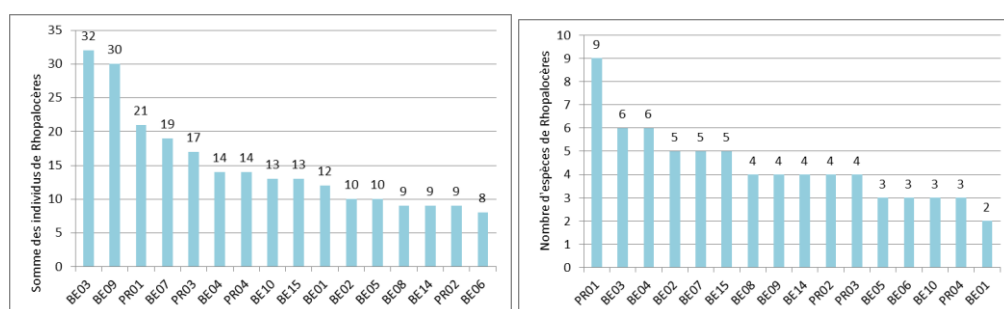


Figure 54: Abondance et diversité spécifique des papillons diurnes suivant les bandes enherbées et prairies

Différents éléments peuvent expliquer les fortes abondances et diversité de papillons diurnes sur BE03. Une bonne proportion d'espèces de papillons de cette bande enherbée a pour **plantes hôtes** de leurs chenilles diverses Poacées. Or, cette bande enherbée est la deuxième bande enherbée de l'étude avec la plus importante proportion de Poacées (92% de recouvrement). Egalement cette bande n'a **pas été fauchée** durant l'étude ce qui est bénéfique pour les papillons (Marini *et al.*, 2009 ; Carvell, 2002).

Ce qui pourrait expliquer les fortes abondances de papillons diurnes sur BE09 est également la forte proportion de Poacées (recouvrement à 91%). En effet, une majorité de papillons inventoriés sur cette bande enherbée ont pour **plante hôte** des Poacées (fig.55). Egalement, la **diversité d'espèces nectarifères** de la bande enherbée est la plus importante de l'étude (7 espèces à fleurs différentes) ce qui est important pour le régime alimentaire des adultes (Carvell, 2002). Tout comme BE03, BE09 n'a **pas été fauché** sur l'étude, ce qui est bénéfique pour les papillons de jour. Il y a une assez bonne adéquation entre les besoins des papillons diurnes présents et la composition floristique de la bande

enherbée. Celle-ci fournit des **ressources** à leurs différents stades de développement, des **habitats**, des **corridors** dans la matrice agricole, etc.

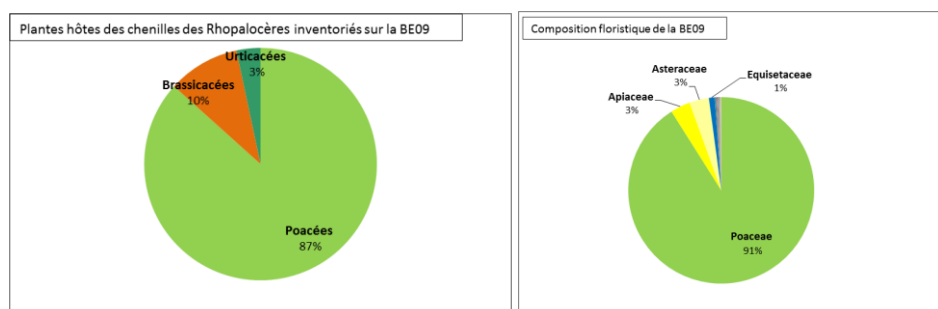


Figure 55 : Comparaisons des plantes hôtes des papillons présents et de la composition floristique de la bande enherbée 09

La prairie PR01 présente la plus forte diversité spécifique de papillons diurnes de l'étude et des abondances importantes. Divers facteurs pourraient l'expliquer. PR1 possède un des plus importants **recouvrements d'espèces nectarifères** de l'étude (22% en moyenne sur les 4 sessions), ainsi qu'une **diversité d'espèces nectarifères**, ce qui est important pour le régime alimentaire floricole des adultes. Egalement on observe la présence de 85% des **plantes hôtes** des chenilles de papillons inventoriés sur cette prairie (plantes des familles des Poacées, Urticacées et Fabacées). La présence d'une plus **grande diversité de familles botaniques** pourrait expliquer la diversité spécifique des papillons présents, avec certaines espèces spécialisées ayant diverses plantes hôtes (Dufrêne, 2011 ; Lasserre *et al.*, 2007 ). Cette prairie se trouve également dans une **mosaïque paysagère d'habitats ouverts diversifiés** avec des haies, lisière de bois, prairies, jardins proches, ce qui peut expliquer également la plus forte diversité d'espèces présentes.

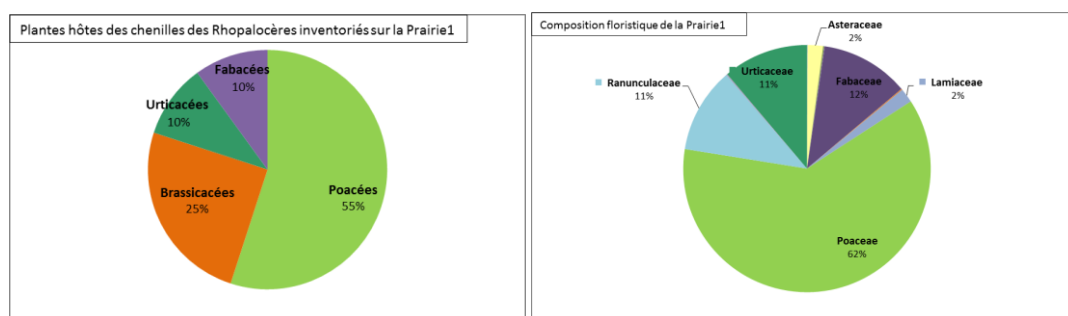
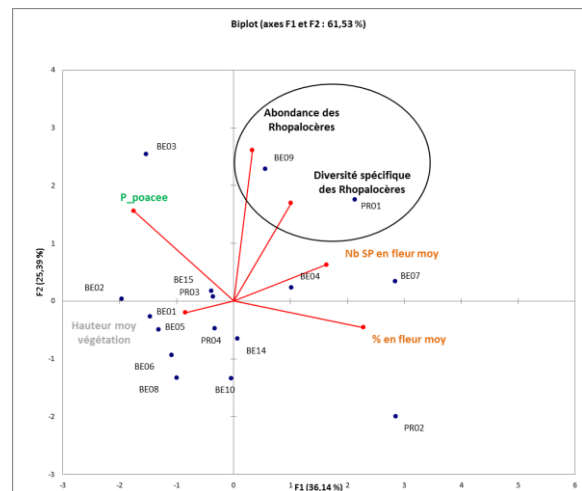


Figure 56 : Comparaisons des plantes hôtes des papillons présents et de la composition floristique de la prairie 01

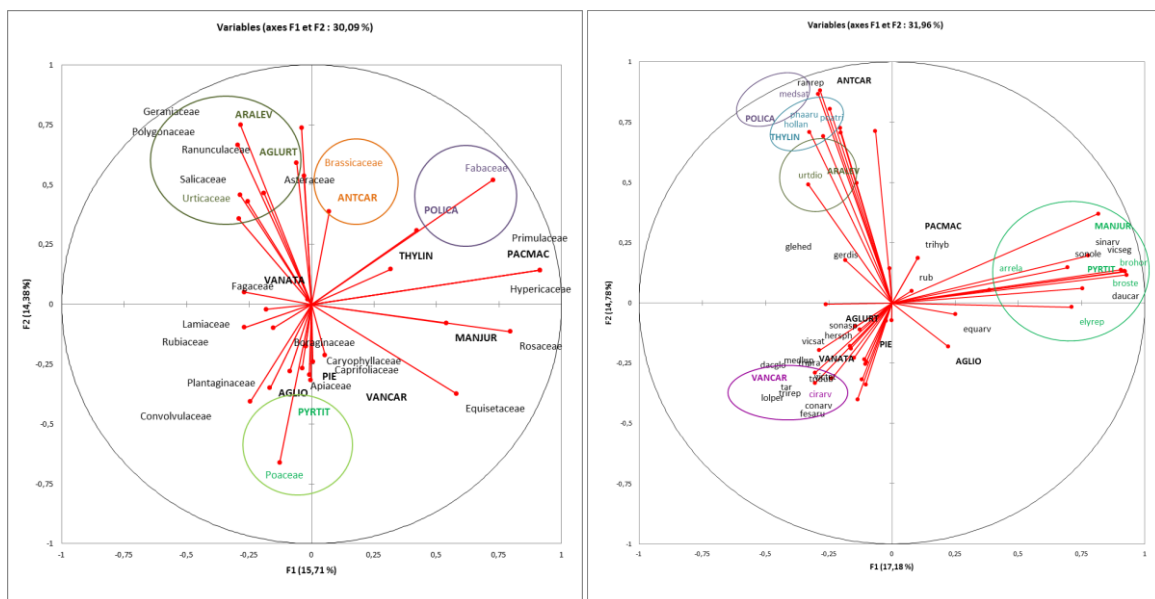
On vient de voir qualitativement que différents facteurs influent sur les papillons diurnes. Confirmons maintenant certaines relations statistiquement. A partir d'une Analyse en Composantes Principales sur les abondances et diversités des espèces de papillons, croisées avec les recouvrements d'espèces nectarifères, le nombre d'espèces en fleurs, la hauteur de végétation moyenne et les proportions de Poacées moyennes des zones d'étude (fig.57), on observe que les abondances et diversités des papillons diurnes semblent liées à la fois aux **recouvrements et à la diversité d'espèces nectarifères** ainsi qu'aux **proportions de Poacées** présentes. En effet, pour les papillons diurnes une diversité floristique est importante pour fournir des plantes hôtes pour le développement des chenilles et pour apporter des ressources nectarifères aux adultes. La variable

« Hauteur de végétation » ne semble pas beaucoup jouer sur la présence de papillons de jours dans cet échantillonnage, malgré le fait que différents auteurs ont déjà montré l'influence de cette variable sur les papillons (Pöyry *et al.*, 2006).

Figure 57 : ACP croisant les abondances et diversités des espèces de Rhopalocères avec les recouvrements d'espèces nectarifères, le nombre d'espèces en fleurs, la hauteur de végétation moyenne et les proportions de Poacées



Pour voir plus précisément les interactions entre la flore et les papillons diurnes, on réalise différentes ACP, croisant les abondances des espèces de papillons suivant les abondances des familles botaniques et les abondances des espèces nectarifères ou plantes hôtes potentielles des transects (fig.58).



Figures 58 : ACP entre les abondances des espèces de papillons et les abondances des familles botaniques (gauche) et ACP entre les abondances des espèces de papillons et les abondances des espèces botaniques « utiles » aux papillons (droite)

Les **relations papillons/plantes hôtes** apparaissent :

- *Araschnia levana*, *Aglais urticae*, ayant comme plantes hôtes : *Urtica dioica* (seule Urticacée de l'étude)
- *Anthocharis cardamines* ayant comme plantes hôtes des Brassicacées
- *Vanessa cardui* avec *Cirsium arvense*, en effet la Belle Dame est assez liée au chardon : elle a comme plante hôte de ses chenilles le Chardon ou l'Ortie et elle pollinise également souvent la fleur

de Chardon.

- *Pyronia tithonus* et *Maniola jurtina* avec diverses Poacées : *Bromus hordeaceus*, *Bromus sterilis*, *Arrhenatherum elatius*, *Elymus repens*

- *Polyommatus icarus* avec une Fabacée : *Medicago sativa*

- *Thymelicus lineola* avec diverses Poacées : *Holcus lanatus*, *Phalaris arundinacea*, *Poa trivialis*.

Ces espèces floristiques hôtes des chenilles de papillons semblent particulièrement favoriser la présence des populations de papillons sur les bandes enherbées de l'étude.

Les Lépidoptères Papilionoidés sont d'utiles pollinisateurs et ont une valeur patrimoniale importante, tout comme ils participent à la biodiversité des plaines agricoles. De fortes régressions de populations des papillons diurnes sont observées dans la région Nord-Pas-de-Calais. Le cortège d'espèces observé sur les bandes enherbées est commun et moyennement riche. Des pratiques permettent de favoriser ces insectes.

Il ressort qu'une **diversité végétale**, à la fois d'espèces floristiques de différentes familles et des Poacées, est nécessaire pour le développement des chenilles et l'hivernation sur leurs plantes hôtes, ainsi que pour les ressources nectarifères utiles pour les adultes.

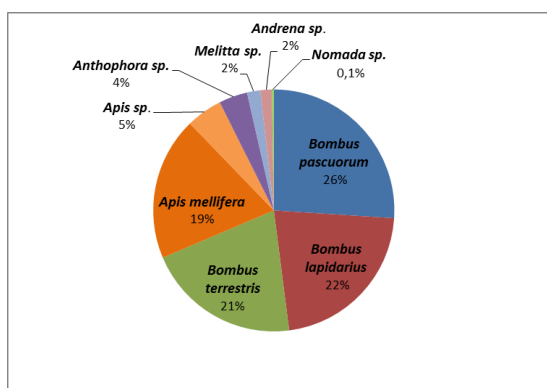
En effet, les bandes enherbées sont très intéressantes pour les papillons dans la mosaïque agricole locale, car elles fournissent des ressources à leurs différents stades de développement, des habitats, des corridors dans la matrice agricole, etc. Il serait bénéfique pour favoriser les populations de papillons diurnes d'**augmenter les proportions d'espèces floristiques de différentes familles** (Fabacées, Brassicacée, Apiacées, Astéracées etc) en complément des Poacées utiles également, d'effectuer plutôt des **fauches tardives** du couvert herbacé et enfin d'avoir une **diversité d'habitats ouverts** (haies, prairies, jardins, friches, semis diversifiés fleuris, etc.) à l'échelle des exploitations.



### 3.3.1.2. Les Apoïdes

#### ■ Diversité et abondance des Apoïdes pollinisateurs

Des pollinisateurs de la super famille des Apoïdes et de l'ordre des Hyménoptère ont été inventoriés au moyen d'inventaires en « chasse à vue », complétés par les relevés des pièges à cornet sur chaque zone (Cf. 2.3.). **Neuf taxons** sont présents sur **392 d'Apoïdes inventoriés** sur la campagne d'étude de 2015 (fig.59). La majorité des espèces appartient à la famille des Apidae. Ce sont les plus évolués des insectes Hyménoptères Apocrites. Ils sont floricoles et pour la plupart sociaux. Cette famille regroupe notamment les bourdons et les abeilles dont certaines espèces sont dominantes sur



les milieux inventoriés, comme le bourdon des champs *Bombus pascuorum* (Scopoli, 1763), le bourdon des pierres *Bombus lapidarius* (Linnaeus, 1758), le bourdon terrestre *Bombus gr. terrestris* (Linnaeus, 1758) et l'abeille européenne *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758). Sur les deux années d'étude, **20 taxons d'Apoïdes pollinisateurs** ont été recensés sur les bandes enherbées et milieux prairiaux agricoles du Bas-Pays-de-Béthune.

Figures 59 : Proportions des abondances des 9 taxons d'Apoïdes inventoriés en 2015

Ces trois espèces de bourdons dominantes sont parmi les plus communes en France (Ephytia, 2015) et affectionnent les paysages ouverts à végétation basse, c'est pourquoi ils sont bien présents sur les zones d'étude. Les colonies construisent le plus souvent leurs nids dans le sol, mais aussi entre des pierres ou dans du mortier de constructions pour le Bourdon des pierres, ou dans des nids d'oiseaux inoccupés, sous des tas de bois, au pied de touffes d'herbe pour le Bourdon des champs. Egalement, les bourdons sont souvent actifs même dans des conditions météorologiques peu favorables (faible luminosité, pluie, vent, températures basses), ce qui n'est pas le cas d'autres pollinisateurs. Le Bourdon terrestre pollinise une des plus larges variétés de fleurs parmi les bourdons (Edwards, 2009). Le Bourdon des champs (fig.60), le plus présent sur l'étude, est également un très bon pollinisateur par sa langue relativement longue lui permettant de collecter nectar et pollen de diverse plantes. Ce dernier souffre de la fauche ou du broyage des bandes enherbées en juin-juillet qui détruit une bonne partie des colonies, car leurs nids sont construits à cette période au sol dans le couvert herbacé. Les abeilles domestiques sont également des pollinisateurs très actifs et mobiles sur une large période du début du printemps à l'automne (Chinery, 1986).



Figure 60 : Bourdon des champs butinant sur une bande enherbée (source : Foucart Céline, 2015)

## ▪ Facteurs influençant les variations d'abondance et de diversité

A l'échelle des transects de l'étude, la bande enherbée BE07 est de loin la plus abondante en Apoïdes pollinisateurs (abondance 10 à 100 fois supérieure aux autres zones). Plus de 70% des individus d'Apoïdes de l'étude ont été recensés sur la bande enherbée 07. Cette bande enherbée possède aussi la plus forte diversité spécifique d'Apoïdes (fig.61). La présence importante d'abeilles européenne s'explique par la présence de ruches sur l'exploitation de l'agriculteur. Mais, pour les autres pollinisateurs sauvages du cortège d'Apoïdes présents (*Bombus lapidarius*, *Bombus pascuorum*, *Bombus terrestris*, *Anthophora sp.*, *Andrena sp.*, *Melitta sp.*), différents facteurs peuvent expliquer leurs présences et les fortes abondances de certains. En effet, cette bande enherbée a un couvert floristique et une gestion singulière dans l'échantillon d'étude. Elle possède le **recouvrement d'espèces nectarifère et mellifère** le plus important et la plus **grande diversité de fleurs**, ce qui est bénéfique pour les différentes espèces d'Apoïdes (Mauchamp *et al.*, 2012 ; Carvell, 2002). Il y a une dominance importante de *Trifolium hybridum*, une Fabacées particulièrement attractive pour les pollinisateurs (Amiaud et Plantureux, 2009). Cette espèce se distinguait également de l'étude de 2014 pour attirer de nombreux pollinisateurs (Rochaix, 2014). La végétation de cette bande est particulièrement **basse**, ce qui semble jouer notamment pour les bourdons (Carvell, 2002). Elle est également **non fauchée**, ce qui ne détruit pas les colonies nichant sur le sol, ni les ressources nectarifères. Egalement, très **peu de produits phytosanitaires** sont utilisés sur les parcelles proches, cela peut jouer sur les populations d'Hyménoptères.

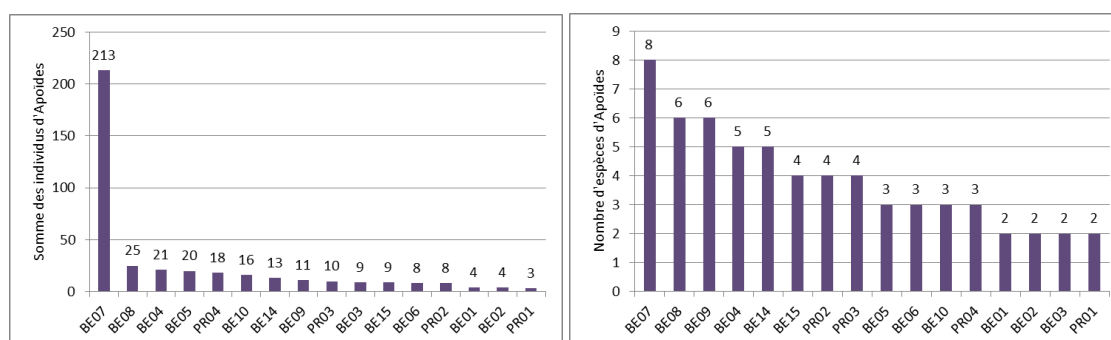
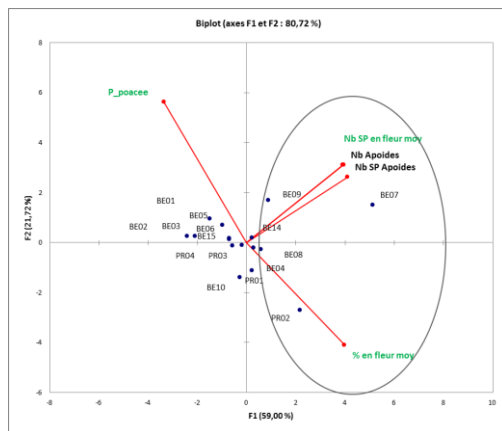


Figure 61 : Abondance et diversité spécifique des Apoïdes suivant les bandes enherbées et prairies

On n'observe pas de différences significatives dans la répartition des différents taxons d'Apoïdes entre les bandes enherbées et les prairies (d'après le test de Wilcoxon, Mann-Whitney, etc.). Il y a les mêmes espèces dominantes sur les deux types de zones, avec néanmoins quelques variations. Les *Bombus pascuorum* sont plus dominants sur les bandes enherbées et les *Bombus lapidarius* sur les prairies. Cela peut être dû pour ces derniers à leurs habitats préférentiels sous les pierres ou dans des mortiers des constructions anthropiques proches des prairies. Les prairies présentent tout de même moins de taxons (seulement 6 des 9 taxons d'Apoïdes recensés) que les bandes enherbées. Certains taxons n'y ont pas été inventoriés comme *Andrena sp.*, *Anthophora sp.*, *Nomada sp.*. Ces abeilles sauvages font principalement leur nid au sol et sont surement favorisées par des **conditions d'habitats intéressantes proches des bandes enherbées** : dans les cultures là où le sol est friable car travaillé régulièrement, ou sur les berges des canaux au soleil.

A partir d'une Analyse en Composantes Principales sur les abondances et diversités des espèces d'Apoïdes, croisées avec le recouvrement d'espèces nectarifères, le nombre d'espèces en fleurs et la

proportion de Poacées sur les zones d'étude(fig.62), on observe globalement que les zones avec un **fort recouvrement d'espèces nectarifères** (et donc une proportion de Poacées moindre) et avec une **plus grande diversité d'espèces en fleurs** coïncident bien avec les zones présentant des abondances



et la diversité des Apoïdes pollinisateurs sont grandes.

Figure 62 : Représentation des deux premiers axes factoriels de l'ACP sur les abondances et la diversité des Apoïdes avec le recouvrement d'espèces nectarifères, le nombre d'espèces en fleurs et la proportion des Poacées (annexe 6)

Pour voir si certaines espèces floristiques attirent préférentiellement les Apoïdes par rapport à d'autres, on réalise différentes ACP, croisant les abondances des espèces d'Apoïdes suivant les abondances des familles botaniques, les abondances des espèces mellifères ou nectarifères et les abondances des espèces floristiques de la Classe phyto-sociologique dominante 12.1. Les abondances des espèces d'Apoïdes semblent favorisées par la présence de Fabacées et de Rosacées. Certaines **espèces floricoles** sont **particulièrement attractives** pour les Apoïdes sur l'étude (fig.63) : ***Trifolium hybridum*** le trèfle hybride ayant des quantités de nectar intéressantes, ***Tripleurospermum inodorum*** la matricaire inodore riche en pollen, ***Ranunculus acris*** la renoncule âcre qui a d'importantes ressource de nectar et de pollen, ***Lampsana communis*** la Lampsane commune avec des quantités de nectar conséquentes, ***Achillea millefolium*** l'achillée millefeuille riche en ressources nectarifères (Amiaud et Plantureux,2009).

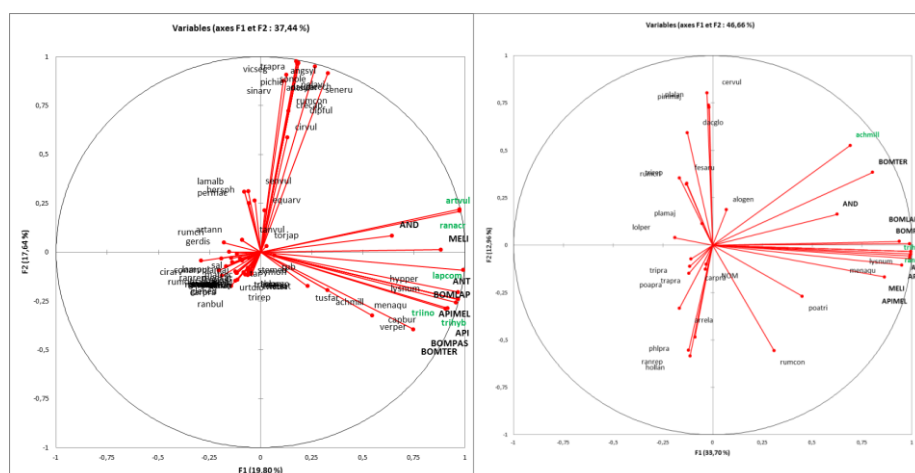


Figure 63 : ACP entre les abondances des espèces d'Apoïdes avec les abondances des espèces mellifères et nectarifères (gauche) et avec les abondances de espèce floristiques de la Classe dominante 12.1 (droite) (annexes 4 et 6)

Le cortège d'Apoïdes pollinisateurs des deux années d'étude comprend 20 taxons, dont les espèces dominantes communes. Certaines pratiques de gestion jouent sur l'abondance et la diversité de ce groupe d'insecte. Les colonies de Bourdons des champs, les Apoïdes les plus présents sur les bandes enherbées, souffrent de la fauche ou du broyage des bandes enherbées entre juin et juillet, car ils nichent souvent au sol au niveau des touffes d'herbe. L'emploi de **peu de produits phytosanitaires** est bénéfique pour les Apoïdes, ainsi que les **fauches tardives**, les **recouvrements** et les **diversités d'espèces nectarifères ou mellifères** sur les bandes enherbées, **l'hétérogénéité de la mosaïque paysagère** proche offrant des lieux de nidification (sol sablonneux au soleil, couvert herbacée, pierres, constructions, etc.), les **continuités floristiques dans le temps et dans l'espace**, etc.

Le réseau de bandes enherbées semble essentiel pour les Apoïdes leur apportant des habitats pour la nidification et l'hivernation, des corridors et des ressources nectarifères/mellifères dans la mosaïque agricole locale. Certaines espèces mellifères et nectarifères se distinguent sur cette étude, pour leur attractivité vis-à-vis de ces pollinisateurs : *Trifolium hybridum*, *Tripleurospermum inodorum*, *Ranunculus acris*, *Lamproloma communis*, *Achillea millefolium*. Mais, la flore de ce réseau pourrait être améliorée pour augmenter le recouvrement et la diversité d'espèces en fleurs, qui restent pauvres pour une majorité de bandes enherbées.

### 3.3.1.3. Les Syrphes

#### ▪ Cortèges de Syrphes des milieux prairiaux du Bas-Pays-de-Béthune

Les Syrphes sont des auxiliaires particulièrement intéressants dans la lutte biologique (Cf. 2.2.1.2.). Ils sont à la fois des pollinisateurs très actifs à l'état adulte et des prédateurs de grandes quantités de pucerons au stade larvaire pour une majorité d'espèces (Sarhou *et al.*, 2004 ; Collard *et al.*, 2014 ; Ronzon, 2006). Sur l'ensemble des bandes enherbées et des prairies de l'étude, **17 espèces de Syrphidés assez communes** ont été recensées (annexe 5) sur **117 individus prélevés** au moyen d'un piège à cornet par bande enherbée ou prairie. Ces pièges entomologiques d'interception restaient 5 jours complets ouverts sur les zones. Ils ont été enclenchés à trois reprises sur la durée de l'étude (Cf. 2.3.4.). On retrouve une majorité d'espèces aux larves prédatrices entomophages, principalement aphidiphages, consommatrices de pucerons (fig.64). Quelques-unes sont également phytophages ou microphages (Speight *et al.*, 2014 ; Sarhou *et al.*, 2010 ; Bellmann et Cuisin, 2000).

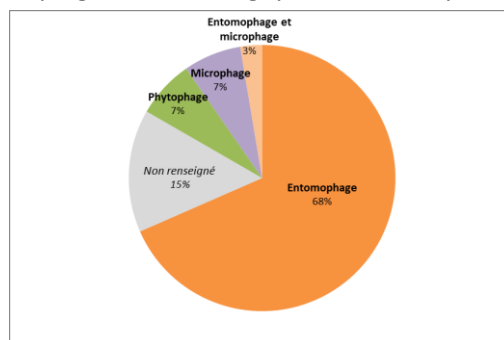
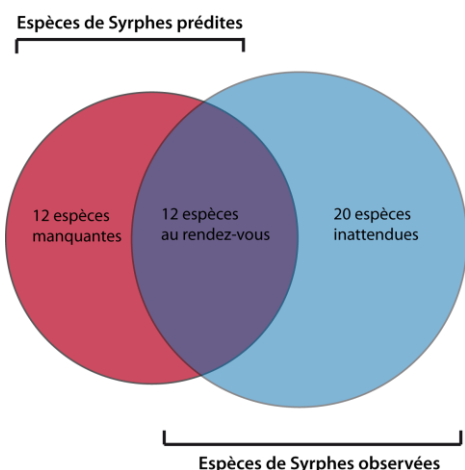


Figure 64 : Les régimes alimentaires des larves de Syrphes de l'étude

Les deux études ont relevé un ensemble de **32 espèces de Syrphidés sur les milieux agricoles du Bas-Pays-de-Béthune** entre 2014 et 2015. Cela représente **presque la moitié de la diversité de Syrphes présente dans le Nord-Pas-de-Calais** (70 espèces de Syrphes inventoriées dans le NPdC) d'après la base de données SYRFID vol.4 (Sarhou *et al.*, 2010). Par comparaison, une étude similaire menée en Zone Atelier Armorique en bocage dense et en zones plus ouvertes comptabilisait 22 espèces de Syrphes recensées sur les bandes enherbées (Bittebiere *et al.*, 2011). Les milieux de l'étude étant très anthropisés, ils permettent principalement la présence d'espèces généralistes ou spécialistes des milieux ouverts et humides très anthropisés. Egalement, 6 espèces inventoriées en 2015 n'ont pas été observées dans le Nord-Pas-de-Calais ou dans les départements limitrophes d'après la base de donnée SYRFID vol.4, mais cela ne veut pas dire qu'elle ne sont pas présentes sur le territoire, elle sont sûrement sous-observées (espèces concernées : *Eristalis similis* (Fallen, 1817), *Eumerus strigatus* (Fallen, 1817), *Platycheirus angustatus* (Zetterstedt, 1843), *Rhingia campestris* (Meigen, 1822), *Sphaerophoria rueppelli* (Wiedemann, 1830), *Volucella bombylans* (Linnaeus, 1758)).

En comparant le cortège de Syrphes observé sur les bandes enherbées et un cortège prédit, on affine l'analyse. La base de données européenne des Syrphidae, Syrph The Net (Speight *et al.*, 2006), permet de comparer le cortège observé avec le cortège prédit suivant le type d'habitat et la région géographique. D'après cette base de données, **24 espèces de Syrphes sont prédites** sur les couverts herbacés permanents en bord de champs, les parcelles de cultures de céréales et les fossés d'irrigation ou de drainage proches des cultures au nord de la France. En comparant ces espèces prédites aux **32 espèces observées** sur les deux années de l'étude, on peut distinguer trois types d'espèces (fig.65 et annexe 7) : les espèces au rendez-vous (prédites et observées), les espèces manquantes (prédites et non observées) et les espèces inattendues (observées mais non prédites). **12 espèces sont au rendez-vous** sur les 24 espèces prédites. Cela reflète une intégrité écologique moyenne, mais normale à assez bonne vis-à-vis de l'anthropisation importante de ces paysages

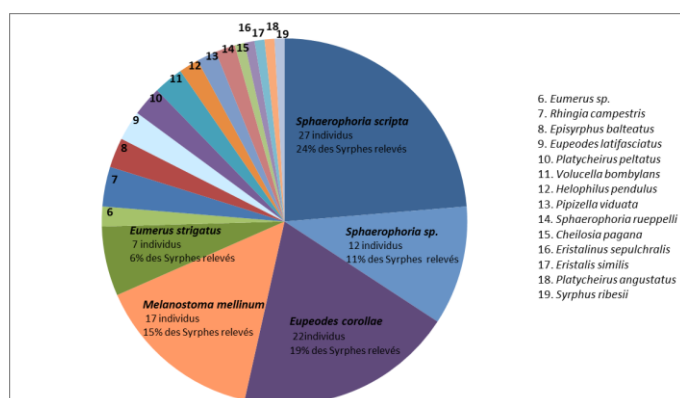


(périurbanisation, agriculture, fragmentation routière, etc.)(Sarhou *et al.*, 2013). **20 espèces sont inattendues** par rapport au cortège prédit. Cela s'explique car certaines espèces sont particulièrement liées à d'autres habitats ou activités proches des bandes enherbées. La moitié des espèces inattendues est associée à l'activité d'élevage car leurs larves se développent près du lisier ou des bouses de vaches (Speight *et al.*, 2014). L'activité d'élevage étant bien présente sur le Bas-Pays-de-Béthune, il n'est donc pas surprenant d'observer ces espèces. Les autres espèces inattendues sont particulièrement liées aux milieux humides (Speight *et al.*, 2014). Or, par endroit

le réseau de drainage proche des cultures comprend de riches milieux humides avec le développement d'une végétation associée intéressante pour la faune (roselière, ripisylve, etc.). Cela permet à ces espèces de Syrphes d'être présentes. **12 espèces sont manquantes** par rapport au cortège prédit. La majorité de ces espèces ont besoin d'un réseau bocager assez dense ou de forêts dans la mosaïque agricole (Speight *et al.*, 2014). Or, très peu de forêts sont présentes dans le Bas-Pays-de-Béthune, et les plaines agricoles n'ont pas de réseau bocager, ce qui explique l'absence de ces espèces. Egalement, certaines espèces absentes sont plutôt présentes sur des milieux sableux et secs (Speight *et al.*, 2014), ce qui n'est pas le cas des sites de l'étude caractérisés par des sols assez argileux, hydromorphes et lourds. Cette comparaison montre bien **l'utilité et l'intérêt de ce réseau de drainage, de bandes enherbées associées et de la mosaïque paysagère proche des cultures pour les Syrphes et la lutte biologique**. Les espèces manquantes liées à ces espaces agricoles peuvent être recrutées en **augmentant la présence des strates arborées et arbustives diversifiées** sur les exploitations dans la mosaïque agricole locale.

Figure 65 : Comparaison du cortège de Syrphes observé entre 2014-2015 et du cortège de Syrphes prédit grâce à Syrph The Net suivant les habitats des zones d'études (source : Speight *et al.*, 2006 ; Annexe 7)

Les **trois espèces de Syrphes dominantes** de l'étude de 2015 (fig.66), *Sphaerophoria scripta*



de 2015 (fig.66), *Sphaerophoria scripta* (Linnaeus, 1758), *Eupeodes corollae* (Fabricius, 1794) et *Melanostoma mellinum* (Linnaeus, 1758), sont toutes **caractéristiques des paysages ouverts assez anthropisés** comme les milieux agricoles, prairies, jardins, etc. Ce sont également des **espèces aphidiphages**, prédatrices de pucerons de diverses cultures, ce qui en fait de très bons auxiliaires de culture. Les bandes

enherbées sont insérées dans une mosaïque paysagère composée de parcelles de cultures, de prairies, jardins, zones urbanisées, forêts, cours d'eau, etc. Elles sont à une échelle plus fine, des écotones entre le milieu aquatique des canaux bordé de la ripisylve et les cultures. Cette mosaïque

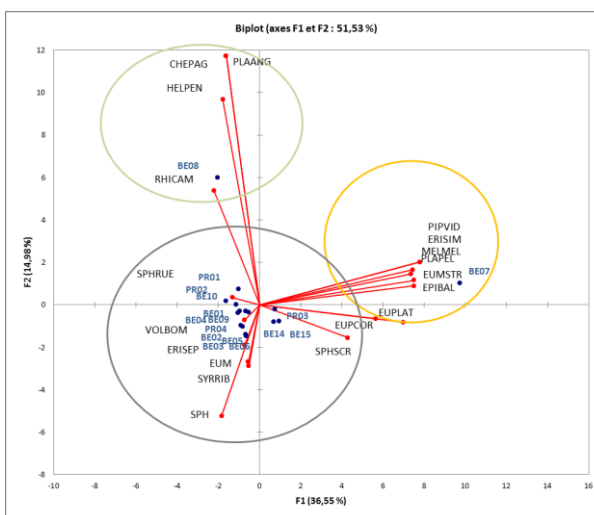


proche fait qu'on retrouve sur les zones d'étude, en majorité des espèces de Syrphes des milieux ouverts plus ou moins anthropisés, mais également des espèces spécialistes des milieux humides ou d'autres plus généralistes ayant divers habitats (forêts, milieux ouverts, zones humides...) et plus rarement des espèces plus forestières.

Figure 66 : Espèces des Syrphes inventoriées avec leurs abondances

Plus précisément à partir d'une Analyse en Composantes Principales (ACP) sur les effectifs des différentes espèces de Syrphes par zones, on observe **différents cortèges de Syrphes** caractéristiques (fig.67).

Figure 67: Représentation des deux premiers axes factoriels de l'ACP sur les effectifs des différentes espèces de Syrphes des zones d'étude (annexes 4 et 6)



Les espèces avec des **valeurs centrales** sur les **deux premiers axes de l'ACP** sont plutôt des **espèces généralistes** (Speight *et al.*, 2014 ; Bellmann et Cuisin, 2000), *Volucella bombylans* (Linnaeus, 1758) et *Syrphus ribesii* (Linnaeus, 1758), fréquentant une large diversité d'habitats, ou des **espèces spécialistes des milieux agricoles ouverts et anthropisés** qui sont caractéristiques des zones d'étude, comme *Eupeodes corollae* (Fabricius, 1794), *Sphaerophoria scripta* (Linnaeus, 1758) et *Sphaerophoria rueppelli* (Wiedemann, 1830). Ces espèces se retrouvent sur de nombreuses zones de l'étude.

Toutefois, certaines zones avec des associations d'espèces particulières se distinguent : Les **valeurs positives fortes de l'axe factoriel 1 de l'ACP** mettent en lumière des espèces de Syrphes, *Eristalis similis* (Fallen, 1817) et *Pipizella viduata* (Linnaeus, 1758), qui n'ont été inventoriées que sur la bande enherbée 07. Ces deux espèces fréquentent souvent les **milieux forestiers** (Speight *et al.*, 2014). Or, il y a une parcelle arborée contiguë à la BE07 qui pourrait expliquer leurs présences sur la zone.

Les **valeurs positives fortes de l'axe factoriel 2 de l'ACP** mettent également en évidence certaines espèces de Syrphes que l'on ne trouve que sur de rares bandes enherbées ou prairies de l'étude. Ce sont des **espèces assez spécialisées**. Elles sont pour certaines spécialistes des **milieux humides** (Speight *et al.*, 2014), comme *Platycyberus angustatus* (Zetterstedt, 1843) et *Helophilus pendulus* (Linnaeus, 1758), présentent sur la BE08 principalement ainsi que sur la BE10. La bande enherbée 08 possède un milieu humide de bonne qualité écologique par rapport aux autres de l'étude, avec une ripisylve composée de différentes strates, cela peut expliquer la présence des deux espèces. Une autre espèce spécialiste, *Cheilosia pagana* (Meigen, 1822), présente seulement sur la BE08 est affiliée à certaines **Apiacées** pour le développement de ses larves (Speight *et al.*, 2014). Enfin, les espèces *Helophilus pendulus* (Linnaeus, 1758) et *Rhingia campestris* (Meigen, 1822) présentent sur les BE08, PR1 et PR2 sont assez liées aux **activités d'élevage**, car leurs larves microphages et

coprophages se développent près des bouses de bovins ou du lisier (Speight *et al.*, 2014). Des troupeaux de bovins sont présents dans la mosaïque paysagère proche des trois zones expliquant la présence de ces espèces spécialistes.

### ■ Facteurs influençant les variations d'abondance et de diversité

Nous venons de voir que les cortèges de Syrphes dépendent beaucoup de la **mosaïque locale d'habitats**. Voyons quels autres facteurs peuvent influencer. A l'échelle des transects de l'étude, la bande enherbée BE07 est de loin la plus abondante en Syrphes et possède la diversité spécifique de Syrphes la plus importante (fig.68). Or, elle possède un profil de végétation atypique sur l'étude avec un fort recouvrement de *Trifolium hybridum* (Cf. 3.1.3.), une fabacée mellifère, qui semble très utile pour les pollinisateurs dont les Syrphes. Cette espèce se distinguait également de l'étude de 2014 pour attirer de nombreux pollinisateurs (Rochaix, 2014). La BE07 présente également le deuxième plus **fort recouvrement d'espèces nectarifères** dans le temps et la plus grande **diversité d'espèces en fleurs**, ce qui semble bénéfique pour les adultes de différentes espèces de Syrphes (Bittebiere *et al.*, 2011 ; Le Bris *et al.*, 2014 ; Petit *et al.*, 2011 ; Speight *et al.*, 2014). Il y a également une parcelle boisée à proximité, ce qui peut faire que certaines espèces plus forestières s'y trouvent. Egalement, la bande enherbée 07 a de loin les plus fortes abondances et diversités entomologiques de l'échantillon d'étude. Cela représente de plus grandes **diversité et abondance de proies** potentielles pour la majorité des larves de Syrphes entomophages. Enfin, les pratiques raisonnées de l'agriculteur de la bande enherbée favorisent les Syrphes : le **non labour** des cultures proches permet aux adultes de Syrphes en diapause hivernale dans le sol de passer l'hiver dans de bonnes conditions et la non ou **faible application d'insecticides** sur ces cultures favorisent également les Syrphidés par rapport aux autres zones de l'étude (Lhoste-drouineau, 2012).

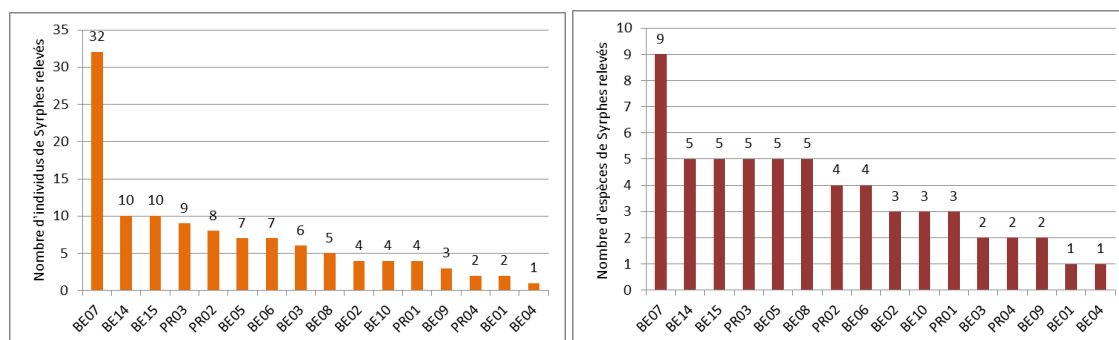


Figure 68 : L'abondance et la diversité spécifique des Syrphes sur chaque zone

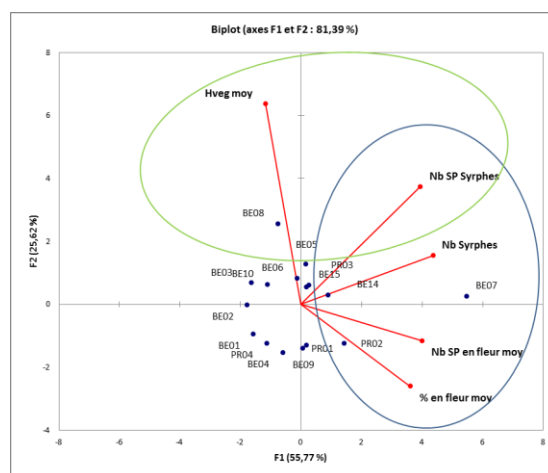
*A contrario*, la bande enherbée 01 présente une des plus faibles abondances et diversités spécifiques de Syrphes de l'échantillon d'étude (fig.68). Cela peut être dû au fait que cette bande enherbée a un très faible recouvrement d'espèces végétales nectarifères dû à un cortège pauvre dominé par une Poacée et par des broyages sans exportation en début juillet qui est la période la moins favorable de broyage pour les insectes floricoles (Le Bris *et al.*, 2014). Il y a également une très faible diversité entomologique et donc peu de proies potentielles.

On n'observe pas de différences significatives de répartition des différentes espèces de Syrphes entre les bandes enherbées et les prairies (d'après le test de Wilcoxon, Mann-Whitney, etc.). Il y a les mêmes espèces dominantes typiques des milieux ouverts agricoles dont *Sphaerophoria*

*scripta*, *Eupeodes corollae* et *Melanostoma mellinum*. Toutefois, **les bandes enherbées présentent une diversité de Syrphidés plus importante que les prairies**. Cela peut être dû à la **situation d'écotone des bandes enherbées** entre les cultures riches en proies potentielles, le couvert floristique permanent apportant quelques ressources nectarifères et d'autres milieux utiles pour certains Syrphes plus spécialisés : des prés d'élevage, des cours d'eau, des milieux boisés, etc. Mais, les bandes enherbées sont aussi des milieux moins stables, plus perturbés que les prairies et proches de monocultures, ce qui **attirent préférentiellement les ravageurs** qui sont des **proies** pour les Syrphes. Egalement, le réseau de bandes enherbées fournit aux Syrphes des **habitats pour l'hivernation**, des **corridors au sein de la mosaïque agricole** et des **ressources alimentaires** (Bittebiere *et al.*, 2011).

A partir d'une Analyse en Composantes Principales sur les abondances et diversités des espèces de Syrphes avec le recouvrement d'espèces nectarifères, le nombre d'espèces en fleurs et la hauteur de végétation moyenne des zones d'étude (fig.69), on observe globalement que les zones avec un **pourcentage de végétation nectarifère important** et avec une **plus grande diversité d'espèces en fleurs** coïncident assez bien avec les zones présentant des abondances et une diversité de Syrphes plus importantes. Le deuxième axe factoriel, révèle un facteur explicatif secondaire de la diversité et de l'abondance des Syrphes, qui est la **hauteur de la couverture floristique**.

Figure 69 : Représentation des deux premiers axes factoriels de l'ACP sur les abondances et la diversité des Syrphes avec le recouvrement d'espèces nectarifères, le nombre d'espèces en fleurs et la hauteur de végétation moyenne des zones d'étude



Pour confirmer les relations entre la présence des populations de Syrphes, l'abondance et la diversité de fleurs nectarifères, nous réalisons des tests de corrélation. Des relations linéaires positives significatives sont observées entre l'abondance des Syrphes et respectivement le pourcentage de recouvrement d'espèces nectarifères et la diversité d'espèces nectarifères. 24% de la variance de l'abondance des syrphes est expliquée par le pourcentage de recouvrement des espèces nectarifères sur les zones d'études ( $R^2=0,239$ ) et près de 40% de la variance de l'abondance des Syrphes est expliquée par le nombre d'espèces en fleurs (relation linéaire assez forte où  $R=0.616$  et  $R^2=0,380$  avec un risque d'erreur faible de 2%). Globalement **plus le pourcentage de recouvrements d'espèces nectarifères est important, plus il y a une diversité de fleurs et plus le nombre de Syrphes présents est important**. Effectivement, les Syrphes adultes visitent une diversité d'espèces nectarifères en fleurs avec des préférences pour certaines familles : Apiacée, Astéracées, Renonculacées, Brassicacées, Fabacées etc. (Bittebiere *et al.*, 2011 ; Le Bris *et al.*, 2014 ; Petit *et al.*, 2011 ; Speight *et al.*, 2014). Les espèces de Syrphes sur l'étude sont **peu spécialistes d'une espèce floristique particulière** pour leur ressource nectarifère (fig.70). En effet, pour voir si certaines espèces floristiques attirent préférentiellement les Syrphes, des ACP ont été réalisées croisant les abondances de syrphes suivant les abondances des espèces botaniques, des espèces nectarifères seulement ou des familles botaniques. Ces ACP sont peu discriminantes. Sur l'étude, on ne voit pas

certaines espèces nectarifères ou groupes d'espèces attirer plus les syrphes que d'autres. Ce résultat est ressorti également dans l'étude précédente (Rochaix, 2014). De plus, il a été prouvé qu'une plus grande diversité de ressources mellifères et nectarifères stimule les pontes des Syrphes, renforçant « l'efficacité » des espèces aphidiphages comme auxiliaires de culture (Lhoste-drouineau, 2012).

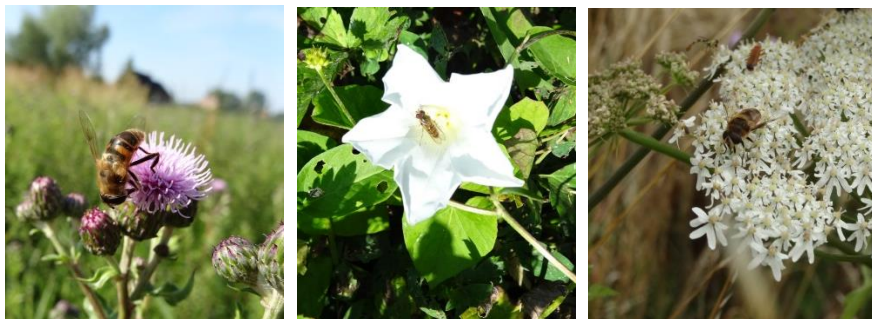


Figure 70 : Syrphes butinant une variété de fleurs : *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Heracleum sphondylium* (sources : Céline Foucart, 2015)

Il y a également une relation positive significative, entre la diversité spécifique des Syrphes et la diversité d'espèces nectarifères en fleurs ( $R=0,514$  et  $R^2=0,264$  avec un risque d'erreur de 5%). Pour les 26% de la variance de la diversité des Syrphes expliquée, **plus le nombre d'espèces mellifères en fleur est important sur une zone, plus la diversité spécifique des Syrphidés est importante.**

On retrouve les relations précédentes, à l'analyse plus fine session par session (fig.71). On remarque une majorité d'espèces de syrphes qui tend vers les zones avec un recouvrement nectarifère important et avec une plus grande diversité de fleurs. Egalement en deuxième facteur explicatif, on voit certaines espèces de syrphes qui tendent vers les zones possédant des hauteurs de végétation plus importantes, en complément d'un recouvrement nectarifère important et d'une diversité de fleurs. Ces relations s'observent bien pour les sessions 2 et 3 et moins pour la session 1. Mais sur cette première session peu d'individus de Syrphes ont été inventoriés, ce qui rend l'analyse difficile et peu significative.

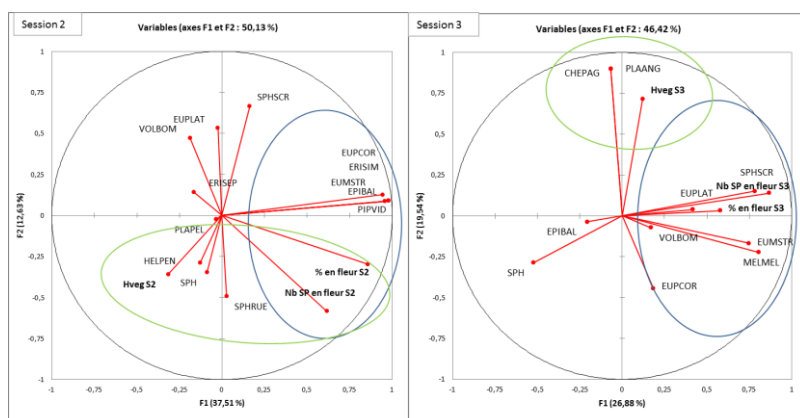


Figure 71: Représentation des deux premiers axes factoriels des ACP sur les abondances des espèces de Syrphes avec les recouvrement en fleurs, le nombre d'espèces nectarifères et la hauteur de végétation moyenne des zones d'étude des sessions 2 et 3

Les espèces de Syrphes présentes sur les bandes enherbées et prairies des milieux agricoles de l'étude sont en majorité des espèces aphidiphages (consommatrices de pucerons) typiques des milieux ouverts et humides assez anthropisés. D'autres espèces plus spécialisées sont liées aux caractéristiques particulières de la mosaïque paysagère locale : présences d'élevages bovins, d'îlots de forêts, etc.

Les diversités et abondances de ces auxiliaires de culture sont liées au recouvrement **d'espèces nectarifères**, à la **diversité de ces espèces en fleurs** pour les adultes, à la **disponibilité de proies** ou de **micro-habitats** nécessaires pour le développement des larves, à certaines pratiques culturales comme le non labour ou **labour superficiel** et l'application de **moins d'insecticides**, ainsi qu'à **l'hétérogénéité de la mosaïque paysagère** et des pratiques locales. Ces analyses confortent les résultats de précédentes études en milieux agricoles (Bittebiere *et al.*, 2011 ; Le Bris *et al.*, 2014 ; Petit *et al.*, 2011 ; Rochaix, 2014). Il ressort également qu'une **plus grande proportion de la strate arborée et arbustive** sur les paysages des exploitations permettrait d'agrandir le cortège possible des Syrphes sur ces milieux agricoles et donc d'améliorer la lutte biologique.

Les bandes enherbées semblent être des habitats très intéressants pour les Syrphes avec leur couvert floristique permanent et les proies présentes fournissant des réserves de nourriture, des corridors pour le déplacement, un habitat d'hivernation. Elles sont également en marge de différents milieux utiles pour leurs cycles de vie : cultures, prés avec pâturage, milieux humides, ripisylves, forêts, jardins, etc.

Nous avons abordé précédemment les facteurs influençant la présence des pollinisateurs comme les Papillons diurnes, les Apoïdes et les Syrphes. Ces derniers sont à la fois des pollinisateurs actifs et des prédateurs de ravageurs de culture. Voyons maintenant les autres taxons entomophages relevés : Carabes, Coccinelles, Chrysopes, Cantharides, micro-Hyménoptères.

### 3.3.2. Les prédateurs et parasitoïdes de ravageurs

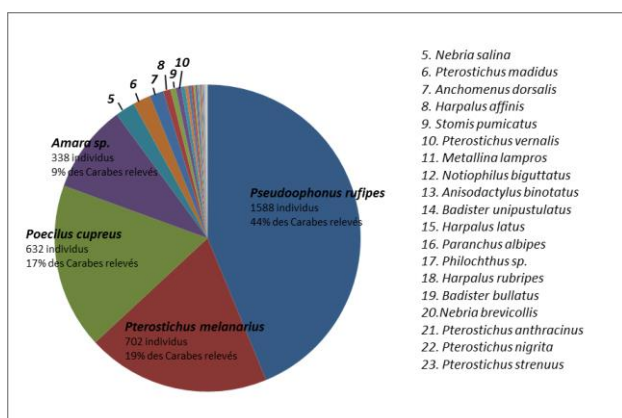
La **lutte biologique par conservation** est décrite comme une modification de l'environnement ou des pratiques existantes pour lutter contre les ravageurs de cultures phytophages ou contre les plantes adventices concurrençant les cultures. Elle permet de protéger et favoriser par exemple les populations de prédateurs et parasitoïdes des ravageurs, afin de maintenir les populations des ravageurs en dessous d'un seuil de nuisibilité (Gurr *et al.*, 2006). Une diversité de groupes biologiques et d'espèces est nécessaire pour avoir une complémentarité des régimes alimentaires et des périodes d'activités (Vasseur *et al.*, 2009). Promouvoir le contrôle biologique des ravageurs implique de comprendre quels facteurs influent sur les communautés d'auxiliaires de cultures. On se demande, quels types de couvert végétal et de gestion des bandes enherbées favorisent cette faune auxiliaire. C'est ce que nous allons chercher à mieux comprendre pour les groupes d'auxiliaires prédateurs des Carabes, des Syrphes (vue précédemment), des Coccinelles, Chrysopes, Cantharides, Punaises prédatrices, ainsi que pour les micro-Hyménoptères parasitoïdes présents sur les bandes enherbées.

#### 3.3.2.1. Les Carabes contrôlant ravageurs et adventices des cultures

##### ■ Diversité et abondance carabique

Les Carabes sont de précieux auxiliaires de cultures dans la lutte biologique car ils sont en majorité des prédateurs généralistes contrôlant un grand nombre de ravageurs de cultures (Cf. 2.2.) et car ils peuvent être présents en abondance au sein des cultures et dans la mosaïque d'habitats proches. Quelques espèces de Carabes sont granivores et permettent également le contrôle de certaines adventices de cultures (Roger, 2012 ; Lamerre et Verschwele, 2013 ).

Les Carabes représentent une grande part de la biodiversité et de l'abondance des auxiliaires de culture observés sur les sites de l'étude (Cf. 3.2.1.). Sur l'ensemble des transects et des trois mois de l'étude, **36 espèces de Carabes** (+ 7 autres dont les déterminations sont incertaines) ont été inventoriées (Cf. Annexe 5), comprenant **3 625 individus carabiques**. 23 espèces ont été relevées avec plus d'un individu (fig.72). Les espèces de Carabes présents sont pour la plupart des **espèces assez ubiquistes, généralistes de divers milieux ouverts de plaines agricoles** : cultures, bocage ouvert, friches, prairies, bandes enherbées. Cela représente **plus d'un quart des 165 espèces de Carabes déjà inventoriées dans les paysages agricoles du nord-ouest de la France** (Roger *et al.*, 2013). Les espèces d'ambiance forestière ou les espèces plus rares ne sont pas ou très peu présentes,



du fait du milieu d'étude assez anthropisé et présentant peu de boisements ou de réseau bocager dense (Roger, 2012). Précisons, que les individus du genre *Amara* n'ont pas été déterminés jusqu'à l'espèce car leur détermination nécessite une expertise importante. Ils représentent 9% des individus (335 individus), ce qui fait que la diversité spécifique réelle des Carabidés de l'étude serait plus importante.



Figure 72 : Espèces dominantes de Carabes inventoriés sur l'étude avec leurs abondances (23 espèces recensées avec plus d'un individu)

Trois principales espèces sont dominantes dans les milieux herbacés inventoriés : *Pseudoophonus rufipes* (De Geer, 1774), *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) et *Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1758) (figs. 72 et 73). Ces espèces dominantes sont présentes dans les mêmes proportions que dans la précédente étude de 2014 (Rochaix, 2014). Cette structure particulière du cortège Carabique est celle fréquemment rencontrée en paysage agricole assez intensif de polycultures et d'élevages (Roger, 2012 ; Loubère, 2008 ; Turpeau *et al.*, 2011) : avec *Pterostichus melanarius* et *Poecilus cupreus* comme espèces dominantes, et également des abondances importantes de *Pseudoophonus rufipes*, *Metallina lampros* et *Anchomenus dorsalis*, que l'on retrouve bien sur l'étude. La forte proportion de *Pseudoophonus rufipes* présente sur le territoire d'étude sur les deux années peut s'expliquer car ils sont très abondants en plaines agricoles (Roger *et al.*, 2013), ils connaissent de forts pics de populations au cours de la période estivale et ils se déplacent souvent en groupe de nombreux individus (Ephytia, 2015).



Figure 73 : *Poecilus cupreus*, une espèce dominante sur l'étude (source : [www.naturespot.org.uk](http://www.naturespot.org.uk))

Les abondances des populations de Carabes varient dans le temps (fig. 74), liées aux différentes phénologies des espèces présentes.

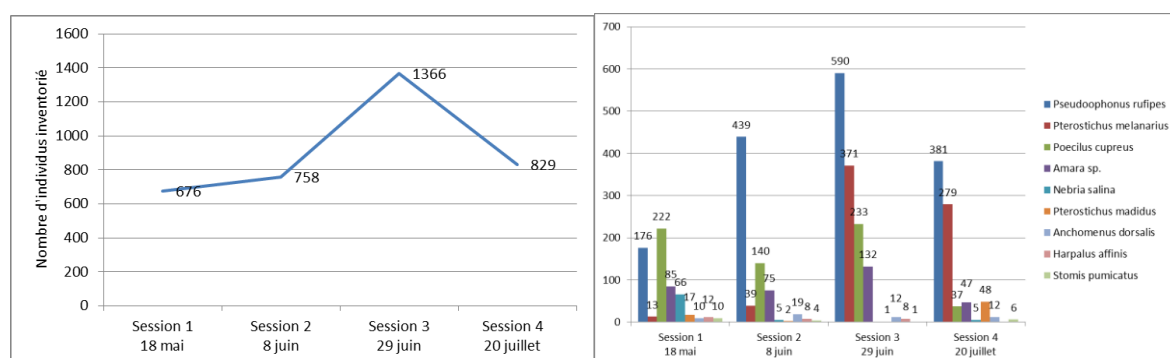


Figure 74 : Variation des abondances des Carabes capturés dans le temps et détail des variations d'abondances des espèces dominantes sur l'ensemble des zones d'étude

Par exemple, après la diapause hivernale, les adultes de *Pseudoophonus rufipes* et *Pterostichus melanarius* apparaissent au printemps. Leurs populations croissent ensuite jusqu'à la fin de l'été pour les premiers et fortement en début d'été pour les seconds (Ephytia, 2015 ; Roger, 2013), ce qui est bien visible de la session 1 à la session 3 (fig. 74). Les populations de *Poecilus cupreus* présentent deux pics d'abondance marqués, au printemps et à l'automne. La reproduction a lieu au printemps et les adultes disparaissent en juillet. Puis, en automne les larves se développent, et font remonter les effectifs de population (Loubère, 2008).

En étudiant plus finement les différents régimes alimentaires des espèces de Carabes présents, on observe que la **majorité des Carabes de l'étude sont des auxiliaires de cultures** à différents degrés (fig.75). Les proportions des Carabes de différents régimes alimentaires évoluent dans le temps avec toujours une forte dominance des espèces prédatrices ou à régime mixte (fig.).

Les **espèces prédatrices généralistes**, qui sont les plus présentes, sont de très efficaces auxiliaires de cultures en contrôlant des populations de divers ravageurs. La présence de ces Carabes sur les bandes enherbées assurent la protection du bord du champs et des cultures proches contre les espèces phytophages (Bittebiere *et al.*, 2011). Les **espèces à régime mixte** sont prédatrices de divers invertébrés et elles complètent leur régime alimentaire par la consommation de graines de certains végétaux, tout comme les **espèces purement phytophages**. Ces espèces granivores consomment préférentiellement des graines denses et riches en lipide comme celle d'adventices de cultures : Capselles bourses à pasteurs, Vulpin des champs, Chardon, Moutarde des champ (Trichard *et al.*, 2014). Le rôle des espèces de Carabes phytophages dans le contrôle de certaines adventices de culture envahissantes a été mis en lumière dans différentes études. En consommant les graines tombées au sol, les Carabes régulent la banque de graine d'adventices du sol et aident au contrôle les populations d'adventices (Lamerre et Verschwele, 2013 ; Petit, 2015). La quantification de l'efficacité de cette régulation reste encore à l'étude actuellement (INRA UMR Agroécologie à Dijon).

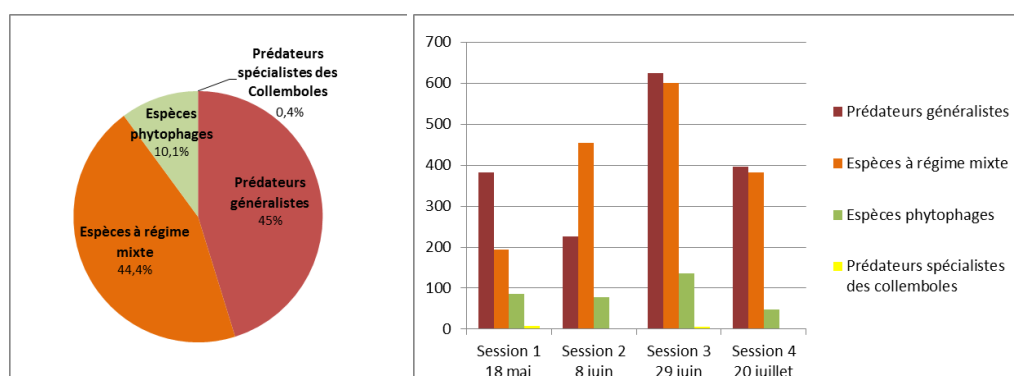


Figure 75 : Proportions des Carabes de l'étude suivant leurs régimes alimentaires, ainsi que leurs variations dans le temps

## ▪ Facteurs influençant les variations d'abondance et de diversité

Les **bandes enherbées** présentent une **diversité carabique plus importante** que les prairies de l'étude. Cette différence de diversité entre prairies et bandes enherbées est significative (d'après le test de Wilcoxon, Mann-Whitney, etc.). 33 espèces de Carabes ont été inventoriées sur les bandes enherbées, soit 92% des espèces de Carabes de l'étude. Alors que les prairies regroupent seulement 50% des espèces de Carabes de l'étude. Les cortèges carabiques sont un peu différents comme on le voit sur la figure suivante (fig.76).

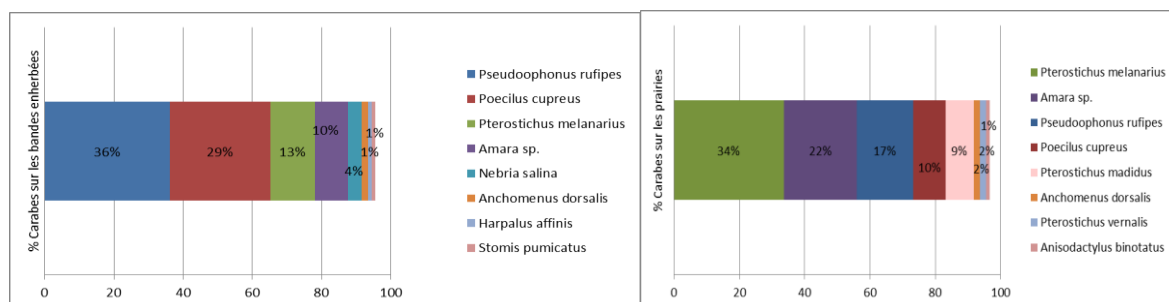
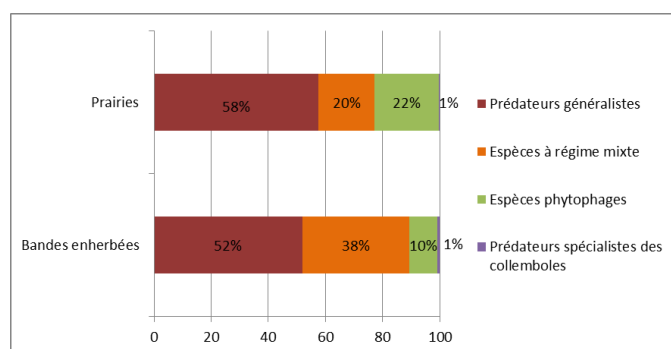


Figure 76 : Carabes dominants sur les bandes enherbées et les prairies

La plus grande diversité carabique des bandes enherbées peut s'expliquer par la **situation d'écotone** des bandes enherbées entre les cultures et le cours d'eau bordé de sa ripisylve. Cette situation de lisière amène potentiellement des **abondances et diversités de proies** plus intéressantes pour les Carabes prédateurs généralistes (Burel et Baudry, 1999). L'**hétérogénéité de la mosaïque paysagère** est importante pour le cycle de vie des Carabes des plaines de culture (Roger, 2012 ; Petit *et al.*, 2015). Egalement, en moyenne sur l'étude il y a une plus grande diversité floristique sur les bandes enherbées que sur les prairies (Cf.3.1.1.) et cela peut apporter une meilleure ressource alimentaire pour les Carabes granivores. Autrement, les prairies sont des écosystèmes plus stables, moins perturbées que les bordures de champs. Les **perturbations plus importantes** et les **monocultures** proches ont tendance à attirer plus de ravageurs qui sont des **masses de proies intéressantes pour les prédateurs carabiques**. Cette différence entre bandes enherbées et prairies peut aussi être pondérée du fait de la faible représentation des prairies dans l'échantillon d'étude (6 transects/24 transects) et donc de la moins grande pression d'inventaire sur celles-ci.



Malgré les différences de cortège carabique entre prairies et bandes enherbées, les proportions des différents régimes alimentaires et donc des différents type d'auxiliaires de cultures sont sensiblement semblables (fig.77)(d'après le test de Wilcoxon, Mann-Whitney, etc.).

Figure 77: Proportions des Carabes des prairies et des bandes enherbées suivant leurs régimes alimentaires

A l'échelle des transects de l'étude (fig.78), les cortèges carabiques comprennent entre 3 et 12 espèces, avec des abondances variant de quelques individus à 400 individus relevés. On observe de forts effectifs et diversités spécifiques de Carabes sur la bande enherbée BE15, la prairie PR01 et très peu d'individus et d'espèces de Carabes sur la BE06. Les bandes enherbées BE07 et BE08T1 présentent des diversités spécifiques carabiques des plus importantes de l'étude. Ces différences s'expliquent-elles à partir des caractéristiques du couvert végétal ?

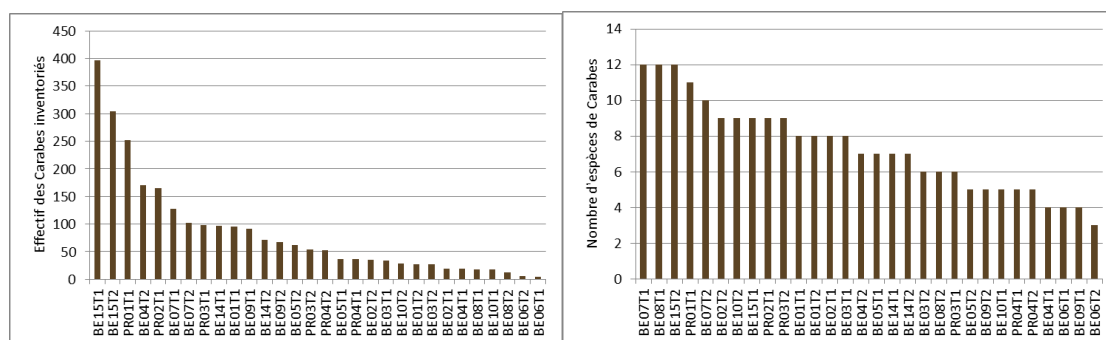


Figure 78 : L'abondance et la diversité spécifique des Carabes sur chaque transect

Des tests de corrélation et des analyses en composantes principales n'ont pas révélé de liens évidents et directs entre la diversité floristique d'un transect et le nombre d'espèces de Carabes présents. Une diversité végétale élevée n'est pas forcément synonyme d'une forte diversité carabique, tout comme le montrait l'étude de 2014 et d'autres études (Allart-Destreil, 2014 ; Rochaix, 2014). Une simple **couverture végétale** herbacée semble utile aux Carabes car elle offre des abris contre les prédateurs et contre les perturbations agricoles sur les parcelles, des lieux d'hivernage, un microclimat tempéré, les Carabes étant assez sensibles aux variations de leur environnement (Allart-Destreil, 2014 ; Petit *et al.*, 2015). Une majorité de Carabes sont des prédateurs généralistes, ce qui semble également important pour eux est la **présence de proies** (Fournier et Loreau, 2001). En effet, la BE15 a la plus forte abondance carabique, ainsi que la plus grande abondance entomologique de l'étude (Cf. 3.2.2.). L'**hétérogénéité de la mosaïque paysagère** proche est aussi essentielle pour les Carabes, comprenant aussi bien la diversité culturelle que la diversité d'éléments semi-naturels : bordures de champs, friches, haies, milieux humides, etc. (Roger, 2012). Des études montrent que les paysages plus hétérogènes possèdent des cortèges carabiques plus diversifiés et notamment les paysages avec des proportions plus fortes **d'habitats semi-naturels et de bordures de champs** (Petit *et al.*, 2015). Sur cette étude, BE08 a une grande diversité d'habitats proches par rapports aux autres zones d'études (Cf. 3.2.2), ce qui pourrait expliquer la forte diversité carabique présente. L'observatoire des Carabes auxiliaires sur la Zone Atelier Armorique de l'INRA a montré que les adultes de *Pterostichus melanarius*, une des espèces très abondante en plaine agricole, utilisent plutôt les cultures en été pour se nourrir, en fin d'été pour se reproduire, et les bords de champs en hivers pour hiberner. Les larves passent l'hiver dans les 15 premiers centimètre du sol des cultures (Vasseur *et al.*, 2009). D'autres espèces utilisent les parcelles cultivées seulement ponctuellement, lorsque les cultures sont développées. La présence des Carabes sur les différents habitats dépend des traits biologiques et des phénologies différentes suivant les espèces (Petit *et al.*, 2015). Ces recherches ont aussi mis en évidence la **colonisation des champs** par les Carabes **depuis les bandes enherbées adjacentes** et les échanges de populations entre les parcelles. Cela montre que les Carabes des plaines de cultures sont assez mobiles et utilisent la diversité de la mosaïque

paysagère proche pour leur cycle de vie (Bittebiere *et al.*, 2011). Ils se déplacent au cours de leurs périodes d'activité sur plusieurs centaines de mètres pour les Carabes aptères et jusqu'à plusieurs kilomètres pour les espèces avec des ailes fonctionnelles (Petit *et al.*, 2015).

Certaines pratiques agricoles sont connues pour favoriser l'abondance et la diversité carabique comme l'utilisation de **moins d'insecticides** et le **non-labour** ou le **travail superficiel du sol**, qui réduit fortement la perte des larves de Carabes enterrées dans le sol des cultures (Collard *et al.*, 2014 ; Rochaix, 2014 ; Vasseur *et al.*, 2009 ; Diwo Allain et Bout, 2004). Des **parcelles moins grandes** (<15ha) sont plus propices à la présence et l'abondance de Carabes jusqu'aux secteurs centraux des cultures (Collard *et al.*, 2014 ; Diwo Allain *et al.*, 2004). Egalement, la **multiplicité de zones à couvert herbacé permanent proches des cultures** comme les bandes enherbées, prairies permanentes ou friches font office de zones refuges pour les Carabidés et permettent d'augmenter les effectifs de Carabes sur le paysage de l'exploitation (Petit *et al.*, 2011), ce qui augmente la régulation des ravageurs sur les cultures adjacentes (Collard *et al.*, 2014). La diversité végétale peut être un facteur indirecte pour l'abondance et la diversité des carabes : en attirant une plus grande diversité entomologique de proies potentielles pour les Carabes prédateurs et en diversifiant la ressource alimentaires des quelques espèces granivores. En effet, la BE07 ayant une des plus fortes diversités de Carabes est contiguë à une parcelle non labourée et sans insecticides. Cette bande enherbée est aussi non fauchée assurant un couvert permanent aux Carabes. Egalement, cette bande enherbée présente de très grandes abondances et diversités entomologique et floristique, ce qui apporte des ressources de proies et de végétaux potentiellement intéressantes.

#### ▪ **Dynamique interannuelle des communautés de Carabes**

Globalement les études de 2014 et de 2015 présentent les mêmes espèces dominantes de Carabes dans des proportions similaires. Pour étudier plus finement les variations des populations entre ces deux années, on compare les espèces présentes et leurs abondances sur trois bandes enherbées :

- **Bande enherbée A** : bande enherbée proche de la rue du Breux à Lestrem (62)  
correspondant aux bandes enherbées : BE11 de l'étude de 2014 (comprenant 6 transects composés chacun de 6 pièges Barber) et BE11 de l'étude de 2015 (comprenant 2 transects composés chacun de 6 pièges Barber).
- **Bande enherbée B** : bande enherbée proche de la rue Victor Genel à Locon (62)  
correspondant aux transects : BE06 de l'étude de 2014 (comprenant 6 transects composés chacun de 6 pièges Barber) et BE12 de l'étude de 2015 (comprenant 2 transects composés chacun de 6 pièges Barber).
- **Bande enherbée C** : bande enherbée proche de la rue du Bas Chemin Sud à Locon (62)  
correspondant aux transects : BE07 de l'étude de 2014 (comprenant 4 transects composés chacun de 6 pièges Barber) et BE13 de l'étude de 2015 (comprenant 2 transects composés chacun de 6 pièges Barber).

Ces trois bandes enherbées sont proches d'une parcelle cultivée avec du blé en 2014 et 2015. L'influence des rotations de culture n'a donc pas pu être observée.

# • Evolution des populations de Carabes sur la bande enherbée A

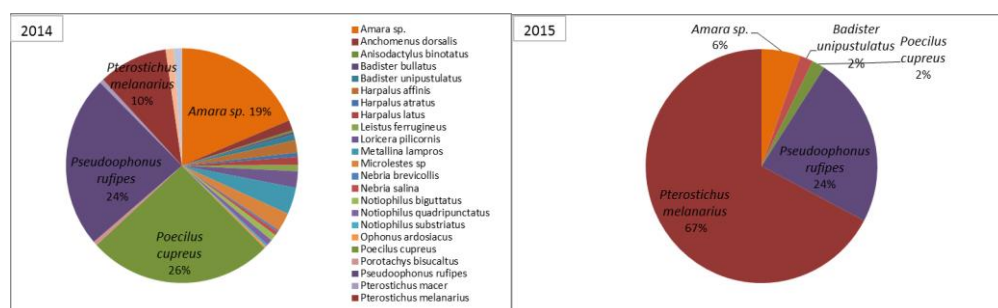


Figure 79 : Comparaison du cortège carabique de la bande enherbée A entre 2014 et 2015

Sur la bande enherbée A, on observe une diversité spécifique des Carabes en baisse entre 2014 et 2015. L'inventaire de 2014 recensait 25 espèces carabiques différentes et en 2015 5 espèces différentes sont recensées (fig.79). En 2014, les espèces de Carabes dominants étaient des *Poecilus cupreus*, *Amara sp.*, *Pseudoophonus rufipes* et en moindre mesure des *Pterostichus melanarius*, alors qu'en 2015 on observe une grande dominance des *Pterostichus melanarius* (taux de variation de +600%), et une proportion de *Pseudoophonus rufipes* équivalente à l'année précédente. Les *Amara sp.* et les *Poecilus cupreus* voient leurs proportions sur la bande enherbée diminuées (taux de variation de -71% et de -93%) (fig.80). Cette différence des distributions des espèces de Carabes entre 2014 et 2015 est significative (d'après le test de Wilcoxon, Mann-Whitney, etc.).

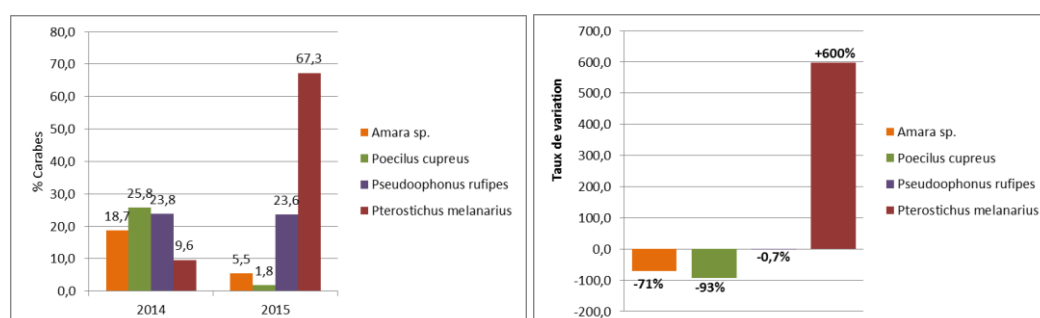


Figure 80 : Abondance des espèces de Carabes dominants (en %) sur la bande enherbée A et variations des abondances entre 2014 et 2015



- Evolution des populations de Carabes sur la bande enherbée B

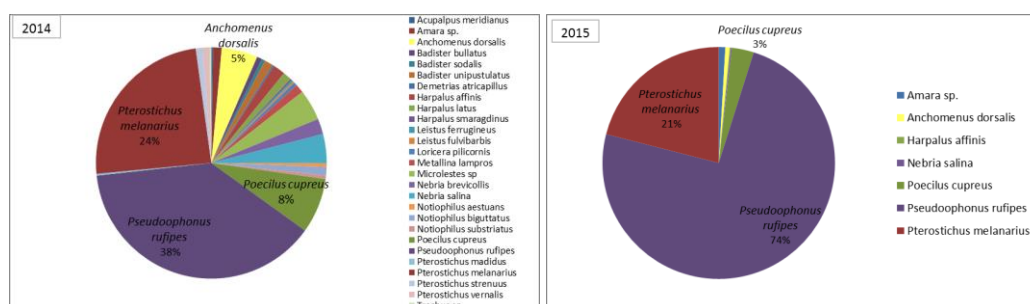


Figure 81 : Comparaison du cortège carabique de la bande enherbée B entre 2014 et 2015

Sur la bande enherbée B, on observe une diversité spécifique des Carabes en baisse entre 2014 et 2015. L'inventaire de 2014 recensait 27 espèces carabiques différentes et en 2015 7 espèces différentes sont recensées (fig.81). Sur les deux années, les espèces de Carabes dominants sont *Pseudoophonus rufipes* et *Pterostichus melanarius*. En 2015 on observe une augmentation des proportions de *Pseudoophonus rufipes* (taux de variation de +94%), et une diminution des populations de *Poecilus cupreus* et de *Pterostichus melanarius* (taux de variation de -61% et de -13.7%) (fig.82). Cette différence des distributions des espèces de Carabes entre 2014 et 2015 est significative (d'après le test de Wilcoxon, Mann-Whitney, etc.).

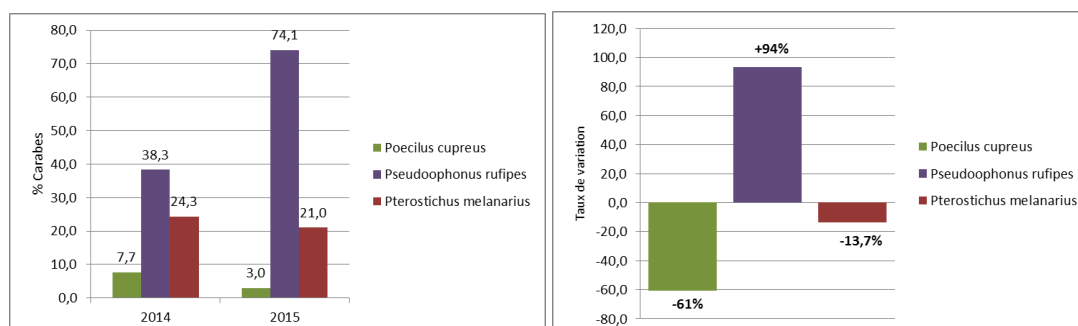


Figure 82 : Abondance des espèces de Carabes dominants (en %) sur la bande enherbée B et variations des abondances entre 2014 et 2015

- Evolution des populations de Carabes sur la bande enherbée C

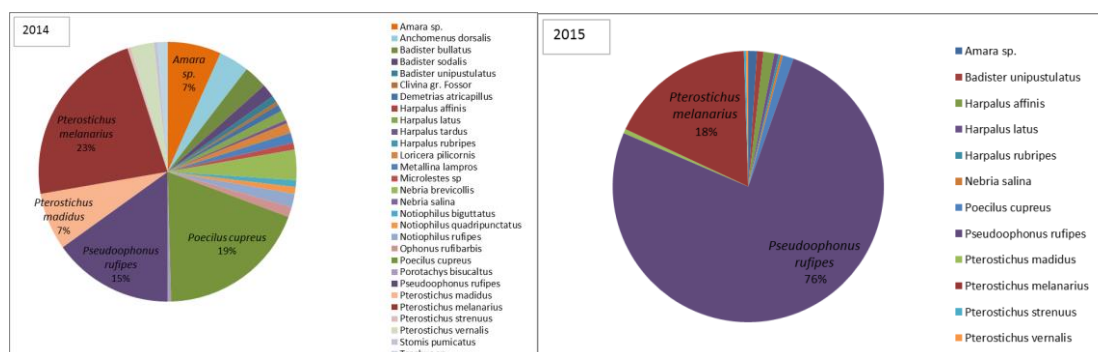


Figure 83 : Comparaison du cortège carabique de la bande enherbée C entre 2014 et 2015

Sur la bande enherbée C, on observe une diversité spécifique des Carabes également en baisse entre 2014 et 2015. L'inventaire de 2014 recensait 26 espèces carabiques différentes et en 2015 12 espèces différentes sont recensées (fig.83). La différence des distributions des espèces de Carabes entre 2014 et 2015 est significative (d'après le test de Wilcoxon, Mann-Whitney, etc.). Sur les deux années, les espèces de Carabes dominants varient. En 2014 on a divers espèces co-dominantes : *Poecilus cupreus*, *Pterostichus melanarius*, *Pseudoophonus rufipes* et en moindre mesure *Pterostichus madidus* et *Amara* sp. En 2015, on observe une forte dominance et une augmentation des abondances des *Pseudoophonus rufipes* avec un taux de variation de +403% entre 2014 et 2015 et une proportion de *Pterostichus melanarius* qui se maintient par rapport à 2014. Les abondances des autres espèces dominantes en 2014 sont en forte diminution en 2015 (fig.84).

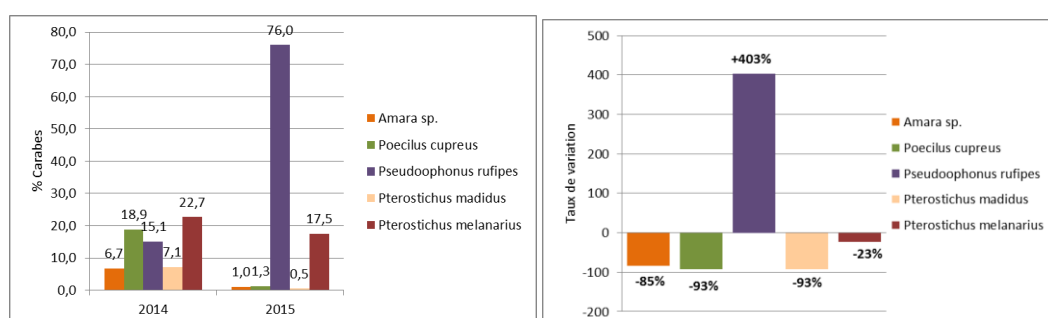


Figure 84 : Abondance des espèces de Carabes dominants (en %) sur la bande enherbée C et variations des abondances entre 2014 et 2015

Sur les trois bandes enherbées étudiées, **entre 2014 et 2015** on observe une **diminution du nombre d'espèces recensées**. Des **fortes variations dans les abondances** sont également observées suivant les bandes enherbées et suivant les espèces. Notamment, de fortes hausses des populations de *Pterostichus melanarius* et de *Pseudoophonus rufipes* suivant les bandes enherbées ont été enregistrées entre les deux années, ces deux espèces étant très communes et généralistes dans les plaines de cultures. Ces variations ne sont pas toujours faciles à expliquer, bien que l'on sache que les carabes sont sensibles aux conditions d'humidité, de températures, aux types de culture, travaux du sol, etc. (Allart-Destreil, 2014 ; Roger, 2012). Ces variations interannuelles de populations, dépendent aussi beaucoup des **échanges d'individus entre les parcelles et les bords de champs dans la mosaïque agricole** proche pour ces espèces très mobiles (Vasseur *et al.*, 2009).

Les Carabes des bandes enherbées sont en grande majorité des prédateurs généralistes notamment de nombreux ravageurs de culture. Quelques espèces sont également phytophages et permettent de contrôler certaines adventices de cultures. Cela en fait d'importants auxiliaires de cultures.

Les espèces relevées sont typiques des milieux ouverts assez anthropisés des plaines agricoles. Les **bandes enherbées semblent être des habitats favorables pour les Carabes**. En effet, la diversité carabique est plus forte sur les bandes enherbées que sur les prairies. Les bandes enherbées, étant en marge de différents milieux et proches des cultures riches en proies, elles apportent aux Carabes des zones refuges, des ressources alimentaires et facilite la colonisation des Carabidés dans les parcelles culturales au sein de la mosaïque paysagère agricole.

Les facteurs semblant influencer sur l'abondance et la diversité des Carabes sont divers. La présence d'une **diversité et d'une abondance de proies** et d'un **couvert végétal** sont importants. Les **conditions écologiques locales** sont aussi des paramètres pour expliquer les variations de population.

Mais, des éléments de gestion apparaissent déterminants pour l'établissement d'une population importante et diversifiée de Carabes. Les leviers agronomiques sont par exemple la **pratique du non-labour ou un travail superficiel du sol**, qui permet aux larves du sol de survivre et de se développer, l'emploi de **moins d'insecticide**, des **tailles de parcelles plus petites** ainsi que **l'hétérogénéité de la mosaïque paysagère des exploitations** (avec la multiplicité de couverts herbacés permanents de différentes sortes, diversité d'habitats semi naturel, etc.) qui est importante pour le cycle de vie des Carabes. La diversité végétale ne présente pas de lien évident avec la diversité carabique, mais de manière indirecte la diversité végétale peut attirer une plus grande diversité entomologique de proies potentielles pour les Carabes prédateurs et diversifier la ressource alimentaire des quelques espèces granivores.

### 3.3.2.2. Les Syrphes

Vues précédemment (Cf. 3.3.1.3.)

### 3.3.2.3. Les micro-Hyménoptères parasitoïdes

Une grande partie des micro-Hyménoptères sont des parasitoïdes pondant leurs œufs sur ou dans un autre arthropode qui est tué par le développement du parasitoïde. Ces parasitoïdes ont des fertilités élevées, plusieurs générations sur une année et **parasitent divers ravageurs phytophages**, les rendant très importants dans la lutte biologique (Bourbonnais, 2012 ; Ronzon, 2006 ; Volkoff, 2013).

Avec le nouveau protocole de piégeage passif (pièges à cornet) mis au point cette année pour mieux inventorier les Syrphes, nous nous sommes rendu compte de l'abondance de micro-Hyménoptères interceptés par ce dispositif (fig.85). Sachant qu'une partie des micro-Hyménoptères sont de très bons auxiliaires dans les plaines de cultures, nous avons entrepris de manière



exploratoire d'inventorier les micro-Hyménoptères relevés dans les pièges à cornet sur une session, du 10 au 15 juillet. Cet inventaire n'étant pas prévu initialement et l'identification d'individus très petits et très nombreux étant très chronophage, nous n'avons pas eu le temps nécessaire pour les inventorier sur l'ensemble des trois sessions. L'analyse statistique des facteurs influençant leur présence ou leur diversité n'a donc pas été menée.

Figure 85 : Micro-Hyménoptère de la famille des Braconidae (source : Bart Hanssens, [www.cebe.be](http://www.cebe.be))

La détermination s'est effectuée jusqu'aux familles, ne disposant pas de clés de détermination fiables pour aller jusqu'aux genres ou aux espèces. Mais la connaissance des différentes familles présentes suffit déjà pour différencier les familles d'auxiliaires de cultures. Sur 7 familles de micro-Hyménoptères interceptées sur cinq jours totalisant plus de **500 individus**, 3 familles comprennent des auxiliaires de cultures : les **Trichogrammatidae**, **Braconidae** et **Ichneumonidae** (Chamont, 2014). Or, ces trois familles sont les plus abondantes des familles de micro-Hyménoptères relevées sur l'ensemble des zones d'étude (fig.86). Elles représentent près de 90% des abondances de micro-Hyménoptères piégés.

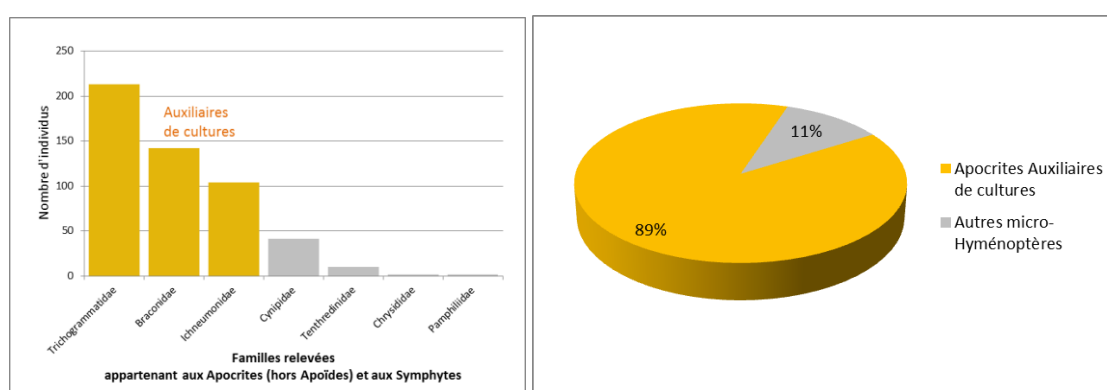


Figure 86: familles des micro-Hyménoptères inventoriées et part des auxiliaires de culture

Ces trois familles d'auxiliaires de culture appartiennent au sous-ordre des Apocrites. La famille des Braconidae regroupe des espèces parasitoïdes de moins de 15mm (fig.85). Elles peuvent parasiter une diversité de ravageurs phytophages comme des charançons, hannetons, pucerons, Lépidoptères, à tous leurs stades de développement (œuf à adulte). Les espèces d'Ichneumonidae sont presque

toutes parasitoïdes. Elles sont un peu plus grandes que les Braconidae et parasitent des chenilles de Lépidoptères, des pucerons, des Coléoptères, etc. Les Trichogrammatidae sont de très petits Hyménoptères parasitoïdes de certains Lépidoptères, Hémiptères et Coléoptères phytophages (Bourdonnais, 2012). Ils sont de redoutables parasitoïdes notamment utilisés en lutte biologique sur les cultures de maïs contre la pyrale du maïs.

On observe des disparités de répartition suivant ces trois familles auxiliaires et suivant les bandes enherbées ou prairies de l'étude (fig.87). Les facteurs des variations seraient à étudier plus précisément. On remarque tout de même une **plus grande abondance de ces parasitoïdes sur les bandes enherbées** que sur les prairies. Tout comme les Carabes et les Syrphes prédateurs, la présence des micro-Hyménoptères dépend sûrement de **l'abondance des proies** (Coléoptères, Lépidoptères, Hétéroptères, pucerons, etc.). En effet, les bandes enherbées sont des milieux moins stables, plus perturbés que les prairies et proches de monocultures, ce qui attire préférentiellement les ravageurs qui sont des proies pour les parasitoïdes. La présence de **ressources nectarifères** joue également pour les populations adultes. Des études montrent de très fortes abondances de micro-Hyménoptères auprès des espèces fleuries comme l'achillée millefeuille, la phacélie, le lotier corniculé, le fenouil, le bleuet ou d'autres mélanges fleuris (Petit *et al.*, 2011 ; Francis *et al.*, 2004 ; Lambion *et al.*, 2009).

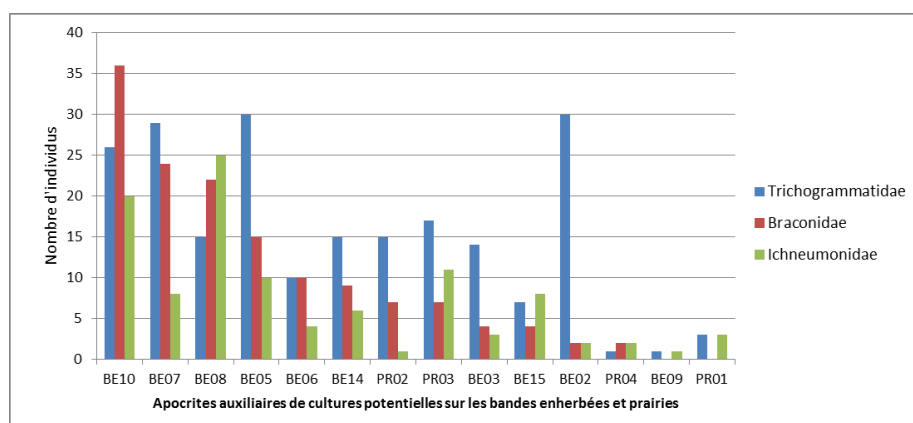


Figure 87 : variations des abondances de 3 familles de micro-Hyménoptères auxiliaires de culture sur les bandes enherbées et prairies de l'étude du 10 au 15 juillet (sans les BE01 et BE04, car les pièges à cornet concernés étaient défectueux à ces dates)

On observe des **abondances très importantes de micro-Hyménoptères parasitoïdes de ravageurs de cultures sur les bandes enherbées**, tout comme dans des milieux similaires sur d'autres études (Petit *et al.*, 2011 ; Francis *et al.*, 2004). Les **abondances des proies** et des **ressources nectarifères ou mellifères** semblent les attirer. La diversification des bandes enherbées, avec des proportions plus importantes de différentes familles de plantes à fleurs est utile pour les favoriser.

Cela confirme le rôle important d'auxiliaires de culture de ces parasitoïdes et montre l'intérêt de continuer à inventorier ces taxons sur des milieux agricoles divers ainsi que de chercher ce qui les favorise pour la lutte biologique par conservation. Le monde de la recherche étudie plusieurs taxons de micro-Hyménoptères notamment des familles des Ichneumonidae, Braconidae et Trichogrammatidae (Volkoff, 2013).

### 3.3.2.4. Les autres taxons utiles

D'autres taxons de prédateurs entomophages ont été inventoriés sur les bandes enherbées. Les analyses statistiques sur les facteurs les influençant n'ont pas été menées par manque de temps et pour certains taxons à cause d'effectifs trop réduits pour de telles analyses.

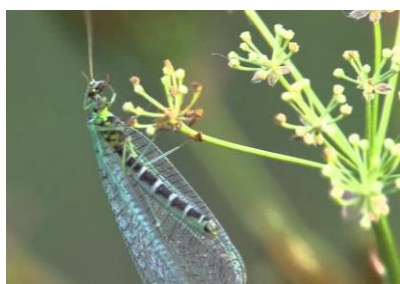


Des Coléoptères auxiliaires de culture autres que les Carabes ont été inventoriés sur les bandes enherbées de l'étude, comme les coccinelles et les cantharides. Les **coccinelles** inventoriées sont parmi les coccinelles aphidiphages les plus communes notamment dans le Nord-Pas-de-Calais (Fredon, 2001) : *Coccinella septempunctata* (Linnaeus, 1758) la coccinelle à 7 points (fig.88), *Propylea quatuordecimpunctata* (Linnaeus, 1758) la coccinelle à damier et *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) la coccinelle asiatique. La coccinelle à sept points, la plus présente sur l'étude, consomme près de 60 pucerons par jour (Fredon, 2001). Celle-ci et la coccinelle à damier affectionnent une végétation basse inférieure à 50cm pour la première et entre 50cm et 2m pour la seconde (Fredon, 2001). La coccinelle asiatique peut être présente dans une diversité de milieux, herbacés à arborés. Cela peut expliquer leurs présences dans le couvert des bandes enherbées. Les **Cantharides** sont aussi des prédateurs de différents arthropodes ravageurs. 7 espèces communes de Cantharides ont été inventoriées sur les bandes enherbées (annexe 5), dont les plus abondantes sont *Rhagozycha fulva* (Scopoli, 1763) (fig.88), *Cantharis livida* (Linnaeus, 1758) et *Cantharis rustica* (Fallen, 1807). La présence d'un couvert herbacé comprenant des Poacées et des espèces fleuries, notamment des Apiacées, semble les favoriser (Ronzon, 2006). Les fauches entre juin et août leurs sont défavorables.



Figures 88 : *Coccinella septempunctata* (Gauche) et *Rhagozycha fulva* (droite), des prédateurs entomophages, sur des fleurs des bandes enherbées (source : Céline Foucart, 2015)

On observe de très faibles diversité et abondance de **chrysopes**, comme dans d'autres études en plaines agricoles (Mignon *et al.*, 2003). On dénombre sur l'étude deux espèces de chrysopes aux larves prédatrices de divers insectes : *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) la chrysope verte et *Chrysopa perla* (Linnaeus, 1758) appelée la chrysope perlée ou lion des pucerons (fig.89). Les adultes et larves de la chrysope perlée consomment des insectes alors que seulement les larves des chrysopes vertes en consomment. La présence des Chrysopes dépend de la disponibilité des proies mais également de la présence de couverts fleuris et d'habitats préférentiels des adultes dans la mosaïque paysagère proche (Mignon *et al.*, 2003). L'adulte de ces deux espèces fréquente plutôt les



bois de feuillus, vergers, haies, jardins arborés. La chrysope perlée a été principalement observée sur la bande enherbée 08, qui présente un mosaïque paysagère proche assez variée avec différentes strates arborées et arbustives qui sont peu présentes autour des autres zones d'étude. Egalement, les chrysopes vertes et particulièrement leurs larves sont sensibles aux produits phytosanitaires.



Figure 89 : La chrysope perlée (source : [www.actaplantarum.org](http://www.actaplantarum.org) )

Parmi les espèces de **punaises** relevées, certaines sont des prédatrices auxiliaires de culture potentiels comme *Orius niger* (Wolff, 1811) de la famille des Anthocoridae, ainsi que *Deraeocoris ruber* (Linnaeus, 1758) et *Deraeocoris scutellaris* (Fabricius, 1794) de la famille des Miridae. Les individus d'*Orius niger* sont communs des couverts végétaux bas et sont des prédateurs polyphages d'acariens, de pucerons et de thrips sur de nombreuses cultures (Conseil, 2005). *Deraeocoris ruber* affectionne une diversité de plantes dont les orties et *Deraeocoris scutellaris* est présent dans divers habitats, notamment en habitat prairial.

Enfin, les **araignées** piégées dans les pièges Barber ont été conservées pour le Groupe Araignée du GON (Cf. glossaire) qui les identifiera dans les mois suivants. Cela permet d'améliorer les connaissances sur les arachnides du territoire. Par exemple, sur l'étude de 2014 pour un relevé de pièges Barber en juin, 70 espèces ont été inventoriées parmi 4 210 individus d'araignées. Ces espèces sont des prédatrices entomophages généralistes efficaces, dont le rôle d'auxiliaire de culture est encore sous étudié. Des recherches ont montré le rôle des araignées en vergers pour la prédation précoce et le contrôle des colonies de pucerons (Boreau de Roince, 2012). Aux vues des grandes abondances relevées sur les bandes enherbées et de leur régime alimentaire polyphages, les araignées participent sûrement de manière active au contrôle des ravageurs sur les cultures. Il serait bénéfique de plus s'intéresser à ces taxons dans le cadre de la lutte biologique par conservation.

D'autres taxons de prédateurs entomophages sont de précieux auxiliaires de cultures et ont été relevés sur les bandes enherbées, comme les Cantharides, Coccinelles, Chrysopes, Punaises prédatrices et Araignées.

Ces taxons sont favorisés par **l'abondance de leurs proies**, et par d'autres facteurs. Les cantharides et les chrysopes sont favorisées par un **couvert fleuri**, utilisant aussi la ressource de nectar et de pollen aux stades adultes. Les cantharides, bien présentes en milieux herbacés, sont notamment favorisées par la présence des Apiacées et par une **fauche en dehors de la période estivale** (avant juin ou en septembre). La **diversité de la mosaïque paysagère** proche dans l'exploitation (différentes strates, habitats) est très utile pour les punaises prédatrices, chrysopes et coccinelles. Une plus grande présence des **strates arborée et arbustive** sur les exploitations permettrait d'augmenter l'abondance des coccinelles et Chrysopes qui sont des prédateurs très utiles dans la lutte biologique. La **diversité du couvert herbacée** est également bénéfique pour les punaises prédatrices. La diminution des **doses de produits phytosanitaires** favorise les populations d'auxiliaires, particulièrement pour les chrysopes. Les araignées, non directement identifiées sur l'étude, restent un potentiel d'auxiliaires de culture très important et encore peu étudié.

## 4. Discussion : les potentialités de gestion des bandes enherbées, l'implication des acteurs locaux et quelques perspectives d'évolution de la législation

Nous avons vu que les **bandes enherbées sont des habitats favorables pour l'entomofaune auxiliaire** qui apporte des services importants à l'agriculture. Les résultats apportent une meilleure connaissance de l'entomofaune auxiliaire présente sur les bandes enherbées, des facteurs l'influençant et des compositions floristiques des bandes enherbées locales.

Les diversités et abondances des **prédateurs et parasitoïdes** (Carabes, Syrphes, micro-Hyménoptères, mais aussi Cantharides, Chrysopes, Punaises prédatrices, Coccinelles) sont souvent plus fortes sur les bandes enherbées que sur les prairies. Les bandes enherbées, étant des habitats prairiaux permanents, en lisière de différents milieux utiles aux cycles de vie des insectes et proches des cultures riches en proies, elles apportent à ces insectes des zones de refuges-habitats, des ressources alimentaires et des corridors facilitant leur colonisation dans les parcelles culturales au sein de la mosaïque paysagère agricole.

Pour les **pollinisateurs**, (Papillons de jour, Apoïdes, Syrphes\*, Cantharides\*, micro-Hyménoptères\*, Chrysopes\*) qui sont pour une **grande partie aussi des prédateurs ou parasitoïdes\***, les bandes enherbées sont très importantes aussi car elles fournissent des ressources de pollen et de nectar, ainsi que des plantes hôtes pour les papillons, des habitats (nidification, hibernation, plantes hôtes, etc.) et des corridors dans la matrice agricole souvent pauvre en habitats semi-naturels. Mais, une majorité des bandes enherbées ont un cortège floristique pauvre, peu fleuri ou sont sujet à des pratiques d'entretiens ne permettant pas le développement des inflorescences, de la diversité végétale, etc.

On se demande, quels types de couvert végétal et quelles gestions des bandes enherbées favorisent cette faune auxiliaire ? **Quels sont les leviers agronomiques, floristiques ou d'entretien pouvant être mobilisés par les agriculteurs pour préserver, diversifier, augmenter cette entomofaune utile sur les bandes enherbées proche des cultures ?**

## 4.1. Le couvert floristique favorable à l'entomofaune

On se demande plus précisément quelles compositions végétales sont les plus favorables et attractives pour les auxiliaires de culture ? Les partenaires de l'étude sont particulièrement intéressés par des préconisations de semis, à l'issue de ces deux années d'étude des auxiliaires de cultures et des cortèges floristiques des bandes enherbées du Bas-Pays-de-Béthune.

- Globalement pour les abondances et la diversité des **pollinisateurs** (Apoïdes, Papillons de jour) dont une **grande part sont des prédateurs et parasitoïdes** étant pollinisateurs au stade adulte (Syrphes, micro-Hyménoptères, Cantharides, Chrysopes), les analyses de 2014 et 2015 montrent clairement l'importance du **recouvrement d'espèces mellifères ou nectarifères** et de la **diversité d'espèces en fleur** sur les bandes enherbées. Les **continuités floristiques dans le temps et dans l'espace** sont importantes pour ces insectes. Souvent le milieu et la fin de la période estivale sont plus pauvres en fleuraisons, alors que les populations de pollinisateurs à cette période sont les plus nombreuses. Il est donc important d'avoir un étalement des fleuraisons sur les bandes enherbées. Le trèfle hybride, *Trifolium hybridum* est très attractif pour les pollinisateurs sur les études de 2014 et 2015 par ses quantités importantes de nectar (Amiaud et Plantureux, 2009). L'étude de 2014 souligne également l'attractivité importante de la marguerite commune, *Leucanthemum vulgare* et de la centauree jaccée, *Centaurea jacea* sur les pollinisateurs (Rochaix, 2014). Mais, la flore du réseau de bandes enherbées pourrait être améliorée pour augmenter le recouvrement et la diversité d'espèces en fleur, qui restent rares sur une majorité des bandes enherbées, avec 10% en moyenne de recouvrement d'espèces fleuries et 3 espèces fleuries en moyenne sur les bandes enherbées de l'étude.
- Plus précisément, pour les **papillons de jours**, une **diversité végétale**, à la fois d'espèces à fleurs de **différentes familles**, des **Urticacées** et **Poacées**, est nécessaire. Cela permet le développement des chenilles, l'hivernation sur différentes plantes hôtes suivant les espèces et la présence de ressources nectarifères utiles pour les adultes. Il serait bénéfique pour favoriser les populations de papillons diurnes d'augmenter les proportions d'espèces floristiques nectarifères de différentes familles (Fabacées, Brassicacée, Apiacées, Astéracées Urticacées, etc.) en complément des Poacées, très utiles également, mais qui sont déjà bien présentes sur les bandes enherbées (75% de recouvrement de Poacées en moyenne sur les zones d'études).
- Particulièrement pour les **Apoïdes**, certaines espèces mellifères et nectarifères semblent très attractives sur l'étude : Le trèfle hybride, *Trifolium hybridum*, la camomille inodore, *Tripleurospermum inodorum*, la renoncule âcre, *Ranunculus acris*, la lampsane commune, *Lapsana communis*, l'achillée millefeuille, *Achillea millefolium*.
- Pour les **Syrphes**, une diversité de fleurs est importante et stimule plus particulièrement l'activité de ponte qui est essentielle dans la lutte biologique (Lhoste-Drouineau, 2012). Différents auteurs ont souligné la préférence des Syrphes adultes pour diverses **fleurs jaunes et blanches** et qui ont un accès facilité au pollen ou au nectar comme souvent les espèces des **Apiacées, Astéracées, Brassicacées** (CIVAM, 2014 ; Collard et al., 2014 ; Speight et al., 2014).

- Pour les **micro-Hyménoptères parasitoïdes**, des études montrent de très fortes abondances à proximité d'espèces fleuries comme l'achillée millefeuille, *Achillea millefolium*, la phacélie à feuilles de tanaïs, *Phacelia tanacetifolia*, le lotier corniculé, *Lotus corniculatus*, le fenouil, *Foeniculum vulgare*, le bleuet, *Centaurea cyanus* ou d'autres mélanges fleuris (Petit *et al.*, 2011 ; Francis *et al.*, 2004 ; Lambion *et al.*, 2009).
- Les **Cantharides**, bien présentes en milieux herbacés, sont notamment favorisées par la présence des **Apiacées**.
- Pour les **punaises prédatrices** tout comme pour **les papillons de jours**, la **diversité du couvert herbacé** est bénéfique et certaines espèces affectionnent particulièrement les **orties**.
- Pour les **Carabes**, un **couvert végétal** semble le plus important, car il offre des abris contre les prédateurs, contre les perturbations agricoles sur les parcelles, des lieux d'hivernage et un microclimat tempéré. La diversité végétale ne présente pas de lien évidents avec la diversité carabique tout comme le montrait l'étude de 2014 et d'autres études (Allart-Destreil, 2014 ; Rochaix, 2014). Mais de manière indirecte **la diversité végétale** peut attirer une plus grande diversité entomologique de proies potentielles pour les Carabes prédateurs et diversifier la ressource alimentaire des quelques espèces granivores. Le **ray-grass anglais**, *Lolium perenne*, ressortait comme utile pour ce type d'auxiliaires de culture dans l'étude précédente.
- Les **prédateurs et parasitoïdes** (Carabes, Syrphes, micro-Hyménoptères, Coccinelles, Cantharides, Chrysopes, Punaises) dépendent beaucoup de la présence et de l'abondance de proies. Pour cela, des espèces **plantes hôtes de proies non nuisibles** pour les cultures peuvent être implantées sur les bandes enherbées, comme le bleuet, *Centaurea cyanus* ou l'achillée millefeuille, *Achillea millefolium*, qui hébergent des pucerons spécifiques non ravageurs des cultures attirant les auxiliaires (Lambion *et al.*, 2009 ; Lhoste-Drouineau, 2012).

#### 4.1.1. Quelques préconisations floristiques

Au vu de tous ces éléments, quelques préconisations d'espèces floristiques peuvent être proposées pour améliorer les couverts des bandes enherbées existantes, afin de préserver et maximiser l'entomofaune auxiliaire. Un couvert herbacé d'**espèces vivaces** en majorité, constitué d'une **base de Poacées** à croissance assez lente et de taille moyenne, avec une proportion plus importante d'espèces **dicotylédones de différentes familles dont des espèces à fleurs** (25 à 60% d'espèces fleuries par exemple par rapport à 10% en moyenne sur l'étude) serait favorable à l'ensemble de l'entomofaune. Des **cortèges plus équilibrés et diversifiés** en espèces et en familles botaniques seraient bénéfiques. Cette diversité floristique permet également le contrôle plus facile des adventices de culture, en empêchant la domination du cortège par des espèces adventices qui pourraient se propager sur les cultures (ARVALIS et CETIOM, 2009). Une étude a également montré que des bandes enherbées classiques dominées par les Poacées présentaient entre 8 et 50 fois plus de pucerons que des bandes semées avec des mélanges diversifiés et assez fleuris (Petit *et al.*, 2011).

Les **Poacées** des bandes enherbées restent une base importante. Elles apportent un couvert permanent, des plantes hôtes de nombreux papillons, des ressources et habitats utiles pour les

carabes, etc. Des **espèces prairiales à croissance lente et de taille moyenne** seraient à favoriser de manière à diminuer le nombre de fauches, permettant ainsi de stabiliser le couvert végétal et d'effectuer **moins d'entretien**. Il faut veiller à ce que ces espèces soient **non concurrentielles** vis-à-vis des cultures, **indigènes** et plutôt de la **classe phytosociologique « 12/1. »** des prairies européennes mésotrophes à eutrophes », **étant la classe dominante** des espèces de l'étude correspondante aux conditions écologiques locales des bandes enherbées du Bas-Pays-de-Béthune et à leur gestion. Un recouvrement de 30 à 70% de Poacées sur une bande enherbée peut être intéressant, par rapport à 75% en moyenne actuellement. Voici quelques propositions non exhaustives de graminées intéressantes à implanter sur les bandes enherbées du Bas-Pays-de-Béthune par rapport à ces critères (fig.90) :

| Poacées                |                   |              |   |            |                   |
|------------------------|-------------------|--------------|---|------------|-------------------|
| Nom latin              | Nom vernaculaire  | Classe phyto | Présente dans les cortèges floristiques de 2015 | Taille moy | Valeur fourragère |
| <i>Holcus lanatus</i>  | Houlque laineuse  | 12/1.        | oui   | 50 cm      | Assez bonne       |
| <i>Lolium perenne</i>  | Ray-grass anglais | 12/1.        | oui   | 50 cm      | Très bonne        |
| <i>Phleum pratense</i> | Fléole des prés   | 12/1.        | oui   | 70 cm      | Bonne             |
| <i>Poa pratensis</i>   | Pâturin commun    | 12/1.        | oui   | 40 cm      | Moyenne           |

Figure 90 : Quelques exemples de Poacées vivaces nécessitant moins d'entretien. (sources écologie : Amiaud et Plantureux, 2009 ; TelaBotanica, 2015).

Différentes espèces de **dicotylédones** seraient à implanter ou à augmenter leurs proportions pour diversifier et équilibrer les cortèges floristiques des bandes enherbées. Il est important pour l'entomofaune auxiliaire dans sa globalité de **diversifier les familles botaniques** et d'**accroître les proportions d'espèces mellifères ou nectarifères** sur les bandes. On a vu que des cortèges floristiques les plus divers étaient bénéfiques de différentes manières aux taxons auxiliaires de culture. Plus d'espèces fleuries favorisent aussi les pollinisateurs, dont une grande part sont des prédateurs ou parasitoïdes, et dont certaines espèces sont utiles pour attirer près des cultures d'autres auxiliaires vertébrés. La pollinisation par l'entomofaune sauvage permet aussi l'économie de 14,2 milliards d'euros chaque année au secteur agricole européen (commission européenne, 2004-2009). Au vu des résultats, on pourrait conseiller un recouvrement entre 25 à 60% de diverses familles d'espèces mellifères, nectarifères sur les bandes, par rapport à 10% en moyenne sur l'étude. Différentes espèces prairiales mellifères ou nectarifères, **non adventices** des cultures, **non invasives**, plutôt de la **classe phytosociologique « 12/1. »** dominante localement et **indigènes** sont intéressantes. Quelques suggestions d'espèces pour enrichir les bandes enherbées sont proposées (fig.). Cette liste non exhaustive reprend les analyses des deux études de 2014-2015, ainsi que des études complémentaires et des échanges avec des partenaires de l'étude ayant des expériences de semis de bandes fleuries. Les **Orties** sont également intéressantes pour le cycle de vie de différents insectes. Celles-ci sont souvent naturellement présentes le long des berges et des bandes enherbées. Il serait judicieux de maintenir ces populations totalement ou partiellement dans le cas de stations dominées par les orties.

| Apiacées                     |                       |              |   |                    |                   |                   |   |  |
|------------------------------|-----------------------|--------------|---|--------------------|-------------------|-------------------|---|--|
| Nom latin                    | Nom vernaculaire      | Classe phyto | Observée dans les cortèges floristiques de 2014 ou 2015 | Floraison          | Couleur floraison | Valeur fourragère | Autres caractéristiques                                 | Quelques sources les préconisant   |
| <i>Anthriscus sylvestris</i> | Cerfeuil des bois     | 13/2.        | 2014-2015   | mai-juillet        |                   | Médiocre          |   | CIVAM, 2014 ; Collard et al., 2014 ; Speight et al., 2014  |
| <i>Daucus carota</i>         | Carotte sauvage       | 13/1.        | 2014-2015   | juin-août          |                   | Moyenne           |   | Baude et al., 2011 ; CIVAM, 2014 ; Collard et al., 2014 ; FREDON, 2013 ; Henry, 2011 ; Lambion et al., 2009 ; Lhoste-Drouineau, 2012 ; Petit et al., 2011 ; Speight et al., 2014           |
| <i>Foeniculum vulgare</i>    | Fenouil commun        | 13/1.        | -   | août septembre     |                   | -                 | Naturalisée dans le NPdC                                | CIVAM, 2014 ; Collard et al., 2014 ; Francis et al., 2004 ; Jacob-Remacle, 1989 ; Lambion et al., 2009 ; Lhoste-Drouineau, 2012 ; Petit et al., 2011 ; Speight et al., 2014                |
| <i>Pimpinella major</i>      | Boucage élevé         | 12/1.        | 2015  | juin-août          |                   | Moyenne           |   | CIVAM, 2014 ; Collard et al., 2014 ; Speight et al., 2014  |
| Astéracées                   |                       |              |   |                    |                   |                   |   |  |
| <i>Achillea millefolium</i>  | Achillée millefeuille | 12/1.        | 2014-2015   | juin-septembre     |                   | Moyenne           | Plante hôte de pucerons non nuisibles pour les cultures | 2015* ; CIVAM, 2014 ; Collard et al., 2014 ; Francis et al., 2004 ; FREDON, 2013 ; Henry, 2011 ; Lambion et al., 2009 ; Lhoste-Drouineau, 2012 ; Petit et al., 2011 ; Speight et al., 2014 |
| <i>Centaurea jacea</i>       | Centaurée jacée       | 12/1.        | 2014  | juin-septembre     |                   | Médiocre          |   | 2014* ; CIVAM, 2014 ; Collard et al., 2014 ; FREDON, 2013 ; Speight et al., 2014   |
| <i>Cichorium intybus</i>     | Chicorée sauvage      | 13/1.        | 2014  | juillet-septembre  |                   | Médiocre          |   | CIVAM, 2014 ; Collard et al., 2014 ; FREDON, 2013 ; Speight et al., 2014   |
| <i>Crepis capillaris</i>     | Crépide capillaire    | 13/1.        | 2014-2015   | juin-septembre     |                   | Moyenne           |   | CIVAM, 2014 ; Collard et al., 2014 ; Jacob-Remacle, 1989 ; Speight et al., 2014  |
| <i>Leucanthemum vulgare</i>  | Grande marguerite     | 12/1.        | 2014  | mai-août           |                   | Médiocre          |   | 2014* ; CIVAM, 2014 ; Collard et al., 2014 ; Henry, 2011 ; FREDON, 2013 ;  |
| <i>Senecio jacobaea</i>      | Séneçon jacobée       | 13/1.        | 2014  | juin-août          |                   | -                 |   | CIVAM, 2014 ; Collard et al., 2014 ; Speight et al., 2014  |
| <i>Tanacetum vulgare</i>     | Tanaisie commune      | 13/1.        | 2014-2015   | juillet-septembre  |                   | -                 |   | CIVAM, 2014 ; Collard et al., 2014 ; Jacob-Remacle, 1989 ; Speight et al., 2014  |
| <i>Taraxacum sp.</i>         | Pissenlit             | -            | 2014-2015   | avril-mai, octobre |                   | Moyenne           |   | CIVAM, 2014 ; Collard et al., 2014 ; Speight et al., 2014 ; Vaissière et al., 2012   |
| <i>Tragopogon pratensis</i>  | Salsifis des prés     | 12/1.        | 2015  | mai-juillet        |                   | Médiocre          |   | CIVAM, 2014 ; Collard et al., 2014 ; Henry, 2011 ; Speight et al.,   |
| Brassicacées                 |                       |              |   |                    |                   |                   |   |  |
| <i>Cardamine pratensis</i>   | Cardamine des prés    | 12/1.        | 2015  | avril-juin         |                   | -                 |   | CIVAM, 2014 ; Collard et al., 2014 ; Henry, 2011 ; Speight et al., 2014 ; Vaissière et al., 2012   |
| Caprifoliacées               |                       |              |   |                    |                   |                   |   |  |
| <i>Knautia arvensis</i>      | Knautie des champs    | 09/2.        | -   | juin-août          |                   | Médiocre          |   | Colomb, 2010 ; Petit et al., 2011  |
| Fabacées                     |                       |              |   |                    |                   |                   |   |  |
| <i>Lathyrus pratensis</i>    | Gesse des prés        | 09/2.        | 2014  | mai-août           |                   | Bonne             |   | Vaissière et al., 2012   |
| <i>Trifolium hybridum</i>    | Trèfle hybride        | 12/1.        | 2014-2015   | mai-octobre        |                   | Bonne             | Naturalisée dans le NPdC                                | 2014* ; 2015* ; Lambion et al., 2009   |
| <i>Trifolium pratense</i>    | Trèfle des prés       | 12/1.        | 2014-2015   | mai-septembre      |                   | Très bonne        |   | Petit et al., 2011 ; Lambion et al., 2009 ; Henry, 2011  |
| Ranunculacées                |                       |              |   |                    |                   |                   |   |  |
| <i>Ranunculus acris</i>      | Renoncule âcre        | 12/1.        | 2014-2015   | mai-septembre      |                   | -                 |   | 2015* ; Jacob-Remacle, 1989 ; Henry, 2011  |
| <i>Ranunculus repens</i>     | Renoncule rampante    | 12/1.        | 2014-2015   | mai-septembre      |                   | -                 |   | Jacob-Remacle, 1989 ; Henry, 2011  |

Figure 91 : Quelques propositions d'espèces fleuries vivaces favorisant l'entomofaune auxiliaire, pour diversifier les cortèges floristiques des bandes enherbées (espèces mellifères ou nectarifères, adaptées à l'habitat prairial fauché et aux conditions écologiques locales) (source écologies : Amiaud et Plantureux, 2009 ; TelaBotanica, 2015) (2015\* : attractivité des espèces floristiques montrée dans cette étude de 2015)



On note également que les **espèces messicoles** (Bleuet-*Centaurea cyanus*, Coquelicot-*Papaver rhoeas*, Nielle des blés-*Agrostemma segetum*, Chrysanthème des moissons-*Glebionis segetum*, etc.) sont plutôt à **déconseiller**, malgré qu'elles soient souvent bénéfiques aux pollinisateurs. Car ces espèces, souvent annuelles ou bisannuelles, ne se pérennisent pas dans un milieu prairial. Implantées, elles s'observeront les premières années avant de disparaître. Ces espèces messicoles restent judicieuses pour les bandes fleuries annuelles sur les exploitations en dehors de bandes enherbées. Une attention particulière aux espèces de la **famille des Fabacées** est également demandée car elles génèrent souvent une forte concurrence vis-à-vis des autres espèces et enrichissent le sol. Il faut veiller à ce que leurs proportions sur les bandes enherbées soient ponctuelles et pas trop importantes (Henry, 2011). De plus, ces espèces souvent utilisées en agriculture pour des intercultures comprennent de nombreuses variétés plus productives. La majorité des semis vendus sont ces types de variété. Il faut donc éviter ces semis, et privilégier les semis de Fabacées locaux.

#### 4.1.2. Les techniques de mise en place ou d'amélioration du couvert floristique

Différentes techniques existent pour diversifier les cortèges floristiques des bandes enherbées. Le **ressemis** du couvert herbacé est une technique. Cela nécessite le labour du sol de la bande enherbée en amont pour détruire la flore existante, avant de ressemer un nouveau mélange (Thomas & Thomas, 2013). Mais actuellement, la réglementation interdit le remaniement d'une bande enherbée, notamment pour le semis d'un nouveau mélange, à part sous couvert d'études scientifiques. Dans ces cas, il serait important de privilégier des semences locales, pour leur bonne adaptabilité aux conditions écologiques locales. En effet, de nombreux semenciers proposent des mélanges de graines pour végétalisation. Ceux-ci répondent souvent à des objectifs de productivité ou d'aspect esthétique et la provenance des espèces est rarement indiquée. Egalement, certains fournisseurs ne donnent pas la liste précise des espèces de leurs mélanges, en raison de la concurrence. Il y a donc des risques importants pour que les espèces de ces mélanges ne soient pas adaptées au milieu, soient éphémères ou soient envahissantes (Henry, 2011). Certains semenciers du Nord-Pas-de-Calais commencent à proposer des mélanges issus d'écotypes locaux, mais ils sont encore peu nombreux par rapport à d'autres régions. Une solution serait d'organiser des **collectes de semis locaux** d'espèces à fleurs intéressantes sur le territoire avec l'aide de différents partenaires, pour diversifier les bandes enherbées. Des récoltes de graines ont déjà été effectuées avec un partenaire de Lestrem Nature dans un cadre différent.

Le **sursemis** est une autre technique consistant à introduire une ou plusieurs espèces dans un couvert herbacé permanent. Aucun travail du sol n'est effectué en dehors des lignes de semis (fig.92). Un travail superficiel des sols est autorisé sur les bandes enherbées. Il faut juste faucher la végétation assez rase avant d'effectuer les semis dans les lignes de semis (Thomas & Thomas, 2013).

Figure 92 : Réalisation d'un sursemis sur couvert herbacé (source : [www.herbe-actifs.org](http://www.herbe-actifs.org))



La **transplantation de plantes herbacées** est également possible, par des plants en godets ou par l'importation de portions plus importantes de végétation comprenant une partie du substrat d'origine. Cela favorise la reprise des plants. La période la plus favorable à la transplantation est l'automne, mais le début du printemps est aussi possible (Henry, 2011).

Des **fauche tardives, moins régulières et avec exportation** favorisent également la diversité floristique sur le moyen terme. Ces techniques sont détaillées ci-dessous (Cf. 4.2.).

## 4.2. Les pratiques d'entretiens favorables des bandes enherbées

Nous avons vu également dans l'analyse, que différentes pratiques sur les bandes enherbées influent sur les abondances et diversités des auxiliaires de culture. On se demande, quelles pratiques d'entretien permettent de préserver et d'augmenter la présence des auxiliaires de culture sur les bandes enherbées ? Cela passe par des pratiques plus favorables aux cycles de vie des espèces végétales et de l'entomofaune.

- Globalement pour les **pollinisateurs** (Apoïdes, Papillons de jour) dont une **grande part sont des prédateurs et parasitoïdes** étant pollinisateurs au stade adulte (Syrphes, micro-Hyménoptères, Cantharides, Chrysopes), la **fauche tardive** est un élément déterminant. En effet, la non fauche du couvert herbacé pendant la période estivale permet le développement des inflorescences sur la bande enherbée, permet également que les nids et colonies de certains pollinisateurs ne soient pas détruits ou permet à d'autres pollinisateurs de s'y développer comme les Papillons diurnes, étant sur une plante hôte jusqu'à leur nymphose. De plus, le milieu de l'été est la période comprenant le plus de pollinisateurs en activité. La fauche de couvert herbacé à cette période fragilise d'autant plus les populations de pollinisateurs. La **plus faible fréquence des fauches et l'exportation des produits de fauches** semblent aussi être importants, en opposition au broyage régulier sans exportation qui est une technique d'entretien très courante des bandes enherbées. La fauche moins régulière avec exportation génère le non enrichissement du milieu, moins de perturbations et permet la diversification et une meilleure équirépartition des espèces du cortège floristique amenant potentiellement plus d'espèces fleuries utiles aux pollinisateurs (Npdc, 2011).
- En particulier la fauche tardive est très utile pour les colonies de **Bourdons des champs**, les Apoïdes les plus présents sur les bandes enherbées. Ils souffrent de la fauche ou du broyage des bandes enherbées entre juin et juillet, car ils nichent souvent au sol au niveau des touffes d'herbe à ces périodes.

Des pratiques d'entretien plus raisonnées, adaptées aux cycles de vie des insectes et de la flore, tout en étant le moins contraignantes pour les agriculteurs, sont préconisées. En combinaison avec les prescriptions de composition floristique (Cf. 4.1.), ces pratiques permettent globalement de diversifier les cortèges floristiques, d'être plus favorables aux insectes auxiliaires et elles diminuent la charge d'entretien des bandes enherbées.

La **fauche est à privilégier au broyage** pour l'entretien des bandes enherbées, en étant moins destructrice pour la flore et l'entomofaune. Comme nous le disait un agriculteur « *la fauche est plus douce que les broyages, cela ne tue pas toute la microfaune. Tout est une histoire d'équilibre. Alors que le broyage tue tous les insectes, il n'y a donc plus rien à manger pour la faune, plus de refuge etc. C'est négatif* ». Mais peu d'agriculteurs ont le matériel pour faucher. Pour y remédier les locations sont possibles ou l'organisation autour d'un groupement agricole ou organisme extérieur qui centraliserait la gestion des bandes enherbées sur plusieurs exploitations serait une possibilité. Il est mieux d'avoir une **hauteur de coupe plus importante** (supérieur à 10cm) pour que cela soit moins destructeur pour la flore et les insectes et pour éviter la mise à nu du sol ce qui favoriserait les espèces adventices compétitrices (Le Bris *et al.*, 2014).

La **fauche précoce ou tardive** des bandes enherbées est préconisée **en mars-avril ou en septembre**, pour l'épanouissement des espèces à fleurs, pour conserver des recouvrements fleuris pendant l'été, période la plus abondante en pollinisateurs, pour conserver un couvert herbacé servant d'habitat à de nombreux insectes auxiliaires et donc pour ne pas fragiliser ces populations. Une étude montre également qu'un entretien par une coupe précoce ou tardive sur 4 ans augmente la richesse floristique et augmente la patrimonialité du couvert par comparaison à un broyage en juin (fig.93).

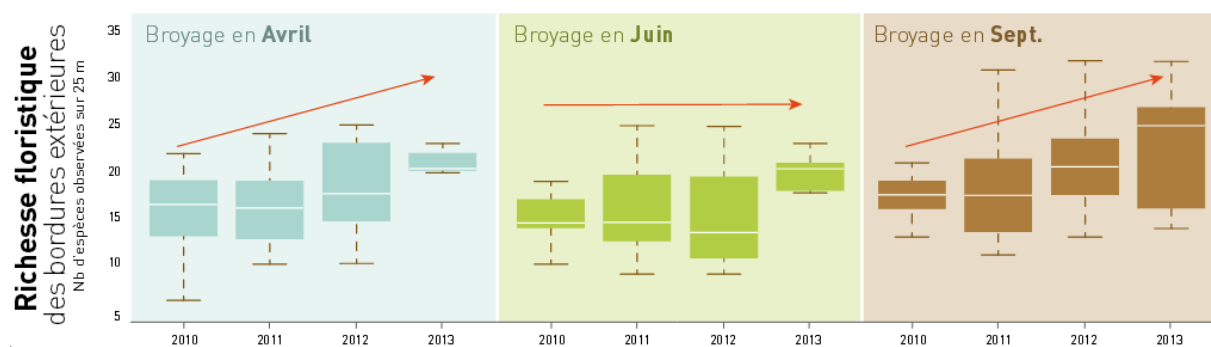


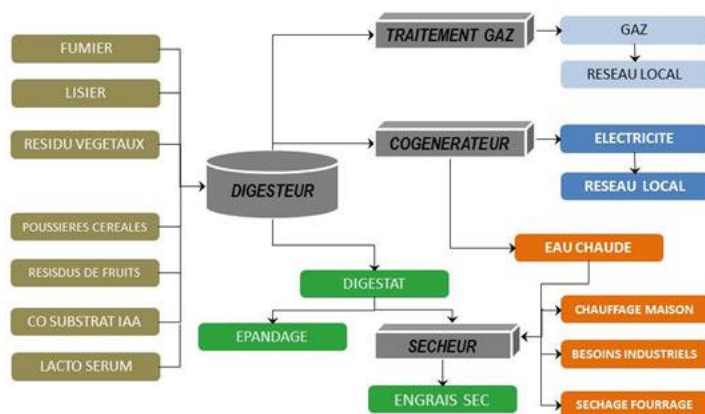
Figure 93 : L'amélioration des cortèges floristiques par la coupe précoce ou tardive des bords de champs (source : Le Bris *et al.*, 2014)

Au niveau réglementaire, la fauche ou le broyage sont autorisés en dehors d'une période de 40 jours consécutifs entre le 20 mai et le 30 juin pour la nidification de l'avifaune. Un entretien annuel des bandes enherbées n'est pas obligatoire. Les agriculteurs sont par contre obligés de supprimer les pieds de chardons avant leur montée en graines, sous peine de sanction. Une majorité des agriculteurs broient donc leurs bandes enherbées entre le 1<sup>er</sup> juillet et la mi-juillet avant cette montée en graines. Or, d'autres solutions existent, comme la **coupe manuelle des plants de chardons** à la base lorsqu'ils sont en fleur dès juillet. En effet, couper les chardons pendant la période de floraison, où ils mobilisent beaucoup de réserves racinaires vers les fleurs, peut mener à la destruction des plants, qui n'ont pas les réserves nécessaires pour repartir (ARVALIS et CETIOM, 2009). Un agriculteur de l'étude de 2015 utilisait cette technique ponctuellement à la place de broyer ses bandes en été. Dans le cas où les chardons dominent largement les cortèges des bandes enherbées, il est plus judicieux d'effectuer une coupe estivale au lieu d'une fauche précoce ou tardive (Henry, 2011), en exportant les produits de fauche pour ne pas réenrichir les milieux, ce qui est propice aux chardons (ARVALIS et CETIOM, 2009). Au vu de la réglementation, des cycles de vie

des insectes et de la faune des paysages agricoles plus largement, une fauche tardive ou précoce entre septembre et avril est préconisée.

**L'exportation des produits de fauche** est une technique également très bénéfique. Cela amène la **diversification** et la meilleure équirépartition des espèces des cortèges floristiques sur le moyen terme par la non-fertilisation, ce qui bénéficiera à l'entomofaune auxiliaire. De plus, la diminution des nutriments du sol **défavorise certaines espèces adventices très nitrophiles** et compétitrices telles que les chardons. Un agriculteur nous le rappelait : « *Le chardon de toute façon dure un temps puis disparaît. Et en arrêtant les broyages sans exportation, on ne ré-enrichit pas le sol, ce qui devient moins propice pour les chardons* ». Toutefois, l'augmentation de la richesse floristique par la suppression des sources de fertilisation est lente. Plusieurs années sont nécessaires pour que la teneur en nutriment du sol diminue par exportation du foin et que la densité des espèces dominantes diminue, permettant l'installation de nouvelles espèces (Jeangros, 2002). Autrement, l'exportation des produits de fauches **diminue la fertilisation** des bandes enherbées, ce qui génère des couverts herbacés moins productifs, qui poussent moins vite et donc qui nécessitent **moins d'entretien** (Henry, 2011). Une seule fauche sur plusieurs années voir par année suffit alors. Au mieux, il est bénéfique aussi de **laisser le foin fauché au sol** quelques jours **avant exportation**, pour permettre aux graines et aux insectes pris dedans de quitter le foin (Hauteclair, 2010).

Mais individuellement pour un agriculteur l'exportation peut être contraignante et certains matériaux pour collecter les produits de coupe peuvent être onéreux, comme les broyeurs avec aspirateurs. Des solutions peuvent être envisagées en **mutualisant les moyens** par exemple au niveau des Groupe d'Etudes et de Développement Agricole (GEDA : cf. glossaire) qui pourraient investir dans des **aspirateurs**. Une autre solution d'exportation est de **récolter le foin** sur les bandes enherbées. Cela est souvent plus contraignant qu'avantageux pour les agriculteurs pour les faibles surfaces que cela représente et pour la moyenne productivité fourragère des bandes, mais cela reste une possibilité. Egalement on peut imaginer une mutualisation de l'entretien par un groupement agricole avec la **revente locale** aux particuliers ayant des chevaux. En effet, localement on observe un besoin important de petites balles de foin par les particuliers propriétaires de chevaux, car les bottes plus importantes ne sont pas maniables sans engin. Une autre valorisation des produits de fauche localement peut être la **méthanisation** (fig.94).



L'investissement dans un méthaniseur pourrait être envisagé par des groupements agricoles ou des collectivités locales comme nous le soumettait un agriculteur. A l'échelle d'une exploitation, un **compostage des produits de fauche** peut aussi être envisagé, avec d'autres déchets de l'exploitation. Un agriculteur de l'étude utilisait cette technique après la fauche. Ponctuellement, quelques **petits tas de foin** peuvent être laissés sur la bande enherbée après la fauche favorisant la faune dans son ensemble (Hauteclair, 2010). Cette

technique est utilisée par un agriculteur de l'étude : « *Quand il m'arrive de faucher, je préfère laisser quelques tas de foin sur place, cela crée des refuges pour les perdreaux, les lièvres, les souris, ce qui est bon pour les busards par exemple etc. Tout est une histoire d'équilibre* ».

Figure 94 : La méthanisations des substrats d'origine agricole

(source : [www.weltec-agripower.com](http://www.weltec-agripower.com))

Enfin, **diminuer les fréquences de coupes** serait bénéfique pour les cortèges floristiques et entomologiques des bandes enherbées. Certains agriculteurs broient leurs bandes enherbées plusieurs fois sur l'année, souvent pour des questions d'espèces envahissantes et d'aspect visuel, comme nous l'expliquait un exploitant : « Le broyage a lieu deux fois par an : une fois en début juillet pour limiter les chardons et une fois en septembre pour que ça soit propre pour l'hiver ». Or, des solutions alternatives existent pour l'échardonnage comme évoquées plus haut. Mais, comme nous le confiait un autre agriculteur « *le vrai problème, c'est **le regard des agriculteurs*** » vis-à-vis des pratiques agricoles. Un simple fauchage plus tard que les autres agriculteurs éveille les critiques de ces derniers. De plus, ces coupes pluriannuelles sans exportations génèrent des cortèges floristiques déséquilibrés avec quelques espèces très compétitrices à croissance rapide prenant le dessus (*Festuca arundinacea* par exemple dans le cas précédent) demandant un entretien plus important et constituant des habitats très pauvres pour entomofaune (Cf.3.2.2.). Autrement, par des coupes avec exportations et en favorisant des espèces à croissance plus lente par exemple, le couvert herbacé sera moins productif et nécessitera une fréquence de fauche moindre. **Au maximum une seule fauche** tardive en fin d'été ou précoce en début de printemps est préconisée pour entretenir le



couvert herbacé des bandes enherbées (fig.95). Mais cette fauche annuelle **peut être plus espacée sur plusieurs années** suivant les cas. Cela **diminue la charge d'entretien**. Un agriculteur de l'étude pratique ce fauchage une fois sur plusieurs années avec exportation et cela fonctionne bien. C'est l'un des cortèges floristiques et entomologiques les plus riches et diversifiés de l'étude. En effet, cette diminution des fréquences de coupe réduirait l'intensité de la perturbation liée à la fauche, ce qui serait bénéfique pour les cortèges d'espèces liés aux bandes enherbées.

Figure 95 : Fauche avec une barre de coupe (source : [www.nova-flore.com](http://www.nova-flore.com))

Egalement, la **période de 40 jours d'interdiction de fauche** des bandes enherbées pourrait aussi être améliorée, adaptée localement en étant **plus mobile**. « *Car la même période de 40 jours toutes les années n'est pas toujours bien adaptée : cette année c'était trop tôt pour la faune, il y a eu des dégâts* » nous confiait un agriculteur. En effet, suivant les années, les régions et les conditions climatiques, les nidifications sont décalées. Le début de cette période pourrait être plus flexible en se basant sur l'observation des acteurs de terrains, ce qui permettrait de s'adapter localement. Cela pourrait être l'occasion de réfléchir en concertation entre représentants agricoles, fédérations de chasses et associations naturalistes.

Par conséquent, un fauchage annuel et au mieux un fauchage sur plusieurs années, plus tardif ou plus précoce entre septembre et avril avec l'exportation des produits de fauche, permet à moyen terme d'augmenter la diversité spécifique d'une prairie permanente et de diminuer sa productivité, ce qui nécessiterait moins d'entretien et plus de diversité et d'abondance de l'entomofaune auxiliaire.

#### 4.3. Les pratiques culturelles et la mosaïque paysagère favorisant l'entomofaune auxiliaire

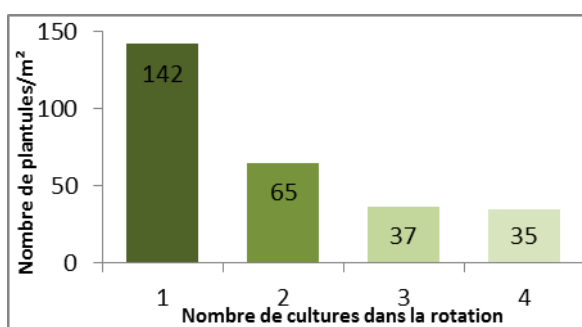
Les pratiques culturelles sur les parcelles proches des bandes enherbées influent également sur les auxiliaires de culture. Ces derniers utilisent la mosaïque d'habitats agricoles pour leur cycle de vie. Des leviers agronomiques existent pour préserver, diversifier et maximiser l'entomofaune auxiliaire des cultures et augmenter de ce fait, la régulation des ravageurs sur les cultures et la pollinisation, service essentiel pour l'agriculture.

- Globalement pour l'ensemble des auxiliaires de cultures (prédateurs, parasitoïdes, pollinisateurs), il ressort que l'utilisation de **plus faibles doses d'insecticides** permet des abondances et diversité d'auxiliaires plus importantes. D'autres études le montre également (Le Bris *et al.*, 2014).
- La pratique du non-labour ou la **réduction de fréquence des labours profonds** et plus de travail superficiel du sol influe sur les abondances et diversités des Syrphes, de certaines **espèces d'Apoïdes** et des Carabes. En effet, certaines abeilles solitaires nichant au sol dans les cultures sont directement impactées par les labours, tout comme les adultes de Syrphes en diapause hivernale dans le sol. Cette pratique semble également déterminante sur les populations de Carabes. L'étude précédente le montrait (Rochaix, 2014) et l'étude de 2015 le confirme. Le labour détruit une partie des populations de larves se développant dans le sol de la mosaïque agricole. Les carabes sont moins nombreux et moins diversifiés dans les bandes enherbées au bord des cultures labourées que près des cultures non labourées. Au contraire, le non-labour permet aux larves du sol de survivre et de se développer l'année suivante. L'évolution des populations de Carabes entre 2014 et 2015 montre des baisses inquiétantes de diversité carabique et d'abondances de certaines espèces de Carabes, qui pourraient être dues notamment à la pratique du labour fragilisant les populations présentes.
- Pour les Carabes, mais cela vaut **également pour d'autres auxiliaires**, la **taille des parcelles plus petites** est un autre levier agronomique permettant de maximiser leur présence et leur contrôle des populations de ravageurs.
- **L'hétérogénéité de la mosaïque paysagère à l'échelle de l'exploitation** (différentes strates, habitats) est essentielle pour l'ensemble de l'entomofaune auxiliaire, et leur permet de réaliser leur cycle de vie. Il ressort qu'une plus grande proportion des **strates arborées et arbustives** sur les paysages des exploitations permettrait d'agrandir les cortèges des Syrphes, Coccinelles et Chrysopes qui sont de très efficaces auxiliaires de culture sur ces milieux agricoles et ainsi d'améliorer la lutte biologique. L'abondance et la diversité des



Chrysopes et Coccinelles sur les bandes enherbées sont actuellement très faibles, notamment en raison de la faible représentation des strates arborées et arbustives dans les paysages agricoles du Bas-Pays-de-Béthune. Pour les **Carabes** et les **papillons de jour**, une **diversité d'habitats ouverts et permanents** est utile à l'échelle des exploitations (bandes enherbées, haies, prairies, jachères, friches, bandes fleuries, jardins, etc.). Pour les **Apoïdes**, l'hétérogénéité de la mosaïque paysagère proche est utile en offrant des lieux de nidification : sol sablonneux au soleil, couvert herbacé, pierres, constructions, tas de bois, etc. Pour les **Syrphes**, leurs abondances et diversités dépendent aussi des **micro-habitats** nécessaires au développement des larves comme les milieux humides, la présence de lisier, bouses issus de l'activité d'élevage, des milieux arborées, etc. Pour les **Carabes** qui sont assez mobiles, les **diversités des cultures et des habitats semi-naturels** (bordures de champs, friches, haies, milieux humides) en milieu agricole sont nécessaires, en plus de la multiplicité des habitats herbacés permanents. Des études montrent que les paysages avec des proportions plus fortes d'habitats semi-naturels et de bordures de champs possèdent des cortèges carabiques plus diversifiés (Petit *et al.*, 2015).

Donc pour préserver, diversifier et maximiser l'entomofaune utile à l'échelle des exploitations, quelques pratiques raisonnées sont préconisées comme **éviter les labours profonds systématiques**, privilégier d'avantage les travaux superficiels du sol, **réduire les doses d'insecticides**. Des **parcelles plus petites** (<15 ha) favorisent aussi la lutte biologique par l'entomofaune auxiliaire sur les cultures (Diwo Allain *et al.*, 2004). Aussi, une **plus grande diversité de cultures dans les rotations** permet de mieux contrôler les adventices de culture qui peuvent provenir des bandes enherbées (fig.96). Cela apporte également une diversité de couverts utiles pour l'entomofaune auxiliaire. En effet, **favoriser l'hétérogénéité des types d'habitats et la diversité des pratiques** sur l'exploitation est très bénéfique pour l'entomofaune en laissant une place plus importante aux strates arborées et



arbustives, aux micro-milieux semi-naturels, en développant différents milieux ouverts (friches, bandes fleuries, jachères), en diversifiant les cultures dans l'espace et le temps, etc. De plus, les végétations de types fourrés (haies, boisements de faible densité) voient leurs surfaces diminuer régulièrement dans le département. Or, ces habitats présentent de nombreux auxiliaires de culture associés (Henry, 2011).

Figure 96 : Le salissement des parcelles avant semis de céréales est inversement proportionnel à la diversité des cultures dans la rotation (source : ARVALIS & CETIOM, A. Rodriguez, 2009)

Dans le cadre de la réforme de la PAC 2015-2020, **diverses subventions sont octroyées pour l'amélioration des pratiques existantes**, comme citées précédemment. Une mesure agro-environnementale et climatique (MAEC) « système grandes cultures » permet l'obtention de rémunérations de 90€ à 234€/ha pour la diversification des cultures, la limitation des pesticides, le maintien d'infrastructures arborées. Une autre MAEC « système polyculture-élevage herbivore » apporte une rémunération entre 50 et 240€/ha pour notamment limiter l'emploi de pesticides

(suivant des conditions précises : Ministère de l'agriculture, 2014). D'autres MAE favorisent la mise en place de prairies et jachères fleuries sur les exploitations. Enfin, par les paiements verts, l'accent est mis sur la protection et la valorisation des prairies permanentes, des Surfaces d'Intérêts Ecologiques (SIE : arbres, haies, taillis, jachères, murs en pierres traditionnels, mares, fossés, bordures de champs, bandes enherbées, etc.) et de la diversité des assolements sous différentes conditionnalités (Ministère de l'agriculture, 2015).

## Conclusion

Imposées en 2005 par la Politique Agricole Commune et renforcées en 2010 par la loi Grenelle II, les bandes enherbées ne jouent pas seulement le rôle de zones tampon entre les parcelles agricoles et les cours d'eau, mais elles sont aussi de précieux habitats pour l'entomofaune dans la matrice agricole. En effet, les résultats sur le Bas-Pays-de-Béthune montrent que les bandes enherbées sont de vrais refuges-habitats pour les insectes auxiliaires. Parmi les taxons inventoriés, on relève globalement une grande diversité entomologique et des abondances plus ou moins importantes. Près de 6 200 insectes ont été inventoriés comprenant 162 taxons, parmi des prédateurs de ravageurs (Carabes, Syrphes, Chrysopes, Coccinelles, Cantharides, Punaises prédatrices), des parasitoïdes de ravageurs de culture (micro-Hyménoptères) et des pollinisateurs (Apoïdes, Papillons de jours, Syrphes, Cantharides, Chrysopes, micro-Hyménoptères). Cette biodiversité est ordinaire et commune, mais néanmoins riche et source de services écosystémiques utiles pour l'agriculture.

Les prairies comparativement aux bandes enherbées se révèlent moins riches et abondantes en auxiliaires de culture sur les deux années d'étude. L'hypothèse considérant les prairies comme des réservoirs de biodiversité prairiale pour l'entomofaune auxiliaire se révèle fautive. Les plus importantes abondances et diversités entomologiques des bandes enherbées (principalement pour les prédateurs et parasitoïdes) peuvent s'expliquer par la situation d'écotone des bandes enherbées entre plusieurs milieux (culture, ripisylve et cours d'eau) utiles pour le cycle de vie des insectes et par la présence plus importante de proies sur les monocultures soumises à des perturbations régulières.

Un lien assez significatif entre la richesse floristique et la richesse entomologique est mis à jour. La gestion des bandes enherbées semble influencer majoritairement sur leurs compositions floristiques. Or, dans une majorité de cas, leur gestion n'est pas optimisée et apporte des cortèges floristiques pauvres, déséquilibrés, peu fleuris et demandant un entretien régulier. C'est un potentiel agro-écologique qui pourrait se développer. Des leviers peuvent être mobilisés à court terme (agronomiques, floristiques, pratiques d'entretiens, etc.) pour développer la capacité d'accueil de la biodiversité floristique et entomologique sur les bandes enherbées, au regard de la réglementation actuelle, de l'acceptation, des points de vue des exploitants et des réalités écologiques locales, dans une démarche « gagnant-gagnant » : bénéfique pour les exploitants (services rendus, protection des cultures, réduction de l'entretien, réduction des intrants, argent économisé), pour la trame verte locale (diversités entomologiques et floristiques utiles dans le cycle de vie des plaines agricoles, protection du patrimoine naturel et lutte contre l'homogénéisation et l'appauvrissement des habitats prairiaux), pour la société globalement (santé publique, paysage, diminution des pollutions). Cela met en lumière le rôle multifonctionnel de l'agriculture dans les territoires agricoles.

Il a été montré que des cortèges floristiques plus équilibrés, plus fleuris et plus diversifiés comprenant plusieurs familles botaniques étaient utiles pour diversifier et maximiser les auxiliaires de culture sur les bandes enherbées et ainsi favoriser le contrôle biologique sur les parcelles. De tels cortèges peuvent être obtenus petit à petit par des ressemis, sursemis, transplantations, et par des pratiques d'entretien raisonnées adaptées aux cycles de vie des espèces. Il ressort qu'un fauchage

annuel, et au mieux un fauchage sur plusieurs années, plus tardif ou plus précoce entre septembre et avril avec l'exportation des produits de fauche, permet à moyen terme d'augmenter la diversité spécifique d'une prairie permanente et de diminuer sa productivité, ce qui nécessiterait moins d'entretien et plus de diversité et d'abondance de l'entomofaune auxiliaire. D'autres leviers agronomiques contribuent à favoriser l'entomofaune auxiliaire à l'échelle des exploitations, comme d'éviter les labours profonds systématiques, de réduire les doses d'insecticides, de favoriser des parcelles plus petites et une plus grande diversité de cultures dans les rotations ainsi que favoriser l'hétérogénéité des types d'habitats et la diversité des pratiques sur l'exploitation (place plus importante aux strates arborées et arbustives, aux micro-milieux semi-naturels, aux différents milieux ouverts, en diversifiant les cultures dans l'espace et le temps).

L'étude présente les potentialités écologiques et agricoles locales et des trajectoires de gestion possibles à mettre en place à court et moyen terme sur les bandes enherbées du Bas Pays de Béthune. Mais ces choix de gestion restent à être pris en concertation entre les différents acteurs locaux, dans une démarche participative déjà entamée par l'association Lestrem Nature.

Si l'étude devait se prolonger, certains aspects pourraient être améliorés ou complétés. Il serait par exemple intéressant d'intégrer dans l'échantillon de bandes enherbées des parcelles de différents types d'exploitations agricoles (raisonnées, traditionnelles, biologiques, etc.) pour confirmer l'influence de la gestion et des pratiques agricoles. Au niveau des inventaires entomologiques, les taxons de micro-Hyménoptères pourraient être plus explorés, car on a vu que les abondances sont très importantes et qu'ils sont de très efficaces auxiliaires de culture parasitoïdes. L'analyse des abondances et diversités des Araignées sur les bandes enherbées et de leur rôle d'auxiliaire de culture potentiel serait aussi très intéressante et novatrice. En effet, le rôle d'auxiliaire de culture des Araignées est encore sous-étudié. Aux vues des grandes abondances relevées sur les bandes enherbées et de leur régime alimentaire polyphages, les araignées participent sûrement de manière active au contrôle des ravageurs sur les cultures. Il serait bénéfique de plus s'intéresser à ces taxons. Autrement, il paraît essentiel de s'intéresser plus particulièrement aux pratiques, points de vue et acceptations des agriculteurs, car on s'aperçoit de la diversité des pratiques agricoles et des points de vue existants au sein des exploitants du Bas-Pays-de-Béthune. Il serait utile de travailler sur l'acceptation de telles pratiques plus raisonnées, sur les points de blocages, les leviers possibles d'évolution, notamment par plus d'entretiens et des phases de concertations. En effet, comme nous le confiait un agriculteur : « *le vrai problème, c'est le regard des autres agriculteurs* » vis-à-vis des pratiques agricoles. Des phases plus opérationnelles d'expérimentation d'amélioration des couverts floristiques et de suivi sur moyen terme des dynamiques d'évolution des cortèges floristiques et entomologiques seraient intéressantes également.

Enfin, le réseau de bandes enherbées est un élément constitutif de la trame verte et bleue locale en constituant des réservoirs et des corridors pour la biodiversité ordinaire de la mosaïque paysagère agricole, notamment pour les auxiliaires de culture. Il serait intéressant qu'il soit pris en considération en intégralité dans les déclinaisons concrètes de la trame verte et bleue, comme dans les Schémas de Cohérence Ecologique (SCoT) et les Plans Locaux d'urbanisme (PLU). En effet, le SRCE

du Nord-Pas-de-Calais (Cf. 1.4.2. ; DREAL Npdc, 2014) souligne seulement un axe de corridor prairial le long de la rivière la Lys. Il y a pourtant la présence d'un réseau dense et atypique de corridors écologiques et d'habitats prairiaux associés en milieu agricole. La prise compte de l'ensemble de ce réseau dans les SCoT et les PLU locaux pourrait être utile et permettrait notamment de renforcer la protection de ces milieux dans le cas où la réglementation de la PAC changerait et que la pérennité de ces espaces serait remise en question. De plus, les SCoT locaux hiérarchisent les habitats à enjeux sur des critères de patrimonialité, rareté des populations de différentes espèces. Il serait intéressant de plus prendre en compte les habitats de « biodiversité ordinaire », pour que ceux-ci ne deviennent pas également rares, pour permettre la pérennité et l'amélioration des services écologiques rendus par ces habitats à l'agriculture ainsi qu'à la société plus largement, pour les continuités écologiques et la trame verte et bleue, pour leur valeur intrinsèque, etc. En effet cette biodiversité commune représente la majorité de la biomasse, par rapport aux espèces rares ponctuelles. Cette biodiversité ordinaire devrait de plus en plus être un enjeu dans les politiques publiques d'aménagement liées à la biodiversité. Parmi cette biodiversité ordinaire, les insectes constituent incontestablement, un des axes majeur de la réflexion sur la mutation des pratiques agricoles. S'appuyer sur les dynamiques de la biodiversité est un axe d'évolution possible vers des agricultures « écologiquement intensive ».

## Bibliographie

**AGUILAR J., DOMMANGET J.L., PRECHAC R., 1985.** *Guide des Libellules d'Europe et d'Afrique du Nord*. Delachaux&Niestlé, Paris, 341p.

**ALLART-DESTREIL S., 2014.** *Influence des aménagements sur les Carabes en plaine agricole : 4 ans de suivis dans la Champagne crayeuse auboise*. Fédération Régionale des Chasseurs de Champagne-Ardenne, réseau AGRIFAUNE, 4p.

**AMIAUD B. et PLANTUREUX S., 2009.** *e-FLORA-sys, un système informatique permettant la gestion d'informations sur les espèces prairiales et l'interprétation agronomique et écologique*. [URL] : <http://eflorasys.univ-lorraine.fr/>, consulté le 01/09/15.

**ARMAND D., 2004.** *La pollution par les nitrates*. CNRS, [URL] : [www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau](http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau). Consultée le 19/10/2015.

**ARVALIS Institut du végétal, Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains, 2009.** *Lutte contre les adventices en systèmes céréaliers et oléagineux*. Lavoisier éditions, Cachan, 51p.

**BALENT G., ALARD D., BLANFORT V., GIBON A., 1998.** « Activités de pâturage, paysages et biodiversité ». In *Animal Zootechnology*, n°47, pp. 419-429.

**Banque mondiale, 2013.** *Terres agricoles : pourcentage du territoire*. World DataBank, [URL] : <http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/AG.LND.AGRI.ZS>. Consultée le 20/10/2015.

**BAUDE M., MURATET A., FONTAINE C., PELLATON M., 2011.** *Plantes et pollinisateurs*. Observatoire Départemental de la Biodiversité Urbaine, 35p.

**BAUDRY J., 2004.** « Dynamique de la biodiversité prairiale et dynamique des usages au niveau du paysage ». In *Fourrages*, n° 178, pp. 207-216.

**BELLMANN H., CUISIN M., 2000.** *Guide Vigot des insectes et des principaux arachnides*. Edition Vigot, Paris, 440p.

**BITTEBIERE A.K., BUREL F., BUTET A., DELATTRE T., ERNOULT A., GOUESBET G., JAMBON O., MONY C., SULMON-MAISONNEUVE C., RANTIER Y., VIALATTE A., 2011.** « Biodiversité et services écologiques : quel rôle des bandes enherbées ? ». In *Brèves de la Zone Atelier de Pleine-Fougères « Projet bandes enherbées »*, INRA, Rennes, 4p.

**BOREAU DE ROINCE C., 2012.** *Biodiversité et aménagements fonctionnels en verger de pommiers : implication des prédateurs généralistes vertébrés et invertébrés dans le contrôle des ravageurs*. Thèse de doctorat en agroécologie, AgroParisTech, INRA, 193p.

**BOURBONNAIS G., 2010.** *Identification des Hyménoptères*. Cégep Sainte-Foy, 2p.

**BOURBONNAIS G., 2012.** *Hyménoptères*. Cégep Sainte-Foy, 58p.



**BUREL F., BAUDRY J.,** 1999. « Relations interspécifiques et biodiversité dans les paysages ». In *Ecologie du paysage : concepts, méthodes et applications*, chap.7, TEC&DOC, Paris, pp.253-271.

**CARVELL C.,** 2002. "Habitat use and conservation of bumblebees under different grassland management regimes". In *Biological Conservation*, n°103(1), pp.33-49.

**Centres d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et Milieu rural de Champagne-Ardenne (CIVAM),** 2014. *Les fiches techniques de la biodiversité en zone de grande culture : les Syrphes contre les pucerons, cochenilles, etc.* [URL] : <http://www.agriculture-durable.org/> Consulté le 19/09/2015, 2p.

**CHAMONT S.,** 2014. *Les Hyménoptères parasitoïdes*. Ephytia, INRA.

**CHINERY M.,** 1986. *Insectes de France et d'Europe occidentale*. Editions Flammarion, Paris, 320p.

**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 ». In *Parasitica*, n°60(3-4), Gembloux, pp. 51-66.

**COLLARD V., DREYFUS J., WARTELE R.,** 2014. *Projet AuxiPROD : Cultiver les auxiliaires pour protéger les cultures : les pratiques à Favoriser*. Chambre régionale d'agriculture de Picardie, 7p.

**COLOMB P.,** 2010. *Fleurs sauvages et prairies fleuries*. Wavre, 17p.

**Commission Européenne,** 2004-2009. *Assessing Large-scale environmental Risks with tested Methods (Programme ALARM)*. Germany.

**CONSEIL M.,** 2005. *Les auxiliaires communs en cultures légumières biologiques*. ITAB, Paris, 4p.

**CORDEAU S., CHAUVEL B.,** 2008. « Qu'est-ce les bandes enherbées ? Conséquences environnementales et biologiques ». In *Revue Scientifique Bourgogne Nature*, n°7, INRA, Dijon , pp.97-108.

**COUTIN R.,** 2007. « Les coccinelles phytophages ». In *Insectes*, n°146, pp.9-11.

**CRUZ P., DUR M., THEROND O., THEAU J-P., DUCOURTIEUX C., JOUANY C., AL HAJ KHALED R., ANSQUER P.,** 2002. « Une nouvelle approche pour caractériser les prairies naturelles et leur valeur d'usage ». In *Fourrages*, n°172, pp.335-354.

**DELORD J.,** 2009. *La biodiversité*. [URL] : <http://labiodiversite.free.fr> . Consultée le 20/09/15.

**DELPECH R.,** 2006. *La phytosociologie*. [URL] : [http://www.tela-botanica.org/page:menu\\_407](http://www.tela-botanica.org/page:menu_407). Consulté le 20/08/2015.

**DEMARLE R.,** 2012. *Inventaires des Odonates : communes de Festubert, La Couture, La Gorgue, Lestrem, Locon, Vieille-Chappelle (62) 2010-2011-2012*. Lestrem Nature et CPIE Chaîne des Terrils, 96p.

**DIWO ALLAIN S., ROUGON D., LEMESLE B., VIAUX P., CHABERE A., 2004.** *Carabes : auxiliaires de culture, indicateurs de la biodiversité d'un milieu*. Orléans, 4p.

**DREAL Nord-Pas-de-Calais, 2008.** «Paysages de la plaine de la Lys : détails de géographie physique ». In *Atlas des paysages de la Région Nord-Pas-de-Calais*, [URL] : [www.nord-pas-de-calais.developpement-durable.gouv.fr/?Details-de-geographie-physique,5551](http://www.nord-pas-de-calais.developpement-durable.gouv.fr/?Details-de-geographie-physique,5551). Consultée le 20/10/2015.

**DREAL Nord-Pas-de-Calais, 2014.** *Schéma Régionale de Cohérence Ecologique : Atlas cartographique*. Région Nord-Pas-de-Calais, 236p.

**DUFRÊNE M., 2011.** *Le Portail de la biodiversité en Wallonie*. [URL] : <http://biodiversite.wallonie.be>, Observatoire de la Faune, de la Flore et des Habitats.

**DUTOIT T., 2014.** *Ingénierie écologique*. CNRS, [URL] : [www.cnrs.fr/inee/recherche/programmes/ingenierie-ecologique.htm](http://www.cnrs.fr/inee/recherche/programmes/ingenierie-ecologique.htm). Consultée le 20/10/2015.

**EDWARDS M., 2009.** *Bombus terrestris : description and notes*. [URL] : <http://www.bwars.com/index.php?q=bee/apidae/bombus-terrestris>, Bees, Wasps & Ants Recording Society.

**EPHYTIA, 2015.** *Les Bourdons*. [URL] : <http://ephytia.inra.fr/fr/C/11524/hypp-Bombus-spp>. Consulté le 04/09/15, INRA.

**EPHYTIA, 2015.** *Pseudoophonus rufipes : Biologie*. [URL] : <http://ephytia.inra.fr/fr/C/16757/hypp-Biologie>. Consulté le 02/09/15, INRA.

**Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles du Nord-Pas-de-Calais (FREDON), 2001.** *Les coccinelles prédatrices de pucerons*. Loos-en-Gohelle, 44p.

**Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles du Nord-Pas-de-Calais (FREDON), 2001.** *Les chrysopes des prédateurs généralistes*. Loos-en-Gohelle, 44p.

**Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles du Nord-Pas-de-Calais (FREDON), 2013.** *Les principales clés du verger bio transfrontalier*. TransBioFruit, 22p.

**FOURNIER E., LOREAU M., 2001.** Activity and satiation state in *Pterostichus melanarius*: an experiment in different agricultural habitats. In *Ecological Entomology*, n°26, Paris, pp.235-244.

**FRANCIS F., COLIGNON P., HAUBRUGE E., 2004.** *Mélanges fleuris et insectes auxiliaires*. 3p.

**GAUJOUR E., AMIAUD C., MIGNOLET C., PLANTUREUX S., 2012.** "Factors and processes affecting plant biodiversity in permanent grasslands: a review". In *Agronomy for Sustainable Development*, n°32(1), pp.133-160.

**GORENFLOT R., DE FOUCAULT B., 2005.** « Initiation à la phytosociologie ». In *Biologie végétale, les Cormophytes*, Dunod, chap.23, pp.1-27.

**GRIFFON M.**, 2013. *Qu'est-ce que l'agriculture écologiquement intensive ?* Matière à débattre et décider 224p.

**Groupeement Ornithologique et Naturaliste du Nord-Pas-de-Calais (GON)**, 2010 "Atlas préliminaire des Lépidoptères Papilionoidea de la région Nord-Pas-de-Calais 2000-2010", *In Le Héron*, vol.43, n°1, 85p.

**GURR G., LAVANDERO B., WRATTEN S., DIDHAM R.**, 2006. "Increasing floral diversity for selective enhancement of biological control agents: A double-edged sword?" *In Basic and Applied Ecology*, n°7, pp.236-243.

**HAUTECLAIR P.**, 2010. *Prairies de fauches, prairies fleuries – Fiche de Gestion*. Natagora, 23p.

**HENRY E., CORNIER T., TOUSSAINT B., DUHAMEL F., BLONDEL C.**, 2011. *Guide pour l'utilisation de plantes herbacées pour la végétalisation à vocation écologique et paysagère en Région Nord-Pas de Calais*. Centre régional de phytosociologie, Conservatoire botanique national de Bailleul, Bailleul, 56p.

**IPERTI G.**, 1999. "Biodiversity of predaceous coccinellidae in relation to bioindication and economic importance". *In Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol.74, pp.323-342.

**JACOB-REMACLE A.**, 1989. *Abeilles et Guêpes de nos jardins*. Ministère de la région Wallonne, Namur et Faculté des Sciences agronomiques, Gembloux, 24p.

**JEANGROS B.**, 2002. « Peut-on augmenter la diversité botanique d'une prairie permanente en supprimant la fumure ? ». *In Revue Suisse d'Agriculture*, n°34, pp.287-292.

**KIEFFER E.**, 2013. *Etude de la fonctionnalité des corridors humides en lien avec les populations d'odonates*. Université Aix Marseille, Lestrem Nature et CPIE Chaîne des Terrils, 48p.

**LAMBION J., SARTHOU J.P., WARLOP F.**, 2009. *Favoriser les auxiliaires naturels en agriculture biologique*. RMT DévAB, 4p.

**LAMERRE J., VERSCHWELE A.**, 2013. "Effect of crop management and stubble tillage on weed seed predation". *In 22e Conférence du COLUMA : Journées Internationales sur la Lutte contre les Mauvaises Herbes*, Association Française de Protection des Plantes, Dijon, pp. 817-826.

**LASSERRE F., LEWINGTON R., HODEBERT G.**, 2007. *Petit atlas des papillons : 50 papillons communs*. Delachaux et Niestlé, Paris, 24p.

**LE BRIS C., LESAGE C., MICHAU F., BARON S., GAUJARD T., SKIBNIEWSKI S.**, 2014. « Comment concilier agronomie et biodiversité des bordures de champs en plaine céréalière ? ». *In Faune sauvage*, n°305, pp.38-44.

**LE FLEON V.**, 2011. *Insectes pollinisateurs dans les paysages agricoles : approche pluri-échelle du rôle des habitats semi-naturels, des pratiques agricoles et des cultures entomophiles*. Thèse de doctorat en écologie, Université Rennes 1, 258p.

**LEGARE J.P.**, 2011. *La Belle-Dame, Vanessa cardui*. Laboratoire de diagnostic en phytoprotection, Québec, 4p.

**LHOSTE-DROUINEAU A.**, 2012. *Les Syrphes : ennemis naturels des pucerons et indicateurs écologiques précieux*. ASTREDHOR - l'Institut technique de l'horticulture, 2p.

**Ligue de Protection des Oiseaux (LPO)**, 2012. *Les bandes enherbées*. [URL] : [www.lpo.fr/images/dev-durable/agriculture\\_et\\_biodiversite/pdf/fiche\\_technique\\_02.pdf](http://www.lpo.fr/images/dev-durable/agriculture_et_biodiversite/pdf/fiche_technique_02.pdf), consulté le 02/09/15, 4p.

**LOUBERE M.**, 2008. Ecologie du *Poecilus cupreus* dans le Nord-Est de la France. [URL] : [www.sibnef1.eu/Coleopteres/Carabidae/img72/eco72.HTM](http://www.sibnef1.eu/Coleopteres/Carabidae/img72/eco72.HTM) . Consulté le 08/09/2015.

**MARINI L., FONTANA P., BATTISTI A., GASTON K.J.**, 2009. "Agricultural management, vegetation traits and landscape drive orthopteran and butterfly diversity in a grassland-forest mosaic : a multi-scale approach". *In Insect Conservation and Diversity*, n°2(3), pp.213-220.

**MARTINEZ M. et GAUVRIT B.**, 1997. « Combien y-a-t-il d'espèces d'Insectes en France ? ». *In Bulletin de la Société entomologique de France*, 102 (4), pp.319-332.

**MAUCHAMP L., GILLET F., MOULY A., BADOT P-M.**, 2012. *Les prairies : biodiversité et services écosystémiques*. UFC, Besançon, 130p.

**MEDDOUR R.**, 2011. *La méthode phytosociologique sigmatiste ou Braun-Blanqueto-Tüxenienne*. 40p.

**MIGNON J., COLIGNON P., HAUBRUGE E., FRANCIS F.**, 2003. « Effet des bordures de champs sur les populations de chrysopes en cultures maraîchères ». *In Phytoprotection*, vol. 84, n°2, pp.121-128.

**Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt**, 2014. « Relevé de conclusions suite au CSO – PAC 2014-2020 – Application en France », [URL] : [agriculture.gouv.fr](http://agriculture.gouv.fr). Consulté le 10/10/2015, 23p.

**Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt**, 2015. « Fiches explicatives sur le verdissement de la PAC », [URL] : [agriculture.gouv.fr](http://agriculture.gouv.fr). Consulté le 10/10/2015.

**Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable (MEEDD)**, 2010. *La généralisation des bandes enherbées le long des cours d'eau : réflexion sur l'impact et la mise en oeuvre de cette disposition*. CGEDD n° 006597-01, pp.13-17.

**Millennium Ecosystem Assessment (MEA)**, 2005. *Ecosystems and human well-being, Biodiversity synthesis*. World resources intitute, Washington D.C..

**MNHN et Noé conservation**, 2011. *Protocole Papillons Gestionnaire PROPAGE*. [URL] : [propage.mnhn.fr](http://propage.mnhn.fr), consulté le 01/10/2015.

**NOSS R.F.**, 1990. "Indicators for monitoring biodiversity : a hierarchical approach." *In Conservation biology*, n°4, pp. 355-364.

**OTA** (US Congress Office of Technology Assessment), 1987. *Technologies to maintain biological biodiversity*. Washington DC, US Government printing office.

**Pas-de-Calais (PdC)**, 2013. *Arrêté préfectoral relatif à la définition des normes locales, aux bonnes conditions agricoles et environnementales des terres du Pas-de-Calais et à l'entretien des parcelles pour la campagne 2013 dans le département du Pas-de-Calais*. 10p.

**PETIT S., FLEURY P., VANSTEELANT J-Y.**, 2005. *Agriculture, prairies de fauche et environnement dans le massif Jurassien. Outil de diagnostic et de conseil*. Guide technique. PNR Haut-Jura, Lajoux.

**PETIT K., WATEAU K., LEGRAND M., OSTE S.**, 2011. « Quels dispositifs employer pour favoriser la faune auxiliaire des cultures ? ». In *Quatrième conférence internationale sur les méthodes alternatives en protection des cultures*, FREDON, Lille, 12p.

**PETIT S., LABRUYERE S., TRICHARD A., RICCI B., BOHAN D.**, 2015. « Gestion territoriale des adventices : effets des propriétés du paysage sur les communautés adventices et sur leur régulation par les Carabidae ». In *Innovations Agronomiques*, n° 43, pp.71-82.

**PÖYRY J., LUOTO M., PAUKKUNEN J., PYKÄLÄ J., RAATIKAINEN K., KUUSSAARI M.**, 2006. "Different responses of plants and herbivore insects to a gradient of vegetation height: an indicator of the vertebrate grazing intensity and successional age". In *Oikos*, vol.115, n°3, pp.401-412.

**PREUDHOMME R.L., HAMPARTZOUMIAN H., JUMEL R., JULLIARD R., SIBLET J.P.**, 2009. Indicateurs de biodiversité en milieu agricole. Museum nationale d'Histoire naturelle et Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, 83p.

**Région Nord-Pas-de-Calais (Npdc)**, 2011. « Prairies, mégaphorbiaies, roselières et cariçaies ». Chap. 3.4., In *Projet ARCH*, 10p.

**ROCHAIX T.**, 2014. *Diversité entomologique des corridors prairiaux : étude des bandes enherbées au bord des cultures*. Université Joseph Fourier Grenoble, Institut de Géographie Alpine, 117p.

**ROGER J-L.**, 2012. La biodiversité fonctionnelle, cas des Carabidae : Pratiques agricoles et contexte paysager. [URL] : [www.agronomie.asso.fr/fileadmin/user\\_upload/Evenements\\_AFA/Ateliers\\_terrain/Atelier\\_biodiversite\\_2012/3\\_Atelier\\_Afa\\_Gouville\\_diap\\_3\\_20120926\\_JL\\_Roger.pdf](http://www.agronomie.asso.fr/fileadmin/user_upload/Evenements_AFA/Ateliers_terrain/Atelier_biodiversite_2012/3_Atelier_Afa_Gouville_diap_3_20120926_JL_Roger.pdf). Consulté le 10/09/2015, INRA, 34p.

**ROGER J-L., JAMBON O., BOUGER G.**, 2013. Clé de détermination des Carabidés : Paysages agricoles du Nord Ouest de la France. INRA, 256p.

**RONZON B.**, 2006. *Biodiversité et lutte biologique : comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée pour prévenir contre le puceron de la salade*. Clermont-Ferrand, 25p.

**ROSENZWEIG M.L.**, 1995. "Species diversity in space and time". In *Cambridge University Press*, Cambridge, pp.79-106.

**ROUMEGOUS S.**, 2012. *Piège à cornet unidirectionnel : matériel, montage et principe*. Chambre d'Agriculture Charente-Maritime, Auximore, 6p.

**ROUX M.**, 2014. Les Carabes, échantillonnage et piège. [URL] : [www.supagro.fr](http://www.supagro.fr), consulté le 01/10/2015.

**SALVO E.**, 2015. *Arbres, haies et bandes végétalisées dans la PAC 2015-2020*. Agr'eau, 16p.

**SARTHOU J.P., FROMAGE P., GENET B., VINAUGER A., HEINTZ W. et MONTEIL C.**, 2010. SYRFID vol. 4 : Syrphidae of France Interactive Data [On-Line URL : [syrfid.ensat.fr](http://syrfid.ensat.fr)].

**SARTHOU V., SPEIGHT M.C.D., SARTHOU J.P.**, 2013. "Evaluer l'intégrité écologique des écosystèmes avec la méthode 'Syrph The Net' ». In *Colloque Naturalité des eaux et des forêt*, Chambéry, [URL] : [www.youtube.com/watch?v=nqSY4MtUMlw](http://www.youtube.com/watch?v=nqSY4MtUMlw), consultée le 12/10/2015.

**SPEIGHT M.C.D., CASTELLA E., OBRDLIK P., BALL S.**, 2006. *Syrph the Net: The Database of European Syrphidae*. [URL] : <http://www.iol.ie/~millweb/syrph/syrphid.htm> . Consulté le 22/08/2015, Dublin.

**SPEIGHT M.C.D., CASTELLA E., SARTHOU J.P., VANAPPELGHEM C.**, 2014. *Species accounts of european syrphidae*. Vol.78, Dublin, 319p.

**TELABOTANICA**, 2015. *Le réseau des botanistes francophones*. [URL] : <http://www.tela-botanica.org/>. Consultée le 2/10/2015.

**THOMAS J., THOMAS F.**, 2013. *La sélection, la production, le choix des plantes fourragères, l'implantation, le diagnostic et la rénovation des prairies, à l'usage des éleveurs, des techniciens agricoles, de l'enseignement agricole et des étudiants*. Groupement national interprofessionnel des semences et plants, [URL] : [prairies-gnis.org](http://prairies-gnis.org). Consultée le 14/10/2015.

**TOUSSAINT B., MERCIER D., BEDOUET F., HENDOUX F. et DUHAMEL F.**, 2008. *Flore de la Flandre Française*. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 556p..

**TRICHARD A., RICCI B., DUCOURTIEUX C., PETIT S.**, 2014. "The spatio-temporal distribution of weed seed predation differs between conservation agriculture and conventional tillage". In *Agriculture, Ecosystems & Environment*, n°180, pp.40-47.

**TURPEAU E., HULLE M., CHAUDET B.**, 2011. *Poecilus cupreus*. In *Encyclop'APHID*, [URL] : <https://www6.inra.fr/encyclopedie-pucerons/Especes/Predateurs-insectes/Coleoptera-Carabidae/Poecilus-cupreus>. Consulté le 08/09/2015, INRA.

**United Nations Environment Programme (UNEP)**, 1992. *Convention on Biological Diversity*. Rio de Janeiro.

**VAISSIERE B., AUBERT M., MOURET H., SABAH C., VISAGE C.**, 2012. *Favoriser la biodiversité : guide des bonnes pratiques*. Urbanbees, INRA, Arthropologia, 28p.



**VALET J-M.**(dir), 2014. *L'Observatoire de la biodiversité du Nord-Pas-de-Calais : état des lieux de la biodiversité dans les territoires des Schémas de Cohérence Territoriale*. OBR, Bailleul, 300p.

**VAN WINGERDEN W.K.R.E., GRIFFIOEN J., VAN DER VEEN M. et al.**, 2004. "Effects of green veining on natural enemies of invertebrate pest species in leek and sprouts". *In Proceedings of the section experimental and applied entomology-Netherlands entomological society*, p.99-104.

**VASSEUR C., AVIRON S., PUYO S.**, 2009. *Agrobiodiversité et services écologiques : quelle gestion des paysages agricoles? - Observatoire « Carbes auxiliaires et pratiques agricoles »*. INRA, Rennes, 4p.

**VOLKOFF A.N.**, 2013. Micro-hyménoptères parasitoïdes. [URL] : <https://www6.montpellier.inra.fr/dgimi/Modeles-biologiques/Micro-hymenopteres-parasitoides>, Consulté le 20/09/2015, INRA, Montpellier.

## Table des figures

Figure 1 : Trois attributs de la biodiversité interconnectés suivant différents niveaux d'organisation biologique

Figure 2 : Des bandes enherbées entre les cultures et un cours d'eau

Figure 3 : Zone d'étude des bandes enherbées 2015

Figure 4 : Paysage du Bas-Pays-de-Béthune

Figure 5 : Dominances des cultures sur les paysages du Bas-Pays-de-Béthune

Figure 6 : Un réseau atypiquement dense de cours d'eau et de canaux

Figure 7 : Les corridors et réservoirs de biodiversité mis en lumière par le SRCE du NPdC pour le secteur d'étude

Figure 8 : Chronogramme des étapes de la mission

Figure 9 : Localisation des bandes enherbées et prairies de l'étude sur le Bas-Pays-Béthunois

Figure 10 : Détermination d'individus entomologiques et floristiques

Figure 11 : Carabe s'attaquant à une limace

Figure 12 : Coccinelle à sept points consommant un puceron

Figure 13 : Une Cantharide, prédateur entomophage

Figure 14 : Une larve de Syrphé (*Scaeva sp.*) consommant des pucerons

Figure 15 : micro-Hyménoptères de la famille des Trichogrammatidae (*Trichogramma brassicae*) parasitant des œufs d'*Ostrinia nubilalis*, la pyrale du maïs

Figure 16 : Bourdon terrestre butinant du Gaillet gratteron

Figure 17 : Larve de Chrysope entomophage

Figure 18 : *Orius niger*, une punaise prédatrice polyphage d'insectes

Figure 19 : Petite Tortue, *Aglais urticae*, sur une bande enherbée

Figure 20 : Leste vert sur une Poacée

Figure 21 : Chronogramme des inventaires entomologiques

Figure 22 : Mise en place d'un piège Barber

Figure 23: Passage de filet fauchoir sur une prairie

Figure 24 : La chasse à vue : échantillonnage de l'entomofaune volante

Figure 25 : Un piège à cornet pour l'inventaire des Syrphes et des micro-Hyménoptères

Figure 26 : Quadra utilisé pour les inventaires botaniques

Figure 27 : Analyse en Composantes Principales des recouvrements des classes phytosociologiques sur les transects de l'étude, représentation du premier et troisième facteur de l'ACP

Figure 28 : Dendrogramme de la Classification Ascendante Hiérarchique des transects suivants leur cortège floristique

Figure 29: Recouvrement des espèces dominantes de la Classe 1 de la CAH

Figure 30 : La bande enherbée 02 au cortège floristique pauvre et largement dominé par la Fétuque élevée (*Festuca arundinacea*), avec des traces de passage d'engins

Figure 31: Recouvrement des espèces dominantes de la Classe 4 de la CAH

Figure 32 : Populations de Luzerne cultivée (*Medicago sativa*) et de trèfle hybride (*Trifolium hybridum*) sur la bande enherbée 07

Figure 33 : Recouvrement des espèces dominantes de la Classe 3 de la CAH et dominance de Fromental élevé (*Arrhenatherum elatius*) sur la bande enherbée 10

Figure 34: Recouvrement des espèces dominantes de la Classe 2 de la CAH

Figure 35 : ACP des recouvrements des espèces floristiques sur les transects de l'étude

Figure 36 : La bande enherbée 09 au cortège floristique le plus diversifié de l'étude

Figure 37 : Espèces dominantes et diversité spécifique de la BE09

Figure 38 : Espèces dominantes et diversité spécifique de la bande enherbée BE07

Figure 39 : Le cortège assez diversifié, herbacé et fleuri, de la bande enherbée 07

Figure 40 : Espèces dominantes de la prairie PR02

Figure 41 : La prairie 02 de l'échantillon d'étude

Figure 42 : Taxons entomologiques inventoriés

Figure 43 : Diversité spécifiques et abondances des taxons inventoriés avec la part des différents groupes d'auxiliaires de culture potentiels

Figure 44 : Abondance et diversité entomologique par zone

Figure 45 : Mosaïque hétérogène d'habitats proches de la bande enherbée 08

Figure 46 : La bande enherbée 02 : cortège floristique pauvre et faible hétérogénéité de la mosaïque paysagère proche

Figure 47 : Relation linéaire assez forte entre la diversité entomologique et la diversité floristique des zones

Figure 48 : Abondance et diversité spécifique des pollinisateurs suivant les bandes enherbées et prairies

Figures 49 : ACP des abondances et diversités des pollinisateurs avec le recouvrement d'espèces nectarifères, le nombre d'espèces en fleurs, le nombre d'espèces du cortège floristique et la proportion des Poacées (gauche) ; Boudon terrestre butinant un trèfle hybride (droite)

Figure 50 : Proportions des abondances des 12 taxons de papillons diurnes inventoriés

Figure 51: Représentation des deux premiers axes factoriels de l'ACP des abondances des différentes espèces de papillons diurnes

Figure 52 : Amarylis butinant sur une bande enherbée

Figure 53 : Plantes hôtes des chenilles des papillons diurnes inventoriés

Figure 54: Abondance et diversité spécifique des papillons diurnes suivant les bandes enherbées et prairies

Figure 55 : Comparaisons des plantes hôtes des papillons présents et de la composition floristique de la bande enherbée 09

Figure 56 : Comparaisons des plantes hôtes des papillons présents et de la composition floristique de la prairie 01

Figure 57 : ACP croisant les abondances et diversités des espèces de Rhopalocères avec les recouvrements d'espèces nectarifères, le nombre d'espèces en fleurs, la hauteur de végétation moyenne et les proportions de Poacées

Figures 58 : ACP entre les abondances des espèces de papillons et les abondances des familles botaniques (gauche) et ACP entre les abondances des espèces de papillons et les abondances des espèces botaniques « utiles » aux papillons (droite)

Figures 59 : Proportions des abondances des 9 taxons d'Apoïdes inventoriés en 2015

Figure 60 : Bourdon des champs butinant sur une bande enherbée

Figure 61 : Abondance et diversité spécifique des Apoïdes suivant les bandes enherbées et prairies

Figure 62 : Représentation des deux premiers axes factoriels de l'ACP sur les abondances et la diversité des Apoïdes avec le recouvrement d'espèces nectarifères, le nombre d'espèces en fleurs et la proportion des Poacées

Figure 63 : ACP entre les abondances des espèces d'Apoïdes avec les abondances des espèces mellifères et nectarifères (gauche) et avec les abondances de espèce floristiques de la Classe dominante 12.1 (droite)

Figure 64 : Les régimes alimentaires des larves de Syrphes de l'étude

Figure 65 : Comparaison du cortège de Syrphes observé entre 2014-2015 et du cortège de Syrphes prédit grâce à Syrph The Net suivant les habitats des zones d'études

Figure 66 : Espèces des Syrphes inventoriées avec leurs abondances

Figure 67: Représentation des deux premiers axes factoriels de l'ACP sur les effectifs des différentes espèces de Syrphes des zones d'étude

Figure 68 : L'abondance et la diversité spécifique des Syrphes sur chaque zone

Figure 69 : Représentation des deux premiers axes factoriels de l'ACP sur les abondances et la diversité des Syrphes avec le recouvrement d'espèces nectarifères, le nombre d'espèces en fleurs et la hauteur de végétation moyenne des zones d'étude

Figure 70 : Syrphes butinant une variété de fleurs : *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Heracleum sphondylium*

Figure 71: Représentation des deux premiers axes factoriels des ACP sur les abondances des espèces de Syrphes avec les recouvrement en fleurs, le nombre d'espèces nectarifères et la hauteur de végétation moyenne des zones d'étude des sessions 2 et 3

Figure 72 : Espèces dominantes de Carabes inventoriés sur l'étude avec leurs abondances (23 espèces recensées avec plus d'un individu)

Figure 73 : *Poecilus cupreus*, une espèce dominante sur l'étude

Figure 74 : Variation des abondances des Carabes capturés dans le temps et détail des variations d'abondances des espèces dominantes sur l'ensemble des zones d'étude

Figure 75 : Proportions des Carabes de l'étude suivant leurs régimes alimentaires, ainsi que leurs variations dans le temps

Figure 76 : Carabes dominants sur les bandes enherbées et les prairies

Figure 77: Proportions des Carabes des prairies et des bandes enherbées suivant leurs régimes alimentaires

Figure 78 : L'abondance et la diversité spécifique des Carabes sur chaque transect

Figure 79 : Comparaison du cortège carabique de la bande enherbée A entre 2014 et 2015

Figure 80 : Abondance des espèces de Carabes dominants (en %) sur la bande enherbée A et variations des abondances entre 2014 et 2015

Figure 81 : Comparaison du cortège carabique de la bande enherbée B entre 2014 et 2015

Figure 82 : Abondance des espèces de Carabes dominants (en %) sur la bande enherbée B et variations des abondances entre 2014 et 2015

Figure 83 : Comparaison du cortège carabique de la bande enherbée C entre 2014 et 2015

Figure 84 : Abondance des espèces de Carabes dominants (en %) sur la bande enherbée C et variations des abondances entre 2014 et 2015

Figure 85 : Micro-Hyménoptère de la famille des Braconidae

Figure 86: familles des micro-Hyménoptères inventoriées et part des auxiliaires de culture

Figure 87 : variations des abondances de 3 familles de micro-Hyménoptères auxiliaires de culture sur les bandes enherbées et prairies de l'étude du 10 au 15 juillet (sans les BE01 et BE04, car les pièges à cornet concernés étaient défectueux à ces dates)

Figures 88 : *Coccinella septempunctata* (Gauche) et *Rhagonycha fulva* (droite), des prédateurs entomophages, sur des fleurs des bandes enherbées

Figure 89 : La chrysope perlée

Figure 90 : Quelques exemples de Poacées vivaces nécessitant moins d'entretien

Figure 91 : Quelques propositions d'espèces fleuries vivaces favorisant l'entomofaune auxiliaire, pour diversifier les cortèges floristiques des bandes enherbées (espèces mellifères ou nectarifères, adaptées à l'habitat prairial fauché et aux conditions écologiques locales)

Figure 92 : Réalisation d'un sursemis sur couvert herbacé

Figure 93 : L'amélioration des cortèges floristiques par la coupe précoce ou tardive des bords de champs

Figure 94 : La méthanisations des substrats d'origine agricole

Figure 95 : Fauche avec une barre de coupe

Figure 96 : Le salissement des parcelles avant semis de céréales est inversement proportionnel à la diversité des cultures dans la rotation



## Annexes

- Annexe 1 : Liste des espèces végétales inventoriées suivant les familles botaniques

|                 |  |                  |                               |
|-----------------|--|------------------|-------------------------------|
| Apiaceae        | <i>Angelica sylvestris</i>               |                  |                               |
|                 | <i>Anthriscus sylvestris</i>             |                  |                               |
|                 | <i>Daucus carota</i>                     |                  |                               |
|                 | <i>Heracleum sphondylium</i>             |                  |                               |
|                 | <i>Pimpinella major</i>                  |                  |                               |
|                 | <i>Torilis japonica</i>                  |                  |                               |
| Asteraceae      | <i>Achillea millefolium</i>              |                  |                               |
|                 | <i>Artemisia annua</i>                   |                  |                               |
|                 | <i>Artemisia vulgaris</i>                |                  |                               |
|                 | <i>Cirsium arvense</i>                   |                  |                               |
|                 | <i>Cirsium vulgare</i>                   |                  |                               |
|                 | <i>Crepis capillaris</i>                 | Hypericaceae     | <i>Hypericum perforatum</i>   |
|                 | <i>Eupatorium cannabinum</i>             |                  | <i>Glechoma hederacea</i>     |
|                 | <i>Lapsana communis</i>                  | Lamiaceae        | <i>Lamium album</i>           |
|                 | <i>Matricaria recutita</i>               |                  | <i>Lamium purpureum</i>       |
|                 | <i>Picris echioides</i>                  |                  | <i>Mentha aquatica</i>        |
|                 | <i>Picris hieracioides</i>               |                  |                               |
|                 | <i>Senecio erucifolius</i>               | Plantaginaceae   | <i>Plantago lanceolata</i>    |
|                 | <i>Senecio vulgaris</i>                  |                  | <i>Plantago major</i>         |
|                 | <i>Sonchus asper</i>                     | Poaceae          | <i>Alopecurus geniculatus</i> |
|                 | <i>Sonchus oleraceus</i>                 |                  | <i>Arrhenatherum elatius</i>  |
|                 | <i>Tanacetum vulgare</i>                 |                  | <i>Bromus hordeaceus</i>      |
|                 | <i>Taraxacum sp.</i>                     |                  | <i>Bromus sterilis</i>        |
|                 | <i>Tragopogon pratensis</i>              |                  | <i>Dactylis glomerata</i>     |
|                 | <i>Tripleurospermum inodorum</i>         |                  | <i>Elymus repens</i>          |
|                 | <i>Tussilago farfara</i>                 |                  | <i>Festuca arundinacea</i>    |
| Boraginaceae    | <i>Symphytum officinale</i>              |                  | <i>Holcus lanatus</i>         |
| Brassicaceae    | <i>Brassica napus</i>                    |                  | <i>Hordeum murinum</i>        |
|                 | <i>Capsella bursa-pastoris</i>           |                  | <i>Lolium perenne</i>         |
|                 | <i>Cardamine pratensis</i>               |                  | <i>Phalaris arundinacea</i>   |
|                 | <i>Sinapis arvensis</i>                  |                  | <i>Phleum pratense</i>        |
|                 | <i>Thlaspi arvense</i>                   |                  | <i>Phragmites australis</i>   |
| Caprifoliaceae  | <i>Dipsacus fullonum</i>                 |                  | <i>Poa pratensis</i>          |
| Caryophyllaceae | <i>Cerastium fontanum subsp. vulgare</i> |                  | <i>Poa trivialis</i>          |
|                 | <i>Stellaria media</i>                   |                  | <i>Triticum aestivum</i>      |
| Convolvulaceae  | <i>Convolvulus arvensis</i>              | Polygonaceae     | <i>Persicaria maculosa</i>    |
| Equisetaceae    | <i>Equisetum arvense</i>                 |                  | <i>Polygonum aviculare</i>    |
| Fabaceae        | <i>Lotus corniculatus</i>                |                  | <i>Rumex conglomeratus</i>    |
|                 | <i>Medicago lupulina</i>                 |                  | <i>Rumex crispus</i>          |
|                 | <i>Medicago sativa</i>                   |                  | <i>Rumex obtusifolius</i>     |
|                 | <i>Melilotus officinalis</i>             | Primulaceae      | <i>Lysimachia nummularia</i>  |
|                 | <i>Trifolium dubium</i>                  |                  |                               |
|                 | <i>Trifolium hybridum</i>                | Ranunculaceae    | <i>Ranunculus acris</i>       |
|                 | <i>Trifolium pratense</i>                |                  | <i>Ranunculus bulbosus</i>    |
|                 | <i>Trifolium repens</i>                  |                  | <i>Ranunculus repens</i>      |
|                 | <i>Vicia sativa</i>                      | Rosaceae         | <i>Crataegus monogyna</i>     |
|                 | <i>Vicia sativa subsp. segetalis</i>     |                  | <i>Rubus sp.</i>              |
|                 | <i>Vicia tetrasperma</i>                 | Rubiaceae        | <i>Galium aparine</i>         |
| Fagaceae        | <i>Quercus petraea</i>                   | Salicaceae       | <i>Salix sp.</i>              |
| Geraniaceae     | <i>Geranium dissectum</i>                | Scrophulariaceae | <i>Veronica persica</i>       |
|                 | <i>Geranium molle</i>                    | Urticaceae       | <i>Urtica dioica</i>          |

- Annexe 2 : Explication des codes des espèces botaniques :

Le codage des espèces botaniques utilisé pour les traitements statistiques comprend en minuscule les trois premières lettres du genre suivi des trois premières de l'espèce, comme dans l'exemple ci-dessous :

| Espece                      | Code espèce |
|-----------------------------|-------------|
| <i>Achillea millefolium</i> | achmill     |

- Annexe 3 : Classes phytosociologiques des espèces végétales présentes sur l'étude

| Code  | Classe phytosociologique et description du milieu   |       |   |
|-------|---|-------|---|
| 04/6. | Bidentetea tripartitae (Tüxen, Lohmeyer & Preising in Tüxen 1950) : <b>friches annuelles hygrophiles à hydrophiles, eutrophiles, pionnières, eurasiatiques</b>                              | 13/3. | Stellarietea mediae (Braun-Blanquet 1921) Tüxen, Lohmeyer & Preising in Tüxen 1950 em. Schubert in Schubert, Hilbig & Klotz 1995 : <b>annuelles commensales des cultures</b>  |
| 05/2. | Filipendulo ulmariae - Convolvuletea sepium (Preising apud Hülbusch 1973) Géhu & Géhu-Franck 1987 : <b>mégaphorbiaies hygrophiles, planitiaies-collinéennes à montagnardes</b>              | 13/4. | Sisymbrietea officinalis Gutte & Hilbig 1975 : <b>friches annuelles européennes</b>   |
| 05/3. | Phragmito australis - Caricetea elatae Klika in Klika & Novák 1941 : <b>roselières et grandes cariçaies eurasiatiques, amphibies à hydrophiles</b>  | 13/5. | Cardaminetea hirsutae Géhu 1999 : <b>ourlets thérophytiques vernaux, nitrophiles, thermophiles</b>  |
| 09/1. | Festuco valesiacae - Bromopsidetea erectae Braun-Blanquet & Tüxen 1943 em. Royer 1987 : <b>pelouses basophiles médioeuropéennes</b>   | 13/6. | Galeopsio tetrahit - Senecionetea sylvatici Passarge 1981 ex de Foucault 2011 : <b>annuelles pionnières nitrophiles des clairières et lisières européennes, psychrophiles</b> |
| 12/1. | Agrostio stoloniferae - Arrhenatheretea elatioris subsp. elatioris (Tüxen 1937 em. 1970) de Foucault 1984 : <b>prairies européennes mésotrophiles à eutrophiles</b>                         | 13/8. | Epilobieteae angustifolii Tüxen & Preising in Tüxen 1950 : <b>mégaphorbiaies pionnières et ronciers de clairières médio-européennes, mésohydriques à mésohygrophiles</b>      |
| 13/1. | Onopordetea acanthii subsp. acanthii Braun-Blanquet 1964 em. Julve 1993 : <b>friches vivaces xérophiles européennes</b>   | 15/8. | Rhamno catharticae - Prunetea spinosae Rivas Goday & Borja Carbonell 1961 : <b>fourrés arbustifs médioeuropéens, planitiaies-montagnards, méso à eutrophiles</b>              |
| 13/2. | Glechomo hederaceae - Urticetea dioicae (Passarge 1967) Julve 2003 class. nov. hoc loco : <b>friches et lisières vivaces médioeuropéennes, eutrophiles, mésohydriques à mésohygrophiles</b> | 16/1. | Fraxino excelsioris - Quercetea roboris Gillet 1986 ex Julve 1993 : <b>bois caducifoliés médio-européens</b>  |

- Annexe 4 : Explication des codes des espèces entomologiques

Le codage des différentes espèces entomologiques recensées est en majuscules. Il est utilisé pour les traitements statistiques et est différemment composé suivant le niveau d'identification taxonomique :

- cinq premières lettres de la famille
- trois premières lettres du genre
- trois premières lettres du genre suivi des trois premières de l'espèce

| Code   | Taxon                    |
|--------|--------------------------|
| ICHNE  | Ichneumonidae            |
| API    | Apis sp.                 |
| BOMLAP | <i>Bombus lapidarius</i> |

## - Annexe 5 : Liste des taxons entomologiques inventoriés

| Cantharidae   |                                      |                             |             |                                |                              |
|---------------|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|--------------------------------|------------------------------|
| Code          | Espèce                               | Découvert                   |             |                                |                              |
| CANFUS        | <i>Cantharis fusca</i>               | Linnaeus, 1758              | LYGPAB      | <i>Lygocoris pabulinus</i>     | Linnaeus, 1761               |
| CANLAT        | <i>Cantharis lateralis</i>           | Linnaeus, 1758              | MEGREC      | <i>Megaloceroa recticornis</i> | Geoffroy, 1785               |
| CANLIV        | <i>Cantharis livida</i>              | Linnaeus, 1758              | MIRI        | <i>Miridae sp.</i>             | Hahn, 1833                   |
| CANRUS        | <i>Cantharis rustica</i>             | Fallen, 1807                | MIRQUA      | <i>Miridae quadrivirgatus</i>  | Costa, 1853                  |
| MALRUB        | <i>Malthinus rubricollis</i>         | Baudi, 1859                 | NOTELO      | <i>Notostira elongata</i>      | Geoffroy, 1785               |
| RHAFUV        | <i>Rhagonycha fulva</i>              | Scopoli, 1763               | ORINIG      | <i>Orius niger</i>             | Wolff, 1811                  |
| RHANIG        | <i>Rhagonycha nigriventri</i>        | Motschulsky, 1860           | PHISPU      | <i>Philaenus spumarius</i>     | Linnaeus, 1758               |
| Carabidae     |                                      |                             | RHOSUB      | <i>Rhopalus subrufus</i>       | Gmelin, 1790                 |
| AGOVID        | <i>Agonum viduum</i>                 | Panzer, 1796                | STEBIN      | <i>Stenotus binotatus</i>      | Fabricius, 1794              |
| AMA           | <i>Amara sp.</i>                     | Bonelli, 1810               | STECAL      | <i>Stenodema calcarata</i>     | Fallen, 1807                 |
| ANCDOR        | <i>Anchomenus dorsalis</i>           | Pontoppidan, 1763           | STELAE      | <i>Stenodema laevigata</i>     | Linnaeus, 1758               |
| ANIBIN        | <i>Anisodactylus binotatus</i>       | Fabricius, 1787             | STI         | <i>Stictopleurus sp.</i>       | Stål, 1872                   |
| BADBUL        | <i>Badister bullatus</i>             | Schrank, 1798               | TINAMP      | <i>Tingis ampliata</i>         | Herrich-Schaeffer, 1838      |
| BADPEL        | <i>Badister peltatus</i>             | Panzer, 1797                | Hymenoptera |                                |                              |
| BADUNI        | <i>Badister unipustulatus</i>        | Bonelli, 1813               | AND         | <i>Andrena sp.</i>             | -                            |
| HARAFF        | <i>Harpalus affinis</i>              | Schrank, 1781               | ANT         | <i>Anthophora sp.</i>          | Latreille, 1803              |
| HARLAT        | <i>Harpalus latus</i>                | Linne, 1758                 | API         | <i>Apis sp.</i>                | Linnaeus, 1758               |
| HARRUB        | <i>Harpalus rubripes</i>             | Duftscheid, 1812            | APIMEL      | <i>Apis mellifera</i>          | Linnaeus, 1758               |
| HAR           | <i>Harpalus sp.</i>                  | Latreille, 1802             | BOMLAP      | <i>Bombus lapidarius</i>       | Linnaeus, 1758               |
| LAETER        | <i>Laemostenus terricola</i>         | Herbst, 1784                | BOMPAS      | <i>Bombus pascuorum</i>        | Scopoli, 1763                |
| METLAM        | <i>Metallina lampros</i>             | Herbst, 1784                | BOMTER      | <i>Bombus terrestris</i>       | Linnaeus, 1758               |
| MIC           | <i>Microlestes sp.</i>               | Schmidt-Goebel, 1846        | BRACO       | (Famille : Braconidae)         | -                            |
| NEBBRE        | <i>Nebria brevicollis</i>            | Fabricius, 1792             | CHRY        | (Famille : Chrysidae)          | -                            |
| NEBSAL        | <i>Nebria salina</i>                 | Fairmaire & Laboulbène, 185 | CYNIP       | (Famille : Cynipidae)          | -                            |
| NOTBIG        | <i>Notiophilus biguttatus</i>        | Fabricius, 1779             | FORMI       | (Famille : Formicidae)         | -                            |
| NOTPAL        | <i>Notiophilus palustris</i>         | Duftscheid, 1812            | ICHNE       | (Famille : Ichneumonidae)      | -                            |
| NOTRUF        | <i>Notiophilus rufipes</i>           | Curtis, 1829                | MELI        | <i>Melitta sp.</i>             | -                            |
| OPHRUF        | <i>Ophonus rufibarbis</i>            | Fabricius, 1792             | PAMPH       | (Famille : Pamphiliidae)       | -                            |
| OXYOBS        | <i>Oxytelus obscurus</i>             | Herbst, 1784                | POMPI       | (Famille : Pompilidae)         | -                            |
| PANBP         | <i>Panagaeus bipustulatus</i>        | Fabricius, 1775             | SPHEC       | (Famille : Sphecidae)          | -                            |
| PARALB        | <i>Paranchus albipes</i>             | Fabricius, 1796             | TENTH       | (Famille : Tenthredinidae)     | -                            |
| PHIBIG        | <i>Philochthus biguttatus</i>        | Fabricius, 1779             | TRICH       | (Famille : Trichogrammatidae)  | -                            |
| PHI           | <i>Philochthus sp.</i>               | -                           | Lepidoptera |                                |                              |
| PHYOBT        | <i>Phyla obtusa</i>                  | Audinet-Serville, 1821      | AGLIO       | <i>Aglais io</i>               | Linné, 1758                  |
| POECUP        | <i>Poecilus cupreus</i>              | Linnaeus, 1758              | AGLURT      | <i>Aglais urticae</i>          | Linnaeus, 1758               |
| PSERUF        | <i>Pseudophonus rufipes</i>          | De Geer, 1774               | ANTCAR      | <i>Anthocharis cardamines</i>  | Linnaeus, 1758               |
| PTANT         | <i>Pterostichus anthracinus</i>      | Illiger, 1798               | ARALEV      | <i>Araschnia levana</i>        | Linnaeus, 1758               |
| PTMAD         | <i>Pterostichus madidus</i>          | Fabricius, 1775             | MANJUR      | <i>Maniola jurtina</i>         | Linnaeus, 1758               |
| PTMEL         | <i>Pterostichus melanarius</i>       | Illiger, 1798               | PACMAC      | <i>Papilio machaon</i>         | Linnaeus, 1758               |
| PTENIG        | <i>Pterostichus nigrita</i>          | Paykull, 1790               | PIE         | <i>Pieris sp.</i>              | Duponchel, 1832              |
| PTESTR        | <i>Pterostichus strenuus</i>         | Panzer, 1796                | POLICA      | <i>Polyommatus icarus</i>      | Rottemburg, 1775             |
| PTEVER        | <i>Pterostichus vernalis</i>         | Panzer, 1796                | PYRTIT      | <i>Pyronia lithonus</i>        | Linnaeus, 1767               |
| STOPUM        | <i>Stomis pumicatus</i>              | Panzer, 1796                | THYLIN      | <i>Thymelicus lineola</i>      | Ochsenheimer, 1808           |
| SYNOBS        | <i>Syntomus obscuraguttatus</i>      | Duftscheid, 1812            | VANATA      | <i>Vanessa atalanta</i>        | Linnaeus, 1758               |
| Chrysopidae   |                                      |                             | VANCAR      | <i>Vanessa cardui</i>          | Linnaeus, 1758               |
| CHRCAR        | <i>Chrysoperla carnea</i>            | Stephens, 1836              | Odonata     |                                |                              |
| CHRPER        | <i>Chrysopa perla</i>                | Linnaeus, 1758              | CAL         | <i>Calopteryx sp.</i>          | Linnaeus, 1758               |
| Coccinellidae |                                      |                             | CHAVIR      | <i>Chalcostethus viridis</i>   | Vander Linden, 1825          |
| COCSEP        | <i>Coccinella septempunctata</i>     | Linnaeus, 1758              | COEPUE      | <i>Coenagrion puella</i>       | Linnaeus, 1758               |
| HARAXY        | <i>Harmonia axyridis</i>             | Pallas, 1773                | ENACYA      | <i>Enallagma cyathigerum</i>   | Charpentier, 1840            |
| PROQUA        | <i>Propylea quatuordecimpunctata</i> | Linnaeus, 1758              | ISCELE      | <i>Ischnura elegans</i>        | Vander Linden, 1820          |
| Hemiptera     |                                      |                             | Syrphidae   |                                |                              |
| AELACU        | <i>Aelia acuminata</i>               | Linnaeus, 1758              | CHEPAG      | <i>Cheilosia pagana</i>        | Meigen, 1822                 |
| AMB           | <i>Amblytulus sp.</i>                | -                           | EPIBAL      | <i>Episyrphus balteatus</i>    | De Geer, 1776                |
| CAPATE        | <i>Capsus ater</i>                   | Linnaeus, 1758              | ERISEP      | <i>Eristalis sepulchralis</i>  | Linnaeus, 1758               |
| CERSAN        | <i>Cercopis sanguinolenta</i>        | Rossi, 1807                 | ERISIM      | <i>Eristalis similis</i>       | Fallen, 1817                 |
| CLONOR        | <i>Closterotomus norvegicus</i>      | Gmelin, 1790                | EUM         | <i>Eumerus sp.</i>             | -                            |
| CORHYO        | <i>Corizus hyoscyami</i>             | Linnaeus, 1758              | EUMSTR      | <i>Eumerus strigatus</i>       | Fallen, 1817                 |
| CORMAR        | <i>Coreus marginatus</i>             | Linnaeus, 1758              | EUPCOR      | <i>Eupeodes corollae</i>       | Fabricius, 1794              |
| DERRUB        | <i>Deraeocoris ruber</i>             | Linnaeus, 1758              | EUPLAT      | <i>Eupeodes latifasciatus</i>  | Macquart, 1829               |
| DERSCU        | <i>Deraeocoris scutellaris</i>       | Fabricius, 1794             | HELPEN      | <i>Helophilus pendulus</i>     | Linnaeus, 1758               |
| DOLBAC        | <i>Dolycoris baccarum</i>            | Linnaeus, 1758              | MELMEL      | <i>Melanostoma mellinum</i>    | Linnaeus, 1758               |
| EUR           | <i>Eurygaster sp.</i>                | Laporte de Castelnau, 1833  | PIPVID      | <i>Pipizella viduata</i>       | Linnaeus, 1758               |
| EUROLE        | <i>Eurydema oleracea</i>             | Linnaeus, 1758              | PLAANG      | <i>Platycheirus angustatus</i> | Zetterstedt, 1843            |
| EURORM        | <i>Eurydema ornatum</i>              | Linnaeus, 1758              | PLAEL       | <i>Platycheirus peltatus</i>   | Meigen, 1822                 |
| HARTHO        | <i>Harpocera thoracica</i>           | Fallen, 1807                | RHICAM      | <i>Rhingia campestris</i>      | Meigen, 1822                 |
| JAVPEL        | <i>Javesella pellucida</i>           | Fabricius, 1794             | SPH         | <i>Sphaerophoria sp.</i>       | Le Peletier & Serville, 1828 |
| LEP           | <i>Leptopterna sp.</i>               | Fieber, 1858                | SPHRUE      | <i>Sphaerophoria rueppelli</i> | Wiedemann, 1830              |
| LIOTRI        | <i>Liocoris tripustulatus</i>        | Fabricius, 1781             | SPHSCR      | <i>Sphaerophoria scripta</i>   | Linnaeus, 1758               |
| LYG           | <i>Lygus sp.</i>                     | Hahn, 1833                  | SYRRIB      | <i>Syrphus ribesii</i>         | Linnaeus, 1758               |
|               |                                      |                             | VOLBOM      | <i>Volucella bombylans</i>     | Linnaeus, 1758               |

## - Annexe 6 : Explication des codes de transects

| BE                | Bande enherbée                     |
|-------------------|------------------------------------|
| PR                | Prairie                            |
| T                 | Transect                           |
| Exemple de codage |                                    |
| BE01T1            | Transect 1 de la Bande Enherbée 01 |
| PR03T2            | Transect 2 de la Prairie 03        |

- Annexe 7 : Analyse du cortège de Syrphidae inventorié sur les études de 2014 et 2015, par rapport au cortège prédit grâce à la base de données européenne Syrph The Net (Speight et al., 2006 ; Sarthou *et al.*, 2013) :

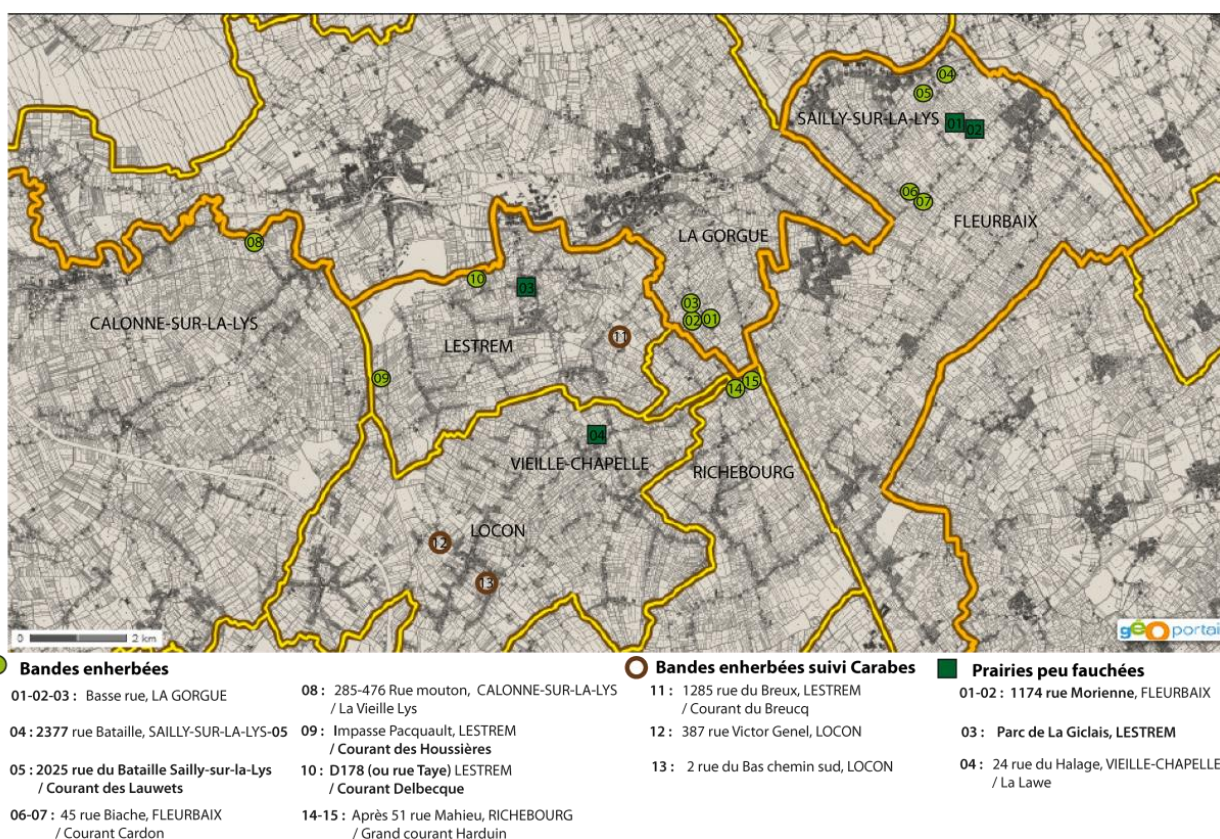
La base de données Syrph The Net permet de prédire un cortège de Syrphes suivant la région géographique et les principaux types d'habitats présents.

\*Ici les habitats choisis correspondant aux zones d'étude sont : les couverts herbacés permanents en bord de champs, les parcelles de cultures de céréales et les fossés d'irrigation ou de drainage proches des cultures.

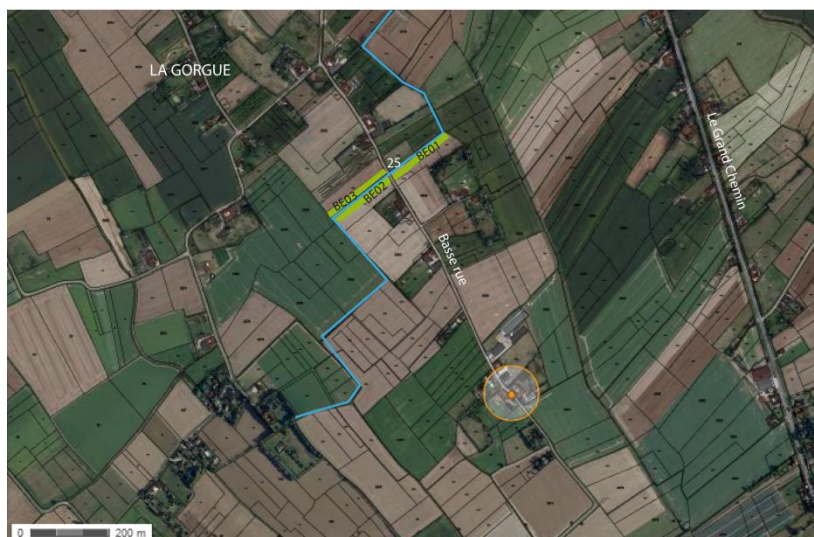
| Espèces au rendez-vous<br>observées sur les inventaires 2014-2015<br>et connues pour fréquenter ces milieux* | Espèces absentes<br>absentes des inventaires 2014-2015,<br>pourtant connues pour fréquenter ces milieux* | Espèces inattendues<br>non prédites sur ces milieux*<br>et pourtant inventoriées en 2014-2015 |
|--|--|---|
| <i>Cheilosia pagana</i>  | <i>Cheilosia albitarsis</i>  | <i>Ceriana sp.</i>  |
| <i>Cheilosia vernalis</i>  | <i>Cheilosia barbata</i>   | <i>Epistrophe sp.</i>   |
| <i>Episyrphus balteatus</i>  | <i>Cheilosia bergenstammi</i>  | <i>Eristalinus sepulchralis</i>   |
| <i>Eumerus strigatus</i>   | <i>Chrysotoxum bicinctum</i>   | <i>Eristalis arbustorum</i>   |
| <i>Eupeodes corollae</i>   | <i>Chrysotoxum cautum</i>  | <i>Eristalis interrupta</i>   |
| <i>Melanostoma mellinum</i>  | <i>Eumerus sogdianus</i>   | <i>Eristalis pertinax</i>   |
| <i>Melanostoma scalare</i>   | <i>Eupeodes luniger</i>  | <i>Eristalis similis</i>  |
| <i>Platycheirus albimanus</i>  | <i>Paragus pecchiolii</i>  | <i>Eristalis tenax</i>  |
| <i>Platycheirus clypeatus</i>  | <i>Platycheirus scutatus</i>   | <i>Eupeodes latifasciatus</i>   |
| <i>Sphaerophoria scripta</i>   | <i>Scaeva pyrastris</i>  | <i>Helophilus pendulus</i>  |
| <i>Syrphus ribesii</i>   | <i>Sphaerophoria interrupta</i>  | <i>Merodon equestris</i>  |
| <i>Volucella bombylans</i>   | <i>Syrphus vitripennis</i>   | <i>Pipizella annulata</i>   |
|  |  | <i>Pipizella viduata</i>  |
|  |  | <i>Platycheirus angustatus</i>  |
|  |  | <i>Platycheirus peltatus</i>  |
|  |  | <i>Rhingia campestris</i>   |
|  |  | <i>Sphaerophoria rueppelli</i>  |
|  |  | <i>Syrpita pipiens</i>  |
|  |  | <i>Xanthogramma pedissequum</i>   |
|  |  | <i>Xylota segnis</i>  |



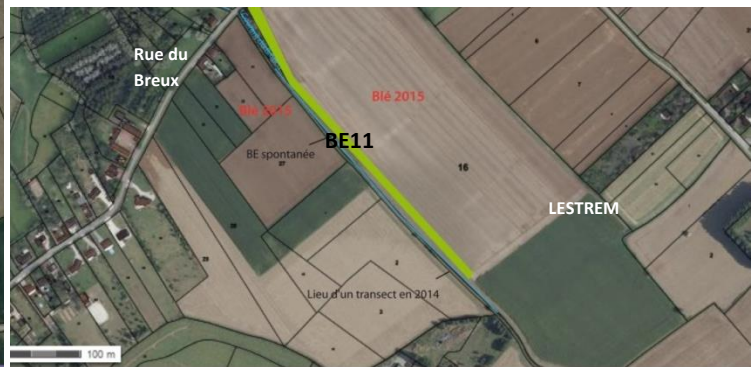
- Annexe 8 : Localisation des transects de l'étude :



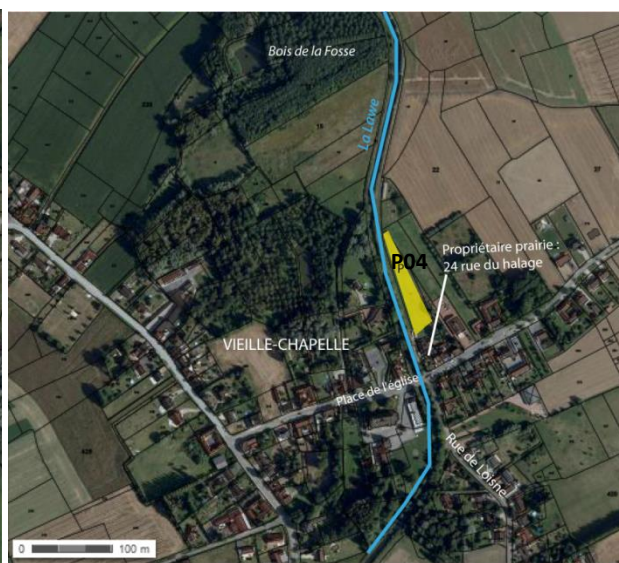
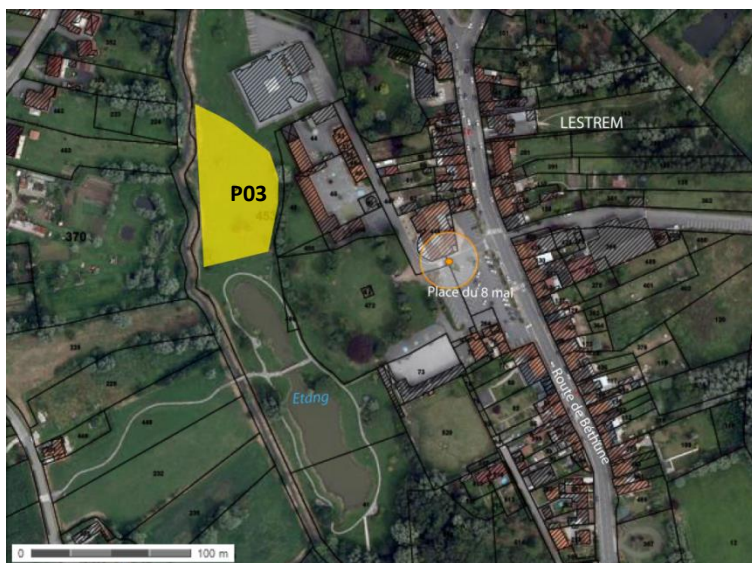
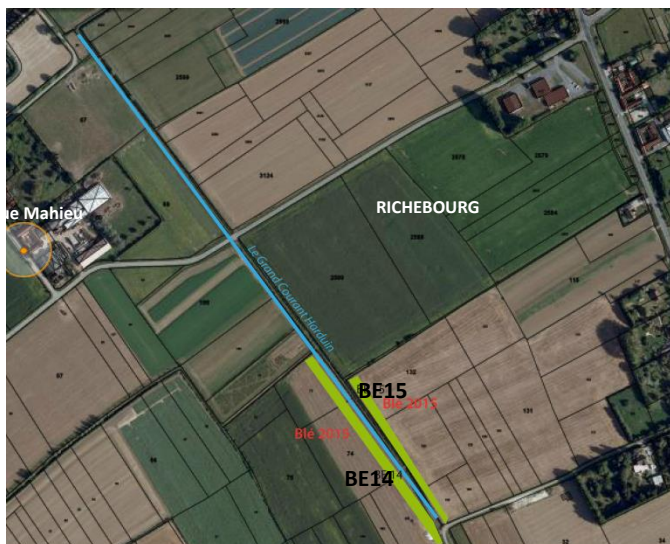
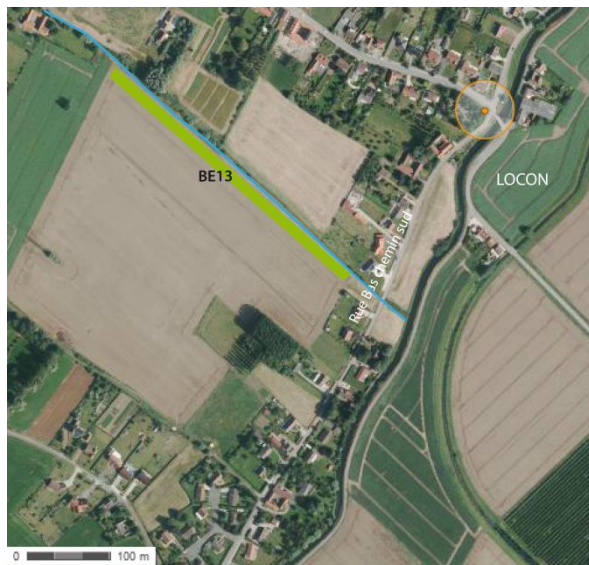
Etude de la fonctionnalité des corridors spirairiaux en milieu agricole du Bas Pays de Béthune - Lestrem Nature 2015













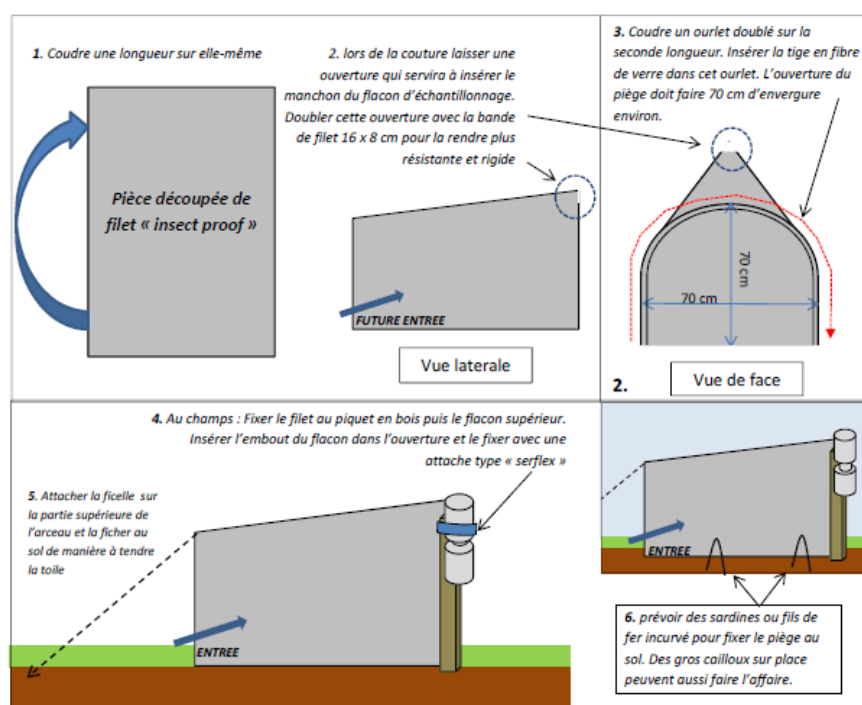
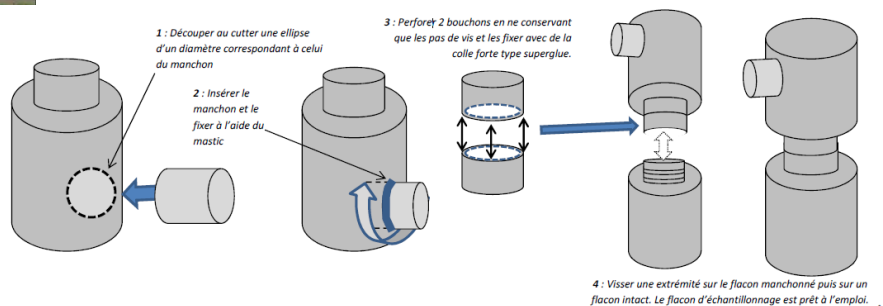
- Annexe 9 : Devis et composition des pièges de l'étude

| <b>Piège à cornet</b> (30 pièges)  |   |   |   |                  |               |
|--|---|---|---|------------------|---------------|
| Matériel   | Dimension   | Quantité  | Fournisseur   | Prix unitaire    | Prix TTC      |
| <b>Tulle</b><br><br>La toile doit être assez rigide pour supporter les intempéries sans obstruer l'orifice de passage des insectes | Besoin :<br><br>175 x 100 cm :<br><b>52.5m<sup>2</sup></b> +<br>petite bande de 16 x 8Cm :<br><b>0.01m<sup>2</sup>= 53m<sup>2</sup></b> | <b>60m<sup>2</sup></b>  | Adhérents   | 0€               | <b>0€</b>     |
| <b>Arceaux</b>   | Besoin<br>250cm long.<br>75m<br>d'arceaux.<br>Ouverture :<br>70cm hauteur<br>70cm largeur<br><br>PER pré-gainé<br>Ø 16 mm               | <b>100m</b>   | <i>Frans Bonhomme –tubes et raccords plastiques,</i><br>ZA 619 rue Delbecque<br>62113 VERQUIGNEUL | 52.80€           | <b>52.80€</b> |
| <b>Poteau bois autoclave épointé</b> (1 par piège)   | <b>150cm</b><br><br><b>Ø 4 cm</b>   | <b>30</b>   | <i>Sainthimat</i><br>Route d'Estaires<br>59480LA BASSEE   | 1,40€ / Pièce    | <b>42€</b>    |
| <b>Ficelle</b>   | <b>150 cm</b><br>pour 1 piège   | 150*30<br><b>=45m</b>   | Céline W. ( <i>Lestrem Nature</i> )   | 0€               | <b>0€</b>     |
| <b>Sardine ou fils de fer incurvés</b> (4 par piège)   | sardines<br>18cm long   | 4*30<br><b>= 120</b><br><br><b>100</b> (10 lots de 10 sardines) | <i>Artois Flexibles</i><br>Av. Fleming Z.I.<br>62400 BETHUNE                                      | 3.03€/lot (H.T.) | <b>36.36€</b> |

|   |   |  |  |              |   |
|---|---|--|--|--------------|---|
|   |   | <b>20</b>  | Adhérents  | 0€           | <b>0€</b>                                 |
| <b>Elément de piégeage amovible bricolé</b> |   |  |  |              |   |
| <b>Petites bouteilles</b><br>(2 par piège)  | Ø 260mm                                 | <b>60</b>  | Adhérents  | 0€           | <b>0€</b>                                 |
| <b>Manchon</b>                              | Ø 4cm<br><br>Tube PVC Ø 40mm, 2m long   | <b>Besoin de 30 manchons de 6cm de long</b><br><br><b>1 tube</b><br>(permettant 66 manchon de 6cm de long) | <i>Briconautes</i><br>Av des Aulnes<br>59253 LA GORGUE         | 3.89 l'unité | <b>3.89€</b>                              |
| <b>Mastic de Fixation en tube</b>           | Silicone blanc joint sanitaire 300mL    | <b>1 tube</b><br>300mL   | <i>Briconautes</i><br>Av des Aulnes<br>59253 LA GORGUE         | 4.20€        | <b>4.20€</b>                              |
| <b>Super glue</b>                           | Colle extra-forte type super glue       | 1 lot de <b>10 tubes de 3g</b>   | <a href="http://www.PriceMinister.fr">www.PriceMinister.fr</a> | 5.50€        | <b>5.50€</b><br><br>(aucun frais de port) |
| <b>Scotch gris</b>                          |   | 1 rouleau  | <i>Artois Flexibles</i><br>Av. Fleming Z.I.<br>62400 BETHUNE   | 6.90€        | <b>6.90€</b>                              |
| <b>Alcool</b>                               | 250ml par piège<br><br>*30 pièges<br>*3 | 250*30*3<br>=22 500mL<br><br><b>= 23 L</b><br><br>(+ surplus pour conservatio                              |  |              |   |

|  |                |      |                   |        |                |
|--|----------------|------|-------------------|--------|----------------|
|  | relevés        | n)   |                   |        |                |
|  |                | =30L |                   |        |                |
|  |                | 20L  |                   |        |                |
|  | 1 bidon<br>20L | 10 L | Pharmacie Lestrem | 55.80€ | 55.80€         |
|  |                |      | GON (partenaire)  | 0€     | 0€             |
| <b>TOTAL des 30 pièges à cornets :</b> |                |      |                   |        | <b>207.45€</b> |
| <b>TOTAL / piège à cornet :</b>        |                |      |                   |        | <b>6.92€</b>   |

**Composition et montage d'un piège à cornet (Source : Roumegous, 2012) :**



| <b>Piège Barber</b> (180 pièges)                          |                     |                                  |  |                  |                |
|---|---------------------|----------------------------------|--|------------------|----------------|
| Matériel  | Dimensi<br>on       | Quantité                         | Fournisseur  | Prix<br>unitaire | Prix TTC       |
| <b>Jalons</b> (2 par transect pour visualiser les pièges) |                     | <b>60</b>                        | Adhérents  | 0€               | <b>0€</b>      |
| <b>Bombe orange fluo</b>                                  | 250mL               | <b>1</b>                         | <i>Artois Flexibles</i><br>Av. Fleming Z.I.<br>62400 BETHUNE | 2.70€            | <b>2.70€</b>   |
| <b>Bouteilles plastiques</b> : (1 en fond de trou)        |                     | <b>180</b><br>bouteilles<br>1.5L | Adhérents  | 0€               | <b>0€</b>      |
| <b>Couvercles</b><br>(sous-pots)                          |                     | <b>180</b>                       | <i>Lestrem Nature</i>  | 0€               | <b>0€</b>      |
| <b>Tiges osier</b> (2 par piège pour tenir le couvercle)  | Ø 0.5 à<br>0.7cm    | <b>360</b>                       | <i>Réagir</i> (partenaire)                                   | 0€               | <b>0€</b>      |
| <b>Gros sel</b> (pour eau saumâtre des pièges)            |                     | 1 sachet                         | <i>Lestrem Nature</i>  | 0€               | <b>0€</b>      |
| <b>Liquide vaisselle</b>                                  |                     | 1 bouteille                      | <i>Lestrem Nature</i>  | 0€               | <b>0€</b>      |
| <b>Pots récolte insectes</b>                              | Petit               | 200                              | <i>GON</i> (partenaire)                                      | 0€               | <b>0€</b>      |
|   | Grand               | 100                              | <i>GON</i> (partenaire)                                      | 0€               | <b>0€</b>      |
|   | Diverses<br>tailles | 100                              | Adhérents  | 0€               | <b>0€</b>      |
| <b>TOTAL des 180 pièges Barber :</b>                      |                     |                                  |  |                  | <b>2.70€</b>   |
| <b>TOTAL / piège Barber :</b>                             |                     |                                  |  |                  | <b>0.015€</b>  |
| <b>TOTAL des pièges</b>                                   |                     |                                  |  |                  | <b>210.15€</b> |

- Annexe 10 : Trame des entretiens aux agriculteurs :

### Introduction

*Nous faisons une étude sur les bandes enherbées sur différentes communes autour de Lestrem. Nous analysons les auxiliaires de culture présents et la diversité floristique. Nous aimerions avoir votre point de vue et votre ressenti autour de ce sujet. Serait-il possible de vous poser quelques questions ?*

### Les bandes enherbées et réglementations

- A quelles réglementations/ obligations / interdictions sont soumises les bandes enherbées ?
- Quelles sont les dates imposées pour faucher les bandes enherbées ? Par qui ? Pourquoi ?
- Que pensez-vous de ces obligations ?
- Combien avez-vous de linéaire de bandes enherbées ? Quelle est la surface de votre exploitation ?

### Les pratiques...

#### ...Sur les bandes enherbées

*Pour comprendre la dynamique de la végétation sur ces bandes enherbées, cela nous aiderait d'avoir quelques informations sur leur gestion.*

- Depuis quand sont en place vos bandes enherbées ?
- Avez-vous semé la bande ou est-ce de la végétation spontanée ? Par quel mélange si semis ? Ou pourquoi laisser une végétation spontanée ?
- Avez-vous remanié ces bandes enherbées depuis leur mise en place ? Les avez-vous labouré, amendé, traité, ressemé ?
- Quelle est votre gestion sur les bandes enherbées au cours de l'année ?

Fauche ou broyage ? Matériel/engin utilisé ? Période de fauche ? Nombre de passage ?  
Pourquoi ?

Ces zones permettent souvent les manœuvres de tracteurs, les utilisez-vous pour cela ?

#### ...Sur la parcelle proche de la bande enherbée

- Effectuez-vous des rotations de cultures ? Quels sont ces rotations (sur combien d'année et quels types de cultures) ?
- Effectuez-vous des labours sur la parcelle cultivée (profonds/superficiels) ?

### La végétation des bandes enherbées

- Avez-vous des problèmes de salissure des cultures depuis l'implantation des bandes enherbées ?  
Pour quelles espèces ?

### Les auxiliaires de culture

- Observez-vous des insectes, dont des auxiliaires de culture (Coccinelles, Syrphes, Carabes, autres) ?  
Sur les cultures ? Sur vos bandes enherbées ?
- Quels sont les ravageurs de culture qui sont les plus présents sur vos cultures ?
- Pensez-vous qu'il pourrait être utile pour vous de favoriser les auxiliaires de culture sur ces bandes enherbées ?

#### La gestion souhaitée des bandes enherbées

- Selon vous, comment pourrait-on améliorer la réglementation et la gestion liées aux bandes enherbées ?
- Que pensez-vous des fauches avec exportation des bandes enherbées ? Que pensez-vous de faire du foin sur les bandes enherbées ?
- Seriez-vous pour une fauche tardive (fin de saison estivale) des bandes enherbées ?
- Que penseriez-vous d'implanter plus d'espèces fleuries sur ces bandes ou des légumineuses (trèfles, luzerne, mélilot) et moins de Graminées ?

#### Présentation de l'agriculteur

- Depuis quand occupez-vous cette fonction ?
- Sur quelles zones/commune cultivez-vous ?