

# AGRICULTURE et CORRIDOR

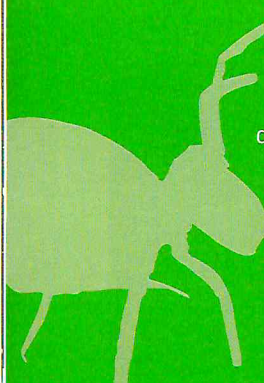
## écologique à Guînes

*Rôle des bandes fleuries et des haies  
dans la protection des cultures*



M. BOUTIN<sup>1</sup>, K. PETIT<sup>2</sup>,  
S. OSTE, C. DEVIGNE<sup>3</sup>,  
B. VANHEE, P. DEVILLE,  
C. PERNIN, F. GRUMIAUX<sup>4</sup>

AGRICOBIO



**Résumé :** Un agriculteur de Guînes a développé un réseau de bandes fleuries et de haies totalisant près de 3 hectares sur une plaine de 50 hectares de grandes cultures. Bien que les effets de tels aménagements soient décrits dans la littérature, leur développement par les agriculteurs reste relativement faible. Le Parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale s'est rapproché de partenaires scientifiques et universitaires pour mettre en œuvre un projet de recherche en conditions réelles d'exploitation et de faire de ce site un observatoire pérenne des interactions entre la biodiversité et la production agricole. Dans cet article, sera abordée une partie des premiers résultats après 3 années de suivi : les insectes auxiliaires de cultures, la mésofaune du sol, les vers de terre, les micromammifères et le hérisson.

**Mots-clés :** Biodiversité, auxiliaires, bandes fleuries, haies, grandes cultures.

**Abstract :** A farmer in Guînes has developed an ecological corridor via a network of flower strips and hedges totalling almost 3 hectares across an expanse of 50 hectares. Although the effects of such infrastructures are described in the literature, their acceptance on working plantations has been limited.

The Parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale partnered with the local scientific community and the local university to operate a research project under real farming conditions and to set up the site as an observatory for long-term monitoring of the effects of enhanced biodiversity and agricultural production. This article reviews the results of the first three years of observation and reports the effects of beneficial insects on plant cultures, the presence and variation of mesofauna, earthworms and microfauna and the increased incidence of hedgehogs.

**Keywords :** Enhanced biodiversity, macrofauna, microfauna, plant symbiosis, ecological corridor, flower strip, hedges, field crops.

1. Parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale (PNRCMO) – BP 22 – 62142 Colembert – mboutin@parc-opale.fr

2. Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles (FREDON) Nord – Pas-de-Calais 21 et 265, Rue Becquerel – BP 74 - 62750 Loos-en-Gohelle – karine.petit@fredon-npdc.com

3. Université Catholique de Lille, Faculté de Gestion, Économie, Sciences – 60 boulevard Vauban 59000 Lille – cdevigne@icl-lille.fr

4. Laboratoire Génie Civil et géo-Environnement, Université des Sciences et Technologies de Lille (USTL) - Cité Scientifique 59655 Villeneuve-d'Ascq Cedex – Fabien.Grumiaux@univ-lille1.fr

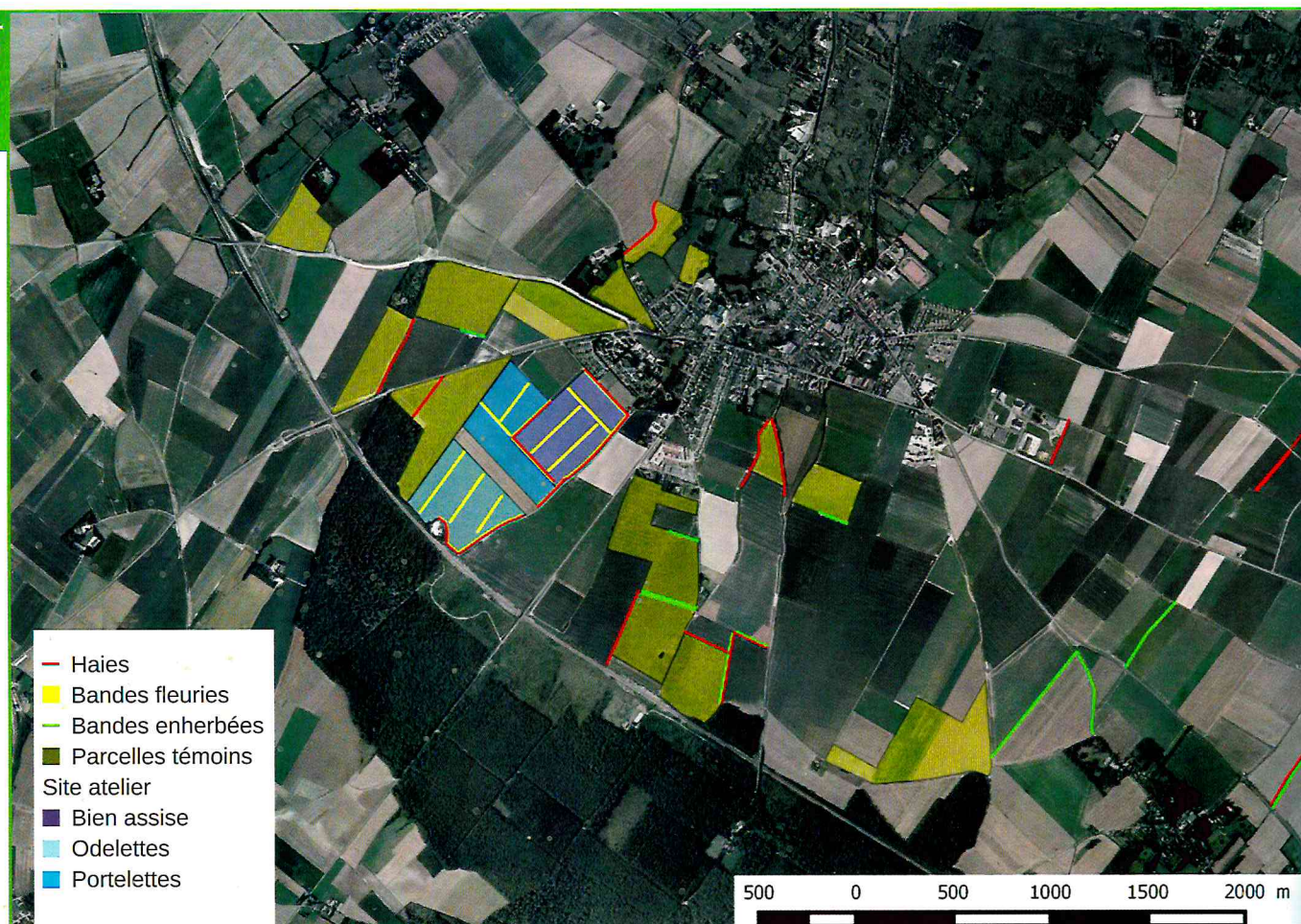


Figure 1: Localisation du site-atelier Agricobio et des parcelles témoins (source : PNRCMO 2014).  
Location of workshop area of Agricobio and the control plots (source : PNRCMO on 2014)

miques et écologiques (taille de l'individu, régressions oculaires, coloration, présence ou absence de furca). La prise en compte de ces groupes permet d'appréhender les capacités de résilience d'un milieu, les espèces épi-édaphiques, plus aptes à se disperser rapidement, recolonisant plus rapidement les milieux perturbés (Ponge *et al.*, 2006).

### Vers de terre

Un échantillon composé de 3 ou 5 prélèvements a été réalisé sur chacune des stations. Chaque prélèvement de vers de terre a été effectué sur une surface de 0,36 m<sup>2</sup> par une méthode qui couple l'extraction chimique (Zaborski, 2003) et le tri manuel. La surface a été irriguée deux fois avec 5 L d'une solution d'isothiocyanate d'allyle (AITC) (1 g AITC dissout dans 100 ml d'isopropanol/10 L d'eau) à 10 minutes d'intervalle. Les vers de terre émergeant à la surface du sol ont été prélevés pendant 10 minutes après chaque irrigation. Ensuite, chaque carré de sol a été creusé à une profondeur de 20 cm et les vers ont été recueillis par tri manuel. Les vers de terre dénombrés et pesés sont conservés dans l'éthanol à

95° jusqu'à identification à l'aide des clés de détermination de Bouché (1972) et de Sims et Gerard (1999). Les vers de terre ont également été classés en trois catégories écologiques (anéciques, épigées et endogées) en fonction de leur morphologie (taille, pigmentation), de leur comportement (alimentation) et de leur écologie (longévité, prédation) (Bouché, 1972).

### SUIVI DES AUXILIAIRES ET DES RAVAGEURS DE CULTURES

#### Auxiliaires contre les pucerons

Trois modes d'observations ont été retenus concernant les pucerons et les auxiliaires associés (syrphes, chrysopes et coccinelles): le piégeage avec des bols couleur jaune « bouton-d'or » (Ø 27 cm × H 9 cm) fixés sur un tuteur permettant de les positionner à hauteur de végétation, le piégeage avec D-vac (un aspirateur à insectes), et l'observation directe sur plantes. Huit zones ont été suivies en 2011, 12 en 2012 et 6 en 2013. Pour les bols jaunes, 6 dates ont fait l'objet d'un tri sur la période estivale allant de mai

à août. Les relevés au D-vac ont été effectués à 5 dates en 2011 (entre juin et septembre) et à 2 dates en 2012 et 2013 (en mai et juillet) ciblés sur la période à risque vis-à-vis du puceron. Des observations sur les cultures de blé et de colza ont été réalisées suivant le protocole BSV (Bulletin de Santé du Végétal Grandes Cultures) de manière hebdomadaire sur la période de fin mai à fin juillet en 2012 et 2013. Les échantillons prélevés avec des bols jaunes et avec le D-vac sont placés en alcool à 70° pour être ensuite triés et déterminés au laboratoire d'entomologie de la FREDON Nord – Pas-de-Calais. Les clés d'identification utilisées sont celles de Speight et Sarthou (2011 et 2013) pour les syrphes et celle de Baugnée et Branquart (2000) pour les coccinelles. Les carabes, quant à eux, ont été échantillonnés par la mise en place de transects de 5 pièges Barber (Ø 60 mm). Les transects ont été disposés au sein de la parcelle d'étude dans les bandes enherbées ou dans les champs. Les carabes sont déterminés à l'espèce grâce à des clés de détermination de la faune carabologique de France mises à jour (Coulon *et al.* 2011a et 2011b). L'abondance de chaque espèce est également relevée. En 2011, cinq campagnes d'échantillonnages ont été réalisées entre juin et septembre. En 2012, le protocole n'a été mis en place qu'en juin.

### Les micromammifères et le hérisson

L'étude des micromammifères a été réalisée par la méthode du piégeage temporaire (avec relâcher sur place). La sélection des sites d'échantillonnage a pris en compte la potentialité faunistique du territoire, la présence ou l'absence d'éléments paysagers sur les plaines de culture tels que les bandes fleuries ou les haies. Au total, 16 transects ont été prospectés, avec pour chaque transect quinze pièges posés vers 19h (type INRA, piège « Trip-Trap » et Barber) et relevés toutes les 2 heures jusqu'à 1 h du matin. Chaque transect a été prospecté à 3 reprises entre les mois de mai et août durant les trois années.

Trois hérissons ont été équipés de micro-émetteur, un individu a très rapidement été perdu. Les deux autres individus ont fait l'objet de 25 observations (nocturnes et diurnes) entre les mois d'août et octobre 2013.

## RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

### SUIVI DE LA FAUNE FONCTIONNELLE DU SOL

#### Mésafaune du sol

Sur l'ensemble des stations étudiées, la communauté mésofaunique est dominée par les acariens (70,5%). Les collemboles représentent 22,0% des peuplements et les autres



Muscardin. © PNR CMO



Campagnol des champs. © PNR CMO



Hérisson. © PNR CMO

microarthropodes divers 7,5%. Ces proportions sont relativement similaires quel que soit l'usage des différentes stations. Sur l'ensemble des stations échantillonnées, 40 espèces de collemboles ont été déterminées : 27 au niveau des lisières, 24 au niveau des bandes fleuries, 20 sur la station forestière et 17 au niveau des haies et des stations cultivées. La richesse taxonomique moyenne est significativement

plus élevée dans la station forestière que sur les stations cultivées. Les collemboles sont très largement représentés par trois taxons qui représentent à eux seuls près de 60 % de l'abondance totale des collemboles collectés : *Lepidocyrtus cyaneus* (27,6%), *Isotoma viridis* (16,5%) et *Isotomurus* sp. (14%) qui sont des taxons communs et cosmopolites. Parmi les 40 taxons considérés dans cette étude, 14 ont été définis comme épi-édaphiques, 14 comme hémi-édaphiques et 12 comme eu-édaphiques. Les collemboles épi-édaphiques sont significativement plus abondants sur les bandes fleuries que sur les stations forestières et cultivées. Seuls les collemboles eu-édaphiques sont plus abondants dans la station forestière. Ces résultats concordent en partie avec ceux de Ponge *et al.* (2006) et de Cluzeau *et al.* (2009a) montrant que les espèces à fort pouvoir de dispersion, qui caractérisent généralement les collemboles épi-édaphiques, sont favorisées dans les systèmes ouverts, prairies ou grandes cultures, par rapport aux systèmes forestiers fermés.

Les communautés identifiées dans les différents milieux (haies, bandes fleuries et cultures) sont comparables entre elles en termes de composition taxonomique. Seule leur densité varie, avec des communautés plus abondantes sur bandes fleuries et haies que sur cultures.

#### Vers de terre

Dans les parcelles du site atelier et leurs bandes fleuries associées, huit espèces de vers de terre sont présentes : deux espèces épigées (*Lumbricus castaneus* et *L. rubellus*), quatre espèces endogées

(*Allolobophora chlorotica*, *Aporrectodea caliginosa*, *A. icterica* et *A. rosea*) et deux espèces anéciques (*Aporrectodea longa* et *Lumbricus terrestris*). Les espèces endogées et anéciques sont communes dans les cultures (Decaens *et al.*, 2003 ; Decaens *et al.*, 2008 ; Pelosi *et al.*, 2014). *Lumbricus castaneus* et *L. rubellus*, sont deux espèces préférant des sols humides et riches en matières organiques (Sims et Gerard, 1999). *L. castaneus* est présent parfois en forte abondance dans les bandes fleuries où le couvert végétal permanent permet une certaine humidité au niveau du sol et un enrichissement en matière organique de la surface du site atelier, ou dans les champs dans lesquels il reste de la matière organique en surface (restes de paille par exemple). Les densités sont globalement plus importantes dans les bandes fleuries ou les

haies (20 à 277 ind./m<sup>2</sup>) que dans les champs (6 à 115 ind./m<sup>2</sup>). Lorsque nous élargissons la zone d'étude aux alentours, nous ajoutons quatre espèces à la liste : deux espèces endogées (*Octolasion cyaneum*, *O. lacteum*) rencontrées en faibles abondances et deux espèces épigées (*Dendrobaena octaedra* et *Satchellius mammalis*) dont les habitats sont préférentiellement des litières forestières et des sols riches en matières organiques (Sims et Gerard, 1999). Ainsi, l'ensemble des niches écologiques du secteur étudié (champs, bandes fleuries, bandes enherbées, forêts, lisières, haies) permet une richesse spécifique de vers moyenne puisque 12 espèces ont été rencontrées sur la trentaine d'espèces présentes dans la région (Bouché, 1972).

Les activités agricoles peuvent avoir des effets dramatiques sur les invertébrés du sol (Hendrix et Edwards, 2004). Ainsi, les densités et les richesses spécifiques ont généralement des valeurs plus faibles dans les sols cultivés que dans les sols non perturbés (Paoletti, 1999 ; Curry *et al.*, 2002). La mort directe due aux outils, la prédation accrue, le compactage du sol, l'utilisation de biocides, les limitations de nourriture et d'humidité et la diminution de la quantité de matière organique sont des facteurs connus

pour affaiblir les populations de vers de terre dans les systèmes agricoles intensifs (Metzke *et al.*, 2007). C'est ce que nous pouvons observer dans des parcelles situées à l'extérieur du site atelier (cultures de pommes de terre ou de

lin) et, dans une moindre mesure, la parcelle Bien-Assise qui, bien que les pratiques soient raisonnées, subit des travaux du sol importants dus aux cultures telles que celles de la pomme de terre, de la betterave ou du pois vert. Dans cette parcelle du site atelier, les densités et richesses spécifiques sont plus faibles que dans la parcelle Odelette où le travail du sol est plus superficiel ce qui est bénéfique pour le maintien d'une communauté lombricienne diversifiée avec des communautés composées de vers anéciques et endogés dont les abondances sont plus importantes. Ainsi, comme l'ont également montré Decaens *et al.* (2008), le type d'utilisation du sol a un impact significatif sur la richesse et l'abondance des espèces. Au niveau du site atelier, les trois catégories écologiques de vers sont présentes

## La densité de vers de terre est plus de deux fois supérieure dans les bandes fleuries que dans les champs

dans les bandes fleuries mais aussi dans les cultures avec toutefois des vers épigés moins abondants. Il existe donc au sein des communautés lombriciennes du site une diversité fonctionnelle aidant au déroulement des processus fonctionnels du sol.

## SUIVI DES AUXILIAIRES ET DES RAVAGEURS DE CULTURES

### Auxiliaires contre les pucerons

Les années 2011, 2012 et 2013 furent relativement saines en ce qui concerne les ravageurs sur les céréales et le colza. Très peu de pucerons ont été observés, et par là même, rares ont été les auxiliaires présents sur les feuillages du blé, de l'orge ou encore du colza. Cette faible pression est liée aux conditions climatiques peu favorables durant l'été notamment.

### Les coccinelles et les chrysopes

En 2012, les coccinelles et les chrysopes étaient présents de façon marquée dans les aménagements et peu ou pas présents dans les cultures, soulignant le rôle de réservoir des aménagements (haies, bandes fleuries, etc.). En 2013, de faibles effectifs ont été recensés. Les coccinelles aphidiphages capturées en 2012 et 2013 étaient : *Coccinella septempunctata* (50 individus), *Adalia bipunctata* (2 individus) et *Propylea quatuordecimpunctata* (1 individu). Quelques espèces mycétophages ont également été capturées : *Psyllobora vigintiduopunctata* (15 individus) et *Tytthaspis sedecimpunctata* (8 individus). Concernant les chrysopes, deux espèces ont été identifiées en 2012 : *Chrysoperla affinis* et *Chrysoperla lucasina*, cette dernière étant une nouvelle espèce référencée pour la région.



Syrphe ceinturé (*Episyrphus balteatus*). © FREDON



(*Eupeodes luniger*). © FREDON



Coccinelle à sept points (*Coccinella septempunctata*). © FREDON

### Les syrphes

2 936 syrphes ont été capturés à l'aide de bols jaunes et du D-vac de 2011 à 2013. En 2012 et 2013, ce piégeage montre que les syrphes sont nettement plus présents dans les aménagements parcellaires : 312 syrphes dans les aménagements en 2012 contre 113 dans les cultures et respectivement 960 et 546 en 2013. Ceci souligne le rôle de réservoirs de ces zones. Les syrphes étaient surtout attirés par les aménagements comportant des fleurs, telles que bandes fleuries ou haies.

Vingt-trois espèces de syrphes ont été identifiées et 17 d'entre elles sont prédatrices de pucerons au stade larvaire.

Parmi les syrphes aphidiphages, *Episyrphus balteatus* était l'espèce dominante sur les parcelles témoins en 2012 et le genre *Eupeodes* était majoritaire sur le site atelier, alors que *Sphaerophoria scripta* était dominant en 2011 sur tous les sites. En 2013, c'est le genre *Platycheirus* qui était dominant. La proportion de syrphes saprophages varie beaucoup entre 2011, année pour laquelle leur effectif était plus de 5,5 fois inférieur à celui des syrphes aphidiphages par rapport à 2012 et 2013, années pour lesquelles leur effectif est un peu plus du double de celui des aphidiphages.

Concernant la circulation des espèces de syrphes en provenance du marais ou de la forêt, il est à noter que l'on a pu capturer au sein des aménagements ou des cultures des syrphes connus pour affectionner les milieux boisés ou humides. Ainsi, *Dasysyrphus albobristatus*, dont la larve est aphidiphage, est connu pour être une espèce sylvicole ; *Tropidia scita*, dont la larve détritiphage, affectionne les milieux humides ; *Xylota sylvarum* et *X. seignis*, dont les larves sont détritiphages également, affectionnent, quant à elles, les milieux boisés.

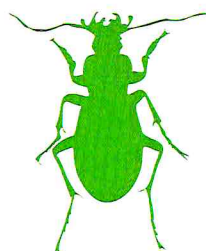
#### Les carabes

Sur les deux années 2011 et 2012, 7 592 carabes ont été récoltés et 7 570 ont été déterminés à l'espèce. Soixante-six espèces différentes ont été obser-

vées sur la zone d'étude globale dont 60 espèces sur le site atelier. Les trois espèces principales, présentes dans nos piègeages, sont *Pterostichus melanarius* (41,6%), *Poecilus cupreus* (10,75%) et *Metallina lampros* (9,72%). Ces trois espèces sont connues pour être ubiquistes, avoir une répartition géographique étendue et être relativement dominantes dans les environnements agricoles. Cet environnement cor-



*Syrphus ribesii*. © FREDON



**66 espèces différentes de carabes ont été observées sur le site de l'étude**

respond en effet assez bien à leur mode de vie et leur régime alimentaire.

En 2011, une première analyse effectuée sur les échantillons provenant de l'ensemble de la zone (site atelier et sites témoins voisins) montre que les populations de carabes se différencient en fonction du couvert végétal. Nous avons ainsi une bonne différenciation entre les espaces fermés (zones boisées et espaces arbustifs) et les espaces plus ouverts (zones enherbées et champs). Si l'on regarde ensuite, plus spécifiquement le site atelier et la relation entre bandes fleuries et champs, on constate qu'un an après la mise en place des bandes fleuries, la différenciation entre bandes fleuries et champs est possible par l'observation des populations de carabes. Ainsi, il semble que les bandes fleuries et les champs possèdent des populations de carabes différentes avec cependant quelques recoupements notamment pour les espèces ubiquistes précitées. L'analyse des échantillons de juin 2012 (deux ans après la mise en place des bandes fleuries), ne montre plus, contrairement à 2011, de dichotomie entre bandes fleuries et

champs, les populations de carabes étant relativement semblables dans les bandes fleuries et dans les champs (au moins dans les trente premiers mètres après les bandes).

L'homogénéisation rapide (moins de deux ans) qui

s'opère sur le site atelier s'accompagne également d'une expansion de certaines espèces notamment l'espèce forestière *Pterostichus madidus*, 4 fois plus abondante dans les pièges présents sur le site atelier en 2012 par rapport à 2011.

#### Les micromammifères

Sur les 19 espèces de micromammifères que l'on peut rencontrer en région, 11 ont été inventoriées dont 9 dans le cadre des protocoles d'inventaires pour un total de 80 individus et 2 recensés dans le cadre d'inventaires complémentaires (le Muscardin – *Muscardinus avellanarius* et la Taupe d'Europe – *Talpa europaeus*). Trois des espèces capturées ont un lien direct avec les cultures agricoles : le Campagnol des champs (*Microtus arvalis*), le Campagnol souterrain (*Microtus subterraneus*), le Campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*). La proximité de la forêt permet aux espèces sylvoicoles d'exploiter également les cultures avoisinantes. C'est le cas notamment du Campagnol roussâtre (*Clethrionomys glareolus*) et du Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*). La présence du Rat

des moissons (*Micromys minutus*) est plus étonnante. Cette espèce est d'ordinaire inféodée aux milieux humides, avec le besoin de roselières. Enfin, le groupe des musaraignes a été moins capturé; une des explications pourrait être l'attrait moins important de ces espèces pour l'appât utilisé.

### Les hérissons

Les hérissons (*Erinaceus europaeus*) se déplacent sur l'ensemble du site, entre la forêt et la ville. Ils ont régulièrement utilisé les bandes fleuries comme zone de

repos diurne mais aussi comme zone de chasse nocturne. Ce suivi révèle également que le hérisson semble beaucoup plus présent sur la zone qu'on ne le pense. Très régulièrement, des individus non équipés ont été rencontrés lors des prospections nocturnes. La population n'a cependant pas pu être estimée.

## CONCLUSION

Les aménagements réalisés, haies et bandes fleuries, ont des impacts sur les populations rencontrées au sein de cette plaine agricole et remplissent différentes fonctions écologiques.

Ils constituent tout d'abord une zone refuge pour de nombreuses espèces. Bien que les compositions des communautés de vers de terre et de collemboles soient comparables d'un milieu à l'autre, des différences apparaissent au niveau des densités des populations de ces communautés, plus importantes dans les bandes fleuries. Des résultats similaires ont été montrés pour les syrphes, les coccinelles et les chrysopes.

Le corollaire de ce constat est que ces aménagements jouent le rôle de source pour les auxiliaires de culture. Les espèces se déplacent dans le champ en provenance des aménagements. L'étude sur les populations de carabes montre qu'une homogénéisation des communautés est observée rapidement entre les bandes fleuries et au moins les trente premiers mètres à l'intérieur des champs. Cela indique que les espèces prédatrices qui peuvent trouver refuge dans les bandes fleuries peuvent réellement servir d'auxiliaires pour l'agriculteur en pénétrant dans le champ au moins à une certaine distance.

Ces aménagements fournissent également des ressources alimentaires pour de nombreuses espèces. Les syrphes semblent surtout attirés par la présence de fleurs. Les conditions d'humidité et la richesse en matière organique dans ces aménagements sont favorables aux communautés de vers de terre et de collemboles. La présence de ces communautés faunistiques dans le sol permet ainsi le déroulement de processus fonctionnels indispensables au recyclage de la matière et à la fourniture des végétaux en éléments minéraux.

Ces aménagements semblent aussi jouer le rôle de voies préférentielles de déplacement pour les communautés de la faune du sol mais également pour le hérisson qui a potentiellement un rôle dans le contrôle des populations de limaces.

Enfin, ces aménagements jouent également un rôle tampon sur certaines populations comme les micromammifères dont certaines peuvent engendrer des dégâts importants sur les cultures. Au-delà des variations cycliques de populations de ces espèces, les aménagements attirent les prédateurs de ces espèces et contribuent à la stabilisation de leurs effectifs. En effet, plusieurs prédateurs dont la Chouette effraie (*Tyto alba*), le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) et le Hibou moyen-duc (*Asio otus*) ont à plusieurs reprises été observés en chasse au-dessus de ces aménagements.

Le système est en pleine dynamique et les interactions devraient se multiplier, notamment avec la mise en place d'arbres agroforestiers sur le site. Il est donc nécessaire de poursuivre les études engagées et de pérenniser cet observatoire afin de pouvoir apporter des réponses robustes.

De nombreuses questions en effet restent en suspens: quelles espèces de syrphes sont les plus favorables? Comment les favoriser? Quel est l'impact des micro-hyménoptères parasitoïdes sur les populations de pucerons? Quelles préconisations apporter en termes d'aménagements et des pratiques agricoles? En quoi les dispositifs intégrant des aménagements parcellaires tels que haies et bandes fleuries constituent une réponse aux enjeux de la trame verte et bleue et au développement et la dispersion des auxiliaires en espaces cultivés?



## BIBLIOGRAPHIE

- BAUGNÉE, J.-Y., BRANQUART, E.**, 2000 - Clef de terrain pour la reconnaissance des principales coccinelles de Wallonie (*Chilocorinae*, *Coccinellinae* et *Epilachninae*). Jeunes & Nature ASBL - Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 43p. **BILLETER R., LIIRA J., BAILEY D., BUGTER R., ARENS P., et al.**, 2008 - Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-european study. *Journal of Applied Ecology*, 45, 141-150. **Bouché M.-B.**, 1972 - *Lombriciens de France, écologie et systématique*. INRA Annales de Zoologie - Écologie animale. Publication, France, 671 p. **CLUZEAU D., PÉRÈS G., GUERNION M., CHAUSSOD R., CORTET J., FARGETTE M., MARTIN-LAURENT F., MATEILLE T., PERNIN C., PONGE J.-F., RUIZ-CAMACHO N., VILLENAVE C., ROUGÉ L., MERCIER V., BELLIDO A., CANNAVACCIUOLO V., PIRON D., ARROUAYS D., BOULONNE L., JOLIVET C., LAVELLE P., VELASQUEZ E., PLANTARD O., WALTER C., FOUCAUD-LEMERCIER B., TICO S., GITEAU J.-L., BISPO A.** 2009 - Intégration de la biodiversité des sols dans les réseaux de surveillance de la qualité des sols: Exemple du programme-pilote à l'échelle régionale, le RMQS BioDiv. *Étude et Gestion des Sols*, 16, 187-201. **COULON J., PUPIER R., QUEINNEC E., OLLIVIER E., RICHOUX P.**, 2011a - Coléoptères carabiques: compléments et mise à jour. *Faune de France 94 (volume 1)*, 352 p. **COULON J., PUPIER R., QUEINNEC E., OLLIVIER E., RICHOUX P.**, 2011b - Coléoptères carabiques: compléments et mise à jour. *Faune de France 95 (volume 2)*, 337 p. **CURRY J.P., BYRNE D., SCHMIDT O.**, 2002 - Intensive cultivation can drastically reduce earthworm populations in arable land. *European Journal of Soil Biology*, 38, 127-130. **DALE, V.H. & POLASKY, S.**, 2007 - Measures of the effects of agriculture practices on ecosystem services. *Ecological Economics*, 64, 286-296. **DECAËNS T., BUREAU F., MARGERIE P.**, 2003 - Earthworm communities in a wet agricultural landscape of the Seine Valley (Upper Normandy, France). *Pedobiologia*, 47, 479-489. **DECAËNS T., MARGERIE P., AUBERT M., Hedd, M., BUREAU F.**, 2008 - Assembly rules within earthworm communities in North-Western France - A regional analysis. *Applied Soil Ecology*, 39, 321-335. **DE SNOO G.R.**, 1999 - Unsprayed field margins: effects on environment, biodiversity and agricultural practice. *Landscape and Urban Planning*, 46, 151-160. **DORIOZ J.-M., WANG D., POULENARD J., Trévisan D.**, 2006 - The effect of grass buffer strips on phosphorus dynamics - A critical review and synthesis as a basis for application in agricultural landscapes in France. *Agriculture, Ecosystems and Environnement*, 117, 4-21. **HENDRIX P.F., EDWARD C.A.**, 2004 - Earthworms in agroecosystems: research approaches. *Earthworm Ecology*. Ed. C.A. Edwards, 2<sup>nd</sup> edition, CRC Press, Boca Raton, London, New York, 287-295. **HOPKIN S.P.**, 2007 - A Key to the Springtails (Collembola) of Britain and Ireland. *Field Studies Council (AIDGAP Project)*, 245 p. **INRA**, 1976 - Les bocages: histoire, écologie, économie. In: *Compte rendu de la table ronde CNRS Aspects physiques, biologiques et humains des ecosystems bocagers des régions tempérées humides*. INRA, CNRS-ENSA & Univ. Rennes, 5-7 juillet 1976, 586 p. **KRANTZ G.W.**, 1978 - *A manual of acarology, 2<sup>nd</sup> edition*. Oregon State University Book Stores, Inc. Corvallis, 509 p. **KROMP B.**, 1999 - Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems and Environnement*, 74, 187-228. **LAGERLÖF J., WALLIN H.**, 1993 - The abundance of arthropods along two field margins with different types of vegetation composition: an experimental study. *Agriculture, Ecosystems and Environnement*, 43, 141-154. **METZKE M., POTTHOFF M., QUINTERN M., HESS J., JOERGENSEN R.G.**, 2007 - Effect of reduced tillage systems on earthworm communities in a 6-year organic rotation. *European Journal of Soil Biology*, 43, 209-215. **PAOLETTI M.G.**, 1999 - The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environnement*, 74, 137-155. **PELOSI C., PEY B., HEDDE M., CARO G., CAPOWIEZ Y., GUERNION M., PEIGNÉ J., PIRON D., BERTRAND M., CLUZEAU D.**, 2014 - Reducing tillage in cultivated fields increases earthworm functional diversity. *Applied Soil Ecology*, 83, 79-87. **PONGE J.-F., DUBS F., GILLET S., SOUSA J.-P., LAVELLE P.**, 2006 - Decreased biodiversity in soil springtail communities: the importance of dispersal and landuse history in heterogeneous landscapes. *Soil Biology & Biochemistry*, 38, 1158-1161. **SIMS R.W., GERARD B.M.**, 1999. *Earthworms: notes for the identification of British species, 4<sup>th</sup> edition*. Published for the Linnean Society of London & the Estuarine & Coastal Sciences Association by Field Studies Council, Montford Bridge, Shrewsbury, 169 p. **SPEIGHT, M.C.D. & SARTHOU, J.-P.** (2011). *StN keys for the identification of adult European Syrphidae (Diptera)*, Glasgow 2011/*Clés StN pour la détermination des adultes des Syrphidae Européens (Diptères)*, Glasgow 2011. Syrph the Net, the database of European Syrphidae, Syrph the Net publications, Dublin, 66, 120 p. **SPEIGHT, M.C.D. & SARTHOU, J.-P.**, (2013). *StN keys for the identification of adult European Syrphidae (Diptera) 2013/ Clés StN pour la détermination des adultes des Syrphidae Européens (Diptères) 2013*. Syrph the Net, the database of European Syrphidae, Syrph the Net publications, Dublin, 74, 133p. **TSIOURIS S.E., MAMOLOS A.P., KALBURTJI K.L., ALIFRAGIS D.**, 2002 - The quality of runoff water collected from a wheat field margin in Greece. *Agriculture, Ecosystems and Environnement* 89, 117-125. **ZABORSKI E.R.**, 2003 - Allylthiocyanate: an alternative chemical expellant for sampling earthworms. *Applied Soil Ecology*, 22, 87-95.

## REMERCIEMENTS

Remerciements à monsieur Marc Lefebvre qui nous a accueillis sur ses parcelles, qui a l'audace d'expérimenter de nouvelles techniques et d'aller toujours de l'avant; aux autres agriculteurs proches du site atelier et qui nous ont permis de faire des relevés chez eux; à Virginie Dahinger, Martine Deguette, Audrey Coulon et Caroline Milleville de la FREDON Nord - Pas-de-

Calais pour leur aide au cours de cette étude; à Monsieur Canard, spécialiste français des Chrysopidae, pour l'identification des chrysopes collectées; à Pierre Levisse du Parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale, Vincent Cohez et Simon Dutilleul de la Coordination Mammalogique du Nord de la France pour leurs appuis au cours de cette étude.

## FINANCEMENT

Cette étude a été réalisée avec le soutien financier du Conseil Régional Nord - Pas-de-Calais, de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité et de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Nord - Pas-de-Calais.