

# Synthèse du programme AGROTRAME II

Action réalisée dans le cadre du plan Agro-écologie Hauts-de-France



Salomé JOUBERT, Lauryne POULAIN, Sandrine OSTE, Camille FROMENTIN : FREDON Hauts-de-France

Céline DUBREUIL : PNRMO

Benoît VANHEE, Sadia BENAMROUZ VANNESTE, Florian KLETTY : ICL

## Rôle des auxiliaires dans un système agroécologique alliant agriculture de conservation des sols et agroforesterie

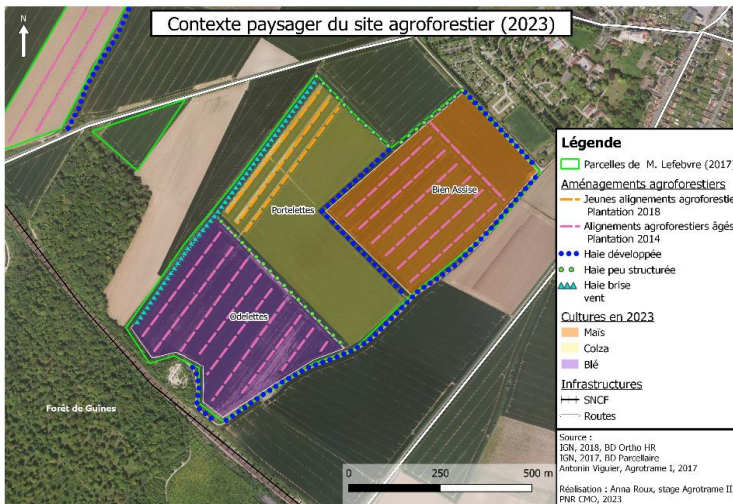


Les **auxiliaires des cultures** sont des organismes vivants qui fournissent des **services écosystémiques** permettant de faciliter la production agricole.

Les **services écosystémiques** sont définis comme étant les **bénéfices fournis par les écosystèmes** (et la **biodiversité**) aux **activités humaines**.

Les **services écosystémiques** fournis par les **auxiliaires des cultures** sont variés : recyclage de la matière organique, pollinisation, **régulation des bioresseurs**, etc.

**Marc LEFEBVRE**, agriculteur à Guînes (62), travaille en **agriculture de conservation des sols (ACS)** depuis de nombreuses années. A partir de 2009, il a décidé d'installer des **infrastructures agroécologiques** au sein de son exploitation, en particulier des **bandes fleuries** qui sont devenues des **haies** puis **des bandes boisées**.



Au sein de l'exploitation, plusieurs parcelles sont en **agroforesterie** c'est-à-dire que des **alignements d'arbres intraparcels** sont **associés aux cultures** (blé, colza, etc.).

Marc LEFEBVRE a implanté les **haies** pour répondre à **deux objectifs** :

- protéger les **sols** face à **l'érosion**, en complémentarité avec les pratiques d'**ACS**
- favoriser la **régulation naturelle** des **ravageurs** (pucerons, altises, limaces et campagnols) par divers **auxiliaires** (syrphes, carabes, rapaces de jour comme de nuit, belettes, renards, etc.).

Plusieurs **programmes de recherche** se sont succédé au sein de l'exploitation de Marc LEFEBVRE : AGRICOBIO (2011-2013), AGROTRAME I (2015 - 2017) et AGROTRAME II (2021 - 2023).

Leur objectif était d'**étudier la biodiversité** présente sur le site en lien avec les **aménagements** mis en place : les **bandes fleuries** durant AGRICOBIO puis les **haies** (implantées en 2013) depuis AGROTRAME I.

Le **programme AGROTRAME II** (2021 - 2023) étudie donc **l'évolution de la biodiversité** présente, en particulier les **auxiliaires**, en lien avec la **maturation du système agroforestier**.



Photographies de la parcelle Bien Assise : AGRICOBIO (à gauche), AGROTRAME I (au centre) et AGROTRAME II (à droite)

## Les partenaires du projet

**Marc LEFEBVRE**, agriculteur et propriétaire des parcelles en agroforesterie à Guînes



**Institut Catholique de Lille (ICL)**



**FREDON Hauts-de-France**

**Parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale (PNRCMO)**



## Objectifs du programme AGROTRAME II

L'**objectif principal** du programme AGROTRAME II est d'**étudier** d'une part l'**impact positif de l'agroforesterie** dans sa capacité à accueillir la **biodiversité**, d'autre part de quantifier certains **services écosystémiques**.



Cet objectif est concrétisé par l'étude de quatre grands groupes d'**auxiliaires des cultures** :

- la **microflore** du sol (champignons et bactéries) ;
- la **mésafaune** du sol (collemboles) ;
- la **macrofaune** (carabes, insectes prédateurs et parasitoïdes de pucerons, araignées) ;
- la **mégafaune** (oiseaux, hérissons, mustélinés, etc.),

L'**agroforesterie**, via la mise en place de **haies bocagères diversifiées**, apporte des **services écosystémiques** comme le stockage du carbone, la limitation de l'érosion du sol, la restauration de la fertilité et de l'activité biologique des sols, la préservation de la ressource en eau, la restauration d'écosystèmes fonctionnels pour l'accueil de la **biodiversité**.

## Méthodes & Protocoles

### Microflore du sol



Les **micro-organismes** du sol jouent un rôle crucial dans la **fertilité biologique** des sols.

Une **étude préliminaire** a été menée pour **comparer les populations microbiennes** présentes dans une parcelle en agroforesterie vs. celles présentes dans une parcelle témoin sans arbre. Ainsi, une **analyse métagénomique** de l'ADN microbien présent a été réalisée sur 18 prélèvements de sol (15 au niveau des linéaires d'arbres et à distance et 3 sur le site témoin).

### Mésafaune du sol

Les **collemboles** participent au **recyclage de la matière organique** du sol.

Le protocole mis en place consiste à étudier l'**effet de l'agroforesterie** sur les espèces de collemboles, en comparant les **communautés** de collemboles présentes **avant puis 10 ans après l'implantation des arbres**.

Des **carottes de sol** ont été réalisées puis les échantillons ont été placés dans un **dispositif de MacFadyen** pour collecter les individus et ainsi pouvoir les **identifier à l'espèce**.



### Macrofaune

#### Carabes



Les **carabes** participent à la **régulation des limaces**, ravageur important en grandes cultures.

Dans les parcelles en **agroforesterie**, des **pots Barber** ont été placés à différentes distances de la haie (0, 10 et 20 m) pour étudier le **fonctionnement des communautés** de carabes. Puis les individus collectés ont été **identifiés à l'espèce** pour conduire une **analyse** sur la **diversité** en carabes, les **traits fonctionnels** des espèces présentes, etc.

#### Auxiliaires régulant les pucerons du blé



Les **prédateurs spécialistes** (syrrhes, chrysopes, coccinelles) et les **hyménoptères parasitoïdes** permettent de **réguler les populations de pucerons**.



**Trois méthodes de suivi** ont été mises en œuvre pour dénombrer et identifier les **auxiliaires** et les **pucerons** : des observations directes dans la culture de blé, des frappages dans les haies et un dispositif de pots à proies sentinelles avec des pucerons pour attirer les auxiliaires, notamment les parasitoïdes. L'objectif était d'**identifier les espèces** présentes et d'évaluer l'**évolution des auxiliaires prédateurs** depuis AGRICOBIO jusqu'à AGROTRAME II.

### Mégafaune

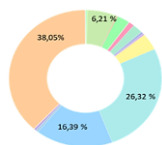


La **mégafaune** (oiseaux, hérissons, mustélinés, etc.) comporte des **prédateurs de ravageurs**. Le **muscardin** est suivi comme bio-indicateur de la fonctionnalité du **corridor écologique boisé**.

**Trois stages en master** de 6 mois encadrés par le parc, des partenariats montés avec ENEDIS, la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO), la Coordination Mammalogique du Nord de la France (CMNF), la « Centrale araignées » du Groupe Ornithologique du Nord ont permis de procéder à l'**installation** de divers **équipements** et **aménagements** (mare, perchoirs/nichoirs de grande hauteur, gîtes divers).

De nouveaux protocoles de suivis naturalistes ont été créés afin de pouvoir être facilement reconduits, comme le Suivi Temporel des Oiseaux Communs par Capture. Il s'agit d'**évaluer la capacité d'accueil** du site atelier, suivre l'état des populations et extrapoler la consommation de ravageurs.

## Microflore du sol



Linéaires d'arbres

- Proteobacteria
- Acidobacteriota
- Actinobacteriota
- Bacteroidota

Les prélèvements de sol réalisés au niveau des **linéaires d'arbres** sont **aussi riches en bactéries** que ceux réalisés **à distance** des arbres et sur le **site témoin**. Il ne semble pas non plus y avoir une signature bactérienne propre aux zones avec arbres.

**L'analyse des populations bactériennes** met en évidence la présence des **phyla dominants communément décrits dans les sols** (Proteobacteria, Acidobacteriota, Actinobacteriota, Bacteroidota). Il semble cependant y avoir une augmentation de **bactéries** préférant les milieux acides, capables de **dégrader la cellulose et la lignine**.

De plus, les **champignons** capables de **décomposer le bois et la litière** (Basidiomycota) semblent plus présents. Nous observons également une augmentation de **nématodes**.

## Mésafaune du sol



Le suivi des **collemboles** durant AGROTRAME II a pu montrer un **changement complet** dans **l'actuelle communauté** de collemboles par rapport à celle observée durant **AGRICOBIO**. Désormais, il y a un plus grand nombre d'espèces de collemboles de **grande taille et vivant à la surface du sol**. Il a également été observé une **uniformisation des espèces** de collemboles :

les mêmes espèces sont présentes au sein des parcelles et dans les lignes d'arbres. De plus, *Desoria trispinata*, **une espèce exotique**, a été détectée durant les suivis d'AGROTRAME II et elle constitue aujourd'hui **une des espèces dominantes** de la communauté.

## Macrofaune

### Carabes



Un nombre important de carabes a été relevé dans les parcelles. Les espèces les plus fréquemment collectées (*Pterostichus madidus*, *Poecilus cupreus*, etc.) sont des **espèces prédatrices** d'autres **insectes** ou de **limaces**.

Certaines espèces sont plus abondantes dans la **parcelle** que dans la **haie**, tandis que pour d'autres c'est l'inverse. Une espèce dite « forestière », qui était peu présente durant **AGRICOBIO**, est désormais abondante et présente au sein même des parcelles.

La **communauté des carabes**, c'est-à-dire les espèces présentes et leurs effectifs relatifs, est liée à la **distance aux arbres** et aux **cultures** en place.

### Auxiliaires régulant les pucerons du blé



Durant **AGROTRAME II**, 5 espèces de syrphes (*Episyrphus balteatus*, etc.), 4 espèces de chrysopes (*Chrysoperla carnea*, etc.), 1 espèce de coccinelle (*Coccinella septempunctata*) et 1 genre d'hémérobes (*Hemerobius* sp.) ont été collectés. Tous ces **prédateurs de pucerons** avaient été précédemment observés durant **AGRICOBIO et AGROTRAME I**. Cependant, la richesse spécifique de ces insectes prédateurs a **diminué** depuis **AGRICOBIO**, probablement en lien avec le **remplacement** des bandes fleuries par les haies intraparcellaires et par le **changement des méthodes** de suivi entre **AGRICOBIO**, **AGROTRAME I** et **AGROTRAME II**.



Concernant les **hyménoptères parasitoïdes de pucerons**, sur 14 taxons différents collectés, **3 taxons** ont été **majoritairement** capturés : 62% d'*Aphidius ervi*, 17% de *Diaeretiella* sp. et 11% de *Praon* sp. Ce sont des **espèces connues** et classiques des **milieux agricoles**.

## Mégafaune



L'agroforesterie avec des **haies de 10 ans** permet d'accueillir **une soixantaine d'espèces de passereaux** réparties en **4 cortèges** (**espèces forestières**, agricoles, généralistes et des zones humides). Les effectifs ont globalement augmenté. La **plantation de haies** en plaine de culture est **nécessaire** pour restaurer les populations d'oiseaux **en fort déclin**. Le colza, ses **altises** et ses **pucerons** sont attractifs pour les **oiseaux insectivores**.



**116 espèces d'araignées**, grandes **consommatrices de pucerons** ont été observées, dont 13 espèces d'intérêt inféodées **aux milieux forestiers et humides**. Les **opilions** consomment les **mollusques**.



Les mustélidés, le hérisson d'Europe et les autres carnivores consomment environ **5 500 micromammifères** et autant de **limaces** pour les hérissons et le blaireau, omnivore.

Le **muscardin** est une **espèce bio-indicatrice** : sa présence et ses déplacements atteste de la bonne **fonctionnalité du corridor boisé**.

### Microflore du sol



Bien qu'**aucune différence** entre le site en agroforesterie et le site témoin n'ait pu être mise en évidence en termes de diversité des populations microbiennes, il semble toutefois que **les linéaires d'arbres soient plus riches en bactéries** capables de **dégrader la cellulose et la lignine** et d'assurer la **stabilité du sol**. La présence des **champignons** semble également être favorisée par la présence des arbres. Ces résultats, bien que préliminaires, sont encourageants et incitent à réaliser **une étude plus importante et approfondie, sur l'impact de l'agroforesterie** sur les micro-organismes du sol.

### Mésafaune du sol

Le **changement radical** dans la **communauté des collemboles** en l'espace de 10 ans peut être imputé d'une part à la préservation de sol non travaillé et d'autre part à l'arrivée de l'espèce invasive devenue **dominante**.

En termes de **services écosystémiques** fournis par ce changement de communautés de collemboles, il est possible que cela se traduise toujours par le **recyclage de la matière organique** et par la **régulation de bioagresseurs** (champignons et nématodes phytopathogènes).



### Macrofaune

#### Carabes

Les carabes ont un **potentiel élevé de biocontrôle** des ravageurs grâce à leur forte **abondance** dans la culture, leurs capacités de **prédation des limaces** (même de grandes tailles), la **variation des communautés** (en fonction de la **distance aux arbres**) et la **complémentarité des espèces**.

Les carabes ont un **potentiel de résistance et de résilience élevé** face aux perturbations climatiques et agronomiques de par leur **diversité** dans les rangées d'arbres, la **variation des communautés** et des **traits fonctionnels** (en fonction de la **distance aux arbres**), la **complémentarité des espèces** et la **diversité des conditions écologiques** au sein même de la parcelle agricole.



Une **perspective** d'étude pourrait être d'étudier la présence de **nématodes** capables de parasiter **les limaces** au sein du système en agroforesterie.

#### Auxiliaires régulant les pucerons du blé



Un **nombre restreint de pucerons** a été observé durant AGROTRAME II, ce qui a eu un impact direct sur le nombre de **prédateurs spécialistes** et de **parasitoïdes de pucerons** collectés et identifiés.

Les principaux auxiliaires des pucerons sont les **syrphes** avec 5 taxons (*E. balteatus*, etc.) et les **hyménoptères parasitoïdes** avec 3 taxons majoritaires (*Aphidius ervi*, *Diaeretiella* sp. et *Praon* sp.).

Les **prédateurs des pucerons** ont été observés à la fois **dans la culture et la haie**, ce qui suggère une **circulation des auxiliaires** entre les deux milieux.

Les **pucerons** présents dans la **haie** sont inféodés à ce milieu, ils ne sont **pas ravageurs** de la culture de blé.

Dans une future poursuite du programme AGROTRAME II, en concertation avec les besoins du terrain, il pourrait être envisagé d'étudier les **insectes auxiliaires régulant les altises**.

### Mégafaune



Les **haies** âgées de 10 ans, constituent un **corridor boisé fonctionnel** pour la mégafaune étudiée, c'est un **foyer de diffusion** pour **les prédateurs généralistes et spécialisés**. Une **approche complémentaire** consisterait à mettre en miroir les auxiliaires, les pratiques et les variétés pour aboutir à un **contrôle biologique** le plus efficace possible ainsi que de mener une estimation des **dégâts** sur les cultures avec et sans le **biocontrôle des auxiliaires**.

### Financement

Le programme AGROTRAME II est financé par :



Action réalisée dans le cadre du plan Agro-écologie Hauts-de-France

