



**HAL**  
open science

# Étude de la biodiversité initiale d'un domaine viticole au paysage complexe pour permettre l'évaluation des bénéfices futurs d'inclusions vitiforestières innovantes

Norine Caulat

## ► To cite this version:

Norine Caulat. Étude de la biodiversité initiale d'un domaine viticole au paysage complexe pour permettre l'évaluation des bénéfices futurs d'inclusions vitiforestières innovantes. Sciences du Vivant [q-bio]. 2023. dumas-04344476

**HAL Id: dumas-04344476**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04344476>**

Submitted on 14 Dec 2023

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

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'Institut Agro Rennes-Angers  
 Site d'Angers  Site de Rennes

<p>Année universitaire : 2022-2023</p> <p>Spécialité : Horticulture</p> <p>Spécialisation (et option éventuelle) : Viticulture &amp; Enologie</p>	<p><b>Mémoire de fin d'études</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> d'ingénieur de l'Institut Agro Rennes-Angers (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)</p> <p><input type="checkbox"/> de master de l'Institut Agro Rennes-Angers (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)</p> <p><input type="checkbox"/> de l'Institut Agro Montpellier (étudiant arrivé en M2)</p> <p><input type="checkbox"/> d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)</p>
---	--

## Etude de la biodiversité initiale d'un domaine viticole au paysage complexe pour permettre l'évaluation des bénéfices futurs d'inclusions vitiforestières innovantes

Par : Norine CAULAT

**Soutenu à Montpellier le 07 novembre 2023**

**Devant le jury composé de :**

Président : Laurent TORREGROSA

Maître de stage : Damien GUERANDE

Enseignant référent : Raphaël METRAL

Autres membres du jury : Alice CHARALABIDIS,  
entomologiste de L'Institut Agro

*Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle de l'Institut Agro Rennes-Angers*

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation «Patrimoine-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France» disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>

## Mémoire de fin d'études

présenté pour l'obtention du Diplôme d'ingénieur de l'Institut Agro  
Rennes-Angers

Spécialité/Mention: Horticulture  
Option/Parcours : Viticulture Œnologie

**Etude de la biodiversité initiale d'un domaine viticole au  
paysage complexe pour permettre l'évaluation des bénéfices  
futurs d'inclusions vitiforestières innovantes**



par Norine CAULAT

Année de soutenance : 2023

Organisme d'accueil : SCEA MAS NEUF DES ARESQUIERS



# **Mémoire de fin d'études**

**présenté pour l'obtention du Diplôme d'ingénieur de l'Institut Agro  
Rennes-Angers**

**Spécialité/Mention: Horticulture  
Option/Parcours : Viticulture Œnologie**

**Etude de la biodiversité initiale d'un domaine viticole au  
paysage complexe pour permettre l'évaluation des bénéfices  
futurs d'inclusions vitiforestières innovantes**



**par Norine CAULAT**

**Année de soutenance : 2023**

**Mémoire préparé sous la direction  
de : Raphaël METRAL**

**Présenté le : 07/11/2023**

**devant le jury :**

**Raphaël METRAL**

**Alice CHARALABIDIS**

**Organisme d'accueil : SCEA MAS NEUF  
DES ARESQUIERS**

**Maître de stage : Damien  
GUERANDE**



## RESUME

Le monde agricole a conduit à de nombreux dysfonctionnements qui affectent l'équilibre des différents écosystèmes qui nous entourent. Une prise de conscience générale sur le changement de nos pratiques a alors émergé. Il devient nécessaire de limiter l'utilisation de produits phytosanitaires tout en développant de nouvelles pratiques permettant de concilier biodiversité et production. Dans ce contexte, le Domaine viticole du Mas Neuf innove en Agroforesterie par la mise en place d'inclusions vitiforestières. Pour en observer les bénéfices, une étude du "point zéro" sur le plan écologique est menée en parallèle du suivi des ravageurs de la vigne. Le Domaine a la chance de posséder d'ores et déjà une structure paysagère riche et diversifiée avec des milieux tels que des bois, des haies et des prairies en jachère en parallèle des cultures de vignes. On cherche ici à déterminer l'impact des écosystèmes, actuellement en place, sur la biodiversité fonctionnelle et celle des ravageurs. L'étude de la flore a mis en évidence des échanges entre les parcelles viticoles et les habitats naturels et semi-naturels, permettant d'abriter des ressources florales abondantes. Cette diversité florale, mêlée à des essences supposées favorables aux auxiliaires de la vigne, semble avoir permis, *in fine*, de favoriser la lutte contre *Lobesia botrana* dans les parcelles enherbées. Cependant, des dégâts non négligeables, par les ravageurs *Lobesia botrana* et *Cryptoblabes gnidiella*, dans les parcelles de Muscat non enherbées semblent tenir leur origine dans la préférence du cépage, l'absence d'enherbement et un environnement défavorable. Il sera particulièrement intéressant de suivre l'évolution des parcelles d'inclusion vitiforestière où la flore des couverts végétaux, additionnée à la diversité d'arbres et arbustes, devrait créer un écosystème très favorable à la biodiversité. Leur répartition paraît très prometteuse en termes de biodiversité, d'échanges et de régulation sur l'ensemble du domaine.

### Mots clés

biodiversité, régulation naturelle, structure paysagère, viticulture, vitiforesterie

Pour citer ce document : Caulat, Norine (2023). Etude de la biodiversité initiale d'un domaine viticole au paysage complexe pour permettre l'évaluation des bénéfices futurs d'inclusions vitiforestières innovantes. Mémoire d'Ingénieur en Horticulture, option Viticulture Œnologie, L'Institut Agro Rennes Angers, 57p.





## ABSTRACT

**Title:** Study of the initial biodiversity of a vineyard with a complex landscape to assess the future benefits of innovative vitiforestry inclusions.

The agricultural world has led to numerous dysfunctions that affect the balance of the various ecosystems around us. A general awareness of the need to change our practices has emerged. It has become necessary to limit the use of phytosanitary products while developing new practices that reconcile biodiversity and production. In this context, the “Domaine viticole du Mas Neuf” is innovating in Agroforestry by setting up vitiforestry inclusions. To observe the benefits, an ecological “point zero” study is being carried out in parallel with vine pest monitoring. The estate is fortunate to already have a rich and diverse landscape structure, with woodland, hedgerows and fallow meadows alongside vineyards. The aim here is to determine the impact of existing ecosystems on functional and pest biodiversity. A study of the flora has revealed exchanges between vineyard plots and natural and semi-natural habitats, providing abundant floral resources. This floral diversity, combined with species thought to be favorable to grapevine beneficials, seems to have ultimately favored control of *Lobesia botrana* in the grassed plots. However, significant damage by the pests *Lobesia botrana* and *Cryptoblabes gnidiella* in non-grassed Muscat plots seems to have been caused by grape variety preference, the absence of grass cover and an unfavorable environment. It will be particularly interesting to follow the evolution of plots of “vitiforestière” inclusion where the flora of the plant cover, added to the diversity of trees and shrubs, should create an ecosystem very favorable to biodiversity. Their distribution seems very promising in terms of biodiversity, exchanges and regulation throughout the estate.

### Key words

biodiversity, natural regulation, landscape structure, viticulture, vitiforestry



## REMERCIEMENTS

Je souhaiterais, en premier lieu, remercier mon maître de stage, Damien Guérande, qui m'a fait partager son expérience et ses connaissances sur le Domaine en particulier, et sur la Viticulture en général.

Je voudrais aussi remercier mon tuteur, Raphaël Métral, Agronome chargé de projets Recherche-Expérimentations à L'Institut Agro Montpellier pour son implication, son écoute et ses conseils avisés.

Je remercie aussi Bernard Palous pour m'avoir fait partager sa grande maîtrise technique et ses connaissances du terrain ainsi que mes collègues avec qui j'ai échangé lors de nos repas dans la bonne humeur.

Je remercie aussi tout particulièrement Louise Nicourt pour son dynamisme, sa réactivité et son soutien toujours positif.

Je remercie toute l'équipe du développement durable de AdVini pour m'avoir accueilli dans leurs locaux et pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon projet.



## TABLE DES MATIERES

Introduction.....	8
I- Etat de l'art.....	9
a. Le Mas Neuf des Aresquiers, un domaine viticole singulier entre étangs et forêts qui développe un nouveau modèle vitiforestier.....	9
b. Deux ravageurs notables des vignobles méditerranéens, <i>Lobesia botrana</i> et <i>Cryptoblabes gnidiella</i> .....	10
1. <i>Lobesia botrana</i> .....	10
2. <i>Cryptoblabes gnidiella</i> .....	12
c. La biodiversité fonctionnelle, flore et faune favorable à la lutte biologique.....	14
d. Impact de la structure paysagère sur les services écosystémiques et les pratiques culturelles en viticulture.....	17
e. Pratiques en faveurs de la biodiversité dans la culture de vigne, Agroforesterie et Enherbement.....	19
II- Matériel et méthode.....	22
a. Itinéraire technique du Domaine du Mas Neuf des Aresquiers.....	22
b. Recensement des milieux et Infrastructures Agro-écologiques.....	22
c. Diagnostic écologique par inventaire naturaliste et caractérisation de la microfaune.....	23
d. Appréciation de la pression ravageurs sur la campagne 2023.....	25
III- Résultats.....	26
a. Caractérisation des milieux par leur flore propre.....	26
b. Parallèle de la flore fonctionnelle et du diagnostic écologique.....	29
c. Diagnostic de l'entomofaune.....	30
d. Diagnostic de la pression ravageurs.....	31
IV- Discussion.....	32
Conclusion.....	38
Bibliographie.....	39
Annexes.....	48



## GLOSSAIRE

**Anémochorie** : Se dit des espèces végétales dont la diaspore (fruit ou graine) est dispersée par le vent.

**Charruage** : Action de labourer.

**Nématode entomopathogène** : Organisme parasitoïdes vivant dans le sol ou dans l'eau et létaux pour les insectes.

**Ovipositeur** : Organe de la ponte des insectes femelles.

**Polyphage** : Organisme dont le régime alimentaire consiste à se nourrir d'aliments variés.

**Polyvoltine** : Espèce animale qui présente plusieurs générations par an.

**Prédation intragilde** : Intermédiaire entre la compétition et la prédation où une espèce va en éliminer une autre ayant un régime alimentaire similaire en cas de ressource limitée.

**Zoochorie** : Dispersion des graines végétales par les animaux.





## SIGLES ET ACRONYMES

ANOVA : Analyse de la variance

BSV : Bulletin de Santé du Végétal

*Bt* : *Bacillus thuringiensis*

COT : Carte d'Occupation du Territoire

ESG : Environnement Sociétal et Gouvernance

GPS : Global Positioning System

IAE : Infrastructure Agro Ecologique

IFT : Indice de Fréquence de Traitement

*Subsp* : Sous-espèce

TRP : Taille Rase mécanique de Précision

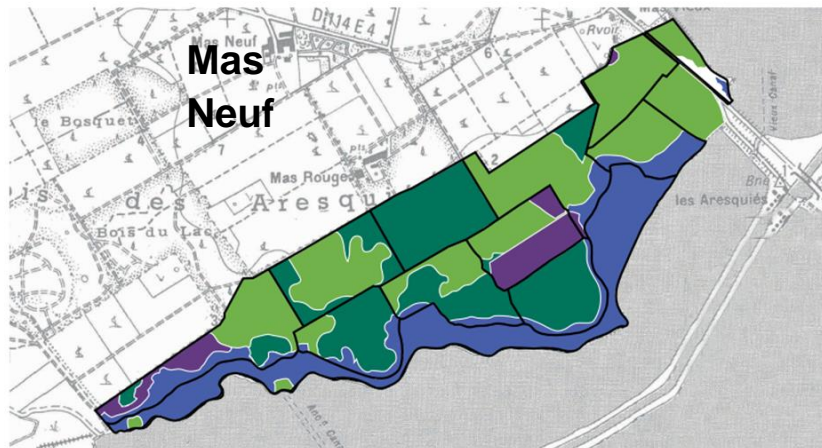


Les progrès scientifiques, technologiques et la mécanisation ont permis d'innombrables avancées et innovations dans le monde agricole. Pour autant nous constatons aujourd'hui que cela a conduit à de nombreux dysfonctionnements qui affectent l'équilibre des différents écosystèmes qui nous entourent. En effet, depuis plusieurs décennies, le modèle agricole s'est tourné vers une agriculture intensive qui est une réelle menace pour la biodiversité (Green et *al.*, 2005 ; Foley et *al.*, 2011 ; Tscharntke et *al.*, 2012 ; Brambilla, 2019). Parmi les impacts notables on retrouve, entre autres, la fragmentation des milieux avec la destruction des habitats favorables à la biodiversité. Ce déséquilibre n'est pas sans conséquences, des études ont montré que les arthropodes dont les prédateurs ne trouvent plus de gîte dans nos parcelles. Ils sont à l'origine de la destruction de 18 à 20 % de la production agricole mondiale par an (Sharma et *al.*, 2017). Par ailleurs, suite à l'accélération et à la facilitation des échanges générés par la mondialisation, l'introduction de ravageurs exotiques est de plus en plus fréquente. Les retombées écologiques et économiques associées peuvent alors être désastreuses. Du fait de l'absence de prédateurs ou de parasites dans leur région d'introduction, qui permettrait une régulation naturelle, ces ravageurs prolifèrent et provoquent de nombreux dégâts dans leur nouvel habitat. Ce phénomène est d'autant plus marqué du fait du changement climatique qui facilite la présence et le développement des insectes dans des zones qui leur étaient auparavant hostiles.

Une prise de conscience générale sur le changement de nos pratiques a alors émergé, en France, notamment sur la culture de la vigne, s'agissant de la deuxième culture en termes d'IFT. Les traitements, dans le vignoble français, au nombre de 12 à 15, sont majoritairement utilisés pour lutter contre les maladies fongiques et les insectes ravageurs (Etienne et *al.*, 2023).

Au vu de ces données, les politiques publiques et les consommateurs pressent le monde agricole à limiter au plus vite l'utilisation de produits phytosanitaires dont la cible, parfois peu sélective, impacte d'autant plus nos écosystèmes. Il devient nécessaire de diminuer leur usage tant sur le plan santé humaine qu'environnemental. Pour autant, le manque d'alternatives efficaces et respectueuses de l'environnement ne favorise pas cette transition. Face à cette impasse, la lutte naturelle, lorsque cela est possible, reste le meilleur moyen de concilier protection de l'environnement et des cultures. Il apparaît pourtant difficile, dans des espaces ouverts de monoculture, de réussir à la développer. Seul le lâcher en masse d'ennemis naturels, aux périodes propices est utilisé. Un environnement peu diversifié de monoculture est peu favorable à l'implantation d'une population suffisante et pérenne d'auxiliaires.

Les vignobles méditerranéens sont historiquement des paysages emblématiques de cette dynamique de culture intensive au détriment des habitats semi-naturels (Streifeneder et *al.*, 2007 ; Assandri et *al.*, 2019a; Assandri et *al.*, 2019b;). Face à ces nombreux enjeux, le monde de la viticulture ne reste pas immobile et cherche notamment à développer de nouvelles pratiques permettant de concilier biodiversité et production. Actuellement, l'enherbement devient un levier de plus en plus exploité mais d'autres idées plus innovantes et ambitieuses émergent avec notamment l'Agroforesterie. Développée depuis 1995 en viticulture, avec le Domaine expérimental de Restinclières (Chambre d'Agriculture Montblanc, 2023), la Vitiforesterie n'a connu à ses débuts que très peu d'engouement. Elle est, à l'heure actuelle, au cœur des débats avec de nombreux domaines pilotes suivant les traces du Domaine de Restinclières.



*Une mosaïque de milieux naturels entre boisements et milieux ouverts*


- |  |   |
|--|---|
|  Futaie irrégulière de Pin d'Alep |  Pelouses calcicoles                       |
|  Futaie régulière de Pin d'Alep   |  Végétations à Salicorne et steppes salées |

Figure 1: Cartographie du Bois des Aresquiers, délimitation des différents milieux le composant. Document issu du Plan de gestion des sites du Conservatoire du Littoral, Site du bois des Aresquiers.

Le groupe AdVini, négociant et propriétaire en viticulture, a ainsi la volonté de développer des projets Vitiforestiers. En effet, dans le cadre de sa stratégie ESG, le groupe cherche à porter au cœur de ses vignobles des projets en faveur de la biodiversité et de la viticulture de demain. C'est le cas d'un de ses Domaines, le Mas Neuf des Aresquiers. Dans une recherche d'innovation agro écologique, il se différencie des projets préexistants avec une approche d'inclusions forestières jugées potentiellement plus favorables au développement et au maintien de la biodiversité des écosystèmes présents. Cette approche à l'échelle du Domaine permet également de maintenir l'ensemble des pratiques culturelles (notamment mécanisées) réalisées en son sein essentielles à sa durabilité.

Dans ce contexte de développement d'habitats semi naturels, nous cherchons à observer les logiques paysagères actuelles, en instaurant un point zéro écologique à l'échelle du Domaine et en amont des plantations Agroforestières. L'objectif est de connaître l'impact de l'environnement et des pratiques culturelles, tout en identifiant les services écosystémiques pouvant en découler. Le Domaine n'étant pas cultivé sur l'ensemble de ses terres, il est par conséquent intéressant d'étudier le rôle joué par les parcelles laissées au repos en jachère par rapport aux parcelles de vigne dont on connaît l'itinéraire. On peut également s'interroger sur ces différents écosystèmes : jouent-ils un rôle sur la pression qu'exercent les ravageurs sur le vignoble. Pour ce faire, nous nous intéresserons tout particulièrement à la flore présente sur le Domaine, ses caractéristiques et son influence potentielle mais aussi aux insectes, auxiliaires et ravageurs, afin d'établir une photographie de l'état des lieux qui servira de modèle de base pour les années à venir.

## **I- Etat de l'art**

### **a. Le Mas Neuf des Aresquiers, un domaine viticole singulier entre étangs et forêts qui développe un nouveau modèle vitiforestier**

Le Domaine du Mas Neuf est un domaine viticole méditerranéen appartenant à la famille Jeanjean depuis 1994. Situé à proximité de Frontignan et Vic-la-Gardiole, le domaine se trouve entre mer et terres, son environnement proche étant caractérisé par la présence des Salins de Frontignan et du Bois des Aresquiers. Il s'agit d'un site réparti en 35 ha de vignes, 13,5 ha de bois majoritairement composés de Pins d'Alep ainsi que 24 ha de parcelles laissées en jachère. La pédologie du Domaine est composée d'un sol calcaire rouge, fersiallitique chargé en graviers et d'un sol jaunâtre limono-argilo-sableux calcaire (Annexe 1). Le Domaine est en agriculture biologique depuis 2014 et certifié HVE 3 depuis 2019.

Le bosquet du Domaine de 13,5 ha a une composition proche de celle du Bois des Aresquiers qui s'étend sur 85,4 ha, dont 56 ha boisés en Pins d'Alep. Le bois des Aresquiers (Fig. 1) se décompose en futaies de Pins d'Alep, pelouses calcicoles, et enfin de la végétation à Salicornes et steppes salées côté littoral. Le Pin d'Alep étant peu favorable à la régénération naturelle, une volonté de diversifier les essences actuelles avec des Chênes pubescents, des Chênes verts ou encore des Pins pignons, est inscrite dans le plan de gestion du site du bois des Aresquiers.

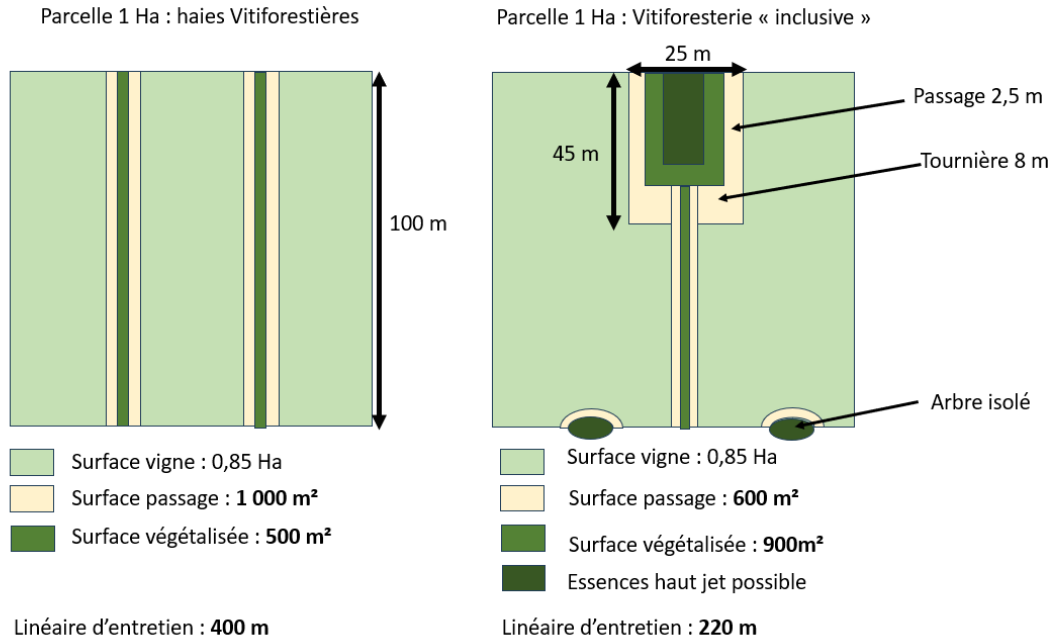


Figure 2 : Comparaison de deux modèles d'Agroforesterie, à gauche le modèle généralement utilisé et à droite le modèle proposé par le Domaine du Mas Neuf.

Cette volonté de diversifier les essences pérennes est également présente, au sein du Domaine du Mas Neuf qui, par la mise en place de haies, cherche à créer de nouveaux habitats favorables à la biodiversité. Le projet de plantation de haies ne suit pas le schéma classique connu en Agroforesterie, où la haie s'intègre à la culture en remplaçant 1 à plusieurs rangs de vigne, ce qui peut poser des contraintes au niveau du choix des essences, de la mécanisation et en termes de perte de surface cultivable.

Dans le cas du modèle de « Viticulture inclusive » que souhaite développer le Mas Neuf, les haies sont implantées dans des îlots arborés inclus dans la parcelle de vigne. Cela permet de planter plusieurs haies côte à côte tout en laissant au fil des années la nature se régénérer par elle-même au centre de cet îlot afin de former un bosquet intra-parcellaire (Fig. 2). De plus, un îlot permet d'apporter une plus grande diversité d'essences dans un espace réduit tout en laissant la possibilité d'intégrer davantage d'arbres de haut-jet, au port moins adapté à une haie traditionnelle. Ces arbres peuvent se développer à leur aise grâce à leur emplacement central dans l'îlot. A cet îlot s'ajoute une haie de type Vitiforesterie classique qui permet de créer un corridor entre l'îlot forestier et le restant de la parcelle (Fig. 2). Les arbres isolés en bout de rang ont pour objectif d'être des points relais pour l'avifaune, qui nécessite des zones refuges, ou des points repères lors des déplacements, entre autres, des Chiroptères.

De plus, ce schéma de plantation permettrait de diminuer la surface de passage nécessaire pour l'entretien de la haie comme schématisé Figure 2.

Les objectifs de ce modèle de Vitiforesterie inclusive sont ainsi multicritères, mais ce rapport se concentrera essentiellement sur celui de relation entre un équilibre biologique favorable et les leviers naturels de lutte contre les populations de ravageurs.

## **b. Deux ravageurs notables des vignobles méditerranéens, *Lobesia botrana* et *Cryptoblabes gnidiella***

Notre étude va s'intéresser tout d'abord à la présence de 2 ravageurs majeurs de la vigne, *Cryptoblabes gnidiella* et *Lobesia botrana*. Une lutte prophylactique par confusion sexuelle est utilisée contre ce dernier. En 2022, un essai de lutte par introduction de trichogrammes a été réalisé vis à vis de *Cryptoblabes gnidiella*. Ce traitement n'a pas été reconduit cette année car trop coûteux avec, par ailleurs, une efficacité difficile à évaluer. Il n'y a actuellement pas de lutte autre que par traitement phytosanitaire.

### **1. *Lobesia botrana***

*Lobesia botrana* (*Tortricidae*), plus communément nommé Eudémis, est un Lépidoptère qui a été décrit pour la première fois en 1775 en Autriche (Denis et Schiffermüller).

Les premiers dégâts importants observés en France ont eu lieu vers 1890 (Thiéry, Kuntzmann et Sentenac, 2011). Le ravageur est aujourd'hui très présent en zones méridionales.

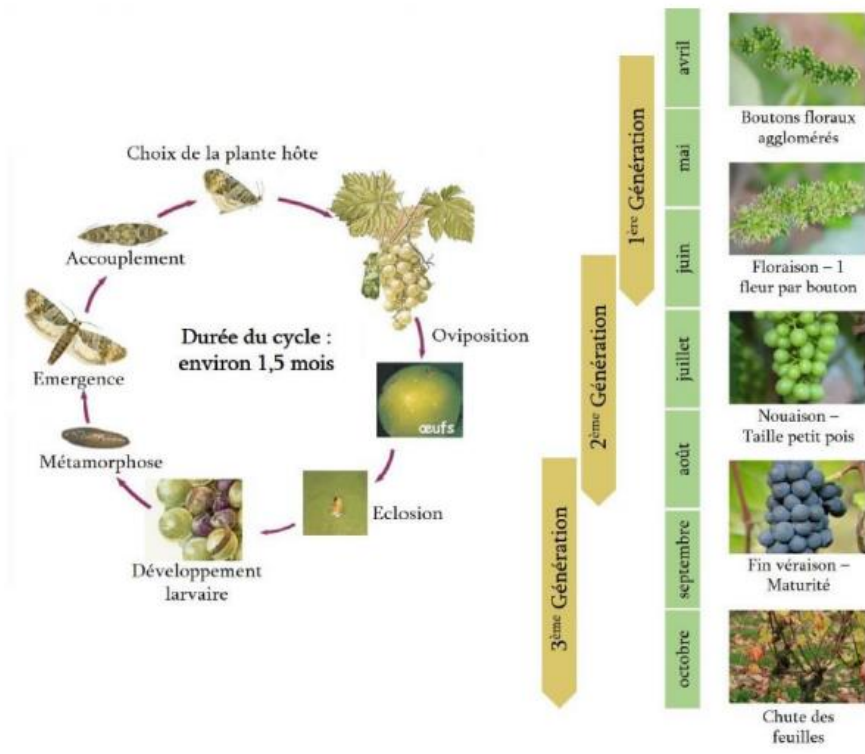


Figure 3 : Succession des actes comportementaux de l'Eudémis sur vigne (N. Maher & D. Thiéry, 2019). Les durées sont fonction des températures



## **Biologie**

Eudémis est une Tordeuse de la grappe très polyphage et polyvoltine avec jusqu'à 4 générations par an dans les vignobles européens (Thiéry, 2008). Le cycle de l'insecte est étroitement lié à celui de la vigne (Fig. 3), les premiers vols peuvent être observés dès le débourrement. L'espèce est caractérisée par un phénomène de protandrie, c'est-à-dire que seuls les mâles émergent dès le début du cycle (Ittis, 2020). Pour connaître la date précise, il est possible d'utiliser le modèle ROEHRICH. Il s'agit de la sommation des températures journalières  $(T_{min}+T_{max})/2$  à compter du 1er février, lorsque celle-ci atteint un seuil minimum de 565 °C jours, les premiers vols peuvent être observés (Roehrich et al, 1989).

A la suite de l'émergence des adultes, la femelle peut, grâce à son ovipositeur, réaliser un trou dans les organes végétaux afin d'y déposer ses œufs. Dans le cas d'Eudémis les œufs sont déposés individuellement, ce qui n'est pas le cas de la majorité des Lépidoptères nocturnes qui déposent leurs œufs en plaquettes (Moreau et al., 2016). Cette stratégie permet de limiter l'exposition des œufs aux parasitoïdes et prédateurs (Thiéry et al., 2018). La ponte est rare en dessous des 14 °C. Lors de la première génération, les œufs déposés sur les bractéoles incubent durant une dizaine de jours. A la sortie de l'œuf, la larve perfore les boutons floraux en les agglomérant en tissant un fil, il s'agit des glomérules. En deuxième génération la femelle pond sur les baies vertes, la larve se développe en perforant les baies qui vont s'oxyder et se teindre en violet. Lors de la troisième génération de *L. botrana*, la vigne se trouve au stade de fermeture de grappe voire à véraison (Delbac et Thiéry, 2019).

La larve est capable de se développer sur plus de 30 essences différentes. Néanmoins elle est principalement et quasiment exclusivement présente sur les fleurs et baies de raisin (Thiéry et al., 2018).

Concernant les lieux de pontes, une étude, dans le Bordelais, a montré qu'il existait des cépages préférentiels. Effectivement l'observation montre que la femelle préfère pondre sur le Chasselas ou encore le Cabernet Sauvignon par rapport aux grappes de Merlot (Maher et al, 2001). Ce résultat est concordant avec les travaux de Gabel et Roehrich (1995) et de Fermaud (1998) qui ont noté un taux d'installation et de survie moins élevé pour les larves d'Eudémis déposées artificiellement sur grappe de Merlot.

## **Dégâts**

Les larves de *L. botrana* causent des dégâts, sur les baies, plus ou moins étendus en fonction du phénotype du cépage (Delbac et Thiéry, 2016). La nuisibilité directe, qui correspond à la destruction des boutons floraux par les larves de première génération, n'a pas d'impact sur la récolte, elle peut, au contraire, avoir un rôle d'éclaircissage naturel (Stockel, 2000). En deuxième génération, la larve peut endommager entre 3 à 5 baies, en fonction du cépage et la compacité de la grappe (Thiéry et al., 2011). De plus, la plaie provoquée par la larve crée une porte d'entrée pour de nombreux pathogènes tel que *Botrytis cinerea* ou *Aspergillus carbonarius* causant ainsi de nombreux dommages (Fermaud et Le Menn, 1992 ; Delbac et Thiéry 2016). La troisième génération provoque des dégâts au stade phénologique de la vigne, le plus sensible à la pourriture grise (Delbac et Thiéry, 2019). Les dégâts observés peuvent atteindre jusqu'à 60 % de grappes touchées (UIPP, 2021). La nuisibilité indirecte peut avoir de lourdes conséquences qui peuvent entraîner jusqu'à des blocages de fermentations lors de la vinification (Briand, 2009).

Tableau 1 : Les parasitoïdes larvaires et nymphaux des Tordeuses, observés dans différents vignobles de France d'après Villemant et *al.*, 2011 dans La Faune auxiliaire des vignobles de France.

Familles	Espèces	Eudémis
Ichneumonidae	<i>Agripon anxium</i> (Wesmael)	Bo, B, L-R, V
	<i>Campoplex capitator</i> (Aubert)	Bo, B, C, Ch, L-R, V
	<i>Diadegma fenestrata</i> (Holmgren)	C-V
	<i>Dicaelotus inflexus</i> (Thomson)	A, Bo, B, L-R
	<i>Exochus notatus</i> (Holmgren)	A, V
	<i>Gelis areator</i> (Panzer)	A
	<i>Ischnus alternator</i> (Gravenhorst)	Bo
	<i>Ischnus inquisitorius</i> (Müller)	Bo
	<i>Itopectis alternans</i> (Gravenhorst)	A, Bo, B
	<i>Itopectis maculator</i> (Fabricius)	A, Bo
	<i>Itopectis tunetana</i> (Schmiedeknecht)	A, Bo, G
	<i>Scambus elegans</i> (Wolskelt)	Bo, G
	<i>Tranosemella praerogator</i> (Linné)	A
<i>Venturia canescens</i> (Gravenhorst)	Bo	
Braconidae	<i>Aleoides bicolor</i> (Spinola)	Bo
	<i>Bassus tumidulus</i> (Nees)	L-R
Chalcididae	<i>Hockeria bifasciata</i> (Walker)	L-R
Pteromalidae	<i>Dibrachys affinis</i> (Masi)	A
	<i>Dibrachys cavus</i> (Walker)	L-R
Bethylidae	<i>Goniozus claripennis</i> (Forster)	Bo
Tachinidae	<i>Phytomyptera nigrina</i> (Meigen)	L-R
	<i>Pseudoperichaeta nigrolineata</i> (Walker)	Bo

Tableau 2 : Prédateurs de *Lobesia botrana* d'après Thiéry et *al.*, 2011 dans La Faune auxiliaire des vignobles de France

Prédateur	Stade hôte
Punaises : <i>Orius</i> sp	Œufs et larves
Chrysopes	NA
Forficules	Chrysalides hivernales
Syrphes : <i>Xanthandrus comtus</i>	Larves
Araignée : <i>Salticidae</i>	Œufs, larves, chrysalides
Fourmis	NA
Coccinelles	NA

A : Alsace ; B : Bourgogne ; Bo : Bordelais ; L-R Languedoc-Roussillon ; C : Charentes ; V : Valais ; G : Gard ; Ch : Champagne

## **Lutte raisonnée**

Des traitements alternatifs existent contre les Tordeuses de la grappe avec des aspersions de *Bacillus thuringiensis* ainsi que la diffusion de phéromones sexuelles. Un contrôle biologique par les macro-organismes tels que les prédateurs ou parasitoïdes peut également être développé comme alternative aux pesticides de synthèse. Une combinaison de traitements alternatifs au *Bt* et l'utilisation d'un contrôle biologique est envisageable (Mills et Danne 2005 ; Moreau et al., 2009 ; Thiéry, 2011). En effet, le contrôle biologique contre *L. botrana* peut être réalisé par des populations naturelles d'arthropodes prédateurs et des parasitoïdes, mais également par des oiseaux et mammifères prédateurs (Thiéry et al., 2001 ; Sentenac 2011 ; Vincent et al., 2012 ; Rusch et al., 2015). D'après Smith et Pimentel, la mise au point de méthodes de lutte non insecticides présente un intérêt incontestable pour contrôler ce type de ravageur (Smith et Pimentel, 1978).

## **Ennemis naturels**

Parmi les ennemis naturels d'Eudémis, on peut citer des oiseaux, des chauves-souris, des insectes parasitoïdes (Tab. 1) ou prédateurs (Tab. 2), des nématodes entomopathogènes, des champignons entomopathogènes ainsi que des virus. Les stades peu mobiles voire immobiles soit, les œufs, larves et nymphes, sont les plus touchés par la prédation et le parasitisme. Plus la durée pour un stade donné augmente, plus il est sujet au parasitisme et à la prédation. C'est notamment le cas de la phase de diapause, où la chrysalide hivernale subit un fort taux de mortalité dû aux ennemis naturels (Thiéry et al., 2011).

On retrouve au minimum, une vingtaine d'espèces d'insectes qui parasitent les larves de Tordeuses de la grappe et réalisent un contrôle naturel avec des efficacités variables (Thiéry, 2008). Ces parasitoïdes sont regroupés en quatre groupes principaux, ils peuvent affecter les œufs (*Trichogrammatidae*), les larves (*Tachinidae*) ou les larves et chrysalides dont les chrysalides hivernales (*Ichneumonidae* et *Braconidae*) (Chamont et Thiéry, 2021). Leur efficacité peut varier de 30 à 80 % suivant les Familles et espèces d'arthropodes présentes au vignoble (Chamont et Thiéry, 2021).

La prédation, quant à elle, a lieu sur tous les stades, œufs, chenilles, adultes, il est plus difficile de la quantifier car elle laisse peu de traces (Thiéry et al., 2011). Il ne faut pas pour autant en négliger l'impact sur les populations d'Eudémis.

## **2. *Cryptoblabes gnidiella***

*Cryptoblabes gnidiella*, est un ravageur de la vigne qui a été décrit pour la première fois par Millière en 1867. Dans un premier temps nommé *Ephestia* il a été observé sur le *Daphne gnidium* (Millière, 1867).

Malgré une présence endémique dans la zone Méditerranéenne, *C. gnidiella* était, jusqu'à récemment, seulement considéré comme un ravageur secondaire de par sa faible densité de population. En effet, ses dégâts étaient considérés comme mineurs au vu de ceux provoqués par *L. botrana* (Ricciardi et al., 2021). Les dernières décennies ont été plus marquées par les dégâts liés à *C. gnidiella* d'un point de vue économique. Ce changement



est dû principalement à l'augmentation des températures. En effet, les vignobles ayant connus le plus de pertes sur différents cépages sont des vignobles côtiers méditerranéens (Lucchi et *al.*, 2019).

### **Biologie**

En milieu méditerranéen, le ravageur réalise 3 à 4 générations avec des pics de vols observés en mai-juin, puis un second en juillet et enfin un ou deux pics en août-septembre avec une augmentation de capture des mâles sur les dernières générations (Bagnoli et Lucchi, 2001 ; Ricciardi et *al.*, 2021). L'augmentation du nombre d'individus en dernière génération peut en partie s'expliquer par l'attraction des baies mûres et endommagées qui produisent des composés volatiles (Bagnoli et Lucchi, 2001).

Les vols ont lieu la nuit ainsi que l'accouplement, celui-ci fait suite à l'émanation de phéromones sexuelles par les femelles qui guident les mâles jusqu'à leur position (Ricciardi et *al.*, 2021).

Une fois fécondées, les femelles déposent une centaine d'œufs ovoïdes isolément sur les feuilles. Les premières larves sont visibles à la fin juin. A son premier stade larvaire, *C. gnidiella* se nourrit quasi exclusivement de miellat de pucerons et de cochenilles dont les populations sont, de fait, souvent associées (Swaillem et Ismail, 1972 ; Silva et Mexia, 1999). En présence de ces insectes, *C. gnidiella* est considéré comme un ravageur sérieux (Abd El-Kareim et *al.*, 2018). Les larves passent leur stade pré-nymphal et nymphal dans la baie, souvent en groupe. En fin de cycle, les baies touchées ont un aspect momifié (Chambre d'Agriculture Pyrénées Orientale, 2021).

Les larves de *C. gnidiella* ont un comportement grégaire et leur nutrition, hormis au premier stade larvaire, est très diversifiée avec un régime alimentaire très large et destructif. Elles se nourrissent particulièrement des rachis et pousses de grappes (Bagnoli et Lucchi, 2001). La larve est attirée par l'accumulation de sucre ainsi que la pourriture, c'est pourquoi après vendange, il est possible d'en trouver en quantité très importante sur les grappes pourries restées sur pieds. Cependant sa présence reste conditionnée aux températures, il est très sensible au gel (Chamont, 2022).

*C. gnidiella*, hiverne au stade adulte ou chrysalide, les populations sont donc fortement impactées par les conditions climatiques (Chambre d'Agriculture Pyrénées Orientales, 2021).

### **Dégâts**

Les premiers vols ont lieu en avril-mai, cependant les dégâts ne sont pas observés avant la mi-fin juillet (Lucchi et *al.*, 2019 ; Ricciardi et *al.*, 2021).

Les dommages causés par la *C. gnidiella* sont de deux types. Dans un premier temps, les larves causent des dégâts directs, liés à leur nutrition, qui génèrent des dégâts indirects provoqués par la pénétration de fungi dans la baie (Harari et *al.*, 2017). Le cumul des dégâts provoqués par les larves peut être localement très important, comme cela a été le cas, lors de la campagne 2020, dans l'Aude, où ceux-ci ont atteint jusqu'à 95% de la parcelle (Favre, 2021). Face à de telles démonstrations de force, il est nécessaire de mettre en place une lutte efficace contre ce ravageur.

Tableau 3 : Compilation des ennemis naturels de *C. gnidiella* observés au champ.

Prédateur	<i>Coccinella undecimpunctata</i>	Tohamy et al., 2007	Parasitoïde	<i>Itoplectis sp</i>	Bagnoli et Lucchi, 2001
Prédateur	<i>Chrysoperla carnea</i>		Parasitoïde	<i>Phanerotoma sp</i>	
Prédateur	<i>Orius albidipennis</i>		Abd El-Kareim et al., en 2018	Parasitoïde	<i>Apanteles sp</i>
Prédateur	<i>Paederus alfieri</i>	Parasitoïde		<i>Perilampidae</i>	
Prédateur	Araignées véritables	Parasitoïde		<i>Pimpla croceiventris</i>	
Prédateur	<i>Orius sp</i>	Parasitoïde		<i>Macrocentrus sp</i>	
Parasitoïde	<i>Tachina larvarum</i>	Parasitoïde		<i>Venturia sp</i>	

Prédateur : Prédateurs ou parasitoïdes communs avec l'espèce *Lobesia botrana*

## **Lutte raisonnée**

L'efficacité de lutte contre les larves de *C. gnidiella* par utilisation de *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* a été prouvée par Wysoki et al. en 1975 puis par Bagnoli et al. en 2001. Nombreux sont les auteurs qui ont montré l'efficacité des œufs de *Trichogramma*, avec ou sans l'utilisation de *Bacillus thuringiensis*, et ce, sans observation de conséquences néfastes pour l'environnement (Wysoki et al., 1975 ; Kiku et Teshler, 1994 ; Hommay et al., 2002). Il est, en outre, possible de réaliser une lutte prophylactique sachant que *C. gnidiella* utilise la communication sexuelle pour retrouver sa partenaire (Cardé et Haynes, 2004 ; Cardé et Willis, 2008). Epandre une quantité non négligeable de phéromones de synthèse limite les chances de rencontre des sexes opposés et donc la reproduction de l'espèce (Cardé et Minks, 1995 ; Suckling, 2000 ; Lo Verde et al., 2020). Cette technique n'est, pour autant, pas employée en viticulture à ce jour.

Une lutte biologique par l'intermédiaire des ennemis naturels, peut également abaisser la pression de ce ravageur.

## **Ennemis naturels**

Les ennemis naturels (Tab. 3) de *C. gnidiella* sont très peu connus (Liotta et al., 1963-64 ; Swailem et Ismail, 1972 ; Gubbaiah, 1984 ; Wysoki et de Jong, 1989). Très peu d'attention est portée sur les prédateurs de *C. gnidiella*, pourtant leur identification et leur étude pourrait apporter une forte contribution dans la régulation naturelle de ce Lépidoptère (Bugg et Wilson, 1989 ; Mansour, 2004 ; El-Barbary, 2006 et Abd El-Kareim et al., 2008).

La libération de composés volatiles par la plante ou encore la présence de fruits en fermentation peut entraîner une double signalisation, signifiant d'une part la présence de ressources alimentaires, d'une autre celle d'un site de ponte. Cela est valable pour les insectes ravageurs mais également pour les parasitoïdes.

Initialement, les viticulteurs pensaient que les traitements contre Eudémis auraient permis une régulation de *C. gnidiella*. Cependant le cycle de vie de l'insecte fait que ceux utilisés en deuxième génération de *L. botrana* sont inefficaces (Ricciardi et al., 2021).

Il est par conséquent nécessaire de développer de nouvelles stratégies dans le contexte de diminution des produits phytosanitaires. L'environnement peut jouer un rôle essentiel dans cette lutte grâce à la biodiversité fonctionnelle.

### **c. La biodiversité fonctionnelle, flore et faune favorable à la lutte biologique**

Deux approches complémentaires peuvent être utilisées pour étudier la biodiversité, une fonctionnelle et une taxonomique.

La biodiversité présente dans un agroécosystème réalise de nombreux services écosystémiques (Brussaard et al., 2007 ; Gurr et al., 2003). Il est possible de mettre en place deux types de stratégies de lutte par l'intermédiaire d'auxiliaires, un lâcher d'ennemis naturels (auxiliaires endémiques) ou bien un lâcher par inoculation (espèces exotiques) (Thiéry et al., 2018). Afin que ces techniques soient efficaces, il est primordial de considérer l'écologie des





bioagresseurs ciblés ainsi que celle de leurs ennemis naturels et leurs plantes hôtes (Ferguson et *al.*, 2005 ; Pérez-Staples et *al.*, 2012).

Le contrôle naturel est basé sur la présence d'ennemis sans aucune intervention humaine, ainsi que toutes les actions qui favorisent leur succès reproducteur ou encore leur dynamique de population (Thiéry et *al.*, 2018). Plus spécifiquement, les auxiliaires de cultures visent à améliorer la production agricole grâce aux services écosystémiques, avec, entre autres, la pollinisation et le contrôle des ravageurs (Joseph et *al.*, 2018).

Il existe deux grands types d'auxiliaires : les parasitoïdes et les prédateurs. Les parasitoïdes sont majoritairement des Hyménoptères et Diptères (Joseph et *al.*, 2018). Ils vont parasiter puis tuer leur hôte, d'où leur intérêt en agriculture (Thiéry et *al.*, 2018). Concernant la prédation, il en existe de deux types : la généraliste, où le prédateur va se nourrir de plusieurs espèces, et la spécifique, où n'est consommé qu'une seule ou peu d'espèces (Joseph et *al.*, 2018). Une complémentarité entre ces prédateurs (période et zone d'activité) rend la lutte biologique particulièrement efficace (Holland et *al.*, 2016).

Cette diversité d'auxiliaires est influencée par les pratiques agricoles, le paysage, la flore et les conditions climatiques (Holland et *al.*, 2016 ; Geldenhuys et *al.*, 2021 ; Raven et Wagner, 2021). Effectivement, une forte diversité d'ennemis naturels est souvent associée à la présence d'habitats semi-naturels à naturels (Letourneau et *al.*, 2011). Cependant, une trop forte diversité peut limiter l'efficacité de la lutte biologique en augmentant la prédation intragilde (Rosenheim, 1998 ; Martin et *al.*, 2013).

### **Avifaune**

Parmi les prédateurs on retrouve les oiseaux dont il ne faut pas négliger l'impact contre les populations de ravageurs. Leur rôle a principalement été démontré dans d'autres domaines que la viticulture. Des exclusions simultanées des oiseaux et chauve-souris dans les cultures de cacaoyers ont montré une augmentation des insectes phytophages entraînant une diminution du rendement de 31% (Maas et *al.*, 2013). Dans le même ordre, sur culture de caféiers, on constate que les oiseaux permettent de réduire l'infestation d'insectes ravageurs d'environ 50% (Karp et *al.*, 2013).

Jedlicka et *al.* (2011) ont suivi l'impact de l'apport de sites de nidification dans des vignobles. La présence de ces nichoirs dans les vignes a permis d'augmenter de 50% la richesse spécifique d'oiseaux insectivores mais a également augmenté le taux de prédation de *L. botrana* par 2,4 en comparaison au contrôle. Cette observation de terrain est en adéquation avec la littérature concernant l'impact positif de l'avifaune sur le contrôle des ravageurs. De plus, une hétérogénéité d'habitat tant sur le plan local qu'à l'échelle du paysage est favorable à la régulation naturelle des ravageurs par les oiseaux insectivores (Barbaro et *al.*, 2016).

Pour autant, les oiseaux peuvent également avoir un impact négatif en consommant les baies de raisin (Skopura et Hothem, 1985) ou les ennemis naturels comme les araignées ou les parasitoïdes (Martin et *al.*, 2013 ; Jedlicka et *al.*, 2014).



## **Chiroptères**

En 2011, Kunz et *al.* ont estimé que l'ensemble des fonctions écologiques réalisées par les Chiroptères sont des services écosystémiques. De plus, la chauve-souris est considérée comme un très bon bioindicateur de la santé des écosystèmes (Tournant, 2018).

Les Chiroptères ont une forte influence sur la régulation des arthropodes, majoritairement les Lépidoptères, Coléoptères, Homoptères, Hémiptères et enfin les Diptères (Agosta, 2002). La prédation des papillons de nuit ravageurs est déjà connue (Rydell et *al.*, 1996). En effet, les chauves-souris sont des espèces nocturnes tout comme les Tordeuses de la grappe. Ils volent à 5-10 m au-dessus des rangées de vignes ce qui est en adéquation avec le comportement de vol d'Eudémis (Thiéry et *al.*, données non publiées).

Lors d'une étude sur la richesse spécifique et l'activité des Chiroptères au sein de 10 parcelles viticoles en Agriculture Biologique, les espèces suivantes ont été identifiées : *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus kuhlii*, *Eptesicus serotinus*. Il s'agit d'espèces ayant une grande activité de capture d'insectes (Sentenac et Rusch, 2017). Cette activité ainsi que la richesse spécifique de manière globale est positivement influencée par les variables paysagères (forêt, habitat semi-naturel) (Sentenac et Rusch 2017).

## **Arthropodes**

Les arthropodes prédateurs sont considérés comme étant des prédateurs occasionnels de Tordeuses de la grappe. Toutefois, leur biologie et leur impact sur les populations sont connus et renseignés sur d'autres cultures que la vigne (Sentenac, 2011). Pour autant, il a été recensé dans différents vignobles, un nombre impressionnant de Coléoptères et de Carabes (124 dans Goulet et *al.*, 2004 ; 39 dans Rusch et *al.*, 2016) mais également 97 Araignées (Bolduc et *al.* 2005) ont été dénombrés. Cependant, seul le potentiel d'ennemis naturels et non la prédation réellement exercée a été étudié.

A cette longue liste d'arthropodes prédateurs potentiels s'ajoutent plus de 70 parasitoïdes dont la majorité s'avère être des Hyménoptères (Thiéry 2008 ; Loni et *al.* 2016). Cette grande diversité de parasitoïdes en viticulture est influencée par le paysage environnant mais également par les conditions climatiques (Moreau et *al.*, 2009 ; Loni et *al.*, 2016). En effet, la température impacte les captures d'arthropodes du sol, notamment les Carabes (Saska et *al.*, 2013). Il en est de même pour les insectes volants, où une corrélation positive entre la température et la richesse d'abeilles domestiques a été observée (Hoehn et *al.*, 2008 ; Høye et Forchhammer, 2008).

## **Flore**

La flore joue un rôle prépondérant dans le maintien de la biodiversité générale. Elle est interdépendante de celle des arthropodes et des pollinisateurs mais aussi de l'avifaune et des chiroptères. Une augmentation de la diversité végétale améliore l'abondance et la diversité des auxiliaires (Letourneau et *al.* 2009 ; Shields et *al.* 2016). Il est bien démontré qu'une augmentation de la végétation et/ou de la complexité paysagère dans ou à proximité immédiate de la culture, permet de réduire les attaques de ravageurs. En effet, cela engendre une augmentation de l'influence des ennemis et par conséquent réduit les dommages (Letourneau et *al.*, 2011) ce qui peut s'expliquer par l'hypothèse d'une concentration des

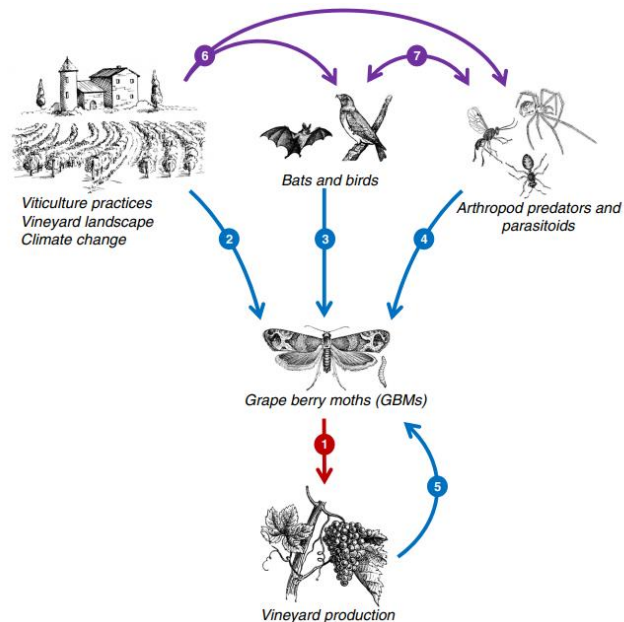


Figure 4 : Représentation des interactions écologiques au vignoble entre les facteurs biotique, abiotique dans un objectif de lutte biologique contre les Tordeuses de la grappe. (Thiéry et al., 2018)

1-Dégâts directs sur grappe ; 2- Impacts de l'environnement du vignoble (facteurs naturels et anthropogéniques) ; 3 et 4- Contrôle par les ennemis naturels (prédateurs et parasitoïdes) ; 5- Retour des effets de la culture sur la sensibilité du ravageur aux ennemis naturels ; 6- Effets indirects de l'environnement du vignoble sur l'activité des ennemis naturels ; 7- Interactions entre les niveaux trophiques pouvant diminuer l'efficacité de la lutte biologique

Tableau 4 : Effet de l'occupation du sol, des éléments structurels et pratiques culturales, à l'échelle du paysage, sur l'abondance de différents groupes taxonomiques (Paola et al., 2020).

	Oiseaux	Arthropodes
<b>Occupation du sol</b>		
Vignoble	3+ / 3-	3+ / 10 -
Prairie		2+ / 1 -
Forêt	3+ / 1 -	2+
Jachère	1+	2+ / 2 -
Vestige naturel	1+	8+ / 1- / 2 ns
<b>Éléments structurel</b>		
Ponctuel	3+	1+
Linéaire	6+	3+
<b>Pratique culturale</b>		
Agriculture biologique	1+ / 2- / 2ns	
Conventionnel	1 -	

+ effet positif significatif ; - effet négatif significatif ; ns : non significatif ; le nombre correspond au nombre d'études rapportant un effet donné.

ressources (Root, 1973). Majoritairement, les études montrent une augmentation du nombre d'auxiliaires dans des milieux très diversifiés d'un point de vue floristique (Siemann et *al.*, 1998 ; Crutsinger et *al.*, 2006 ; Haddad et *al.*, 2009 ; Chaplin-Kramer et *al.*, 2011 ; Balzan et *al.*, 2016).

Cette corrélation entre la flore et l'abondance des auxiliaires permet de baser le contrôle biologique sur la biodiversité endogène des plantes ainsi que les habitats naturels et semi-naturels. La nécessité d'aménager les parcelles prend alors tout son sens avec une mise en place d'habitats servant de refuge et de garde-manger pour les auxiliaires (Holland et *al.*, 2016). La biodiversité fonctionnelle est donc un atout indéniable pour participer à la lutte contre les ravageurs. Les structures paysagères incluant les bois, prairies et jachères, en parallèle de vignobles, abritent en règle générale une plus grande richesse et abondance que les vignobles de monoculture (Laiolo, 2005 ; Caprio et *al.*, 2015 ; Nascimbene et *al.*, 2016 ; Kratschmer et *al.*, 2018).

L'ensemble des interactions citées ci-dessus, apparaissent dans la figure 4. L'environnement viticole et les pratiques culturelles font partie intégrante de ces interactions.

#### **d. Impact de la structure paysagère sur les services écosystémiques et les pratiques culturales en viticulture**

Les vignobles en culture traditionnelle sont perçus comme une menace pour les écosystèmes naturels et semi-naturels qui leur sont associés. Il en est de même pour les services écosystémiques (Viers et *al.*, 2013 ; Winkler et *al.*, 2017). Cette notion est à nuancer car les paysages viticoles restent tout de même le lieu de nombreux services écosystémiques (Winkler et *al.*, 2017). Néanmoins, la mise en relation de la gestion de l'amélioration de la biodiversité et des services écosystémiques pouvant en découler n'est pas prouvée (Paiola et *al.*, 2020). Les services les plus étudiés sont les services de régulation (Paiola et *al.*, 2020).

Il apparaît que la structure paysagère affecte l'utilisation des pesticides par des effets directs et indirects sur les populations de bioagresseurs. Le paysage rend compte de la disponibilité des ressources, mais a également un impact sur la capacité de dispersion des ravageurs (Martin et *al.*, 2019 ; Delaune et *al.*, 2021). C'est aussi le cas pour les ennemis naturels, leur activité en est tout autant impactée (Tab. 4) (Martin et *al.*, 2019).

La présence de grandes étendues de culture hôte d'un bioagresseur implique l'augmentation du risque de dégâts dû à la forte présence de ressources (Delaune et *al.*, 2021). L'augmentation de la pression et le fort développement de la population de ravageurs induit alors une augmentation d'application de pesticides (Paredes et *al.*, 2021). Cependant un paysage de culture hôte présentant plusieurs îlots aux surfaces conséquentes pourrait permettre de diluer les populations de ravageurs (Thies et *al.*, 2008). Il existe donc une dépendance du contexte dans la relation entre le paysage, les ravageurs et leurs ennemis naturels (Tscharntke et *al.*, 2016 ; Karp et *al.*, 2018). Une agriculture biologique limitant l'utilisation de produits phytosanitaires de synthèse peut ainsi favoriser la biodiversité et l'activité des ennemis naturels, ce qui peut conduire à une diminution des dégâts de ravageurs (Muneret et *al.*, 2018).



### **Éléments surfaciques, prairies, forêts, jachères, ...**

La prairie est un espace pouvant abriter des plantes hôtes favorables à la dispersion et au développement des ravageurs et des pathogènes. C'est d'ailleurs le cas lorsque des prairies sont composées de *Daphne gnidium*, *Ligustrum vulgaris* ou *Rubus sp* (Thiéry, 2008). La présence de plants sauvages de *Vitis* dans d'anciennes parcelles de vignes devenues des prairies peut bénéficier à *Scaphoideus titanus* tout comme au mildiou et à l'oïdium (Kwame Adrakey et al., 2022). La distribution spatio-temporelle de ces plantes hôtes étant très peu explorée, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour comprendre les corrélations qui peuvent exister (Etienne et al., 2023). Pourtant, les prairies, dans des paysages dominés par les vignobles, sont des habitats clés pour la conservation d'oiseaux des terres agricoles (Laiolo, 2005 ; Swolgaard et al., 2008 ; Brambilla et al., 2017), des plantes (Nascimbene et al., 2012, 2013, 2016) et des arthropodes (Rosado et al., 2013).

C'est également le cas des espaces forestiers, ils sont supposés être des ressources d'ennemis naturels pour les ravageurs des vignobles. En effet, la vigne et l'arbre sont deux plantes pérennes ligneuses. C'est, en effet, la canopée qui permet d'abriter des arthropodes auxiliaires se nourrissant de ravageurs de cultures pérennes (Thomson et Hoffmann, 2013 ; Lefebvre et al., 2016). Il est difficile d'évaluer la contribution des forêts à la lutte biologique par conservation à cause de la difficulté à réaliser des mesures au niveau de la canopée (Holland, 2016).

### **Éléments linéaires, alignements d'arbres, haies, lisières, ...**

Avec l'augmentation des surfaces agricoles, le remembrement des parcelles a fortement impacté les paysages conduisant, entre autres, à la disparition des haies, qui sont pourtant des espaces de chasse et de migration essentiels pour les chauves-souris (Tournant, 2018).

Les haies peuvent, certes, représenter une barrière physique limitant la dispersion (Frampton et al., 1995 ; Mauremooto et al., 1995 ; Holland et al., 2004), mais elles peuvent également jouer un rôle de corridors qui facilite les mouvements (Baudry et al., 2000) tout en favorisant les flux génétiques entre populations (Marchi et al., 2013).

Les corridors écologiques et les lisières naturelles à proximité des vignobles sont des éléments dont le maintien et la restauration sont primordiaux. Ils sont des refuges alternatifs pour les prédateurs et parasitoïdes permettant ainsi une meilleure lutte contre les ravageurs (Nicholls et al., 2001 ; Ponti et al., 2005 ; Thomson et Hoffmann, 2013). Certaines structures sont plus favorables que d'autres comme les lisières qui doivent être boisées pour avoir un impact positif, au contraire des lisières de pâturage qui ont un effet limité voire négatif (Thomson et Hoffmann, 2009 ; Thomson et al., 2010).

La communauté d'ennemis naturels peut être influencée positivement par les haies et alignements d'arbres (Duso et al., 2004). En effet, il a été observé que les parcelles bordées par des haies ont un ratio : parasitoïdes primaires/hyper parasitoïdes plus élevé qu'en absence de haies (Maalouly et al., 2013). Cela est également bénéfique aux oiseaux (Assandri et al., 2016 ; Assandri et al., 2017a, 2018b ; Guyot et al., 2017) et aux plantes (Nascimbene et al., 2012).

Tableau 5 : Evaluation subjective de Holland et al. (2016) suite à une revue de 152 articles scientifiques sur l'efficacité des aménagements agroécologiques en Europe autour des parcelles (N=Aucun, NA = Non applicable, ND = Non Documenté, \*=évidences faibles, \*\*=évidences modérées, \*\*\*=évidences fortes)

	Effets sur les auxiliaires au sein de ces habitats	Effet sur les auxiliaires au sein des cultures adjacentes	Effet sur le contrôle des ravageurs
Haie lignifiée	**	*	*
Bois	*	*/N	*/ND
Bande enherbée tondu	***	*	*
Bande enherbée fleurie	***	**	**
Densité faible de semences et cultures de couverture (engrais vert)	**	NA	*
Prairie à haute valeur naturelle	**	**	ND



### **Éléments ponctuels, arbres isolés, plans d'eau, ...**

Concernant les éléments ponctuels, des plans d'eaux au sein des vignobles sont primordiaux pour le maintien des oiseaux (Moreno Mateos et *al.*, 2014) et des mammifères (Hilty et Merenlender, 2004 ; Di Salvo et *al.*, 2009 ; Rambaldini et Brigham, 2011). En outre, il a été constaté que des petites surfaces en eau sont favorables à l'activité des chauves-souris en leur offrant plus de possibilités de ressources (Di Salvo et *al.*, 2009). Il est, par conséquent, intéressant de créer des bassins de rétention fournissant des espaces d'alimentation pour les chauves-souris dans des paysages principalement composés de vignobles (Stahlschmidt et *al.*, 2012). Cela est d'autant plus intéressant que le facteur majeur du déclin des Chiroptères serait lié à la diminution de l'abondance des insectes à cause de l'intensification de l'agriculture.

L'ensemble des structures paysagères présentées ci-dessus impactent la biodiversité fonctionnelle. En outre, les arbres offrent aux auxiliaires une diversification des habitats, un refuge, des ressources alimentaires, un espace de chasse, de reproduction et d'hivernage mais aussi améliorent la présence de prédateurs dans les vignobles (Projet VITIFOREST, Bourgade et *al.*, 2018). Cette approche a encouragé le développement de la Vitiforesterie moderne.

#### **e. Pratiques en faveur de la biodiversité dans la culture de vigne, Agroforesterie et Enherbement**

##### **Agroforesterie**

La Vitiforesterie moderne n'utilise plus, comme au Moyen-Âge, l'arbre faisant office de tuteur mais comme un partenaire jouant plusieurs rôles : il héberge les auxiliaires de la vigne, évite l'érosion des sols et capte le carbone. L'objectif attendu est d'obtenir le meilleur parti entre les interactions biologiques du sol, des plantes et des arthropodes (Nair 1993 ; Sanchez 1995 ; Altieri et *al.* 2007). L'Agroforesterie cherche à créer un équilibre entre les écosystèmes afin de mêler biodiversité et productivité (Nair 1993 ; Sanchez 1995 ; Altieri et *al.* 2007 ; Torralba et *al.* 2016).

Les arbres complexifient le paysage tout en augmentant la diversité végétale et même si l'Agroforesterie est très peu développée en France (Bourgade et *al.*, 2018), celle-ci peut être à l'origine de nombreux services écosystémiques (Tab. 5). Elle peut notamment être à l'origine de microclimats, de l'équilibre ravageurs/auxiliaires, de la fertilité et de la biodiversité du sol (Bourgade et *al.*, 2018), mais aussi représenter une barrière physique contre le gel, le vent et la dispersion de graines par la même occasion (Altieri et *al.*, 2002).

Altieri et Nicholls (2002) ont corroboré par leurs résultats l'importance de l'hétérogénéité de l'habitat et des pratiques de production traditionnelles dans la lutte contre les ravageurs.

Dans la même étude, le taux d'infestation pour deux phytophages, dont *L. botrana*, ont été comparés dans des systèmes de vignobles de monoculture modernisés et des vignobles traditionnels basés sur l'Agroforesterie. Ils ont observé qu'en système de monoculture, le taux d'infestation est plus élevé et le nombre de prédateurs et parasitoïdes est plus faible. Dans le modèle Agroforestier, la présence de couvert végétal, et donc de



ressources florales, permet d'améliorer la longévité et la fécondité des parasitoïdes et, par conséquent, le potentiel taux de parasitisme des *Tortricidae* (Berndt et al., 2002 ; Begum et al., 2006). *Lobularia maritima* (l'alyse) et *Fagopyrum esculentum* (le sarrasin) sont deux espèces ayant un effet bénéfique sur les parasitoïdes de *Tortricidae* (Begum et al., 2006). Le paillage dans le vignoble a également un impact positif et augmente l'efficacité des parasitoïdes en améliorant leur abondance et leur diversité sans pour autant impacter positivement l'abondance des insectes nuisibles.

### **Enherbement**

En France, 49 % des vignobles étaient enherbés en 2010, avec 39 % en couvert permanent, ce qui représente 11 % de la surface totale des vignobles (Garcia et al., 2018). Le travail du sol ainsi que la gestion des couverts végétaux sont des facteurs jouant un rôle primordial sur la diversité et l'activité de la faune du sol et par conséquent sur la régulation naturelle des ravageurs (Altieri, 1999 ; Thorbek et Bilde, 2004).

Un vignoble enherbé abrite une plus grande richesse spécifique ainsi qu'une plus grande abondance d'arthropodes qu'un vignoble au sol nu. C'est d'autant plus le cas lorsque le couvert est composé de plantes indigènes (Danne et al., 2010 ; Pétremand et al., 2017). En absence de couvert, la parcelle héberge peu d'arthropodes, cela est notamment plus marqué lorsque l'entretien se fait par herbicides (Sanguankeo et León, 2011 ; Masoni et al., 2017). La présence d'un couvert est également favorable à la vie du sol notamment aux populations fongiques, particulièrement pour les espèces mutualistes (Lumini et al., 2010 ; Oehl et Koch, 2018) et aux bactéries (López-Piñeiro et al., 2013) en conditions hydriques non limitantes.

D'après Thorbeck et Bilde (2004), la gestion du couvert induit une diminution de l'abondance des prédateurs de 25 à 60 % suivant les taxons. En effet, le maintien d'un couvert végétal, donc d'une diversité végétale à l'intérieur de la parcelle de vigne, est favorable au maintien et développement de nombreux auxiliaires (Genini, 2000).

Le fauchage du couvert est une pratique moins impactante pour la biodiversité (Duarte et al., 2014 ; Rollan et al., 2019). Il permet également de limiter la compétition entre le couvert et la vigne (Gago et al., 2007 ; Bruggisser et al., 2010). La pratique du mulch va, quant-à-elle, permettre d'augmenter l'abondance des Carabes parasitoïdes, des Hémiptères prédateurs, des Diptères parasitoïdes et des araignées sans pour autant augmenter l'abondance de ravageurs (Thomson et Hoffmann, 2007).

Un couvert indigène est bénéfique pour les ennemis naturels généralistes et les parasitoïdes. Il permet d'accroître la lutte biologique contre la famille des *Tortricidae* (Danne et al., 2010). En 2017, Rusch et al., ont observé qu'un enherbement total réduit le taux d'attaque par les *Tortricidae* par rapport à un vignoble partiellement enherbé, malgré un contexte paysager plus hétérogène.

Concernant l'entretien du pourtour des parcelles, les bordures enherbées sont des sites d'hivernage pour les invertébrés et plus particulièrement les coléoptères et les araignées. Les graminées forment des touffes qui apportent des conditions relativement stables et appropriées l'hiver (Luff, 1966) où la survie des invertébrés est plus élevée que dans d'autres structures de plantes (D'Hulster et Desender, 1982).



Dans ce contexte, nous allons étudier l'hypothèse suivante.

**Hypothèse générale : La structure paysagère du Domaine du Mas Neuf induit la présence d'écosystèmes ayant une diversité et une abondance végétale variée qui influence les dynamiques de populations d'ennemis naturels et ravageurs.**

Sous-hypothèses de l'étude :

**H1 : Les caractéristiques florales sont identiques sur tous les points d'une même parcelle.**

**H2 : Les milieux définis par la Carte d'Occupation du sol du Mas Neuf sont homogènes d'un point de vue écologique.**

**H3 : Les indices écologiques et la diversité floristique des jachères sont supérieures à celles des vignes enherbées.**

**H4 : La flore principale diffère entre les milieux vigne et jachère.**

**H5 : Les écosystèmes présents sur le Domaine abritent des espèces favorables à la culture de la vigne.**

**H6 : La pression Eudémis est faible sur le Domaine et engendre peu de dégâts du fait de la mise en place de la confusion sexuelle depuis plusieurs années.**

**H7 : Le ravageur *C. gnidiella* est présent sur l'ensemble des parcelles du domaine et exerce une pression non négligeable.**

Tableau 6 : Nomenclature des différents milieux et sous milieux présents sur le Domaine du Mas Neuf.

<b>Milieu</b>	<b>Code</b>	<b>Caractéristique</b>
Vignoble	V	Surface plantée en vigne (réf CORINE Land Cover)
Oliveraie	O	Surface plantée d'olivier (réf CORINE Land Cover)
Vergers et petits fruits	VF	Parcelle plantée d'arbres fruitiers ou d'arbustes fruitiers (réf CORINE Land Cover)
Haie	H	Unité linéaire de végétation ligneuse d'une largeur ≤ 20 m (réf HVE 3 v4)
Arbre isolé	A	Arbre dissociable d'un groupe ou d'un alignement d'arbres (réf HVE 3 v4)
Bosquet	B	Élément non linéaire d'arbres ou d'arbustes formant un couvert ≤ 50 ares (réf HVE 3 v4)
Agroforesterie	Ag	Parcelle affectée au projet Agroforestier
Forêt de conifères	Fc	Formations végétales principalement constituées par des arbres, par des buissons et arbustes, où dominent les espèces de conifères (réf CORINE Land Cover) > 50 ares
Jachère	J	Surface agricole ne faisant l'objet d'aucune utilisation ni valorisation du 1er mars au 31 août. (réf HVE 3 v4)
Semis	S	Parcelle semée l'année antérieure
<b>Sous-Milieu</b>	<b>Code</b>	<b>Caractéristique</b>
Bande enherbée intra-parcellaire	e	Surface linéaire boisée ou herbacée au sein d'une parcelle qui n'est pas utilisée pour la production agricole et d'une largeur minimale de 1 m. (réf HVE 3 v4)
Pâturage	p	Surface agricole faisant l'objet d'une valorisation tout au long de l'année ou sur une partie de l'année par des animaux.
Plantier de vigne	pl	Parcelle de vigne plantée en 2023

La nomenclature définie est issue du rapprochement entre le CORINE Land Cover 2018 (référentiel européen) le référentiel HVE 3 v4 et des caractéristiques propres du Domaine.

## II- Matériel et méthodes

### a. Itinéraire technique du Domaine du Mas Neuf des Aresquiers

Le Domaine du Mas Neuf Aresquiers est un domaine viticole constitué de 35 ha de vigne, avec des inter-rangs de 2,25 ou 2,5 mètres. Les parcelles de vigne sont plantées sur un sol calcaire peu profond (Annexe 1). Avant plantation, la parcelle est défoncée par charruage jusqu'à 1 m de profondeur. Suite à cette opération, les éléments grossiers sont broyés, afin de favoriser l'implantation des greffés soudés.

La vigne est conduite en TRP sur l'ensemble des parcelles à l'exception de la parcelle de Floréal, pour laquelle plusieurs tailles sont testées. Il s'agit d'un cépage jugé non adapté à la TRP par le Domaine. L'ensemble du vignoble est irrigué au goutte à goutte, approvisionné par le Bas Rhône. L'encépagement est composé de 9 cépages distincts dont deux cépages résistants du programme ResDur, le Floréal et le Voltis. Les parcelles plantées depuis 2019, soit 14 ha (hors plantation 2023) sont toutes semées sur l'inter-rang, à l'exception de 2 ha d'Ugni blanc (parcelle Le Filtre) semé les années précédentes et où l'enherbement a été préservé. Les espèces semées sont l'avoine rude (30%), l'avoine d'hiver (35%), la vesce commune (30%) et enfin le trèfle d'Alexandrie (5%). L'enherbement est fauché par gyrobroyeur dès début mai et ce tout au long de la saison. Le rang est désherbé par travail mécanique de manière systématique. Il en est de même pour l'inter-rang des parcelles les plus anciennes et les plantations 2023, soit environ 21 ha.

Lors de l'implantation des vignes en 2023, les espaces dédiés à l'Agroforesterie ont été laissés en sol nu, avec comme objectif une plantation d'arbres et arbustes début 2024. Pour la suite de l'étude, ces parcelles d'Agroforesterie sont prises en compte, même si elles ne sont que plantées en vigne. L'objectif est, pour le domaine, de pouvoir comparer les données récoltées au point zéro en 2023, aux futures données, suite à la plantation d'inclusions agroforestières.

Les parcelles non plantées sont laissées en jachère, avec parfois des pâturages de chevaux et moutons, certaines parcelles sont semées avec l'espèce *Onobrychis viciifolia* (Sainfoin) et *Medicago sativa* (Luzerne). Un bosquet central de conifères, d'environ 8 ha, est présent et est entretenu de manière à sécuriser le bois (incendie, chute d'arbre).

### b. Recensement des milieux et Infrastructures Agro-écologiques

Afin de comprendre l'environnement du lieu d'étude, nous avons créé une carte d'occupation des sols (COT). La carte est le recensement par visualisation d'images satellites des différents éléments composant le paysage. Elle est réalisée avec le logiciel de cartographie QGIS et une connexion Google Maps. Une couche shapefile est créée pour chaque élément : linéaire, surfacique et point isolé. Les éléments paysagers sont identifiés, annotés et assignés à la nomenclature adaptée (Tab. 6).





### **c. Diagnostic écologique par inventaire naturaliste et caractérisation de la microfaune**

#### ***Diagnostic de la flore***

Le diagnostic écologique du Domaine est réalisé dans l'objectif d'obtenir un point zéro statuant de la présence, de l'abondance ainsi que de la dominance de la biodiversité. Il s'agit d'identifier des espèces d'intérêt pour la culture de la vigne.

L'indicateur de mesures de la flore se divise en deux parties complémentaires. Une première partie avec la réalisation d'un inventaire naturaliste ayant pour objectif un recensement écologique le plus exhaustif possible, puis une seconde plus détaillée avec la mesure d'abondance et dominance. Il est essentiel de réaliser ces deux observations pour obtenir un indicateur complet.

#### ***Inventaire de la flore du Mas Neuf***

L'inventaire de la flore est réalisé par la méthode des parcours de mai à juin. Il s'agit de réaliser un temps de prospection lors duquel l'observateur doit noter l'ensemble des essences qu'il observe. Les mesures sont effectuées d'après le plan d'échantillonnage correspondant au COT réalisé en amont. Chaque îlot est nommé en relation avec les noms des parcelles préexistantes. À chaque zone d'étude, sont notés la date d'observation, la localisation et le nom scientifique de l'essence jusqu'à l'espèce lorsque cela est possible. Les espèces sont identifiées grâce à l'utilisation de flores telles que la flore Bonnier (Edition Belin, 1986), la flore Delachaux (Edition Delachaux et Niestlé, 2011) mais également des e-flore tel que Plantnet (<https://identify.plantnet.org/fr>).

Dans le cas où il n'est pas possible d'identifier une plante à l'espèce voire au genre, il est nécessaire de décaler son identification, pour l'observer à un stade phénologique différent. Lors de la saisie informatique des données, l'identification, ainsi que les changements de noms des essences, sont vérifiés à l'aide des sites, Tela botanica (<https://www.tela-botanica.org/>), réseau de botanistes ([INPN - Inventaire national du patrimoine naturel \(INPN\) \(mnhn.fr\)](https://www.inpn.fr/)) ou la flore-IAO-Jussieu (<https://abiris.snv.jussieu.fr/flore/flore.html>).

#### ***Mesure quantitative de la flore par la méthode des quadrats***

La mesure de l'abondance et de la dominance est effectuée par la méthode des quadrats, l'objectif étant d'obtenir des mesures quantitatives. Les relevés par zone d'étude sont effectués en différents points répartis de manière semi-randomisée dans les parcelles, afin d'augmenter la précision de ces derniers. Le plan d'échantillonnage est défini suivant l'homogénéité des milieux (Annexe 2). La présence de la culture de la vigne et du travail du sol systématique sous le rang ne permettent pas de mesure à ce niveau. Afin de garder une cohérence dans les observations faites dans les milieux, les points de mesures sont positionnés le long d'une ligne imaginaire afin d'être en accord avec les contraintes de la culture de la vigne.

Tableau 7 : Formules des Indices écologiques de Shannon, de Jaccard et de Piélou

<b>Richesse spécifique :</b> <b>Renseigne sur le nombre de taxons présents dans une unité de mesure</b>		
<b>Indice de Shannon</b>	<b>Indice de Jaccard</b>	<b>Équitabilité de Piélou</b>
$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$	$P_J = \frac{c}{a+b-c} \times 100$	$E = \frac{H'}{\log_2 S}$
<p><b>Expression de la diversité spécifique du peuplement.</b></p> <p>Proche de 0, peuplement monospécifique Proche de Hmax, peuplement hétérogène, avec une abondance d'espèce équitable</p>	<p><b>Quantifier la similarité entre les habitats</b></p> <p>Proche de 0, pas d'espèce commune Proche de 100, les espèces sont toutes communes</p>	<p><b>Discuter l'indice de Shannon.</b></p> <p>Proche de 0, milieu déséquilibré avec une espèce dominante Proche de 1, milieu équilibré avec les espèces ayant la même abondance</p>

Le milieu Vigne enherbé est semé et donc considéré comme étant un milieu homogène, 5 quadrats par ha y sont observés. Le milieu J (Jachère), est plus hétérogène. Le nombre de quadrats à observer est doublé, soit 10 quadrats par ha.

Pour les milieux B (Bosquet) et Fc (Forêt de conifère), il n'est pas possible de réaliser la méthode des quadrats du fait de la présence d'arbres de haut-jet.

Les observations s'étendent sur la période de mai à juin. En pratique, il est nécessaire de se placer au niveau d'un des points de mesure prédéfini dans le plan d'échantillonnage, d'installer le quadrat de 1 m x1 m, à plat au sol et non en équilibre sur la végétation ce qui pourrait fausser l'observation. L'ensemble des espèces présentes est ensuite listé. Dans le cas de chevauchement de la végétation, seules les essences, dont le système racinaire est à l'intérieur du quadrat, sont prises en compte. Le nombre d'individus est associé à chaque espèce. Pour les graminées ou les espèces couvre-sols, les comptages correspondent au nombre de « touffes » et non au nombre d'individus. Une estimation visuelle de la couverture en pourcentage de chaque espèce sur la surface totale est également notée. Enfin chaque relevé est associé au point GPS et à la date d'observation.

Pour chaque quadrat, 4 indices écologiques sont calculés : la richesse spécifique, l'Indice de Shannon, l'Équitabilité et enfin l'Indice de Jaccard (Tab. 7).

L'ensemble des analyses statistiques sont effectuées sous Excel. Dans un premier temps, la similarité des quadrats par parcelle est calculée grâce à l'Indice de Jaccard.

Dans un second temps, lorsque les conditions d'application le permettent (Indépendance, Normalité et Homoscédasticité) une ANOVA est réalisée sur les variables de la flore (richesse spécifique, l'indice de Shannon et Équitabilité). L'ANOVA de type 2 est réalisée par l'utilitaire d'analyse d'Excel. Lorsque les conditions d'application d'une ANOVA ne sont pas vérifiées, un test non paramétrique de Kruskal-Wallis est réalisé afin de comparer les moyennes des milieux.

Lorsque le test n'est pas validé, une comparaison deux à deux des moyennes par le test de Dunn-Bonferroni ou de Tukey-Kramer est réalisée. Le test choisi est fonction du test statistique réalisé en amont.

Lorsqu'un milieu n'est pas homogène, les parcelles significativement différentes deux à deux sont isolées. Le groupe de parcelles non isolées est analysé par ANOVA ou avec un test non paramétrique. Si aucune différence significative n'est observée sur les trois indices, un sous-groupe de parcelles est formé. Les parcelles préalablement isolées sont elles aussi assemblées et testées statistiquement sur les trois indices écologiques. Si aucune différence significative n'apparaît, un deuxième sous-groupe est créé et ce jusqu'à obtenir des sous-groupes homogènes sur la richesse spécifique, l'indice de Shannon ainsi que l'Équitabilité.

Tableau 8 : Localisation des pièges de la microfaune par modalité et milieu.

	Modalité	Parcelle
<b>Milieu Vigne</b>	Vigne enherbée	Sauvignon 2019
	Environnement Vitiforestier, désherbage mécanique	Cayenne
	Environnement Vitiforestier, enherbement	Floréal
<b>Milieu Jachère</b>	Jachère sans valorisation	Jasse
	Jachère pâturée	Terre rouge
	Environnement Vitiforestier	Fournet
<b>Milieu Forêt de conifère</b>	Environnement Vitiforestier, 30 m de la lisière	Forêt côté Floréal
	Proximité parcelle viticole désherbage mécanique	Forêt côté Cayenne

## **Diagnostic de la microfaune**

Le diagnostic de la microfaune passe par un inventaire des arthropodes présents sur le Domaine. Pour se faire deux types de piégeages ont été mis en place, des pièges Barber pour la capture au sol et des coupelles jaunes pour les captures aériennes. Les pièges sont répartis sur le Domaine suivant différentes modalités (Tab. 8).

Les pièges ont été posés le 20 juin, par groupes de 5, espacés d'environ 2 m dans le rang d'après le plan d'échantillonnage (Annexe 3). Ils contiennent environ 2 cm de vin afin d'attirer les insectes et sont positionnés pendant 7 jours. Ils permettent de capturer l'entomofaune se déplaçant au sol (carabes, araignées, opilions, pollinisateurs) (Montgomery et al., 2021).

En parallèle, les coupelles jaunes sont positionnées, au niveau du feuillage, dans le même rang que les pièges Barber. Chacune contient 1 L d'eau avec quelques gouttes de liquide vaisselle inodore (colle les ailes des insectes). Ces pièges attirent les insectes grâce à leur couleur, les confondant avec les sources alimentaires (Montgomery et al., 2021). Les coupelles sont laissées 3 jours. Elles permettent de capturer des insectes volants tel que les Diptères, Hémiptères, Hyménoptères, Lépidoptères, Thysanoptères, Coléoptères et Orthoptères (De Montaigne et Robert, 2015 ; Montgomery et al., 2021). Les pièges jaunes sont ceux qui attirent la plus grande diversité d'insectes (Montgomery et al., 2021).

Après collecte, chaque piège est référencé, les insectes sont prélevés et déposés dans des bouteilles d'échantillonnage identifiées contenant de l'acétate d'éthyle pour permettre une conservation longue. L'ensemble des échantillons est envoyé au bureau d'études Arachne pour identification.

### **d. Appréciation de la pression ravageurs sur la campagne 2023**

Le suivi de la pression ravageurs permet de renseigner sur leur présence et d'estimer une pression pour l'année correspondant au t0 du projet Vitiforesterie. Dans ce cadre, les ravageurs *Cryptoblabes gnidiella* et *Lobesia botrana* sont suivis localement sur le Domaine.

#### **Suivi du ravageur *Lobesia botrana***

L'ensemble du domaine est sous confusion sexuelle contre Eudémis depuis plusieurs années. Par conséquent aucune capture par piège à phéromone n'est réalisée. Le suivi du cycle de l'insecte se fait par l'intermédiaire du Bulletin de Santé du Végétal hebdomadaire et des modélisations sur la ville de Frontignan. La pression du ravageur est mesurée par l'observation des glomérules et perforations sur 10 parcelles du vignoble. L'encépagement du domaine compte 8 cépages différents hors plantations 2023. Il est réalisé au minimum un comptage par cépage, ainsi que 1 comptage par parcelle isolée. Le plan d'échantillonnage permet de renseigner la localisation des comptages. Ils sont réalisés sur 25 cepages de manière randomisée avec observation de 2 grappes par pied pour un total de 50 grappes observées. On compte le nombre de grappes touchées et non le nombre de glomérules/perforations sur chaque grappe. A chaque relevé est associé : la localisation, le nombre de grappes touchées sur le nombre de grappes observées et la date. Lorsqu'un seuil de 3 grappes touchées pour 50 grappes observées est atteint, un deuxième relevé à une



Figure 5 : Carte d'occupation du sol du Domaine du Mas Neuf des Aresquiers d'après la nomenclature du Tableau 6.

Tableau 9 : Surface et proportion des différentes occupations du sol du Domaine du Mas Neuf des Aresquiers

Surface boisée	Jachère dont pâturage	Agroforesterie	Vigne dés herbée	Vigne en herbée	Semis de sainfoin et luzerne
12,6 ha	17,9 ha	1 ha	16,7 ha	14,2 ha	6 ha
18,4%	26,2	1,5%	24,4%	20,7%	8,8%

distance minimum d'environ 50 m, en bordure est réalisé. Dans le cas où le seuil est à nouveau atteint, un dernier relevé en milieu de parcelle doit être réalisé. A chaque relevé supplémentaire, il faut noter l'emplacement de la nouvelle mesure.

Les données récoltées par génération sont importées dans le logiciel Qgis. Elles sont liées à l'emplacement géographique de la mesure. Une carte de chaleur est créée sur la base de ces données.

### **Suivi du ravageur *Cryptoblabes gnidiella***

Les dégâts du ravageur *Cryptoblabes gnidiella*, sont difficiles à observer avant la fin de saison mais il est possible de faire un suivi des vols. Un piège connecté à phéromone a été positionné le 15/05/2023 dans la parcelle de Floréal (Annexe 4). L'appareil est autonome grâce à un panneau solaire sur lequel est relié un appareil photographique qui s'active toutes les nuits pour prendre une photo de la plaque engluée. Le logiciel de reconnaissance identifie ensuite les ravageurs piégés. Le piège est également relié à un capteur de température et d'hygrométrie permettant ainsi un suivi météorologique journalier.

Deux autres pièges manuels ont ensuite été placés le 30 juin 2023 pour permettre de réaliser une comparaison avec le piège connecté.

Un saumurage, durant la campagne, est réalisé avec un ratio de 100g de sel par litre d'eau. Les grappes sont pré-coupées afin de faciliter la sortie des larves. La saumure est mélangée à plusieurs reprises afin de faire correctement remonter les larves à la surface. Les larves sont isolées par parcelles dans des gobelets afin, lorsque cela est possible, de différencier les larves d'Eudémis de celles de *C. gnidiella*. Les parcelles échantillonnées sont la parcelle de Colombard Olivier (choisie car ayant un antécédent avec *C. gnidiella*), ainsi que deux parcelles de Muscat se situant à l'opposé du Domaine l'une de l'autre. Le Muscat est choisi pour le saumurage car il s'agit du cépage le plus précoce du Domaine. L'intérêt de la mesure étant aussi de prévoir un éventuel traitement dans le délai réglementaire avant récolte.

## **III- Résultats**

### **a. Caractérisation des milieux par leur flore propre**

Les parcelles de vignes (Fig. 5) sont majoritairement sous forme d'îlots entourés de jachères.

Parmi les parcelles isolées, se trouve le Floréal ainsi que deux parcelles plantées en 2023 (Annexe 4). Elles sont entourées de bosquets sur 3 faces, d'une haie double d'Olivier suivie d'une grande parcelle de jachère pâturée. Cet îlot est physiquement éloigné du reste du domaine. C'est aussi le cas d'un point de vue génétique. Il est quasiment composé à 90 % de cépages résistants.

L'ensemble des habitats semi-naturels au sein du domaine représente 46,1 % de sa surface (Tab. 9). Si l'on prend en compte les vignes enherbées, cela représente 66,8 % du vignoble. Les IAE les plus présentes sont les jachères (26,2 %), suivi des surfaces boisées qui représentent tout de même 18,4 %.

Matrice Indice de Jaccard Sauvignon 2019	Quadrat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1		63,2	55,6	55,6	35,0	52,6	55,6	50,0	52,6	52,4
	2	63,2		56,3	66,7	33,3	44,4	56,3	50,0	62,5	52,6
	3	55,6	56,3		57,1	50,0	64,3	69,2	75,0	64,3	52,9
	4	55,6	66,7	57,1		40,0	53,3	69,2	61,5	64,3	52,9
	5	35,0	33,3	50,0	40,0		57,1	50,0	66,7	57,1	31,6
	6	52,6	44,4	64,3	53,3	57,1		76,9	69,2	60,0	42,1
	7	55,6	56,3	69,2	69,2	50,0	76,9		75,0	64,3	44,4
	8	50,0	50,0	75,0	61,5	66,7	69,2	75,0		69,2	47,1
	9	52,6	62,5	64,3	64,3	57,1	60,0	64,3	69,2		50
10	52,4	52,6	52,9	52,9	31,6	42,1	44,4	47,1	50		

Matrice Indice de Jaccard Floréal	Quadrat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1		55,6	83,3	45,5	36,4	40,0	45,5	50,0	23,1	38,5
	2	55,6		44,4	50,0	41,7	60,0	50,0	55,6	28,6	42,9
	3	83,3	44,4		36,4	27,3	30,0	36,4	37,5	15,4	30,8
	4	45,5	50,0	36,4		35,7	38,5	33,3	60,0	42,9	37,5
	5	36,4	41,7	27,3	35,7		41,7	46,2	50,0	35,7	40,0
	6	40,0	60,0	30,0	38,5	41,7		50,0	55,6	50,0	53,8
	7	45,5	50,0	36,4	33,3	46,2	50,0		45,5	25,0	46,7
	8	50,0	55,6	37,5	60,0	50,0	55,6	45,5		33,3	38,5
	9	23,1	28,6	15,4	42,9	35,7	50,0	25,0	33,3		37,5
10	38,5	42,9	30,8	37,5	40,0	53,8	46,7	38,5	37,5		



Indice de Jaccard  
faible

Indice de Jaccard  
élevé

Tableau 10 : p-value des tests statistiques pour les trois indices écologiques (Richesse spécifique, Shannon et Equitabilité) sur les milieux : Vigne et Jachère

	Richesse spécifique	Shannon	Equitabilité
Milieu Vigne	p-value $4,2 \cdot 10^{-5}$	p-value 0,004	p-value 0,03
Milieu Jachère	p-value 0,009	p-value 0,009	p-value 0,001



## **H1 : Les caractéristiques florales sont identiques sur tous les points d'une même parcelle**

L'indice de Jaccard rend compte de la similarité d'espèces entre deux quadrats.

Concernant le milieu vigne enherbée, pour la parcelle Sauvignon 2019 (Fig. 6), on observe que le pourcentage de similarité est de manière générale supérieur à 50 %. Le quadrat 5 ressort plus vert, son taux de ressemblance avec l'ensemble des autres quadrats est globalement plus faible. A l'inverse les quadrats 7 et 8 ressortent majoritairement rouge, il s'agit, par conséquent, de quadrats plutôt représentatifs de la flore de la parcelle.

La matrice de la parcelle Floréal (Fig. 6) dont les couleurs tirent majoritairement vers le vert atteste d'une similarité des quadrats entre eux peu élevée.

De manière globale, on observe que dans les parcelles de vignes, les quadrats sortis comme étant différents, sont majoritairement des quadrats avec une partie du sol nu.

Dans le cas du milieu jachère, l'îlot Petit triangle (parcelle Jasse, Petit triangle vieux et jeune) (Annexe 5) est composée de quadrats ayant une très forte similarité, avec l'ensemble de la parcelle, comme les quadrats 8 et 9 ou encore 14 et 21. Pourtant certains quadrats comme les 1, 2, 15 et 16 ont une carte de chaleur quasiment verte avec de très faibles taux de similarité.

On peut également noter que les quadrats 29, 30 et 31 sont similaires entre eux mais pas avec le reste de la parcelle. On remarque que ces trois quadrats sont situés en bordure de parcelle, il s'agit des points de mesures les plus proches de l'étang. Leur composition floristique diffère du reste de la parcelle. En effet, il s'agit de plantes plus typiques des milieux humides, dont entre autres le jonc, qui n'a été observé nulle part ailleurs.

## **H2 : Les milieux définis par la Carte d'Occupation du sol du Mas Neuf sont homogènes d'un point de vue écologique**

Suite à l'analyse des résultats de l'indice de Jaccard, on postule que les quadrats d'une même parcelle sont homogènes entre eux au niveau de la flore présente.

Pour chacune des parcelles recensées dans le COT, des mesures d'abondance et de dominance de la flore sont réalisées. La richesse spécifique, l'indice de Shannon et l'Équitabilité sont calculés pour chaque quadrat. On cherche à savoir si dans, un milieu défini par le COT, les parcelles sont homogènes entre elles au niveau de leurs indices écologiques.

Afin de comparer les valeurs des indices écologiques au sein d'un milieu, une ANOVA est réalisée pour chacun des indices avec un intervalle de confiance de 95 %. Les pré-requis pour l'ANOVA ne sont pas vérifiés pour l'indice de Shannon sur le milieu vigne ainsi que sur la richesse spécifique du milieu jachère. Pour ces deux indices un test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été réalisé. Quel que soit le milieu étudié, jachère ou vigne enherbée, respectivement composés de 7 et 13 parcelles (les bordures sont comptabilisées comme des parcelles), des différences significatives sont observées pour les trois indices calculés avec des p-value inférieure à 0,05 (Tab. 10).

Tableau 11 : Moyenne des indices écologiques par sous-groupe.

	Milieu Vigne enherbée			Milieu Jachère		
	Autres parcelles vigne	Floréal	Îlot Ugni blanc	Autres parcelles jachère	Fournet+Chasselas	Matignon
Richesse spécifique	11	8	14	12	14	15
H' Shannon	2,7	2,4	3,0	2,5	3,1	2,6
H max Shannon max	6,1	6,1	6,7	6,5	6	7,4
H'/Hmax Equitabilité	0,40	0,40	0,44	0,37	0,51	0,34
Surface	8 ha	2,2 ha	4 ha	7,4 ha	2,4 ha	1,3 ha

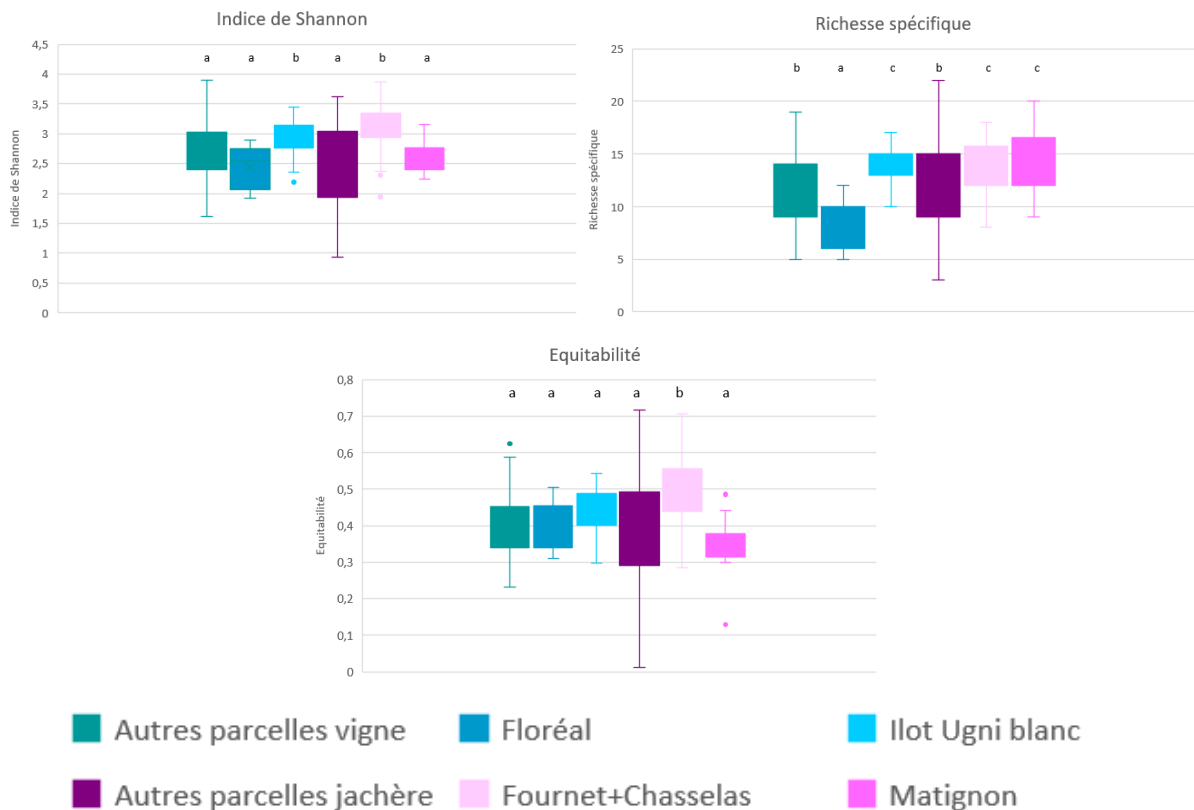


Figure 7 : Barplot des Indices écologiques (Richesse spécifique, Shannon, Equitabilité) par sous-groupe.

### **H3 : Les indices écologiques et la diversité floristique des jachères sont supérieures à celles des vignes enherbées.**

Les milieux définis par le COT ne sont pas homogènes écologiquement parlant, il faut donc chercher à répartir les parcelles de manière à ce qu'elles soient homogènes sur les trois indices pour l'année 2023.

Pour ce faire, les parcelles d'un milieu sont comparées deux à deux par un test de Tukey-Kramer (paramétrique) et par un test de Dunn-Bonferroni (non paramétrique).

A la suite de ces comparaisons, le milieu Vigne enherbée issu du COT est divisé en trois sous-groupes homogènes : le premier îlot est composé de la parcelle d'Ugni blanc et du Sauvignon 2020 (hors bordures) ; le deuxième groupe comprend la parcelle de Floréal (hors bordures) ; enfin le troisième regroupe l'ensemble des autres parcelles de vigne, bordures comprises (Annexe 6).

Concernant le milieu Jachère, il est lui aussi divisé en trois sous-groupes : l'ensemble Fournet et Chasselas Vieux ; la parcelle Matignon et enfin l'ensemble des autres parcelles de jachère (Annexe 6).

Les indices écologiques des 6 sous-groupes obtenus (Tab. 11) sont ensuite comparés entre eux.

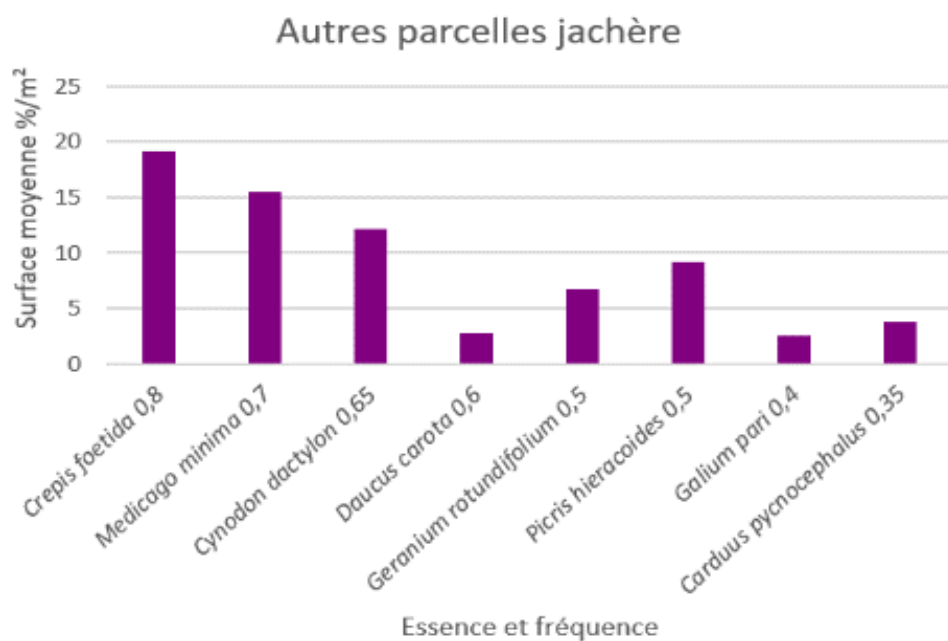
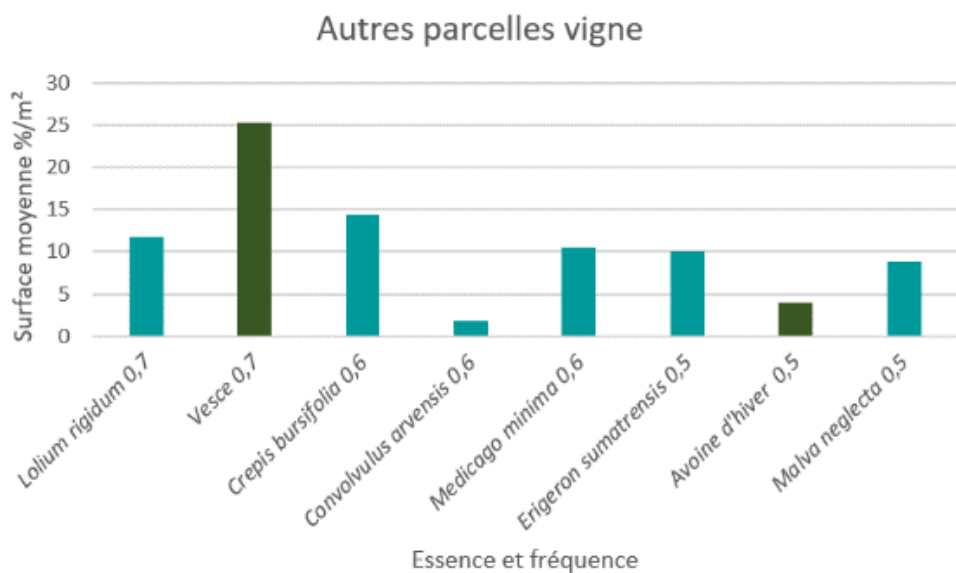
La richesse spécifique (Fig. 7) se répartie sur trois niveaux. La parcelle Floréal a la plus faible avec une moyenne de 8, s'ensuit "Autres parcelles vigne" et "Autres parcelles jachère" qui ont respectivement une richesse spécifique moyenne de 11 et 12. L'îlot Ugni blanc, l'ensemble Fournet+Chasselas et enfin la parcelle Matignon ont une richesse spécifique similaire et significativement supérieure aux autres milieux.

Lorsque l'on s'intéresse à l'indice de Shannon (Fig. 7), deux sous milieux ont un indice significativement supérieur aux autres. Il s'agit de l'îlot Ugni blanc et de l'ensemble Fournet+Chasselas. On remarque grâce à l'Équitabilité (ratio entre l'indice de Shannon mesuré et le potentiel) que seul l'ensemble Fournet+Chasselas a une Équitabilité significativement supérieure aux autres sous milieux.

### **H4 : La flore principale diffère entre les milieux vigne et jachère**

Les 8 espèces les plus fréquentes par sous-groupe ont été répertoriées ainsi que leur surface moyenne (en %/m<sup>2</sup>) (Fig. 8 – Annexe 7).

Lorsque l'on s'intéresse aux espèces les plus présentes dans les trois sous-groupes du milieu vigne, on note que parmi les 4 espèces semées, seule la vesce et l'avoine d'hiver apparaissent. La surface moyenne occupée par la vesce est comprise entre 21 et 26,5 %/m<sup>2</sup>. Sa fréquence d'apparition est de 1 pour Floréal et l'îlot Ugni blanc. Elle est légèrement plus basse pour "Autre parcelles vigne". Il est important de rappeler que les bordures sont comprises dans ce sous-groupe mais ne sont pas semées. L'avoine d'hiver n'est présente que dans 50 % des cas à hauteur de 4 %/m<sup>2</sup> pour "Autres parcelles vigne" et le Floréal, et dans 90 % des cas pour l'îlot Ugni blanc pour 10 %/m<sup>2</sup> de surface moyenne. Le trèfle



■ Autres parcelles vigne    
 ■ Autres parcelles jachère    
 ■ Espèce semée

Figure 8 : Les 8 espèces les plus fréquentes, pour les sous-groupes Autres parcelles vigne et Autres parcelles jachère, en fonction de leur surface moyenne observée. Les données pour les autres sous-groupes sont en Annexe 7.

d'Alexandrie, qui est également une espèce semée, est observé uniquement pour l'ilot Ugni blanc, avec une fréquence de 0,7 et une surface moyenne d'environ 6 %/m<sup>2</sup>.

Concernant les adventices communes aux trois sous-groupes vigne, on retrouve sur la quasi-totalité des quadrats la graminée *Lolium rigidum* avec une surface moyenne allant de 12 à 20 %/m<sup>2</sup>. L'espèce *Erigeron sumatrensis* est également très présente sur l'ensemble des parcelles viticoles avec des surfaces moyennes non négligeables.

Lorsque l'on s'intéresse aux sous-groupes du milieu jachère, 3 plantes y sont communes. Les deux plus fréquentes étant *Medicago minima* avec des surfaces moyennes très variables allant de 6 à 33 %/m<sup>2</sup> et *Crepis foetida* pour des surfaces allant de 7 à 19 %/m<sup>2</sup>. Enfin *Cynodon dactylon* est globalement un peu moins présente, avec des surfaces variant de 2 à 12 %/m<sup>2</sup>.

Parmi les espèces des sous-groupes du milieu vigne (Fig. 8- Annexe 7), certaines sont communes avec celles observées dans les jachères et inversement. En outre, *Lolium rigidum* est présent sur l'ensemble du milieu vigne mais également dans le sous-groupe Fournet. On remarque cependant que sa surface y est nettement inférieure. A l'inverse, l'espèce *Medicago minima*, présente dans l'ensemble du milieu jachère, a été retrouvée dans le sous-groupe "Autres parcelles vigne" avec une surface moyenne de 11 %/m<sup>2</sup>.

## **b. Parallèle de la flore fonctionnelle et du diagnostic écologique**

### **H5 : Les écosystèmes présents sur le Domaine abritent des espèces favorables à la culture de la vigne**

Une compilation de la flore spontanée herbacée favorable aux auxiliaires de la vigne est présentée en Annexe 8.

Le sous-groupe "Autres parcelles vigne" comprend 9 essences favorables aux auxiliaires de la vigne (Annexe 9). Il s'agit majoritairement d'adventices à l'exception de *Vicia sp.* Avec une fréquence d'apparition de 69 % *Vicia sp* compte la vesce qui est issue du semis et permet ainsi d'avoir une fréquence importante et une surface moyenne de 24 % pour 1 m<sup>2</sup>. *Convolvulus arvensis* a la même fréquence malgré une surface moyenne très faible avec seulement 2 %/m<sup>2</sup>. *Euphorbia sp* est un ensemble d'espèces retrouvées dans 26 % des quadrats pour une surface moyenne de 12 %/m<sup>2</sup>. *Papaver rhoeas* et *Plantago lanceolata* sont deux espèces moins représentées avec des surfaces similaires. Le reste des espèces ont une fréquence anecdotique, ou leur surface moyenne est trop négligeable malgré une fréquence d'apparition raisonnable.

Le sous-groupe l'ilot Ugni blanc recense 7 espèces d'intérêt communes à "Autres parcelles vigne" (Annexe 9). L'effet de la vesce semée se retrouve également dans les valeurs de *Vicia sp.* *Daucus carota* est présente dans 75 % des cas pour seulement 2 % de surface moyenne. *Convolvulus arvensis* a des résultats similaires.

Le sous-groupe Floréal comprend 6 espèces d'intérêts communes aux parcelles viticoles (Annexe 9). *Vicia sp* est la plus rencontrée avec les plus grandes surfaces. *Convolvulus arvensis* est très présente (80 %) pour seulement 4 %/m<sup>2</sup> de surface moyenne.

Les espèces observées dans 20 à 40 % des cas ont des surfaces moyennes, variant de 1 à 28 %/m<sup>2</sup>.

Tableau 12 : Indices écologiques pour les pièges coupelles par modalités sur le Domaine du Mas Neuf des Aresquiers

	Vigne enherbée	Environnement vitiforestier, désherbage mécanique	Environnement vitiforestier, enherbement	Jachère sans valorisation	Jachère pâturée	Environnement vitiforestier, jachère	Forêt de conifères
R	5	12	6	8	12	6	7
N	26	23	22	130	117	82	81
H'	1,4	3,3	2,2	1,8	1,9	1,6	1,9
E	0,30	0,73	0,49	0,26	0,28	0,24	0,3
H' max	4,7	4,5	4,5	7	6,9	6,4	6,3

R : Richesse spécifique ; N : Abondance ; H' : Indice de Shannon ; E : Equitabilité de Piélou ; H' max : Indice de Shannon maximum potentiel

Concernant les sous-groupes du milieu jachère, 9 espèces d'intérêts dont 2 non observées en vigne ont été trouvées dans Fournet+Chasselas (Annexe 10). Il s'agit de *Cirsium arvense* de manière anecdotique et *Rumex pulcher* représenté à 12 % pour une surface moyenne de 10 %/m<sup>2</sup>. L'espèce la plus fréquente est *Euphorbia sp* à 75 % avec une surface moyenne de 15,5 %/m<sup>2</sup>. *Daucus carota* est plutôt bien représentée pour des surfaces toujours très faibles. *Papaver rhoeas* est présent dans les mêmes proportions que dans "Autre parcelle vigne".

Le sous-groupe Matignon comprend 7 espèces d'intérêts (Annexe 10). *Euphorbia sp* est présente dans 90 % pour une surface moyenne de 7 %/m<sup>2</sup>. *Rubus sp* est représenté dans 43 % des cas pour une surface 8 %/m<sup>2</sup>. Enfin *Potentilla sanguisorba*, qui est anecdotiquement observée dans "Autres parcelles jachère", est présente à hauteur de 14 % avec une surface de 6 %/m<sup>2</sup>.

Le sous-groupe "Autres parcelles jachère" comprend 15 plantes d'intérêts dont 5 espèces qui lui sont propres (Annexe 10). Il s'agit de *Centaurea jacea*, *Echium vulgare*, *Foeniculum vulgare*, *Hypericum perforatum* et *Medicago lupulina*. Il s'agit d'essences présentes de manière anecdotique qui, pour autant lorsqu'elles sont présentes, peuvent avoir des dominances très fortes comme c'est le cas de *Medicago lupulina* qui a une surface moyenne de 87,5 %/m<sup>2</sup>. Concernant les essences fréquemment trouvées on rencontre, une fois de plus, *Euphorbia sp* (64 %) pour des surfaces de 11 %/m<sup>2</sup>, *Daucus carota* (60 %) pour 3 %/m<sup>2</sup>, *Rubus sp* (34 %) pour 14 %/m<sup>2</sup> et enfin *Melilotus officinalis* avec 17 % de présence pour 15 %/m<sup>2</sup> de surface moyenne.

### c. Diagnostic de l'entomofaune

Il faut avant tout préciser que, concernant les résultats sur les captures des insectes, deux problèmes se sont présentés à nous ne permettant pas d'intégrer l'ensemble des résultats obtenus dans ce rapport ni de les discuter. Le premier problème est d'ordre méthodologique. En effet les pièges Barber ont été retournés par les sangliers à plusieurs reprises. Ils semblent avoir été attirés par la terre bêchée et le vin. Il aurait, peut-être, fallu utiliser un autre liquide moins attractif, mais il apparaît compliqué de protéger les pièges des "grattages". Par ailleurs, plusieurs événements ont fortement retardé l'envoi des échantillons à l'entomologiste ne laissant pas le temps nécessaire à une analyse poussée des résultats. L'ensemble des espèces observées et leur fonctionnalité sont en Annexe 11.

On remarque des différences au niveau des captures dans les pièges coupelles de l'entomofaune, par modalités (Tableau 12). La richesse spécifique est semblable pour l'ensemble des modalités à l'exception de « Jachère pâturée » et « Environnement vitiforestier, désherbage mécanique » pour lequel elle est bien plus élevée. L'abondance, du milieu vigne est similaire sur les 3 parcelles (environ 24), suivi de « Forêt de conifères » et « Environnement Vitiforestier, jachère » avec une abondance d'environ 80. Les deux autres parcelles du milieu jachère ont des abondances nettement supérieures (~120). L'Équitabilité de Piélu est faible pour l'ensemble des modalités à l'exception de « Environnement vitiforestier, enherbement » qui atteint quasiment les 50 % de son potentiel et « Environnement vitiforestier, désherbage mécanique » qui est à plus de 73 %. Concernant l'indice de Shannon potentiel, les parcelles du milieu jachère et forêt de conifères sont toutes supérieures au milieu vigne.

Les résultats pour les pièges Barber sont en Annexe 12.

Tableau 13 : Pourcentage de perforations observées sur le réseau de parcelles du Mas Neuf en deuxième génération d'Eudémis sur la période du 10 au 12 juillet 2023 (Annexe 13).

Parcelle	Pourcentage de dégâts en deuxième génération	Cépage	Itinéraire technique
Le filtre	0 %	Ugni blanc	Enherbé
Grenache	0 %	Grenache	Enherbé
Sauvignon 2020	3 %	Sauvignon blanc	Enherbé
Floréal	3 %	Floréal	Enherbé
Viognier	7 %	Viognier	Enherbé
Turenne	7,3 %	Muscat petit grain	Désherbage mécanique
Chasselas jeune	10 %	Muscat petit grain	Désherbage mécanique
Oeillade	16 %	Muscat petit grain	Désherbage mécanique
Colombard Olivier	16,7 %	Colombard	Désherbage mécanique
Gibraltar Ouest	20,7 %	Muscat petit grain	Désherbage mécanique

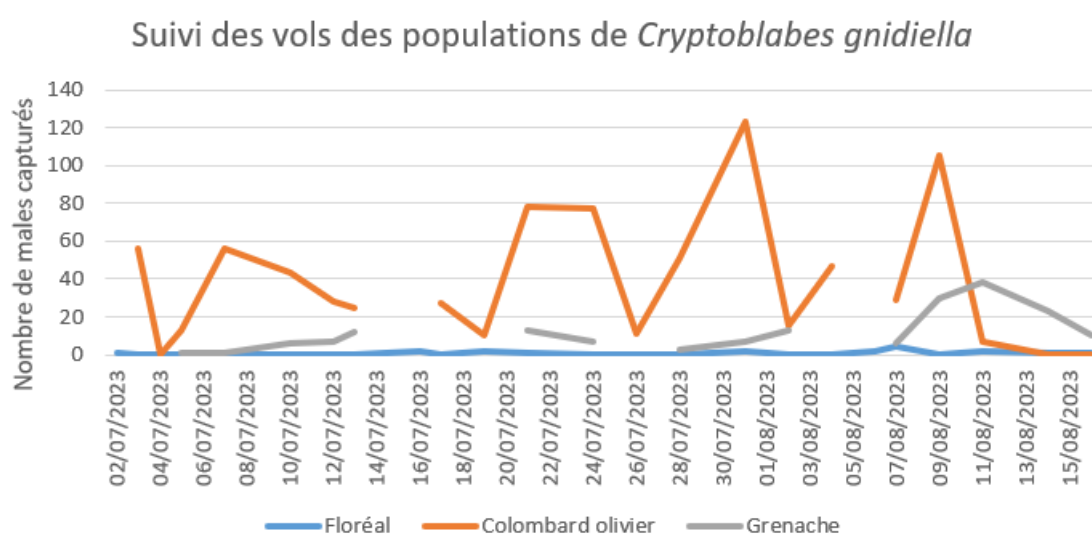


Figure 9 : Graphique du suivi des vols de *C. gnidiella* sur la période de juillet à août 2023, sur un réseau de 3 pièges à phéromones.



#### d. Diagnostic de la pression ravageurs

##### **H6 : La pression Eudémis est faible sur le Domaine et engendre peu de dégâts du fait de la mise en place de la confusion sexuelle depuis plusieurs années**

D'après le modèle de Roehrich, le seuil minimum de 565°C Jours est atteint sur le domaine du Mas Neuf le 31 mars 2023. A compter de cette date, les premiers vols d'Eudémis peuvent être observés (Roehrich et al, 1989).

D'après le BSV de la Chambre d'agriculture de l'Hérault, les premiers individus sont observés dans le département dès le 4 avril 2023 ce qui est concordant avec nos calculs.

Des mesures des dégâts effectués par les larves d'Eudémis ont été réalisées sur la première et deuxième génération (Tab. 13). Aucune n'a été effectuée sur la troisième au vu de la date précoce des vendanges.

En première génération des glomérules ont été observés dans quatre parcelles. Trois parcelles de Muscat non enherbées (Oëillade, Gibraltar Ouest et Turenne) avec 1 grappe touchée pour 50 observées. La quatrième parcelle est une parcelle de Colombard, également non enherbée, qui a atteint le seuil des 3 grappes touchées. Un deuxième comptage a été effectué en bordure où aucun autre dégât n'a été observé.

Sur la deuxième génération, ce sont les perforations qui sont observées. L'ensemble des parcelles suivies présente des dégâts de perforation à l'exception des parcelles Grenache et Le filtre, toutes deux enherbées.

Deux mesures ont été nécessaires pour les parcelles de Sauvignon et de Floréal, avec 3 grappes touchées. Lors de la deuxième mesure aucune autre perforation n'a été trouvée.

La parcelle de Viognier avait 6 grappes touchées pour la première mesure. A la deuxième mesure il n'y en avait que 1 pour 50.

Pour le reste des parcelles, 3 comptages ont été effectués soit 150 grappes observées par parcelle. Le pourcentage de dégâts de deuxième génération est représenté dans le tableau 12.

##### **H7 : Le ravageur *C. gnidiella* est présent sur l'ensemble des parcelles du domaine et exerce une pression non négligeable.**

La dynamique de vol des mâles est observée sur le Domaine grâce au réseau de pièges Delta à phéromone (Fig. 9).

Le piège positionné dans la parcelle de Colombard est celui qui piège le plus avec des pics à plus de 120 captures en deux jours et une moyenne de 40 ravageurs sur l'ensemble des relevés. Le piège positionné dans la parcelle de Grenache est à l'origine de captures faibles à moyennes pouvant monter jusqu'à 38 mâles avec une moyenne d'environ 12 adultes. Enfin le piège du Floréal a très peu piégé avec une moyenne de 0,7 adultes capturés.

Tableau 14 : Nombre de larves de *Cryptoblabes gnidiella* et *Lobesia botrana* observées par saumurage sur le domaine du Mas Neuf des Aresquiers.

	Pourcentage de grappe touchées	Nombre de larves de <i>Lobesia botrana</i>	Nombre de larves de <i>Cryptoblabes gnidiella</i>
Colombard Olivier	13,6 %	3	0
Oeillade	25 %	5	2
Muscat Olivier	30,7 %	4	4

Le manque de données pour certaines journées est lié au fait que le piège disposé dans le Floréal est un piège connecté qui renseigne le nombre de captures journalières alors que les deux autres pièges sont manuels avec des relevés réalisés 3 fois par semaine.

D'après le saumurage (Tab. 14), la parcelle de Colombard est la moins touchée par les deux ravageurs, avec 13,6 % de grappes endommagées. Les deux parcelles de Muscat ont plus de dégâts avec 25 % de grappes touchées pour Œillade et 30,7 % pour Muscat Olivier. Concernant les ravageurs, contre toute attente, aucune larve de *C. gnidiella* n'a été observée dans le saumurage issu de la parcelle de Colombard. Eudémis est également le ravageur le plus présent dans la parcelle Œillade. Un ratio moitié-moitié a été observé dans la parcelle Muscat Olivier.

#### **IV- Discussion**

La grande diversité et proportion d'IAE sur le Domaine du Mas Neuf observée sur le COT doit permettre d'abriter une richesse tant sur le plan de la biodiversité de manière globale que de la biodiversité fonctionnelle. En effet, d'après les études bibliographiques, les éléments linéaires se mêlant aux parcelles viticoles influencent positivement la présence d'oiseaux (Assandri et al., 2016 ; Assandri et al., 2017a, 2018b ; Guyot et al., 2017) ainsi que celle de plantes (Nascimbene et al., 2012) et des arthropodes (Duso et al., 2004).

#### **H1 : Les caractéristiques florales sont identiques sur tous les points d'une même parcelle**

Dans le milieu Vigne enherbée, on constate que la majorité des parcelles présentent un taux d'homogénéité de leur flore supérieure à 50 %. Ce résultat semble normal. En effet, les inter-rangs des parcelles ont tous été semés, conduisant ainsi à des taux de similarité propres à chaque parcelle plutôt élevée. Il y a cependant des parcelles avec des similarités moindres comme la parcelle Floréal.

Les quadrats se distinguant, ont, pour la plupart, une forte proportion de sol nu. Cela peut provenir de l'échec de la levée du semis ne permettant pas ainsi d'avoir une forte similarité sur l'ensemble de la parcelle.

Cette différence s'observe également lorsqu'une essence dominante est présente dans le quadrat. Une très forte dominance va limiter la possibilité de croissance d'autres essences, engendrant, par conséquent, une richesse spécifique moindre non représentative de la parcelle. De plus, comme le montre la présence de Joncs uniquement en bordure de la parcelle Petit triangle, les parcelles subissent l'influence de leur environnement proche.

Concernant les parcelles de jachères, l'indice de Jaccard est globalement inférieur à 50%. Elles sont, par conséquent, plus hétérogènes au niveau de leur flore propre que celle de la vigne.

Il serait intéressant, par la suite, d'optimiser l'itinéraire du semis, afin d'améliorer la diversité de la flore des parcelles de vigne tout en limitant au mieux la présence d'adventices.



## **H2 : Les milieux définis par la Carte d'Occupation du sol du Mas Neuf sont homogènes d'un point de vue écologique**

On observe que peu importe le milieu étudié, Vigne enherbée ou Jachère, les indices écologiques n'y sont pas homogènes. Cela soulève une question sur le milieu Vigne enherbée, étant donné que l'ensemble des parcelles le composant ont le même itinéraire technique. Comment se fait-il que malgré cela il existe des différences entre les parcelles ?

Nous avons vu dans l'hypothèse 1, que la levée du semis n'était pas optimale sur l'ensemble du domaine. On peut alors penser que d'autres facteurs doivent entrer en compte. On peut supposer, qu'entre autres, l'environnement de la parcelle joue un rôle important sur la composition de sa biodiversité comme exposé dans l'hypothèse 1.

Concernant le milieu Jachère, il n'est pas étonnant que ce milieu soit plus hétérogène qu'un milieu semé. S'agissant d'un milieu naturel non cultivé, il joue un rôle de réservoir d'espèces. Ce milieu est lui aussi dépendant de son environnement comme nous l'avons dit plus haut. À cela s'ajoute la présence occasionnelle de "tâches" composées d'une espèce dominante (pouvant être différente d'une parcelle à l'autre). Ces deux facteurs ne permettent pas forcément d'obtenir une écologie similaire entre les parcelles.

## **H3 : Les indices écologiques et la diversité floristique des jachères sont supérieures à celles des vignes enherbées. H4 : La flore principale diffère entre les milieux vigne et la jachère**

La subdivision des milieux en sous-groupes, a permis de classer par zone l'écologie du Domaine.

La richesse spécifique initialement attendue pour les vignes enherbées devrait être de 4 au vu du nombre d'espèces semées.

Le sous-groupe Floréal présente la plus faible écologie. Sa richesse spécifique est la plus basse avec 8 espèces en moyenne, qui est le double de celle souhaitée. La flore observée est un mélange entre le semis et des adventices. Concernant la flore majoritaire des parcelles de vigne, il s'avère qu'il s'agit d'adventices propres au milieu viticole. Le domaine étant en agriculture biologique depuis 2014, le désherbage est, par conséquent, uniquement mécanique ce qui ne permet pas d'éliminer correctement l'ensemble des adventices dans les parcelles. Il semblerait, qu'au fur et à mesure des années, une banque des graines de ces mêmes adventices ait été créée. Celle-ci peut être dû à l'historique du parcellaire, au travail effectué sous le rang ou encore à des échanges inter-parcellaires avec les parcelles en désherbage total. Les banques de graines sont alors disséminées par anémochorie, zoochorie ou encore par les outils mécaniques sur l'ensemble du domaine.

La différence de richesse spécifique observée peut provenir de l'enclavement du Floréal. En effet, il est entouré d'une forêt de conifères et d'une haie d'Olivier, éléments pouvant représenter une barrière physique limitant la dispersion des graines par anémochorie (mode de dissémination le plus répandu) (Mauremooto et *al.*, 1995 ; Frampton et *al.*, 1995 ; Holland et *al.*, 2004). Cette présence de forêt et de haies devrait pourtant être à l'origine d'échanges de type zoochorie plus développés avec la faune en jouant un rôle de corridors écologiques facilitant ses mouvements (Baudry et *al.*, 2000).



Nous avons émis l'hypothèse que les jachères hébergent une meilleure diversité écologique que les parcelles de vigne. Néanmoins, les résultats montrent que celle-ci est similaire pour les sous-groupes "Autres parcelles vigne" et "Autres parcelles jachère". Il s'agit, de plus, des sous-groupes rassemblant la plus grande surface de leur milieu d'origine. Pourtant, les parcelles de vigne et de jachère n'étant pas enclavées sur le reste du Domaine, les échanges de graines y sont favorisés. La flore majoritaire composant les sous-groupes est différente entre le milieu vigne et jachère. Toutefois les plantes minoritaires, sont sensiblement les mêmes. La présence d'essences communes entre milieux montre que malgré des différences d'un point de vue écologique, la flore présente est composée essentiellement des mêmes espèces. Cela conforte la présence d'échanges entre les milieux du Domaine.

Deux sous-groupes se distinguent par leurs indices écologiques. Il s'agit de Fournet+Chasselas (milieu Jachère) et de Ilot Ugni blanc (milieu Vigne enherbée). En effet, leurs richesses spécifiques ainsi que leurs indices de Shannon sont supérieurs aux autres, à l'exception du sous-groupe Matignon (milieu Jachère) pour lequel la richesse spécifique est équivalente.

Ilot Ugni blanc dénote du reste des parcelles de vignes avec des résultats surpassant même la majorité des parcelles en jachère. Il s'avère être l'îlot de vigne où le semis s'est le mieux développé avec 3 espèces recensées à plus de 70%, dont 2 avec des surfaces correspondant aux proportions du semis. De plus, cet îlot recense à ses extrémités la plus grande diversité de paysage avec la présence de forêt, de jachère, de vigne enherbée ou non, tout comme le sous-groupe Fournet+Chasselas qui la jouxte. Ils se situent à la lisière nord de la forêt qui est connue pour être favorable au Syrphes aphidiphages (Sarhou et al., 2014). Cette orientation semble être bénéfique à la biodiversité de manière générale.

La richesse spécifique des parcelles Ilot Ugni blanc surpasse nettement celle observée dans des parcelles en Agroforesterie et Agroécologie d'après les résultats obtenus par Bon en 2022. Sur un vignoble expérimental méditerranéen, les systèmes diversifiés ne recensaient que 9 espèces en moyenne. La parcelle Floréal qui semble souffrir de son orientation, plus ensoleillée, pouvant engendrer une évapotranspiration très défavorable aux développements de tout type de plantes semble pour autant obtenir de bons résultats.

Cette grande diversité floristique observée au global doit, d'après la littérature, favoriser l'abondance d'auxiliaires (Siemann et al., 1998 ; Crutsinger et al., 2006 ; Haddad et al., 2009 ; Chaplin-Kramer et al., 2011 ; Balzan et al., 2016).

L'ensemble Fournet+Chasselas exploite le mieux son potentiel en ayant le meilleur compromis entre son peuplement hétérogène et une représentation équitable de ses essences du point de vue de leur abondance. Quant à la parcelle Matignon, elle possède le plus fort potentiel de diversité spécifique. Son environnement est unique dans le Domaine. Elle est bordée de Pins d'Alep sur toute ses faces. Il ne s'agit pas tout à fait de forêts mais plutôt de haies ou de petits bosquets. Un environnement de sous-bois est ainsi créé. On y retrouve l'espèce *Smilax aspera* (Salsepareille) qui se trouve uniquement dans le milieu Forêt de conifères.





En définitive, les parcelles de jachère ont une écologie dépassant ou égalant celles des milieux viticoles à l'exception de sous-groupe Ilot Ugni blanc. L'écologie des vignes est déjà importante. La richesse spécifique trouvée est élevée quelle que soit la parcelle étudiée, permettant une biodiversité riche. Il ne faut pourtant pas oublier, que suivant la flore présente dans l'inter-rang, celle-ci peut être à l'origine de concurrence hydrique ou encore azotée mais aussi être en faveur des ravageurs et non de leurs ennemis naturels.

#### **H5 : Les écosystèmes présents sur le Domaine abritent des espèces favorables à la culture de la vigne**

Les nombreux échanges entre milieux permettent *in fine* d'obtenir un pool d'espèces favorables aux auxiliaires de la vigne quasiment identiques d'un sous-groupe à l'autre.

Lorsque l'on s'intéresse à la fréquence d'apparition et à la surface moyenne occupée, on constate que certaines essences sont faiblement voire très faiblement représentées. Cela peut s'expliquer par la présence d'essence rare, mais également par leur stade phénologique. Dans le cas où la plante est au stade plantule, sa surface sera sous représentée par rapport aux autres. On le constate lorsque l'on compare *Euphorbia sp* et *Daucus carota* qui sont présentes sur l'ensemble des sous-groupes avec des fréquences pouvant atteindre les 90%. Pour autant, il existe une grande différence entre leurs surfaces moyennes observées venant principalement du fait que *Daucus carota* ait été observée au stade plantule.

La liste des plantes présentées ici n'est pas exhaustive, en effet, elle comprend uniquement les essences observées dans les quadrats et non celle de l'inventaire par déambulation. De plus, comme dit précédemment, la période à laquelle la mesure est effectuée joue un rôle sur la présence/absence ainsi que sur la dominance ou non des essences.

Certaines espèces n'ont été observées qu'une seule fois dans le sous-groupe. Leur surface moyenne est donc cantonnée à une seule valeur ne permettant pas de tirer de conclusion sur leur dominance.

Au vu du nombre d'espèces, ainsi qu'aux surfaces moyennes non négligeables observées, on peut supposer que ces ensembles de flore fonctionnelle permettent d'impacter positivement la présence d'auxiliaires de culture tout en favorisant leur dynamique de population (Thiéry et al., 2018).

#### **H6 : La pression Eudémis est faible sur le Domaine et engendre peu de dégâts dû à la mise en place de la confusion sexuelle depuis plusieurs années**

La pression en première génération d'Eudémis est faible, comme initialement supposé. Cependant, on observe une forte augmentation de la pression en deuxième génération, qu'il s'agisse du nombre de parcelles touchées ou de la pression observée. Les dégâts les plus faibles voire nuls sont observés dans les parcelles enherbées. L'ensemble de ces parcelles comptent un pool d'espèces favorables aux auxiliaires que l'on suppose non négligeable. On peut donc penser que ce couvert végétal agit positivement sur les parasitoïdes (Genini, 2000, Berndt et al., 2002, Begum et al., 2006) permettant ainsi de réaliser une lutte biologique naturelle efficace.



Il s'agit également principalement de parcelles en bordure de forêt or, la présence de chiroptères est influencée par la proportion de forêt et la proximité de la forêt a un impact positif sur l'activité insectivore des chiroptères (Sentenac et Rusch, 2017). Une étude sur la présence de chiroptères est actuellement en cours sur le Domaine.

Seule la parcelle enherbée Viognier présente une pression moyenne de 7 %. La pression est située sur la bordure limitrophe avec la parcelle Œillade qui est fortement touchée. Muscat Turenne est autant touchée que Viognier, cependant les dégâts se présentent dans l'ensemble de la parcelle. Il s'agit d'une parcelle isolée des autres, en bordure de bois. Elle est, toutefois, limitrophe de parcelles de vigne d'un autre Domaine qui ne sont pas en confusion sexuelle ce qui peut en partie expliquer la présence d'une telle pression.

Il semble donc que les parcelles les plus sensibles à la pression d'Eudémis sont désherbées. De plus, elles sont plantées en Muscat, à l'exception d'une parcelle de Colombard. Il est donc légitime de se questionner sur le facteur désherbage, mais également sur le facteur cépage. En effet, on sait que les femelles d'Eudémis ont des cépages préférentiels (Maher et al, 2001) même si, à notre connaissance, aucune étude n'a été faite sur le Muscat. De plus, le Muscat a été choisi pour le saumurage de par sa précocité. Les ravageurs sont particulièrement attirés par la présence de baies mûres (Bagnoli et Lucchi, 2001). Il est par ailleurs probable que la pression soit due à la combinaison de ces facteurs. Si l'on s'intéresse à la parcelle de Muscat non enherbée nommée Chasselas jeune on observe une pression moyenne. Il a été démontré que l'augmentation de la végétation et/ou de la complexité paysagère à proximité immédiate de la culture permet de réduire les attaques de ravageurs (Letourneau et al., 2011). En effet, les dégâts présents restent plus faibles que pour les grands îlots de Muscat non enherbés. Concernant l'îlot comprenant Colombard Olivier et Muscat Gibraltar, celui-ci est entouré de parcelles semées de Luzerne et de Sainfoin. La luzerne est l'un des principaux hôtes d'Eudémis (Delbac et Thiéry, 2019) or, les cultures hôtes sont des réservoirs permanents pour le ravageur.

Afin de mieux comprendre les impacts observés et de comparer deux itinéraires techniques sur un même cépage il sera intéressant de réitérer les mesures sur les parcelles de Muscat implantées cette année en Agroforesterie. Ces parcelles seront enherbées par la suite.

Il semblerait, comme dit dans la littérature, que la présence d'enherbement, pour partie indigène, diminue la pression d'Eudémis (Danne et al., 2010). En absence d'enherbement, sur de petites surfaces, la présence d'éléments naturels en bordure pourrait suffire pour limiter cette pression. Dans le cas où aucune de ces conditions n'est présente, de fortes populations de larves peuvent être observées dès la deuxième génération d'Eudémis.

**H7 : Le ravageur *Cryptoblabes gnidiella* est présent sur l'ensemble des parcelles du domaine et exerce une pression non négligeable.**

Une population très développée d'adultes de *Cryptoblabes gnidiella* se trouve dans la parcelle Colombard Olivier comparativement aux deux autres parcelles du réseau de piège. L'année précédente, les deux parcelles de Colombard étaient très touchées lors de la



vendange par les larves de *Cryptoblabes gnidiella*. On peut penser que la population aurait hiverné dans ces parcelles (Chambre d'Agriculture Pyrénées Orientales, 2021) d'où la forte émergence d'adultes dans la parcelle Colombard Olivier.

La parcelle de Grenache semble aussi héberger une population bien établie. Au cours de la saison, les captures y ont augmenté. Des échanges avec la population du Colombard ont dû avoir lieu.

Seule la parcelle de Floréal, au vu des captures quasi nulle sur la saison, semble être exempte de population. Sa position isolée peut impacter la capacité de dispersion du ravageur (Martin et *al.*, 2019 ; Delaune et *al.*, 2021)

D'après les résultats du saumurage, on peut supposer qu'étant donnée la précocité de la mesure, le Colombard, cépage beaucoup plus tardif que le Muscat, est moins attrayant pour les insectes qui préfèrent pondre dans des baies plus mûres afin de favoriser le développement de leur progéniture. On peut émettre l'hypothèse que les insectes se reproduiraient dans la parcelle de Colombard, où le feuillage est beaucoup plus développé. Par contre, la ponte s'effectuerait sur les baies les plus mûres à proximité (Bagnoli et Lucchi, 2001), soit sur celles du Muscat, expliquant le peu de larves trouvées sur la parcelle Colombard. A cela s'ajoute la présence de cochenilles farineuses dans les parcelles de Muscat voisines du Colombard. Le miellat est consommé aux premiers stades larvaires ce qui suggère la présence de forte population de larves de *C. gnidiella* à proximité des populations de cochenilles (Swaillem et Ismail, 1972 ; Silva et Mexia, 1999 ; Abd El-Kareim et *al.*, 2018).



## Conclusion

Les nombreux espaces paysagers observés sur le Domaine hébergent une biodiversité riche et diversifiée dont les caractéristiques majoritaires diffèrent d'une structure à l'autre. On constate que l'environnement proche influence la diversité de la flore. À l'échelle du Domaine, le brassage de la biodiversité de la culture viticole avec les IAE facilite les échanges et les équilibres des écosystèmes.

La mixité d'habitats semble être à l'origine, cette année, d'un équilibre entre écosystèmes en faveur de la lutte biologique. La présence de couvert végétal, et donc de ressources florales, permet d'améliorer la longévité et la fécondité des parasitoïdes et par conséquent, le potentiel taux de parasitisme des *Tortricidae* (Berndt et al., 2002 ; Begum et al., 2006). En effet, l'absence notoire de pression d'Eudémis dans les parcelles de vigne enherbées suppose donc la présence d'ennemis naturels. Cependant, les dégâts observés, de manière systématique dans les parcelles plantées en Muscat, amènent à penser qu'il peut exister aussi un facteur cépage dépendant pouvant être lié à sa précocité. Cette supposition est également appuyée par les observations faites sur le ravageur *Cryptoblabes gnidiella*. Il sera fort intéressant, dans les années à venir, de continuer à caractériser la pression des ravageurs, en intégrant les parcelles d'Agroforesterie plantées cette année en Muscat. De plus, le choix du lieu de l'implantation d'une des parcelles vitiforestières apparaît judicieux, elle se trouve accolé aux parcelles ayant la meilleure écologie cette année.

De plus, un travail sur les caractéristiques du semis doit être mené afin de l'optimiser pour obtenir le meilleur compromis en termes d'essences mêlant apports organiques, apports d'auxiliaires et ressources mellifères.

En parallèle des parcelles à inclusion vitiforestières, il serait intéressant d'intégrer un point d'eau, des nichoirs, afin d'accroître la présence des Chiroptères et l'avifaune et donc d'améliorer d'autant plus la biodiversité du domaine.





## Références bibliographiques

- Abd El-Kareim, A. I., Moustafa, Shanab, L. M., & Ghanim, N. M. (2008). Evaluation the role of some parasitoids in biological control of the pink and spiny bollworms in cotton fields. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ.*, 33(9), 6811-6821.
- Abd El-Kareim, A. I., Ragab, M. E., Ghanim, N. M., Samira, A., & Abd El-Salam. (2018). Seasonal Activity, Natural Enemies and Life Table Parameters of *Cryptoblabes gnidiella* Mill. On Mango Inflorescences. *J. Plant Prot. and Path., Mansoura Univ.*, 9(7), 393-397.
- Adrakey, H. K., Malembic-Maher, S., Rusch, A., Ay, J.-S., Riley, L., Ramalanjaona, L., & Fabre, F. (2022). Field and Landscape Risk Factors Impacting Flavescence Dorée Infection : Insights from Spatial Bayesian Modeling in the Bordeaux Vineyards. *Phytopathology*, 112(8), 1686-1697. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-10-21-0449-R>
- Agosta, S. J. (2002). Habitat use, diet and roost selection by the Big Brown Bat (*Eptesicus fuscus*) in North America : A case for conserving an abundant species. *Mammal Review*, 32, 179-198.
- Altieri, M. A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems et Environnement. Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74, 19-31.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2002). The Simplification of Traditional Vineyard Based Agroforests in Northwestern Portugal : Some Ecological Implications. *Agroforestry Systems*, 56(3), 185-191. <https://doi.org/10.1023/A:1021366910336>
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2007). Ecologically based pest management in agroforestry systems. In : Ecological Basis of Agroforestry. *Journal Abbreviation : Ecological Basis of Agroforestry*, 95-107.
- Assandri, G., Bogliani, G., Pedrini, P., & Brambilla, M. (2016). Diversity in the monotony? Habitat traits and management practices shape avian communities in intensive vineyards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 223, 250-260. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.03.014>
- Assandri, G., Bogliani, G., Pedrini, P., & Brambilla, M. (2017). Assessing common birds' ecological requirements to address nature conservation in permanent crops : Lessons from Italian vineyards. *Journal of Environmental Management*, 191, 145-154. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.12.071>
- Assandri, G., Bogliani, G., Pedrini, P., & Brambilla, M. (2018). Beautiful agricultural landscapes promote cultural ecosystem services and biodiversity conservation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 256, 200-210. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.01.012>
- Assandri, G., Bogliani, G., Pedrini, P., & Brambilla, M. (2019a). Species-specific responses to habitat and livestock management call for carefully targeted conservation strategies for declining meadow birds. *Journal for Nature Conservation*, 52. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2019.125757>
- Assandri, G., Bogliani, G., Pedrini, P., & Brambilla, M. (2019b). Toward the next Common Agricultural Policy reform : Determinants of avian communities in hay meadows reveal current policy's inadequacy for biodiversity conservation in grassland ecosystems. *Journal of Applied Ecology*, 56(3), 604-617.
- Bagnoli, B., & Lucchi, A. (2001). Bionomics of *Cryptoblabes gnidiella* (Millière) (*Pyralidae Phycitinae*) in Tuscan vineyards. *IOBC/WPRS Bulletin*, 24(7), 79-83.
- Balzan, M. V., Bocci, G., & Moonen, A. (2016). Utilisation of plant functional diversity in wildflower strips for the delivery of multiple agroecosystem services. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 158(3), 304-319. <https://doi.org/10.1111/eea.12403>
- Barbaro, L., Rusch, A., Muiruri, E. W., Gravelier, B., Thiery, D., & Castagnyrol, B. (2017). Avian pest control in vineyards is driven by interactions between bird functional diversity and landscape heterogeneity. *Journal of Applied Ecology*, 54(2), 500-508. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12740>
- Baudry, J., Bunce, R. G. H., & Burel, F. (2000). Hedgerows : An international perspective on their origin, function and management. *J. Environ Manag*, 60, 7-22.
- Begum, M., Gurr, G. M., Wratten, S. D., Hedberg, P. R., & Nicol, H. I. (2006). Using selective food plants to maximize biological control of vineyard pests. *Journal of Applied Ecology*, 43(3), 547-554. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01168.x>

- Berndt, L. A., Wratten, S. D., & Hassan, P. G. (2002). Effects of buckwheat flowers on leafroller (Lepidoptera : Tortricidae) parasitoids in a New Zealand vineyard. *Agricultural and Forest Entomology*, 4(1), 39-45. <https://doi.org/10.1046/j.1461-9563.2002.00126.x>
- Bolduc, E., Buddle, C. M., Bostanian, N. J., & Vincent, C. (2005). Ground-Dwelling Spider Fauna (Araneae) of Two Vineyards in Southern Quebec. *Environmental Entomology*, 34(3), 635-645. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-34.3.635>
- Bon, M. (2022). *Augmentation de la biodiversité au sein de vignes bas intrants*. Quelles conséquences sur les régulations biologiques. L'Institut Agro Rennes-Angers.
- Bourgade, E., Bustillo, V., Del'Homme, B., Desanlis, M., Dufourcq, T., Guensee, J., Grimaldi, J., Montagne, V., Ranjard, L. et Alonso Ugaglia, A. (2018). Itinéraires : Agroforesterie et viticulture. IFV :Institut Français de la Vigne et du Vin, (28).
- Brambilla, M. (2019). Six (or nearly so) big challenges for farmland bird conservation in Italy. *Avocetta*, 2/2019. <https://doi.org/10.30456/AVO.2019201>
- Brambilla, M., Gustin, M., Vitulano, S., Falco, R., Bergero, V., Negri, I., Bogliani, G., & Celada, C. (2017). Sixty years of habitat decline : Impact of land-cover changes in northern Italy on the decreasing ortolan bunting *Emberiza hortulana*. *Regional Environmental Change*, 17(2), 323-333. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-1019-y>
- Briand, F. (2009). *Les phéromones sexuelles : utilisées comme moyen de lutte, évaluation de leur efficacité et mesure de leur impact physiologique sur les vers de la grappe*. Doc Rero. [https://doc.rero.ch/record/12308/files/Th\\_BriandF.pdf](https://doc.rero.ch/record/12308/files/Th_BriandF.pdf)
- Brussaard, L., De Ruiter, P. C., & Brown, G. G. (2007). Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agric. Ecosyst. Agr. Ecosyst. Environ.*, 121(3), 233-244.
- Buggs, R. L., & Wilson, L. T. (1989). *Ammi visnaga* (L.) Lamarck (*Apiaceae*) : Associated beneficial insects and implications for biological control, with emphasis on the Bell-Pepper agroecosystem. *Biol. Agric. & Horticulture*, 6, 241-268.
- Caprio, E., Nervo, B., Isaia, M., Allegro, G., & Rolando, A. (2015). Organic versus conventional systems in viticulture : Comparative effects on spiders and carabids in vineyards and adjacent forests. *Agricultural Systems*, 136, 61-69. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.02.009>
- Cardé, R. T., & Millar, J. G. (Éds.). (2004). *Advances in insect chemical ecology*. Cambridge University Press.
- Cardé, R. T., & Minks, A. K. (1995). Control of Moth Pests by Mating Disruption : Successes and Constraints. *Annu. Rev. Entomol*, 40, 559-585.
- Cardé, R. T., & Willis, M. A. (2008). Navigational Strategies Used by Insects to Find Distant, Wind-Borne Sources of Odor. *J. Chem. Ecol*, 34, 845-866.
- Chambre d'agriculture Pyrénées-Orientales. (2021). *Cryptoblabes gnidiella* (Pyrale du Daphné) – Bilan 2021. Chambre d'agriculture Pyrénées-Orientales. [Cryptoblabes gnidiella](https://www.cao.fr/ressources/actualites/cryptoblabes-gnidiella-pyrale-du-daphne-bilan-2021) (Pyrale du Daphné) - Bilan 2021 - Chambre d'agriculture Pyrénées-Orientales (chambre-agriculture.fr)
- Chamont, S. (2022). *Ravageurs secondaires de la vigne, et espèces sous surveillance*. Ephytia. Vigne - Ravageurs secondaires (inra.fr)
- Chamont, S., Thiéry, D. (2021). *Parasites et parasitoïdes de tordeuses*. Ephytia. Vigne - Parasitoïdes de tordeuses (inra.fr)
- Chaplin-Kramer, R., O'Rourke, M. E., Blitzer, E. J., & Kremen, C. (2011). A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity : Pest and natural enemy response to landscape complexity. *Ecology Letters*, 14(9), 922-932. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01642.x>
- Crutsinger, G. M., Collins, M. D., Fordyce, J. A., Gompert, Z., Nice, C. C., & Sanders, N. J. (2006). Plant Genotypic Diversity Predicts Community Structure and Governs an Ecosystem Process. *Science*, 313(5789), 966-968. <https://doi.org/10.1126/science.1128326>
- Danne, A., Thomson, L. J., Sharley, D. J., Penfold, C. M., & Hoffmann, A. A. (2010). Effects of Native Grass Cover Crops on Beneficial and Pest Invertebrates in Australian Vineyards. *Environmental Entomology*, 39(3), 970-978. <https://doi.org/10.1603/EN09144>
- Delaune, T., Ouattara, M. S., Ballot, R., Sausse, C., Felix, I., Maupas, F., Chen, M., Morison, M., Makowski, D., & Barbu, C. (2021). Landscape drivers of pests and pathogens abundance in arable crops. *Ecography*, 44(10), 1429-1442. <https://doi.org/10.1111/ecog.05433>

- Delbac, L., & Thiéry, D. (2015). Damage to grape flowers and berries by *Lobesia botrana* larvae (Denis & Schiffenüller) (Lepidoptera : Tortricidae) and relation to larval age. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 22(2), 256-261.
- Delbac, L., Thiéry, D. (2019). *Cycle biologique, dynamique des populations*. Ephytia. <http://ephytia.inra.fr/fr/C/7024/Vigne-Cycle-biologique-dynamique-des-populations>
- De Montaigne, A. et Robert, C. (2015). Guide d'élaboration d'un protocole d'observation des auxiliaires entomophages en grandes cultures, 45.
- D'Hulster, M., & Desender, K. (1982). Ecological and faunal studies on Coleoptera in agricultural land. III. Seasonal abundance and hibernation of *Staphylinidae* in the grassy edge of a pasture. *Pedobiologia*, 23, 403-414.
- Di Salvo, I., Russo, D., & Sarà, M. (2010). Habitat preferences of bats in a rural area of Sicily determined by acoustic surveys. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 20(2). <https://doi.org/10.4404/hystrix-20.2-4444>
- Duarte, J., Farfán, M. A., Fa, J. E., & Vargas, J. M. (2014). Soil conservation techniques in vineyards increase passerine diversity and crop use by insectivorous birds. *Bird Study*, 61(2), 193-203. <https://doi.org/10.1080/00063657.2014.901294>
- Duso, C., Malagnini, V., Paganelli, A., Aldegheri, L., Bottini, M., & Otto, S. (2004). Pollen availability and abundance of predatory phytoseiid mites on natural and secondary hedgerows. *BioControl*, 49(4), 397-415. <https://doi.org/10.1023/B:BICO.0000034601.95956.89>
- El-Barbary, M. M. (2006). *The role of some natural enemies in the controlling of pink and spiny bollworms* [M.Sc]. Fac. of Agric.
- Etienne, L., Rusch, A., Lavigne, C., Fouillet, E., Delière, L., & Franck, P. (2023). Less field-level insecticides, but not fungicides, in small perennial crop fields and landscapes with woodlands and organic farming. *Agricultural Systems*, 204, 103553. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103553>
- Favre. (2022). *Contre cryptoblabes, comment piloter la lutte insecticide*. Mon-VITI. Contre cryptoblabes, comment piloter la lutte insecticide? | mon-ViTi
- Ferguson, H., John, B., Nghabi, K., & Knols, B. (2005). Redressing the sex imbalance in knowledge of vector biology. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(4), 202-209. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.02.003>
- Fermaud, M. (1998). Cultivar susceptibility of grape berry clusters to larvae of *Lobesia botrana* (Lepidoptera : Tortricidae). *Journal of Economic Entomology*, 91, 974-980.
- Fermaud, M., & Le Menn, R. (1992). Transmission of *Botrytis cinerea* to grapes by Grape Berry Moth larvae. *Am. Phytopathol Soc*, 82(12), 1393-1398.
- Foley, J., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., & Johnston, M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478(7369), 337-342.
- Frampton, G., Cilgi, T., & Fry, G. L. A. (1995). Effects of grassy banks on the dispersal of some carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) on farmland. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 71, 347-355.
- Gabel, B., & Roehrich, R. (1995). Sensitivity of grapevine phenological stages to larvae of European grapevine moth, *Lobesia botrana* Den. Et Schiff. (Lep., Tortricidae). *Journal of Applied Entomology*, 119, 127-130.
- Garcia, L., Celette, F., Gary, C., Ripoché, A., Valdés-Gómez, H., & Metay, A. (2018). Management of service crops for the provision of ecosystem services in vineyards : A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 251, 158-170. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.030>
- Geldenhuys, M., Gaigher, R., Pryke, J. S., & Samways, M. J. (2021). Diverse herbaceous cover crops promote vineyard arthropod diversity across different management regimes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 307, 107222. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107222>
- Genini, M. (2000). Antagonistes de la cicadelle verte et des vers de la grappe dans le vignoble valaisan et les milieux environnants. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture*, 32, 153-160.
- Goulet, H., Lesage, L., Bostanian, N. J., Vincent, C., & Lasnier, J. (2004). Diversity and seasonal activity of ground beetles (Coleoptera : Carabidae) in two vineyards of southern Quebec, Canada. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 97(6), 1263-1272.

- Green, R. E., Cornell, S. J., Scharlemann, J. P. W., & Balmford, A. (2005). Farming and the Fate of Wilde Nature. *Science*, 307(5709), 550-555. <https://doi.org/DOI: 10.1126/science.1106049>
- Gubbaiah. (1984). *Cryptoblabes gnidiella*, a fern-feeding caterpillar, and its parasites. *International Rice Research Newsletter*, 9(6), 20-21.
- Gurr, G. M., Wratten, S. D., & Luna, J. M. (2003). Multi-function agricultural biodiversity : Pest management and other benefits. *Basic and Applied Ecology*, 4(2), 107-116. <https://doi.org/10.1078/1439-1791-00122>
- Guyot, C., Arlettaz, R., Korner, P., & Jacot, A. (2017). Temporal and Spatial Scales Matter : Circannual Habitat Selection by Bird Communities in Vineyards. *PLOS ONE*, 12(2), e0170176. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170176>
- Haddad, N. M., Crutsinger, G. M., Gross, K., Haarstad, J., Knops, J. M. H., & Tilman, D. (2009). Plant species loss decreases arthropod diversity and shifts trophic structure. *Ecology Letters*, 12(10), 1029-1039. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01356.x>
- Harari, A. R., Zahavi, T., Gordon, D., Anshelevich, L., Harel, M., Ovadia, S., & Dunkelblum, E. (2007). Pest management programmes in vineyards using male mating disruption. *Pest Management Science*, 63(769-775).
- Hilty, J. A., & Merenlender, A. M. (2004). Use of Riparian Corridors and Vineyards by Mammalian Predators in Northern California. *Conservation Biology*, 18(1), 126-135. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00225.x>
- Hoehn, P., Tschardtke, T., Tylanakis, J. M., & Steffan-Dewenter, I. (2008). Functional group diversity of bee pollinators increases crop yield. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1648), 2283-2291. <https://doi.org/10.1098/rspb.2008.0405>
- Holland, J., Begbie, M., Brikett, T., Southways, S., Thomas, S. R., Alexander, C. J., & al. (2004). The spatial dynamics and movement of *Pterostichus melanarius* and *P. madidus*(Carabidae) between and within arable fields in the UK. *J. Ecol. Environ. Sci*, 30, 35-53.
- Holland, J. M., Bianchi, F. J., Entling, M. H., Moonen, A., Smith, B. M., & Jeanneret, P. (2016). Structure, function and management of semi-natural habitats for conservation biological control : A review of European studies. *Pest Management Science*, 72(9), 1638-1651. <https://doi.org/10.1002/ps.4318>
- Hommay, G., Gertz, C., Kielen, J., Pizzol, J., & Chavigny, P. (2002). Comparison between the control efficacy of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera:Trichogrammatidae) and two *Trichogramma cacoeciae* Marchal strains against grapevine moth (*Lobesia botrana* Den. & Schiff.), depending on their release density. *Biocontrol Science and Technology, France*, 12(5), 569-581.
- Høye, T. T., & Forchhammer, M. C. (2008). The influence of weather conditions on the activity of high-arctic arthropods inferred from long-term observations. *BMC Ecology*, 8(1), 8.
- Ittis, C. (2019). *Effets du réchauffement climatique sur la performance d'un ravageur des cultures et impact sur les relations tritrophiques* [Sciences agricoles, Université Bourgogne Franche-Comté]. <https://theses.hal.science/tel-02479851>
- Jedlicka, J. A., Greenberg, R., & Letourneau, D. K. (2011). Avian Conservation Practices Strengthen Ecosystem Services in California Vineyards. *PLoS ONE*, 6(11), e27347. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0027347>
- Joseph, C., Delattre, D. et Sarthou, J.-P. (2018). *Auxiliaires des cultures – Définition*. Dictionnaire d'Agroécologie. <https://dicoagroecologie.fr/encyclopedie/auxiliaires-des-cultures/>
- Karp, D. S., Chaplin-Kramer, R., Meehan, T. D., Martin, E. A., & Zou, Y. (2018). *Crop Pests and Predators Exhibit Inconsistent Responses to Surrounding Landscape Composition*.
- Karp, D. S., Mendenhall, C. D., Sandí, R. F., Chaumont, N., Ehrlich, P. R., Hadly, E. A., & Daily, G. C. (2013). Forest bolsters bird abundance, pest control and coffee yield. *Ecology Letters*, 16(11), 1339-1347. <https://doi.org/10.1111/ele.12173>
- Kiku, B. B., & Teshler, M. P. (1994). Release of encapsulated trichogrammatids in vineyards. *Buletinul Academiei de Stiinte a Republicii Moldova. Stiinte Biologice si Chimice*, 73-77.
- Kratschmer, S., Pachinger, B., Schwantzer, M., Paredes, D., Guernion, M., Burel, F., Nicolai, A., Strauss, P., Bauer, T., Kriechbaum, M., Zaller, J. G., & Winter, S. (2018). Tillage intensity or landscape features : What matters most for wild bee diversity in vineyards? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 266, 142-152. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.07.018>

- Kreiter, S. (2008). *Ravageurs de la vigne* (2e. éd revue et augmentée). Féret.
- Kunz, T. H., De Torrez, E. B., Bauer, D., Lobova, T., & Fleming, T. H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Year in Ecology and Conservation Biology*, 1223, 1-38.
- Laiolo, P. (2005). Spatial and seasonal patterns of bird communities in Italian agroecosystems. *Conservation Biology*, 19(5), 1547-1556.
- Lefebvre, M., Franck, P., Toubon, J.-F., Bouvier, J.-C., & Lavigne, C. (2016). The impact of landscape composition on the occurrence of a canopy dwelling spider depends on orchard management. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 215, 20-29. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.09.003>
- Letourneau, D. K., Ambrecht, I., Rivera, B. S., Lerma, J. M., Carmona, E. J., Daza, M. C., Escobar, S., Galindo, V., Gutiérrez, C., López, S. D., Mejía, J. L., Rangel, A. M. A., Rangel, J. H., Rivera, L., Saavedra, C. A., Torres, A. M., & Trujillo, A. R. (2011). Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications*, 21(1), 9-21. <https://doi.org/10.1890/09-2026.1>
- Letourneau, D. K., Jedlicka, J. A., Bothwell, S. G., & Moreno, C. R. (2009). Effects of natural enemy biodiversity on the suppression of arthropod herbivores in terrestrial ecosystems. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 573-592.
- Liotta, G., & Mineo, G. (1963). La *Cryptoblabes gnidiella* Mill. O tignola rigata degli agrumi (Lep. Pyralidae), osservazioni biologiche in Sicilia. *Bollettino dell'Istituto di Entomologia Agraria e dell'Osservatorio di Fitopatologia di Palermo*, 5, 155-172.
- Lo Verde, G., Guarino, S., Barone, S., & Rizzo, R. (2020). Can Mating Disruption Be a Possible Route to Control Plum Fruit Moth in Mediterranean Environments? *Insects*, 11, 589.
- Loni, A., Samartsev, K. G., Scaramozzino, P. L., Belokobylskij, S. A., & Lucchi, A. (2016). *Braconinae* parasitoids (Hymenoptera, Braconidae) emerged from larvae of *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera, Tortricidae) feeding on *Daphne gnidium* L. *ZooKeys*, 587, 125-150. <https://doi.org/10.3897/zookeys.587.8478>
- López-Piñeiro, A., Muñoz, A., Zamora, E., & Ramírez, M. (2013). Influence of the management regime and phenological state of the vines on the physicochemical properties and the seasonal fluctuations of the microorganisms in a vineyard soil under semi-arid conditions. *Soil and Tillage Research*, 126, 119-126. <https://doi.org/10.1016/j.still.2012.09.007>
- Lucchi, A., Ricciardi, R., Benelli, G., & Bagnoli, B. (2019). What Do We Really Know on the Harmfulness of *Cryptoblabes gnidiella* (Millière) to Grapevine? From Ecology to Pest Management. *Phytoparasitica*, 47, 1-15.
- Luff, M. L. (1966). The abundance and diversity of the beetle fauna of grass tussocks. *J. Anim. Ecol.*, 35, 189-208.
- Lumini, E., Orgiazzi, A., Borriello, R., Bonfante, P., & Bianciotto, V. (2010). Disclosing arbuscular mycorrhizal fungal biodiversity in soil through a land-use gradient using a pyrosequencing approach. *Environmental Microbiology*, 12(8), 2165-2179. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2009.02099.x>
- Maalouly, M., Franck, P., Bouvier, J. C., Toubon, J.-F., & Lavigne, C. (2013). Codling moth parasitism is affected by semi-natural habitats and agricultural practices at orchard and landscape levels. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 169, 33-42.
- Maas, B., Clough, Y., & Tschardt, T. (2013). Bats and birds increase crop yield in tropical agroforestry landscapes. *Ecology Letters*, 16(12), 1480-1487. <https://doi.org/10.1111/ele.12194>
- Maher, N., Jolivet, M., & Thiéry, D. (2001). Préférence de ponte de l'eudémis, *Lobesia botrana* (Lépidoptère, Tortricidae) entre différents cépages de vigne : Influence de l'information chimique à la surface des baies. *IOBC/WPRS Bulletin*, 24, 103-108.
- Maher, N., & Thiéry, D. (s. d.). *Vigne—Cycle biologique, dynamique des populations*. Consulté 12 octobre 2023, à l'adresse <https://ephytia.inra.fr/fr/C/7024/Vigne-Cycle-biologique-dynamique-des-populations>
- Mansour, E. S. (2004). Effectiveness of *Trichogramma evanescens* Westwood, bacterial insecticide and their combination on the cotton bollworms in comparison with chemical insecticides. *Egypt. J. Biol. Pest Control*, 14(2), 339-343.
- Marchi, C., Andersen, L., Damgaard, C., Olsen, K., Jensen, T., & Loeschcke, V. (2013). Gene flow and population structure of a common agricultural wild species (*Microtus agrestis*) under different land management regimes. *Heredity*, 111, 486-494.



- Martin, E. A., Dainese, M., Clough, Y., Báldi, A., Bommarco, R., Gagic, V., Garratt, M. P. D., Holzschuh, A., Kleijn, D., Kovács-Hostyánszki, A., Marini, L., Potts, S. G., Smith, H. G., Al Hassan, D., Albrecht, M., Andersson, G. K. S., Asís, J. D., Aviron, S., Balzan, M. V., ... Steffan-Dewenter, I. (2019). The interplay of landscape composition and configuration : New pathways to manage functional biodiversity and agroecosystem services across Europe. *Ecology Letters*, 22(7), 1083-1094. <https://doi.org/10.1111/ele.13265>
- Martin, E., Reineking, B., Seo, B., & Steffan-Dewenter, I. (2013). Natural enemy interactions constrain pest control in complex agricultural landscapes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 110, 5534-5539.
- Masoni, A., Frizzi, F., Brühl, C., Zocchi, N., Palchetti, E., Chelazzi, G., & Santini, G. (2017). Management matters : A comparison of ant assemblages in organic and conventional vineyards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 246, 175-183. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.05.036>
- Mauremooto, J. R., Wratten, S. D., Worner, S. P., & Fry, G. L. A. (1995). Permeability of hedgerows to predatory carabid beetles. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 52, 141-148.
- Mills, N. J., & Danne, K. M. (2005). Biological and cultural controls. Non pesticide alternative can suppress crop pests. *Calif. Agric.*, 59, 23-28.
- Montgomery, G. A., Belitz, M. W., Guralnick, R. P., & Tingley, M. W. (2021). Standards and Best Practices for Monitoring and Benchmarking Insects. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8, 579193. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.579193>
- Moreau, J., Monceau, K., & Thiéry, D. (2016). Larval food influences oviposition dynamics and egg quality traits in females of *Lobesia botrana*. *Journal Pest Science*, 89, 439-448.
- Moreau, J., Richard, A., Benerey, B., & Thiéry, D. (2009). Host plant cultivar of the grapevine moth *Lobesia botrana* affects the life history traits of an egg parasitoid. *Biological Control*, 50(2), 117-122.
- Moreno-Mateos, D., Benayas, J. M. R., Pérez-Camacho, L., Montaña, E. D. L., Rebollo, S., & Cayuela, L. (2011). Effects of Land use on Nocturnal Birds in a Mediterranean Agricultural Landscape. *Acta Ornithologica*, 46(2), 173-182. <https://doi.org/10.3161/000164511X625946>
- Muneret, L., Thiéry, D., Joubard, B., & Rusch, A. (2018). Deployment of organic farming at a landscape scale maintains low pest infestation and high crop productivity levels in vineyards. *Journal of Applied Ecology*, 55(3), 1516-1525. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13034>
- Nair, P. K. R. (1993). State-of-the-art of agroforestry research and education. *Agroforestry Systems*, 23(2-3), 95-119. <https://doi.org/10.1007/BF00704909>
- Nascimbene, J., Marini, L., Ivan, D., & Zottini, M. (2013). Management Intensity and Topography Determined Plant Diversity in Vineyards. *PLoS ONE*, 8(10), e76167. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076167>
- Nascimbene, J., Marini, L., & Paoletti, M. G. (2012). Organic Farming Benefits Local Plant Diversity in Vineyard Farms Located in Intensive Agricultural Landscapes. *Environmental Management*, 49(5), 1054-1060. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9834-5>
- Nascimbene, J., Zottini, M., Ivan, D., Casagrande, V., & Marini, L. (2016). Do vineyards in contrasting landscapes contribute to conserve plant species of dry calcareous grasslands? *Science of The Total Environment*, 545-546, 244-249. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.12.051>
- Nicholls, C. I., Parrella, M., & Altieri, M. A. (2001). The effects of a vegetational corridor on the abundance and dispersal of insect biodiversity within a northern California organic vineyard. *Landscape Ecology*, 16(2), 133-146. <https://doi.org/10.1023/A:1011128222867>
- Oehl, F., & Koch, B. (2018). Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in no-till and conventionally tilled vineyards. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 91, 56-60 Pages. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2018.091.008>
- Paiola, A., Assandri, G., Brambilla, M., Zottini, M., Pedrini, P., & Nascimbene, J. (2020). Exploring the potential of vineyards for biodiversity conservation and delivery of biodiversity-mediated ecosystem services : A global-scale systematic review. *Science of The Total Environment*, 706, 135839. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135839>
- Paredes, D., Rosenheim, J. A., Chaplin-Kramer, R., Winter, S., & Karp, D. S. (2021). Landscape simplification increases vineyard pest outbreaks and insecticide use. *Ecology Letters*, 24(1), 73-83. <https://doi.org/10.1111/ele.13622>

- Pérez-Staples, D., Shelly, T., & Yuval, B. (2012). Female mating failure and the failure of 'mating' in sterile insect programs. *Entomol. Exp. Appl.*, 146, 66-78.
- Pétremand, G., Speight, M. C. D., Fleury, D., Castella, E., & Delabays, N. (2017). Hoverfly diversity supported by vineyards and the importance of ground cover management. *Bulletin of Insectology*, 70(1), 147-155.
- Ponti, L., Ricci, C., Veronesi, F., & Torricelli, R. (2005). Natural hedges as an element of functional biodiversity in agroecosystems : The case of a Central Italy vineyard. *Bulletin of Insectology*, 58(1), 19-23.
- Rambaldini, D. A., & Brigham, R. M. (2011). Pallid bat (*Antrozous pallidus*) foraging over native and vineyard habitats in British Columbia, Canada. *Canadian Journal of Zoology*, 89(9), 816-822. <https://doi.org/10.1139/z11-053>
- Raven, P. H., & Wagner, D. L. (2021). Agricultural intensification and climate change are rapidly decreasing insect biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(2), e2002548117. <https://doi.org/10.1073/pnas.2002548117>
- Ricciardi, R., Di Giovanni, F., Cosci, F., Ladurner, E., Savino, F., Iodice, A., Benelli, G., & Lucchi, A. (2021). Mating Disruption for Managing the Honeydew Moth, *Cryptoblabes gnidiella* (Millière), in Mediterranean Vineyards. *Insects*, 12(5), 390. <https://doi.org/10.3390/insects12050390>
- Roehrich, R., Carles, J. P., & Stockel, J. (1989). Essai de prévision pour la pose de pièges sexuels pour le premier vol de *Lobesia botrana*. Extension pour les 1res éclosions. Plant protection problems and prospects of integrated control in viticulture. *Office for Official Pub of the European Communities*, 11548, 725 - 729.
- Rollan, À., Hernández-Matías, A., & Real, J. (2019). Organic farming favours bird communities and their resilience to climate change in Mediterranean vineyards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 269, 107-115. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.09.029>
- Root, R. B. (1973). Organization of a Plant-Arthropod Association in Simple and Diverse Habitats : The Fauna of Collards (Brassica Oleracea). *Ecological Monographs*, 43(1), 95-124. <https://doi.org/10.2307/1942161>
- Rosenheim, J. (1998). Higher-order predators and the regulation of insect herbivore populations. *Annu. Rev. Entomol.*, 43, 421-447.
- Rusch, A., Chaplin-Kramer, R., Gardiner, M. M., Hawro, V., Holland, J., Landis, D., Thies, C., Tschardtke, T., Weisser, W. W., Winqvist, C., Woltz, M., & Bommarco, R. (2016). Agricultural landscape simplification reduces natural pest control : A quantitative synthesis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 221, 198-204. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.01.039>
- Rusch, A., Delbac, L., Muneret, L., & Thiéry, D. (2015). Organic farming and host density affect parasitism rates of tortricid moths in vineyards. *Agr Ecosyst Environ*, 214, 46-53.
- Rydell, J., Entwistle, A., & Racey, P. (1996). Timing and foraging flights of three species of bats in relation to insect activity and predation risk. *Oikos*, 76, 243-252.
- Sanchez. (1995). Science in agroforestry. In : SINCLAIR, Fergus L. (éd.), *Agroforestry : Science, Policy and Practice : Selected papers from the agroforestry sessions of the IUFRO 20th World Congress, Tampere, Finland, 6-12 August 1995*. Springer, Dordrecht, 5-55.
- Sanguaneko, P. P., & León, R. G. (2011). Weed management practices determine plant and arthropod diversity and seed predation in vineyards. *Weed Research*, 51(4), 404-412. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2011.00853.x>
- Sarthou, J. P., Badoz, A., Vaissiere, B., Chevallier, A., & Rusch, A. (2014). Local more than landscape parameters structure natural enemy communities during their overwintering in semi-natural habitats. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 194, 17-28.
- Saska, P., Van Der Werf, W., Hemerik, L., Luff, M. L., Hatten, T. D., & Honek, A. (2013). Temperature effects on pitfall catches of epigeal arthropods : A model and method for bias correction. *Journal of Applied Ecology*, 50(1), 181-189. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12023>
- Sentenac, G. (2011). *La faune auxiliaire des vignobles de France*. Éd. France agricole.
- Sharma, S., Kooner, R., & Arora, R. (2017). Insect Pests and Crop Losses. Dans R. Arora et S. Sandhu (dir.), *Breeding Insect Resistant Crops for Sustainable Agriculture* (p. 45-66). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-6056-4>
- Sentenac, G., Rusch, A. (2017) Effet de l'environnement paysager d'une parcelle de vigne sur la communauté des chiroptères. Conférence internationale sur les ravageurs et auxiliaires en agriculture, Montpellier.

- Shields, M. W., Tompkins, J.-M., Saville, D. J., Meurk, C. D., & Wratten, S. (2016). Potential ecosystem service delivery by endemic plants in New Zealand vineyards : Successes and prospects. *PeerJ*, 4, e2042. <https://doi.org/10.7717/peerj.2042>
- Siemann, E., Tilman, D., Haarstad, J., & Ritchie, M. (1998). Experimental Tests of the Dependence of Arthropod Diversity on Plant Diversity. *The American Naturalist*, 152(5), 738-750. <https://doi.org/10.1086/286204>
- Silva, E. B., & Mexia, Y. A. (1999). The pest complex *Cryptoblabes gnidiella* (Millière) (Lepidoptera, Pyralidae) and *Planococcus citri* (Risso) (Homoptera : Pseudococcidae) on sweet orange groves (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) in Portugal : Interspecific association. *Bol. San. Veg.*, 25, 89-98.
- Skopura, J. P., & Hothem, R. L. (1985). Consumption of commercially-grown grapes by american robins : A field evaluation of laboratory estimates. *J. Fields Ornithol*, 56(4), 369-378.
- Smith, E. H., & Pimentel, D. (1978). *Pest Control Strategies* (Academic Press Inc).
- Stahlschmidt, P., Pätzold, A., Ressler, L., Schulz, R., & Brühl, C. A. (2012). Constructed wetlands support bats in agricultural landscapes. *Basic and Applied Ecology*, 13(2), 196-203. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2012.02.001>
- Streifeneder, T., Tappeiner, U., Ruffini, F. V., Tappeiner, G., & Hoffman, C. (2007). Selected aspects of agro-structural change within the Alps. A comparison of harmonised agrostructural indicators on a municipal level in the alpine convention area. *Revue de Géographie Alpine. Journal of Alpine Research*, 95, 41-52.
- Suckling, D. M. (2000). Issues Affecting the Use of Pheromones and Other Semiochemicals in Orchards. *Crop. Prot*, 19, 677-683.
- Swaleem, S. M., & Ismail, I. I. (1972). On the biology of the honey dew moth *Cryptoblabes gnidiella*, Millière. *Bulletin de la Société Entomologique d'Egypte*, 56, 127-134.
- Swolgaard, C. A., Reeves, K. A., & Bell, D. A. (2008). Foraging by Swainson's Hawks in a Vineyard-Dominated Landscape. *Journal of Raptor Research*, 42(3), 188-196. <https://doi.org/10.3356/JRR-07-15.1>
- Thiéry, D. (s. d.). Les tordeuses nuisibles à la vigne. In : Esmenjaud D, Kreiter S, Martinez M, Sforza R, Thiéry D, van Helden M, Yvon M (eds) Les ravageurs de la vigne. *Féret Publication*.
- Thiéry, D. (2011a). Gaps in knowledge for modern integrated protection in viticulture : Lessons from controlling grape berry moths. *IOBC WPRS*, 67, 305-311.
- Thiéry, D. (2011b). *La faune auxiliaires des vignobles de France* (France Agricole. Dunod).
- Thiéry, D., Louâpre, P., Muneret, L., Rusch, A., Sentenac, G., Vogelweith, F., Iltis, C., & Moreau, J. (2018). Biological protection against grape berry moths. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 38(2), 15. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0493-7>
- Thiéry, D., Xuéreb, A., Villemant, C., Sentenac, G., Delbac, L., & Kuntzmann, P. (s. d.). Les parasites de tordeuses de vignobles : Aperçu de quelques espèces présentes dans 3 régions viticoles françaises. *IOBC/WPRS Bulletin*, 24(7), 135-141.
- Thies, C., Steffan-Dewenter, I., & Tschamtko, T. (2008). Interannual landscape changes influence plant-herbivore-parasitoid interactions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 125(1-4), 266-268. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.12.011>
- Thomson, L. J., & Hoffmann, A. A. (2009). Vegetation increases the abundance of natural enemies in vineyards. *Biological Control*, 49(3), 259-269. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.01.009>
- Thomson, L. J., & Hoffmann, A. A. (2013). Spatial scale of benefits from adjacent woody vegetation on natural enemies within vineyards. *Biological Control*, 64(1), 57-65. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.09.019>
- Thomson, L. J., McKenzie, J., Sharley, D. J., Nash, M. A., Tsitsilas, A., & Hoffmann, A. A. (2010). Effect of woody vegetation at the landscape scale on the abundance of natural enemies in Australian vineyards. *Biological Control*, 54(3), 248-254. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.05.018>
- Thorbeck, P., & Blide, T. (2004). Reduced numbers of generalist arthropod predators after crop management. *Journal of Applied Ecology*, 41, 526-538.
- Tohamy, T. H., Abd El-Raheem, A. A., & EL Khoully, M. I. (2007). Biological control of the Honeydew moth, *Cryptoblabes gnidiella* Mill. In grape orchards using the local egg parasitoid, *Trichogramma evanescens* West. And agerlin (*Bacillus thuringiensis*) as compared with recommended insecticides in middle Egypt. *J. Agric. Sci.*, 38(3), 93-111.



- Torralba, M., Fagerholm, N., Burgess, P. J., Moreno, G., & Plieninger, T. (2016). Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 230, 150-161. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.002>
- Tscharntke, T., Clough, Y., Wanger, T. C., Jackson, L., Motzke, I., Perfecto, I., Vandermeer, J., & Whitbread, A. (2012). Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological Conservation*, 151(1), 53-59. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.01.068>
- Tscharntke, T., Karp, D. S., Chaplin-Kramer, R., Batáry, P., DeClerck, F., Gratton, C., Hunt, L., Ives, A., Jonsson, M., Larsen, A., Martin, E. A., Martínez-Salinas, A., Meehan, T. D., O'Rourke, M., Poveda, K., Rosenheim, J. A., Rusch, A., Schellhorn, N., Wanger, T. C., ... Zhang, W. (2016). When natural habitat fails to enhance biological pest control – Five hypotheses. *Biological Conservation*, 204, 449-458. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.10.001>
- UIPP. (2021). *Eudémis et cochyliis, tordeuses de la grappe*. UIPP. <https://www.uipp.org/maladie/eudemis-et-cochyliis-tordeuses-de-la-grappe/>
- Viers, J. H., Williams, J. N., Nicholas, K. A., Barbosa, O., Kotzé, I., Spence, L., Webb, L. B., Merenlender, A., & Reynolds, M. (2013). Vinecology : Pairing wine with nature. *Conservation Letters*, 6(5), 287-299. <https://doi.org/10.1111/conl.12011>
- Villemant, C., Delvare, G., Martinez, M., Sentenac, G., & Kuntzmann, P. (2011). *Parasitoïdes de tordeuses*. In : *La faune auxiliaire des vignobles de France* (France Agricole-Dunod).
- Vincent, C., Isaacs, R., Bostanian, N. J., & Lasnier, J. (2012). Principles of arthropod pest management in vineyards. In : Bostanian NJ, Vincent C, Isaacs R (eds) *Arthropod management in vineyards : Pests, approaches and future directions*. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-4032-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4032-7_1)
- Winkler, K. J., Viers, J. H., & Nicholas, K. A. (2017). Assessing ecosystem services and multifunctionality for vineyard systems. *Frontiers in Environmental Science*, 5.
- Wysocki, M., Izhar, Y., Swirski, E., & Greenberg, S. (1975). Control of honeydew moth, *Cryptoblabes gnidiella* Mill. (Lepidoptera :Phycidae), with *Bacillus thuringiensis* Berliner, in avocado plantation. *Phytoparasitica*, 3, 103-113.
- Wysocki, M., & Jong, M. (1989). Attraction of *Trichogramma platneri* to eggs of some lepidopterous pests of avocado. *Phytoparasitica*, 17(4), 315-318.

## ANNEXES

Annexe 1 : Descriptif des différentes Unités typologiques du Sol observées au niveau du Domaine du Mas Neuf des Aresquiers

Type de sol	Unité typologique de sol	%	Profondeur modale du sol en cm	Roche mère	Régime hydrique
Fersialsol	Sol fersiallitique rouge, calcaire à très calcaire, limono-argilo-sableux à argilo-limono-sableux, moyennement épais à épais, à forte charge en graviers et cailloux, issu de grèzes et d'argile du glacis d'épandage au pied des falaises calcaires	70	80	mélange de dépôts calcaires calibrés et d'argile	Sec de manière saisonnière
Calcosol	Sol moyennement épais, jaunâtre, limono-sablo-argileux, graveleux, calcaire, formé sur colluvions calcaires calibrées très épaisses de type grèze formant des versants de pente moyenne. 3070cailloutis de type grèze	30	70	cailloutis de type grèze	Sec de manière saisonnière

Annexe 2 : Plan d'échantillonnage de la flore par la méthode des quadrats sur le Domaine du Mas Neuf des Aresquiers.

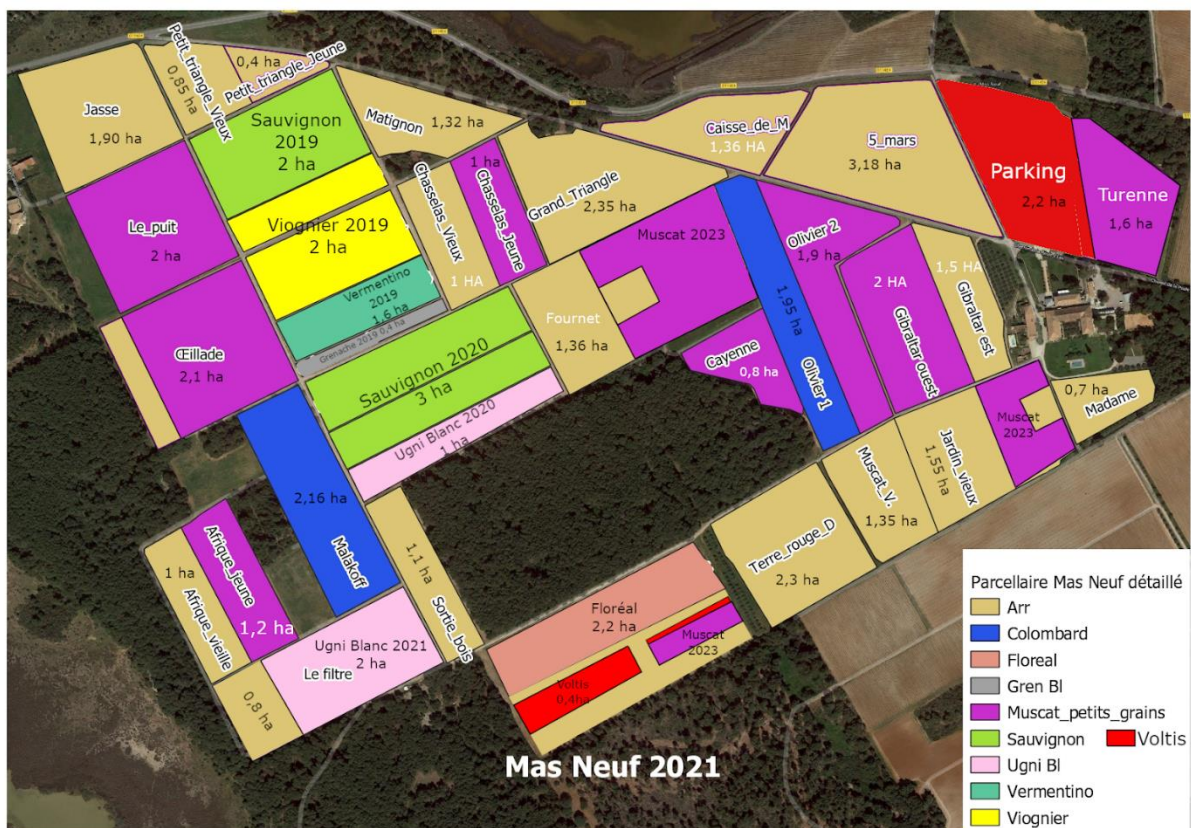




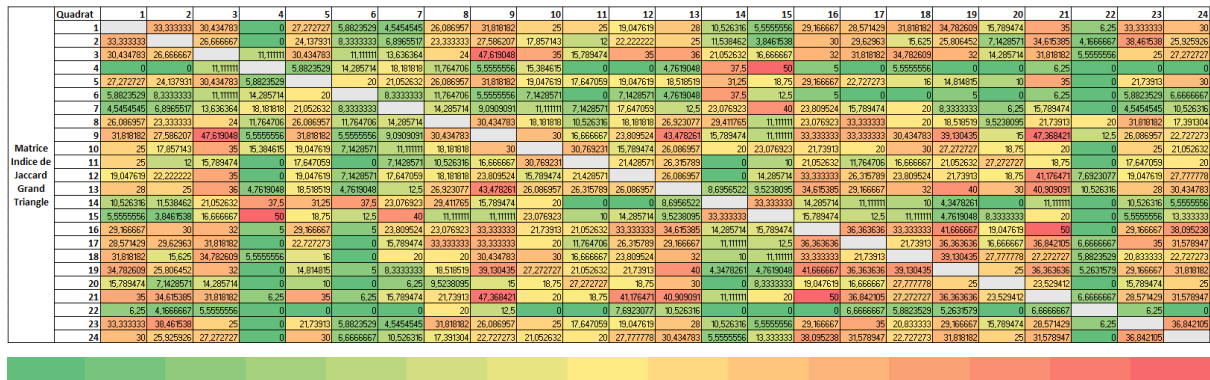
Annexe 3 : Plan d'échantillonnage pour la capture entomologique par pièges Barber et coupelles sur le Domaine du Mas Neuf des Aresquiers.



Annexe 4 : Cartographie et encépagement du Domaine du Mas Neuf des Aresquiers



## Annexe 5 : Matrice des indices de Jaccard pour Petit triangle avec application d'une carte de chaleur.



Indice de Jaccard  
faible

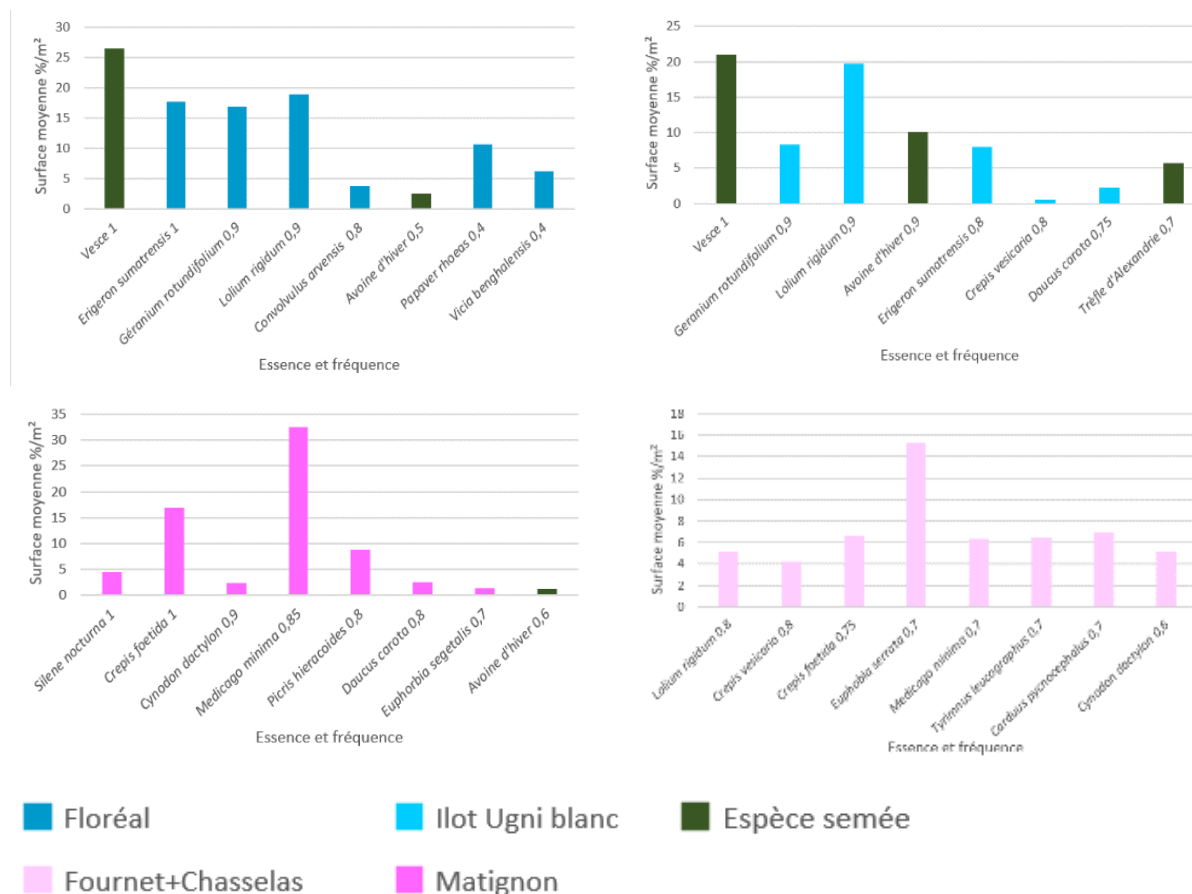
Indice de Jaccard  
élevé

## Annexe 6 : Cartographie des sous-groupes écologiques sur le Domaine du Mas Neuf des Aresquiers





Annexe 7 : Les 8 espèces les plus fréquentes, par sous-groupe, en fonction de leur surface moyenne observée.



Annexe 8 : Liste de la flore spontanée attractive d'auxiliaires de culture de vigne, d'après Auxil'Herbe de la Chambre d'agriculture, 2023.

Espèce	Espèce
<i>Achillea millefolium</i>	<i>Cyanus segetum</i>
<i>Bellis perennis</i>	<i>Daucus carota</i>
<i>Centaurea jacea</i>	<i>Echium vulgare</i>
<i>Chenopodium sp</i>	<i>Euphorbia sp</i>
<i>Cichorium sp</i>	<i>Foeniculum vulgare</i>
<i>Cirsium arvense</i>	<i>Geranium robertianum</i>
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Heracleum sphondylium</i>
<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Leucanthemul vulgare</i>	<i>Medicago lupulina</i>
<i>Melilotus officinalis</i>	<i>Origanum vulgare</i>
<i>Papaver rhoeas</i>	<i>Pastinaca sativa</i>
<i>Plantago lanceolata</i>	<i>Poterium sanguisorba</i>
<i>Potentilla reptans</i>	<i>Ranunculus sp</i>
<i>Rubus sp</i>	<i>Rumex sp</i>
<i>Salvia pratensis</i>	<i>Stellaria holostea</i>
<i>Senecio vulgaris</i>	<i>Taraxacum sp</i>
<i>Trifolium repens</i>	<i>Urtica dioica</i>
<i>Veronica sp</i>	<i>Vicia sp</i>

Annexe 9 : Espèces favorables aux auxiliaires de la vigne dans les parcelles du milieu Vigne enherbée

	Essence	Fréquence	Surface moyenne %/m <sup>2</sup>
Sous groupe Autres parcelles vigne	<i>Daucus carota</i>	0,19	4
	<i>Convolvulus arvensis</i>	0,6	2
	<i>Euphorbia sp</i>	0,26	12
	<i>Melilotus officinalis</i>	0,01	0,1
	<i>Papaver rhoeas</i>	0,21	14
	<i>Plantago lanceolata</i>	0,14	13
	<i>Rubus</i>	0,1	4
	<i>Veronica sp</i>	0,01	2,5
	<i>Vicia sp</i>	0,69	24
	Sous groupe Ilot Ugni blanc	<i>Daucus carota</i>	0,75
<i>Convolvulus arvensis</i>		0,6	3
<i>Euphorbia sp</i>		0,15	1
<i>Papaver rhoeas</i>		0,25	4,5
<i>Rubus sp</i>		0,05	2,5
<i>Veronica</i>		0,05	2,5
<i>Vicia sp</i>		1	21
Sous groupe Floréal	<i>Daucus carota</i>	0,3	1
	<i>Convolvulus arvensis</i>	0,8	4
	<i>Euphorbia sp</i>	0,3	28
	<i>Papaver rhoeas</i>	0,4	11
	<i>Rubus sp</i>	0,2	10
	<i>Vicia sp</i>	1	21

Annexe 10 : Espèces favorables aux auxiliaires de la vigne dans les parcelles du milieu Jachère

	Essence	Fréquence	Surface moyenne %/m <sup>2</sup>
Sous groupe Fournet + Chasselas	<i>Daucus carota</i>	0,36	3
	<i>Cirsium arvense</i>	0,04	2,5
	<i>Convolvulus arvensis</i>	0,33	1
	<i>Euphorbia sp</i>	0,75	15,5
	<i>Papaver rhoeas</i>	0,21	14
	<i>Plantago lanceolata</i>	0,08	11
	<i>Rubus sp</i>	0,5	18
	<i>Rumex pulcher</i>	0,125	10
	<i>Vicia sp</i>	0,17	7,5
	Sous groupe Matignon	<i>Daucus carota</i>	0,79
<i>Convolvulus arvensis</i>		0,14	1
<i>Euphorbia sp</i>		0,9	7
<i>Melilotus officinalis</i>		0,2	7,5
<i>Rubus sp</i>		0,43	8
<i>Potentilla sanguisorba</i>		0,14	6
<i>Vicia sp</i>		0,07	10
Sous-milieu Autres parcelles jachère	<i>Daucus carota</i>	0,6	3
	<i>Centaurea jacea</i>	0,01	37,5
	<i>Cirsium arvense</i>	0,01	10
	<i>Convolvulus arvensis</i>	0,12	1
	<i>Echium vulgare</i>	0,02	0,1
	<i>Euphorbia sp</i>	0,64	11
	<i>Foeniculum vulgare</i>	0,04	7
	<i>Hypericum perforatum</i>	0,01	2,5
	<i>Medicago lupulina</i>	0,01	87,5
	<i>Melilotus officinalis</i>	0,17	15
	<i>Papaver rhoeas</i>	0,12	10
<i>Plantago lanceolata</i>	0,08	22	

	<i>Rubus sp</i>	0,34	14
	<i>Potentilla sanguisorba</i>	0,01	10
	<i>Vicia sp</i>	0,04	3



Annexe 11 : Espèces identifiées sur l'ensemble du Domaine en parallèle de leur intérêt fonctionnel

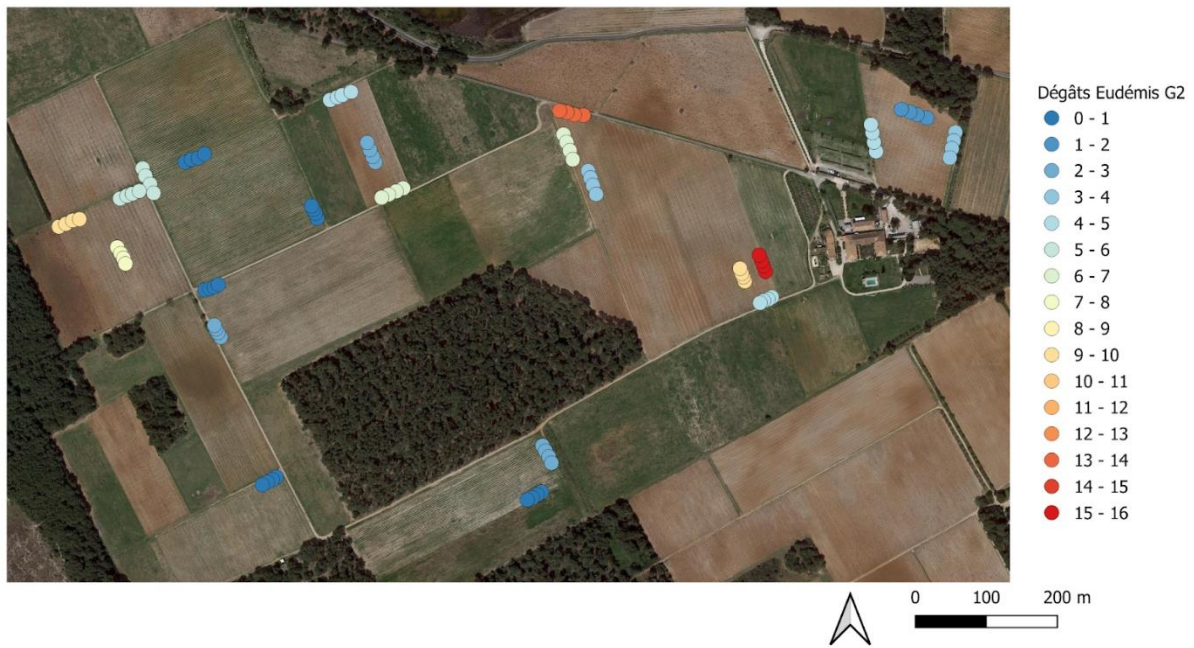
Fonction	Espèce	Fonction	Espèce	Fonction	Espèce
Prédateur	<i>Argiope lobata</i>	Prédateur	<i>Carabidae</i>	Phytophage	<i>Coleoptera sp</i>
Prédateur	<i>Dysdera erythrina</i>	Prédateur	<i>Coccinellidae</i>	Phytophage	<i>Heteroptera sp</i>
Prédateur	<i>Gnaphosa alacris</i>	Prédateur	<i>Staphylinidae</i>	Phytophage	<i>Homoptera sp</i>
Prédateur	<i>Gnaphosidae sp</i>	Prédateur	<i>Sphaerophoria scripta</i>	Phytophage	<i>Isopoda sp</i>
Prédateur	<i>Zelotes segrex</i>	Prédateur	<i>Syrphidae sp</i>	Phytophage	<i>Chorthippus sp</i>
Prédateur	<i>Hogna radiata</i>	Prédateur	<i>Phalangium opilio</i>	Phytophage	<i>Acrididae sp</i>
Prédateur	<i>Thanatus atratus</i>	Pollinisateur	<i>Andrena sp</i>	Détritivore	<i>Dictyoptera</i>
Prédateur	<i>Salticidae sp</i>	Pollinisateur	<i>Bombus sp</i>	Nécrophage	<i>Formicidae</i>
Prédateur	<i>Saitis barbipes</i>	Pollinisateur	<i>Apis mellifera</i>	Inconnu	<i>Oedemera sp</i>
Prédateur	<i>Scytodes thoracica</i>	Pollinisateur	<i>Hylaeus sp</i>	Inconnu	<i>Scarabaeidae sp</i>
Prédateur	<i>Tetragnatha obtusa</i>	Pollinisateur	<i>Lasioglossum sp</i>	Inconnu	<i>Diptera sp</i>
Prédateur	<i>Thomisus onustus</i>	Phytophage	<i>Cerambycidae sp</i>	Inconnu	<i>Hymenoptera sp</i>
Prédateur	<i>Nurscia albomaculata</i>	Phytophage	<i>Curculionidae sp</i>	Inconnu	<i>Tenthredinidae sp</i>
Prédateur	<i>Zodarion italicum</i>	Phytophage	<i>Elateridae sp</i>	Inconnu	<i>Lepidoptera sp</i>
Prédateur	<i>Nurscia albomaculata</i>				

Annexe 12 : Indices écologiques pour les pièges Barber par modalités sur le Domaine du Mas Neuf des Aresquiers

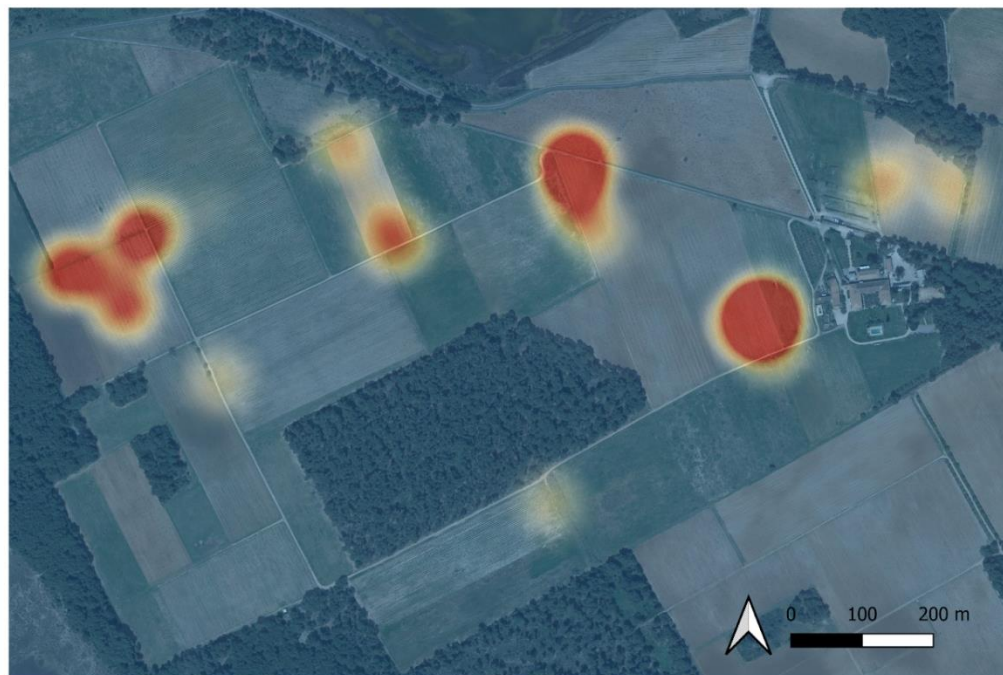
	Vigne enherbée	Environnement vitiforestier, désherbage mécanique	Environnement vitiforestier, enherbement	Jachère sans valorisation	Jachère pâturée	Environnement vitiforestier, jachère	Forêt de conifère
R	NA	7	5	5	5	6	5
N	NA	18	20	31	34	29	28
H'	NA	2,3	1,8	1,1	1,2	1,5	1,4
E	NA	0,57	0,42	0,22	0,28	0,34	0,30
H' max	NA	4,0	4,3	4,9	4,9	4,6	4,2

R : Richesse spécifique ; N : Abondance ; H' : Indice de Shannon ; E : Equitabilité de Piélou ; H' max : Indice de Shannon maximum potentiel ; NA : pas de valeur

Annexe 13 : Cartographie des observations de perforations d'Eudémis en deuxième génération sur la période du 10 au 12 juillet 2023 sur le Domaine du Mas Neuf des Aresquiers.




**Données Brutes**



Pression faible

Pression élevée

**Carte de chaleur**

	Diplôme : Ingénieur de l'Institut Agro Rennes-Angers Spécialité : Horticulture Spécialisation / option : Viticulture Œnologie Enseignant référent : Raphaël METRAL
Auteur(s) : Norine CAULAT Date de naissance* : 12 mai 2001	Organisme d'accueil : SCEA MAS NEUF DES ARESQUIERS Adresse : 20 Chem. de la Poule d'Eau, 34110 Vic-la-Gardiole
Nb pages : 57      Annexe(s) : 10	Maître de stage : Damien GUERANDE
Année de soutenance : 2023	
Titre français : Etude de la biodiversité initiale d'un domaine viticole complexe pour permettre l'évaluation des bénéfices futurs d'inclusions vitiforestières innovantes	
Titre anglais: Study of the initial biodiversity of a complex vineyard in order to evaluate the future benefits of innovative vitiforestry inclusions	
Résumé : Le monde agricole a conduit à de nombreux dysfonctionnements qui affectent l'équilibre des différents écosystèmes qui nous entourent. Une prise de conscience générale sur le changement de nos pratiques a alors émergé. Il devient nécessaire de limiter l'utilisation de produits phytosanitaires tout en développant de nouvelles pratiques permettant de concilier biodiversité et production. Dans ce contexte, le Domaine viticole du Mas Neuf innove en Agroforesterie par la mise en place d'inclusions vitiforestières. Pour en observer les bénéfices, une étude du "point zéro" sur le plan écologique est menée en parallèle du suivi des ravageurs de la vigne. Le Domaine a la chance de posséder d'ores et déjà une structure paysagère riche et diversifiée avec des milieux tels que des bois, des haies et des prairies en jachère en parallèle des cultures de vignes. On cherche ici à déterminer l'impact des écosystèmes, actuellement en place, sur la biodiversité fonctionnelle et celle des ravageurs. L'étude de la flore a mis en évidence des échanges entre les parcelles viticoles et les habitats naturels et semi-naturels, permettant d'abriter des ressources florales abondantes. Cette diversité florale, mêlée à des essences supposées favorables aux auxiliaires de la vigne, semble avoir permis, in fine, de favoriser la lutte contre <i>Lobesia botrana</i> dans les parcelles enherbées. Cependant, des dégâts non négligeables, par les ravageurs <i>Lobesia botrana</i> et <i>Cryptoblabes gnidiella</i> , dans les parcelles de Muscat non enherbées semblent tenir leur origine dans la préférence du cépage, l'absence d'enherbement et un environnement défavorable. Il sera particulièrement intéressant de suivre l'évolution des parcelles d'inclusion vitiforestière où la flore des couverts végétaux, additionnée à la diversité d'arbres et arbustes, devrait créer un écosystème très favorable à la biodiversité. Leur répartition paraît très prometteuse en termes de biodiversité, d'échanges et de régulation sur l'ensemble du domaine.	
Abstract: The agricultural world has led to numerous dysfunctions that affect the balance of the various ecosystems around us. A general awareness of the need to change our practices has emerged. It has become necessary to limit the use of phytosanitary products while developing new practices that reconcile biodiversity and production. In this context, the "Domaine viticole du Mas Neuf" is innovating in Agroforestry by setting up vitiforestry inclusions. To observe the benefits, an ecological "point zero" study is being carried out in parallel with vine pest monitoring. The estate is fortunate to already have a rich and diverse landscape structure, with woodland, hedgerows and fallow meadows alongside vineyards. The aim here is to determine the impact of existing ecosystems on functional and pest biodiversity. A study of the flora has revealed exchanges between vineyard plots and natural and semi-natural habitats, providing abundant floral resources. This floral diversity, combined with species thought to be favorable to grapevine beneficials, seems to have ultimately favored control of <i>Lobesia botrana</i> in the grassed plots. However, significant damage by the pests <i>Lobesia botrana</i> and <i>Cryptoblabes gnidiella</i> in non-grassed Muscat plots seems to have been caused by grape variety preference, the absence of grass cover and an unfavorable environment. It will be particularly interesting to follow the evolution of plots of "vitiforestry" inclusion where the flora of the plant cover, added to the diversity of trees and shrubs, should create an ecosystem very favorable to biodiversity. Their distribution seems very promising in terms of biodiversity, exchanges and regulation throughout the estate.	
Mots-clés : biodiversité, régulation naturelle, structure paysagère, viticulture, vitiforesterie Key Words: biodiversity, natural regulation, landscape structure, viticulture, vitiforestry	