Licence Professionnelle PARTAGER

Intérêts de l'utilisation de *Hieracium pilosella* comme plante couvre-sol sur les inter-rangs d'une culture de thym

Emilie AYET

Soutenance de 03 octobre 2018 à Rennes

Promotion : 2017 - 2018

Structure d'accueil :

EPLEFPA le Fesne

Correspondant universitaire :

Annegret Nicolai

Maître de stage :

Eric Duclaud

Responsables de la formation : D. Cluzeau, C. Walter, V. Redon

Toute utilisation ultérieure de ce document devra faire état de ses références :

Ayet Emilie, 2018 - Intérêts de l'utilisation de *Hieracium pilosella* comme plante couvre-sol sur les inter-rangs d'une culture de thym. 49. Mémoire LPE «PARTAGER», Université de Rennes 1.

UNIVERSITÉ DE RENNES 1
U. F. R. Sciences de la Vie et de l'Environnement

AGRO CAMPUS OUEST

LYCÉE Théodore MONOD
Lycée d'Enseignement Général et Technologique Agricole

MEMOIRE DE STAGE

Pour l'obtention du diplôme de :

Licence professionnelle : « PARTAGER »

Pratiques Agricoles, Aménagement Rural, Techniques Alternatives et Gestion Écologique des ressources

Auteur : **AYET Emilie**	*Organisme support* EPLEFPA le Fresne
Responsables de Formation : Université Rennes I : **CLUZEAU Daniel** Agrocampus Ouest : **WALTER Christian** Lycée Th Monod Le Rheu: **REDON Valérie**	*Adresse de stage :* BP 43627 49036 ANGERS cedex 01
Correspondant Universitaire : **Annegret Nicolai**	*Maître de stage :* **Eric DUCLAUD** N° de téléphone : 06.03.46.51.44 Courriel : eric.duclaud@educagri.fr
Titre de l'étude : Intérêts de l'utilisation de *Hieracium pilosella* comme plante couvre-sol sur les inter-rangs d'une culture de thym	
	Nombre de pages sans les annexes : 49 *Nombre d'annexes* : 7 *Nombres de pages avec les annexes* : 60

Résumé

L'utilisation massive des pesticides sont source de pollution et d'érosion de la biodiversité et commencent à montrer leurs limites de part leur efficacité de plus discutée. Dans un contexte de réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires, le monde agricole assiste à l'émergence de techniques alternatives, la grande problématique étant la lutte contre les adventices. L'une de ces techniques repose sur le recouvrement du sol par une flore sélectionnée, en utilisant pour cela des plantes couvre-sol. Cette étude a pour but de déterminer la pertinence de l'utilisation de *Hieracium pilosella* comme plante couvre-sol associée à une culture de thym. Il en ressort que *H. pilosella* induit une baisse de rendement de la culture de thym mais qu'elle est un couvre-sol très efficace contre les adventices, très résistante, et qu'elle n'attire pas de ravageurs.

Mots clefs : *Piloselle* Hieracium pilosella*, couvre-sol, alternative herbicides, adventices, biodiversité, cicadelles*

Abstract

The massive use of pesticides is a source of pollution and erosion of biodiversity and is starting to show their limits because of their more controversial effectiveness. In a context of reduction in the use of phytosanitary products, the agricultural world is witnessing the emergence of alternative techniques, the main problem being the fight against weeds. One of these techniques is based on the recovery of the soil by a selected flora, using ground cover plants for this purpose. The purpose of this study is to determine the relevance of using *Hieracium pilosella* as a cover crop associated with a thyme culture. It turns out that *H. pilosella* induces a drop in yield of thyme cultivation, but is a very effective ground cover against weeds, very resistant, and does not attract pests.

Keywords : *Mouse-ear hawkweed* Hieracium pilosella*, ground cover, herbicides alternative, weeds, biodiversity, leafhoppers*

Table des matières

Introduction 7
1. Contexte, problématique et objectifs 8
__1.1. Contexte 8
__1.2. Problématique 12
__1.3. Présentation du projet 13
__1.4. Objectifs détaillés 14
2. Matériel et méthode 14
__2.1. Localisation de la plateforme expérimentale 14
__2.2. Distribution des modalités 15
___2.2.1. Modalité complémentaire mise en place en 2018 17
___2.2.2. Matériel végétal 18
__2.3. Mesures effectuées 20
___2.3.1. Rendement du thym 22
___2.3.2. Dynamique des plantes couvre-sol 23
___2.3.3. Dynamique des plantes adventives 24
___2.3.4. Dynamique de la biodiversité fonctionnelle 25
___2.3.5 Caractéristiques du sol 27
__2.4. Modalités d'analyse des données 28
__2.5. Matériel et méthode pour les outils pédagogiques 29
3. Résultats 29
__3.1. Rendement du thym 29
__3.2. Dynamique des plantes couvre-sol 31
__3.3. Dynamique des plantes adventives 33
__3.4. Dynamique de la biodiversité 38
__3.5. Caractéristiques du sol 44
__3.6. Outils pédagogiques 46
4. Discussion 46
__4.1. Rendement du thym 46
__4.2. Dynamique des couvre-sol 48
__4.3. Dynamique des adventices 50
__4.4. Dynamique de la biodiversité 52
__4.5. Analyses de sol 54
__4.6. Utilisation des outils pédagogiques 55
Conclusion 55
Bibliographie 57

Table des Figures

Figure 1 : Schéma de l'essai 21
Figure 2 : Boîte de dispersion de la masse du thym (en kg) par modalité (années 2017 et 2018 confondues) 30
Figure 3: Taux moyen de recouvrement (%) par côté de répétition (soit 2 m²) de H. pilosella. 31
Figure 4 : Suivi du développement de H. glabra : moyenne du taux de recouvrement (en %) par côté de répétition (soit 2 m²) et moyenne du diamètre (en cm) des deux plants mesurés. 32
Figure 5 : Moyenne du taux de recouvrement (%) par côté de répétition (soit 2 m²). 33
Figure 6 : Nombre moyen d'adventices par côté de répétition (soit 2 m²), par modalité et par date 35
Figure 7 : Nombre moyen d'adventices sur le double rang de thym (soit 2 m²) . 37
Figure 8 : Moyenne de l'indice de biodiversité en arthropodes par modalité, tous relevés confondus 40
Figure 9 : Evolution de l'abondance de biodiversité sur les périodes de relevés (modalités témoin, paille et H. pilosella confondues). 40
Figure 10 : Abondance totale des cicadelles et d'Anagrus par modalité et par date (année 2018) 42
Figure 11 : Représentation graphique de la relation cicadelles/Anagrus (coefficient de corrélation de Spearman). 43

Table des Tableaux

Tableau 1: Rendement du thym en matière fraiche 29
Tableau 2: Rendement du thym en huiles essentielles 31
Tableau 3 : Nombre moyen d'individus par côté de répétition (soit 2 m²), par modalité et par année..... 36
Tableau 4: Nombre moyen d'individus sur le double rang de thym (soit 2 m²), par modalité et par année..... 37
Tableau 5 : Tableau de contingence de la biodiversité moyenne en arthropodes selon la modalité, l'année et la date de relevé 39
Tableau 6: Tableau de contingence de l'abondance moyenne de l'ensemble des cicadelles selon la modalité, l'année et la date de relevé. 41
Tableau 7 : Tableau de contingence des vers de terre prélevés le 09/01/18 44
Tableau 8 :Tableau de contingence de vers de terre prélevés le 09/01/18 (moyenne par modalité) 44
Tableau 9 : Tableau de données des analyses de sol 45

Introduction

Le monde agricole est en constante évolution depuis la Seconde Guerre Mondiale. Le système dominant dans les pays riches est l'agriculture intensive, qui assure une haute production sur de grands champs, notamment grâce à des engrais et pesticides chimiques. Les paysages agricoles se sont simplifiés, la biodiversité a chuté et la résilience des agrosystèmes s'est amoindrie. La remise en cause de ce modèle agricole polluant et dépendant des produits phytosanitaires laissent la place à l'émergence de techniques alternatives. Certaines d'entre elles reposent sur la couverture des sols pour limiter la présence d'adventices et proposer un habitat pour la biodiversité fonctionnelle. Le paillage est notamment très efficace, mais il est onéreux et nécessite de l'entretien. Basé sur cette même technique, on assite à l'émergence de l'utilisation de plantes couvre-sol pour lutter contre les adventices ou les ravageurs. Leur utilisation peut être complémentaire aux pesticides, afin d'en limiter l'utilisation.

Ainsi, l'objet de cette étude est d'évaluer l'efficacité de la plante couvre-sol *Hieracium pilosella* sur le contrôle des adventices et la promotion de la biodiversité fonctionnelle sur un champ de thym. Son impact sur la culture est aussi mesurer, afin de s'assurer que la plante ne rentre pas en compétition avec la culture.

Ce rapport s'articule en quatre parties.
Dans un premier temps, un point sera fait sur l'utilisation actuelle des plantes couvre-sol, et quels sont les enjeux de son utilisation contextualisé aux Plantes à Parfum Aromatiques et Médicinales (comme le thym).
Dans un deuxième temps, le matériels et méthodes sera présenté.
Dans un troisième temps, les résultats seront exposés et ils seront discutés et des propositions seront faites dans la quatrième partie.
Enfin, viendra la conclusion.

1. Contexte, problématique et objectifs

1.1. Contexte

L'agriculture du XIXème siècle doit faire face au défi de produire des denrées alimentaires en quantité et en qualité suffisante pour subvenir aux besoins d'une population mondiale en constante expansion, et ce en composant avec la ressource limitée qu'est la surface de sol disponible. La demande en terre agricole devrait doubler entre 2005 et 2050, cela même en conservant le modèle agricole intensif des pays développés (Tilman et al., 2011). Le rendement des cultures doit donc être assuré.

L'agriculture intensive a l'avantage de la productivité, mais elle a aussi son lot d'inconvénients. La concentration et l'intensification des systèmes de production rend les agrosystèmes fragiles et pousse à l'emploi en masse de pesticides. Les pesticides regroupe l'ensemble des substances qui sont utilisées pour prévenir, contrôler ou éliminer les organismes jugés indésirables, qu'il s'agisse de plantes, animaux, champignons ou bactéries. Outre les problèmes de pollution de l'eau et de l'air induit par les pesticides chimiques, ces substances sont aussi dangereuses pour l'Homme. En 2009, un lien a été fait entre la durée d'exposition aux pesticides et la survenue de la maladie de Parkinson. L'évaluation de l'impact sanitaire des pesticides sur l'homme ou l'environnement est complexe : séparément, certains pesticides ne sont peut-être pas néfastes, mais associés à d'autres ils deviennent dangereux. Cet effet « cocktail » est difficile à mesurer (INRA, 2014).

L'agriculture intensive a l'avantage de la productivité, mais elle a aussi son lot d'inconvénients. La concentration et l'intensification des systèmes de production rend les agrosystèmes fragiles et les rendent plus sensibles aux bio-agresseurs tels que les maladies, les ravageurs, et les adventices néfastes à la culture.

Les adventices peuvent être néfastes à la culture de différentes manières. Leur

nuisibilité peut être « primaire directe », lorsque les adventices rentrent en compétition pour les ressources limitantes (telles que l'eau ou les nutriments), ou lorsqu'elles sont à caractère allélophatique ou parasite. Leur nuisibilité peut aussi être dite « primaire indirecte » si les adventices impactent négativement l'état sanitaire des cultures, gêne à la récolte, induisent des coûts en travaux culturaux ect. Enfin, la nuisibilité des adventices peut être « secondaire » s'il y a dispersion du stock grainier sur la parcelle ou le paysage agricole alentour (INRA, 2018).

L'utilisation systématiques de pesticides pour lutter contre les bio agresseurs soulève de nombreuses question, car elle génère de la pollution, fait baisser la biodiversité et provoque l'érosion des sols. (Insenring, 2010 ; Schiavon, 1995). Les pesticides regroupent l'ensemble des substances qui sont utilisées pour prévenir, contrôler ou éliminer les organismes jugés indésirables, qu'il s'agisse de plantes, animaux, champignons ou bactéries. Outre les problèmes de pollution de l'eau et de l'air induit par les pesticides chimiques, ces substances sont aussi dangereuses pour l'Homme. En 2009, un lien a été fait entre la durée d'exposition aux pesticides et la survenue de la maladie de Parkinson. L'évaluation de l'impact sanitaire des pesticides sur l'homme ou l'environnement est complexe : séparément, certains pesticides ne sont peut-être pas néfastes, mais associés à d'autres ils deviennent dangereux. Cet effet « cocktail » est difficile à mesurer.

En réaction à cette prise de conscience collective, les consommateurs et la législation se veulent en faveur d'une réduction des produits phytosanitaires : la demande en produits issus de l'agriculture biologique ne cesse de croitre et de nouvelles lois voient le jour, telle que la loi Labbé qui interdit aux communes l'utilisation de produits de synthèse pour la gestion des espaces verts, ou l'objectif écophyto qui vise une réduction de 50% de l'utilisation de produits phytopharmaceutiques entre 2008 et 2025 (Alim'agri, 2015).

De facto, de nombreuses méthodes alternatives ont vu le jour et sont désormais utilisées, comme le désherbage mécanique et thermique, le paillage, les associations végétales, les faux-semis, ect. D'autres techniques reposent sur la

rotation des cultures ou la prophylaxie. Certaines méthodes sont aujourd'hui étudiées, telle que l'utilisation de plantes couvre-sol, afin d'étouffer les adventices et d'empêcher la germination avant l'établissement de la culture, et ainsi, de limiter le nombre de traitement herbicides (INRA, 2017).

Une plante couvre-sol est un végétal utilisé comme couverture pérenne sur un sol cultivé ou non. Elle n'a pas vocation d'être récoltée pour être commercialisée. Les critères de sélection les plus regardés sont les suivants : résistance au froid et/ou à la chaleur, faible besoins hydriques et en nutriments, croissance rapide, résistance au piétinement, pérennité de la plante. Si l'implantation se fait dans un espace cultivé, il faut aussi se renseigner sur la compétition de la couvre-sol face à la culture, et son potentiel apport de ravageurs.

Actuellement, les plantes couvre-sol sont utilisées à des fins non-agricoles et agricoles, pour lutter contre l'érosion des sols et pour gérer l'enherbement.

En effet, l'érosion des sols est une problématique importante sur les zones arides, ventées, sur des terres salées ou sujettes au ruissellement, et/ou pas ou peu végétalisées. Or, la végétalisation des terres (notamment via l'action des racines) est une solution efficace contre l'érosion des sols (Thierry Dutoit, 2012). Ainsi, l'utilisation de certaines plantes couvre-sol ont montré leur efficacité notamment sur les questions de stabilisation des dunes côtières ou en milieu aride (Salman Shooshtarian and Hassan Salehi, 2012), tout comme sur des milieux naturels dégradés (V. Durian Zuazo and C. Rocio Rodriguez Pleguezuelo, 2008). Dans le domaine viticole, l'implantation de couvre-sol est à l'étude car les vignes sont une culture très sujette à la fuite du sol et au ruissellement (Le Bissonais et al, 2002).

Les plantes couvre-sol sont aussi utilisées pour gérer l'enherbement des espaces verts et des aménagements urbains.

De par leurs différentes couleurs, formes, textures et leurs fenêtres de floraison, les plantes couvre-sol possèdent des caractéristiques intéressantes dans la conception du paysage urbain par rapport aux pelouses.

Elles sont aussi moins contraignantes en fonction de leurs caractéristiques sélectionnées (tolérance à l'ombre, à la sécheresse extrême, à l'humidité, aux pentes, ect). (Bowker et Edingar, 1994).
En France, depuis 2017, la Loi Labbé interdit aux collectivités l'usage de produits phytopharmaceutiques pour l'entretien des espaces verts. L'implantation de plantes couvre-sol s'est vue se développer, notamment dans les cimetières (Lille, Rethondes) où la tolérance du public est très faible face à la flore adventive (Fredon France, 2013).

Parallèlement, l'utilisation de plantes couvre-sol se développe aussi dans les secteurs de production, notamment dans les forêts, les vergers et les vignes, où elles sont principalement sélectionnées pour leur capacité à limiter la flore adventive, faisant d'elles une alternative aux herbicides et des outils de Protection Biologique Intégrée (PBI). La littérature commence tout juste à s'étoffer sur le sujet des couvre-sol en agriculture, principalement sur vigne.

En outre, il est à noter que semées comme végétation accompagnatrice en production forestière, les plantes couvre-sol peuvent être utilisées pour limiter l'impact des plantes spontanées qui sont trop compétitives pour l'accès à l'eau en période sèche (Marine Dodet et al, 2009).
Les plantes couvre-sol peuvent aussi servir d'habitat pérenne pour conserver ou attirer les auxiliaires de culture, et ainsi favoriser la lutte biologique contre les ravageurs (en verger par exemple) (Geoff M. Gurr, 2000).

Ainsi, l'installation de plantes couvre-sol se développe sur des cultures ligneuses ou semi-ligneuse, ce qui pourrait-être intéressant pour l'avenir des Plantes à Parfum, Aromatiques et Médicinales.

La production de PPAM représente moins de 1% de la SAU française (53000 ha de culture en 2016). Cependant ce sont pour la plupart des cultures à haute valeur ajoutée, notamment les labiacées pour la production d'huile essentielle. La filière française est en développement constant depuis plus de 10 ans avec une augmentation de 15000 ha rien qu'entre 2012 et 2016. Mais cette filière française fait face depuis quelques années à une concurrence internationale de

plus en plus importante, ce qui l'oblige à améliorer sa compétitivité (France Agrimer, 2018).

Les cultures de PPAM sont doublement impactée par les adventices car elles posent non seulement un gros problème de compétitivité, mais elles peuvent aussi provoquer des impureté dans l'huile essentielle (nuisibilité primaire indirecte). De plus, certaines adventices sont toxiques et leur présence empêchent la commercialisation de la culture.

En parallèle, toujours dans les PPAM, les cultures de labiacées aromatiques de plein champs subissent des dégâts fréquents et importants. Les cicadelles *Typhlocybinae* (*Hemiptera ; Cicadellidae*), insectes piqueurs suceurs, provoquent des dégâts qualitatifs et quantitatifs sur une grande partie des labiacées (lavande, thym, sauge, mélisse...). En effet, la plupart des *Typhlocybinae* se nourrissent du contenu des cellules mésophylles de la plante (tissu qui joue un rôle très important dans la photosynthèse). Lorsqu'elles vident le contenu de ces cellules, la zone sèche et se décolore, laissant apparaitre de petits points blancs ou jaunes à la surface de la feuille. En plus de l'aspect visuel altéré, ce prédatisme conduit à des pertes hydriques et à une réduction de surface foliaire. La photosynthèse diminue, la culture s'en trouve donc impactée : baisse de rendement (en matière fraiche et en huiles essentielles), et dépréciation des feuilles (invendables en condiment) (Bouillant et al, 2001). De plus, les cicadelles sont parfois le vecteur de maladies qui affectent les plantes : en absorbant de la sève contaminée, elles peuvent transmettre la maladie sur une autre plante car la salive est porteuse de pathogène. Ainsi, en ajoutant à cela leur capacité à passer d'une culture à l'autre et la faible efficacité des traitements chimiques, les cicadelles *Typhlocybines* représentent une préoccupation phytosanitaire majeure (Entomofaune du Québec inc., 1988-2018).

1.2. Problématique

Ainsi, dans une optique de gestion économe en pesticides (herbicides et

insecticides), l'utilisation de plante couvre-sol sur culture de thym a été envisagée et est maintenant expérimentée. Le but du projet PLACOHB est d'évaluer l'efficacité et la pertinence de plusieurs plantes couvre-sol sur son effet de contrôle sur la flore adventice et son impact sur la biodiversité fonctionnelle, c'est à dire sur les auxiliaires de culture. Cependant, l'utilisation de plantes couvre-sol pose des questions qui sont encore ouvertes aujourd'hui, notamment au niveau de la compétitivité des couvre-sol sur la culture.

1.3. Présentation du projet

Le projet national PLACOBH (Plantes couvre-sol comme contribution au contrôle des adventices et à la promotion de la biodiversité) est porté par l'institut technique ASTREDHOR (Association nationale des structures d'expérimentation et de démonstration en horticulture), qui est spécialisé dans l'entomologie agricole, l'usage des micro-organismes, les biostimulants, les paillages et la régulation alternative des plantes.

Les 16 autres partenaires réunis autour de ce projet sont issus d'horizons divers et complémentaires : recherche, expérimentation, enseignement, sociétés privées (INRA, Iteipmail,GRAB, ITAB, lycées agricoles…)

Le projet est financé est financé par l'Agence Française de la Biodiversité et le Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt (via le fond CASDAR). Il est également soutenu par le Réseau Mixte Technologique Biodiversité et Agriculture.

Ce projet vise à développer de nouvelles solutions alternatives (complémentaires aux pratiques déjà existantes) basées sur l'enherbement de certaines zones encore difficilement gérées (entre-tunnels, abords de serres, rangs en arboriculture et viticulture…).

Le projet PLACOBH se divise en 4 actions principales étalées sur 3 ans (2017-2019) :

- Action 1 : caractérisation et sélection des espèces suivant la situation

d’usage (combinaison d’un lieu d’implantation (parcelle, abord…), de sa fonction, d’un système de culture, d’un sol et d’un climat)

- Action 2 : mise au point de techniques de multiplication, d’implantation et d’entretien
- Action 3 : tests en situations de production
- Action 4 : création d’outils de diffusion et pédagogique. Diffusion des résultats. Animation du projet

Le projet effectué au lycée du Fresne (qui est retranscrit dans ce rapport) fait entièrement partie de l’Action 3.

1.4. Objectifs détaillés

Ce rapport est effectué dans le but de transmettre la méthodologie appliquée à l’essai et de communiquer les résultats de ce dernier.

Des objectifs détaillés peuvent cependant être précisés :

1) Quantifier et analyser l'effet de la plante couvre sol sur la culture et ses interactions avec le milieux (biodiversité floristique et faunistique, sol)
2) Mettre en relation les résultats avec ceux de l'année précédente
3) Créer des supports pédagogiques (poster et vidéo) pour valoriser le projet
4) Réfléchir à des pistes d'améliorations du protocole

2. Matériel et méthode

2.1. Localisation de la plateforme expérimentale

Le site d’étude est situé dans la partie Nord-Ouest de la France, dans le département du Maine-et-Loire (49), sur l’exploitation du lycée agricole le Fresne

à Sainte-Gemme-sur- Loire. L'exploitation surplombe les basses vallées angevines (zone inondée en hiver-printemps).

La parcelle de 1,19 ha accueillant l'expérimentation présente un sol sablo-limoneux, moyennement caillouteux, acide (pH = 6.5) et comprenant environ 3% de matière organique. La parcelle a connu une rotation blé-orge-colza de 1998 à 2014. La dernière culture en place avant le thym était du blé. Le thym a été mis en place en 2014 et son arrachage n'est pas prévu avant 2020.

Deux chémotypes différents de *Thymus vulgaris* sont présents sur la parcelle : *Thymus vulgaris L. CT thujanol* et *Thymus vulgaris L. CT linalol*. Le chémotype majoritaire est le thujanol. C'est aussi le plus intéressant car la valorisation économique de son huile essentielle est plus forte.

La parcelle est très légèrement en pente, les rangs de thym sont disposés parallèlement à cette pente.

En 2017, année de la mise en place de l'essai, la parcelle a reçu un total de 5 Indice Fréquence de Traitement en dose pleine (4 herbicides et 1 insecticide) et 2 binages. En 2018, les traitements étaient de 4 IFT en dose pleine (2 herbicides et 2 insecticides) et 2 binages.
Au niveau de la fertilisation, 80 unités d'azote minéral ont été épandues en 2017 ainsi qu'en 2018, mais pour l'année 2018 l'azote a été en partie lessivé par les fortes pluies qui ont suivi. Il est à noter que la piloselle a tout de même peut-être pu profiter de cet azote.

2.2. Distribution des modalités

Le double rang de thym qui a été choisi en 2017 pour l'essai est le 7ème en partant du haut de la pente. Ce choix a été fait en raison de l'homogénéité entre les pieds de thym et du plus faible nombre d'adventices initialement présentes (comparé aux autres champs de thym de l'exploitation). Lors de la mise en place de l'essai, les plants étaient de grosseur équivalente, au même stade de

développement, et avec peu de pieds morts.

Les inter-rangs de la culture font l'étude de 3 modalités : parcelle témoin sol nu, parcelle paillage et parcelle piloselle (la plante couvre sol). Chaque modalité est testée sur 3 répétitions de 4 m² chacune. La paille et la piloselle ont donc été mises en place en 2017 de chaque côté du double rang de thym, sur 4 m de long par répétition (l'inter-rang mesurant 50cm). La répartition spatiale des modalités a été faite de façon aléatoire par tirage au sort.
La zone d'essai est située à environ 7 m du début de la plantation, pour éviter l'effet bord.

Avant l'installation des modalités, l'essai a été entièrement désherbé (double-rang de thym et inter-rang de droite et de gauche), ainsi que les inter-rangs juxtaposant l'essai afin d'éviter une contamination avec les adventices avoisinantes. Le motoculteur a été passé pour travailler le sol.

Le témoin sol nu est biné tous les mois après que l'inventaire d'adventices ait été effectué.

La paille utilisée est de la paille d'orge *Hordeum vulgare L*., issue d'une précédente culture de l'exploitation du lycée. Elle a été mise en place le 24/04/2017 à raison de 1 kg/m² (soit une couche d'une dizaine de cm), puis renouvelée le 13/03/2018 avec la même dose.

La piloselle, *Hieracium pilosella L*., a été prélevée sur la propriété de l'AREXHOR Pays de la Loire (structure référence de PLACOHB dans le 49) car elle y pousse de façon naturelle. Elle forme des tapis denses sur une prairie délaissée, ainsi que sur des petites parcelles sableuses non utilisées. Des mottes de terres y ont été découpées à l'aide de pelles, puis les pieds de *H. pilosella* ont été séparés à la main. Au moment du prélèvement, les plants étaient tous au stade rosette de feuilles, sans inflorescence. Elles ont été conservées une nuit en chambre froide avant d'être plantées.

La plantation de *H. pilosella* a eu lieu le 26 et 27/04/2017 à une densité de 100

pieds/m², soit 1200 plants pour l'ensemble des répétitions. Elles ont été disposées en quinconce, à une dizaine de centimètres les unes des autres.

Au 19/04/2018, le taux de recouvrement de la piloselle est de 100% sur les trois répétitions.

La distribution des modalités n'évolue pas au cours du temps, les répétitions gardent la même répartition géographique d'une année sur l'autre.

2.2.1. Modalité complémentaire mise en place en 2018

Une deuxième plante couvre-sol, la turquette (*Herniaria glabra*) a été mise en place en mars 2018 sur une seule répétition de 4m².

Les plants ont été achetés le 13/03 à la Pépinière Lepage (49130 Les Ponts-de-Cé) en godet contenant 4 à 10 individus. Les mottes ont été conservées dans une serre jusqu'à la séparation manuelle des plants, de façon à obtenir des plants uniques (une seule racine, pas de mini-motte). Les plants séparés ont été plantés à la main dans la journée. Au moment de la plantation, les plants n'avaient que 3 à 5 semaines et étaient donc sans inflorescence.

La plantation a été réalisée le 14/03 et 15/03, à raison de 60 plants par m² (15 rangées de 4 individus), soit 240 plants au total. Les plants ont été disposés en quinconce, tous les 13 cm environ.

Etant donné son unique répétition, les résultats de ce sous-essai seront comparés aux autres modalités, mais uniquement pour donner une tendance. En outre, du fait de sa récente implantation, la modalité de *H. glabra* ne fait pas l'objet d'analyse de rendement de culture ni d'analyse de sol.

2.2.2. Matériel végétal

Thymus vulgaris

Le thym commun, *Thymus vulgaris,* est un sous-arbrisseau aromatique de la famille des Lamiacées. Le thym est cultivé en temps qu'herbe aromatique et médicinale. Il est consommé frais, sec ou en huile essentielle (contenues dans les jeunes feuilles et les fleurs). Sa période de floraison est d'avril à juillet. Sur le site d'étude du Fresne, le thym est récolté une fois par an, vers fin mai ou début juin, mais sous des climats plus chauds, le thym peut être récolté une deuxième fois en septembre.

Thymus vulgaris pousse sur sol plutôt basique, s'accommode de sol pauvre et sec et supporte le climat aride. Il est d'ailleurs présent en dans le Sud de l'Europe et le nord de l'Afrique à l'état sauvage. Il est désormais cultivé comme aromate un peu partout dans le monde (tela botanica).

Hieracium pilosella

Hieracium pilosella, de son nom vernaculaire « piloselle », ou « épervière piloselle », est une plante vivace de la famille des *Asteraceae*. Elle se présente sous la forme d'une rosette de feuilles oblongues et entières. Elles sont de couleur grisâtre sur le dessous, et sont hérissées de longs poils. La partie florale est quant à elle pourvue de courts poils éparses. Le pédoncule mesure de 10 à 15 cm de haut (jusqu'à 30 cm maximum), et la floraison est caractérisée par la présence d'une inflorescence sous forme de capitule. Les fleurs, ligulées, sont jaunes, sauf les ligules de la circonférence en dessous qui, elles, sont pourpres. La floraison s'effectue de mai à septembre.

La fructification laisse place à des akènes marron surmontés d'une aigrette blanche grisâtre, qui a pour rôle de favoriser la dissémination des graines par le vent.

En outre*, H. pilosella* est une plante stolonifère, c'est-à-dire qu'elle peut se reproduire par stolon : elle produit des rejets horizontaux qui se couvrent de feuilles et qui finissent par s'enraciner pour donner de nouvelles rosettes de

feuilles.

H. pilosella est présente dans presque toute l'Europe, ainsi qu'en Asie et en Afrique septentrionale. Elle peut pousser jusqu'à 2400 m d'altitude. Elle se retrouve sur sol sec, pauvre et sablonneux, et ne souffre pas du manque de fertilité du sol (tela botanica ; Delachaux et Nestlé, 2016)

Enfin, *H. pilosella* est une plante allélopathique : elle excrète des composés toxiques pour les plantes avoisinantes. La quasi-totalité des molécules caractérisées comme étant allélophatiques sont des métabolites secondaires végétaux, c'est-à-dire que ce sont des composés qui n'exercent pas de fonction directe au niveau des activités fondamentales de l'organisme du végétal (croissance, développement, reproduction) (Vincent, 2008).

Les agents allélopathiques reconnus de *H. pilosella* seraient l'umbelliférone (issu des feuilles) et les acides caféique et chlorogénique (issus des feuilles et des racines). Ces composés sembleraient inhiber la germination et la croissance des plantes alentours (Henn, 1986). Il arrive parfois que *H. pilosella* s'intoxique elle-même, phénomène visible par le dépérissement de certains plants ou l'absence de germination des graines (Widera, 1978). La pluie peut lessiver le sol et ainsi le nettoyer de ces composés, permettant l'installation de nouveaux individus par voie sexuée (graines) ou asexuée (stolons).

Herniaria glabra

H. glabra, de son nom vernaculaire « turquette », est une plante vivace de la famille des Caryophyllaceae. Elle se présente sous la forme d'une rosette de tiges grêles, couchées-étalées. C'est une plante glabre, uniformément verte clair, à racine grêle ou un peu épaisse. Ses feuilles sont oblongues ou lancéolées, atténuées à la base, opposées, et les supérieures sont ordinairement alternes.
A maturité, elle ne mesure pas plus de 5 cm de haut et environ 30 cm de diamètre.
La floraison s'effectue de mai à septembre. Ses fleurs sont vertes, très petites, sessiles, en glomérules multiflores disposés en grappe. Il est difficile de

distinguer les fleurs des feuilles. *H. glabra* possède à la fois des fleurs mâles, femelles et hermaphrodites. L'ovaire unique donne un fruit sec ovoïde de 1 à 1,3 mm. Il contient une seule graine noire luisante de 0,4 mm, ovale et aplatie, qui se disperse par le vent. La plante est autogame mais la pollinisation s'effectue également par les insectes.

H. glabra se multiplie naturellement par marcottage en produisant des racines sur les tiges rampantes. Elle possède également une stratégie dite rudérale, c'est-à-dire qu'elle présente un cycle de vie court, croissance rapide et effort reproductif important.

H. glabra se contente d'un sol peu profond (même caillouteux), pauvre et sec, sablonneux et drainant, au pH plutôt neutre voire acide. Elle est présente dans presque toute l'Europe ainsi qu’en Asie occidentale et boréale et Afrique septentrionale. Elle pousse entre 0 et 2000 mètres d'altitude (telabotanica).

2.3. Mesures effectuées

L’essai et les différents pièges posés (explicités ci-dessous) peuvent être représentés par le schéma ci-dessous.

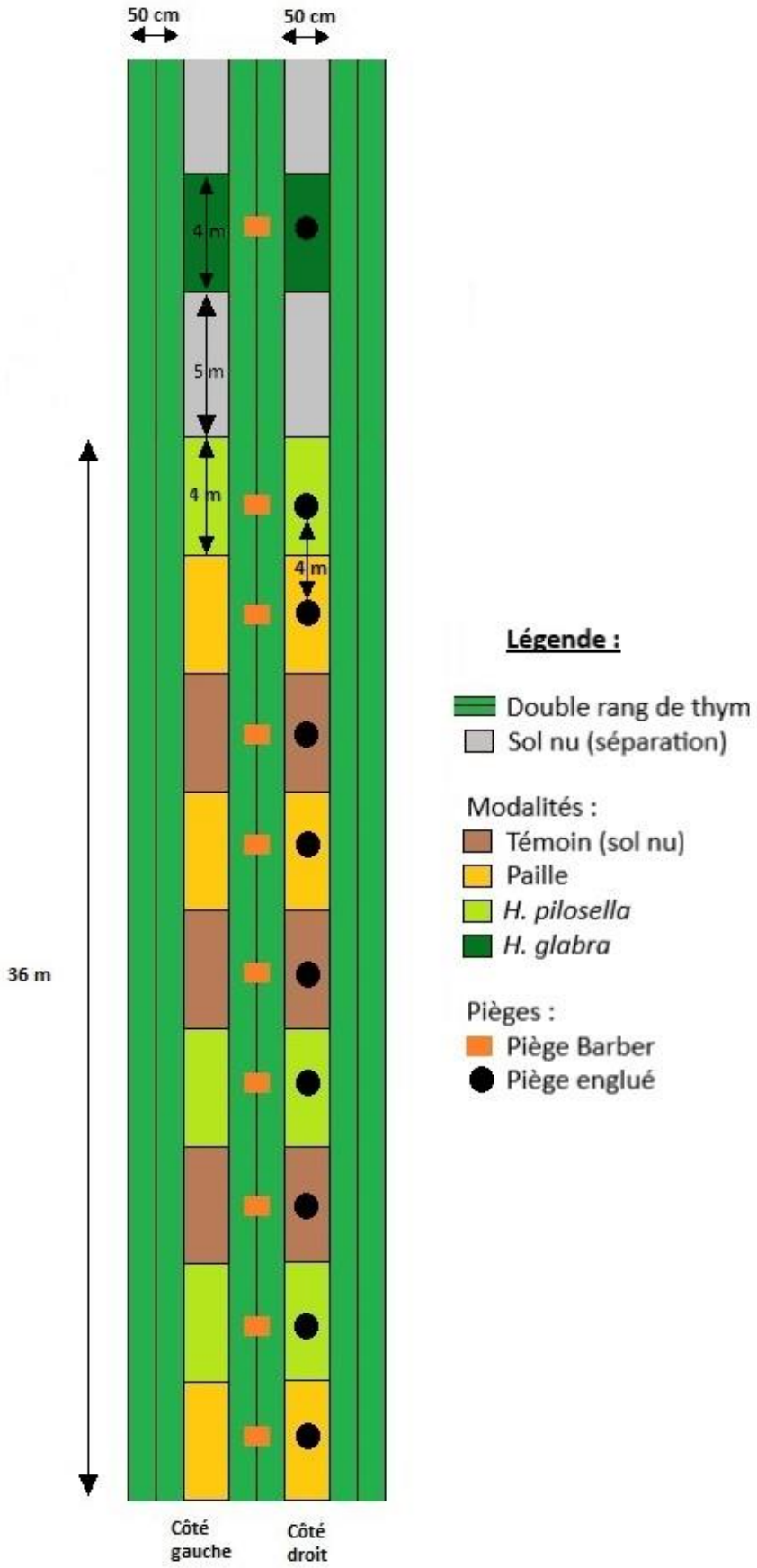


Figure 1 : Schéma de l'essai

L’essai initial (installé en 2017) mesure 36 m de long.

La modalité complémentaire de *H. glabra* installée en 2018 est située sur le même double rang de thym que l’essai initial. Une bande de 5 m de long de sol nu sépare la modalité *H. glabra* de l’essai initial.

2.3.1. Rendement du thym

Rappel : la modalité H. glabra *n’est pas concernée par les mesures de rendement du thym.*

Le rendement de la culture est mesuré de deux façons :
- par la masse de matière fraiche obtenue à la récolte, par répétition (récolte standardisée, hauteur de coupe : les 20 cm supérieurs de la culture)
- par la quantité d'huile essentielle extraite par hydro-distillation, par modalité.

L’hydro-distillation se fait à partir des sommités fleuries du thym. Les prélèvements se font sur au moins trois pieds de chacune des trois répétitions de chaque modalité. Les pieds sélectionnés sont du chémotype thujanol car c’est celui qui est le plus économiquement valorisable, et donc celui qui est le plus pertinent pour cette étude.

Pour extraire l’huile essentielle, pour chaque modalité, 40g frais sont chauffés dans 120 mL d’eau dans un chauffe-ballon à 150°C pendant une heure à partir de l’obtention des premières gouttes de distillats. La phase huileuse est séparée de la phase aqueuse avec une ampoule à décanter. Les huiles essentielles obtenues sont pesées et le pourcentage d’huiles essentielles contenues dans l’échantillon de 40 g est calculé.

2.3.2. Dynamique des plantes couvre-sol

H. pilosella

Pour s'assurer de la pérennité de *H. pilosella*, les mesures effectuées consistent en un suivi du taux de recouvrement du couvre-sol par côté et par répétition. La surface recouverte par la couvre-sol est considérée comme celle recouverte par des feuilles vivantes. La surface recouverte uniquement de stolons non feuillus (vivants ou morts) n'est pas considérée comme étant une surface recouverte par la couvre-sol.
Le taux de recouvrement est évalué une fois par mois, 7 fois à compter du 14/03 (jour de l'implantation de *H. glabra*).

Ce taux de recouvrement est évalué à l'aide d'une échelle schématisant le taux de recouvrement d'un élément par unité de surface (voir Annexe I). Chaque rectangle représente un taux de recouvrement possible, le recouvrement étant symbolisé par les tâches noires. L'observateur détermine alors quelle représentation correspond le mieux à la réalité, et il détermine ainsi le pourcentage de recouvrement. Bien qu'appuyée par une échelle, cette méthode d'estimation reste subjective et plus ou moins imprécise. Afin d'éviter les gros biais de jugement, il est conseillé d'effectuer les estimations du taux de recouvrement à plusieurs, et non seul.

H. glabra

Pour pouvoir illustrer la dynamique de *H. glabra*, des photos de deux mêmes plants sont effectuées de une fois par semaine jusqu'à l'observation d'une stagnation dans le développement de la couvre-sol (7 fois), puis une fois toutes les deux semaines (8 fois). Pour donner un aperçu général du développement du couvre-sol, des photos de la répétition entière sont faites (à la même fréquence que cité ci-dessus.

De plus, afin d'évaluer la vitesse recouvrement et le développement de la couvre

sol, le diamètre des deux plants est mesuré (à la même fréquence que les prises de photos), et le début de leur floraison est notifié. L'axe du diamètre mesuré doit toujours rester le même pour ne pas fausser les relevés.

Enfin, le taux de recouvrement de *H. glabra* (côté droit et côté gauche) est également relevé une fois par mois à raison de 7 fois à compter du jour de l'implantation, en utilisant la même méthodologie que pour *H. pilosella*.

2.3.3. Dynamique des plantes adventives

Inventaires :

Afin de caractériser l'abondance, la dominance (nombre d'individu d'une espèce par rapport au nombre d'individus total) et la nuisibilité des adventices présentes, des inventaires exhaustifs sont réalisés sur les modalités, une fois par mois à compter du 10/04 (soit 5 fois).

Il est relevé les espèces et l'abondance par espèce de la flore adventive présente sur les inter-rangs (côté droit et gauche, soit 4 m²) et dans le double rang de thym.

L'identification des espèces végétales est réalisée à l'aide d'ouvrages : la 3e édition de Mauvaises herbes des grandes cultures de J. Mamarot et P. Psarski (IBSN 2-85794-001-7) et de son complément, ainsi qu'avec la 7e éditon du guide Delachaux et Niestlé Les plantes par la couleur de T. Schauer et C. Caspari (ISBN 978-2-603-02449-2).

Le désherbage des répétitions est effectué pendant ou à la fin des inventaires. Pour ne pas influer sur la flore adventive, aucun désherbage n'est effectué entre deux inventaires.

Il est à noter que le désherbage mensuel correspond environ à la fréquence des désherbages (chimiques et mécaniques) pratiqués dans le reste du champ de

thym.

Estimation du taux de recouvrement :

L'estimation du taux de recouvrement des inter-rangs (côté droit et gauche) des différentes répétitions est réalisée lors de chaque inventaire floristique, avant désherbage. La fréquence des estimations du taux de recouvrement est donc la même que celle des inventaires floristiques, c'est-à-dire une fois par mois à compter du 10/04 (à répéter 5fois).

Le taux recouvrement est estimé grâce à l'échelle de l'Annexe I.

2.3.4. Dynamique de la biodiversité fonctionnelle

Le suivi de la biodiversité faunistique se fait par la mise en place de deux types de pièges.

Les arthropodes rampant sont récoltés dans des pièges Barber positionnés au sol.

Le piège Barber est un piège qui repose sur la chute et la noyade des individus. Il est constitué d'un cylindre de 10,5 cm de hauteur et de 7,5 cm de diamètre, enfoncé dans la terre de telle sorte qu'il soit exactement au ras du sol. Un entonnoir (un haut de bouteille par exemple) du même diamètre est disposé dans le cylindre pour amener les individus à tomber dans un verre rempli de solution. Le goulot de la bouteille doit être située à 1 cm de la solution, afin d'empêcher les individus de s'échapper. La solution est constituée de 125g de sel et d'une pression de liquide vaisselle au parfum neutre (effet mouillant), le tout étant dilué dans 1,5 L d'eau. Enfin, un couvercle de 13,5 cm de diamètre est maintenu à quelques centimètres du sol et du piège grâce à un tuteur, afin d'empêcher la pluie ou des particules de tomber dedans.
Un piège est positionné sur le côté droit de chaque répétition, en son centre (c'est-à-dire à 2m de chaque bord).

Les pièges restent posés une semaine puis sont relevés. Ils sont ensuite remis une semaine plus tard, pour permettre aux arthropodes de rétablir leur population. La pose et la relève de piège a donc lieu toutes les deux semaines (semaine 1 : pose ; semaine 2 : relève ; semaine 3 : pose ; semaine 4 : relève ; ect), et ce 7 fois (première pose le 25/04 et dernière relève le 25/07).

Une fois les pièges relevés, le contenu des pièges Barber est transvasé dans des pots à prélèvements. Les pots sont ensuite emmenés au laboratoire, où ils seront vidés dans des boites de pétri. L'étiquetage et l'identification de l'origine des prélèvements se doit d'être rigoureuse. L'identification des arthropodes se fait sous loupe binoculaire. Après notation, les individus sont lavés de la solution de piégeage puis conservés à température ambiante dans une solution à 70% d'alcool.

Les ravageurs du thym (les cicadelles) et son auxiliaire (Anagrus sp) sont tous deux des insectes volant. Passant la majeure partie de leur temps dans le thym, ils sont récoltés grâce à des pièges englués positionnés dans le thym.

Le piège englué jaune BugScan Dry (de la marque Biobest) est une feuille cartonnée engluée qui capture les insectes volant au-dessus du thym grâce à son contact collant. Les pièges sont découpés de façon à suivre les dimensions de 7,6 cm de hauteur pour 9 cm de largeur. Ils sont disposés au centre du double rang de thym et emboités sur des bambous fendus de telle sorte que le haut du piège arrive au niveau du haut des plants de thym.
Tout comme les pièges Barber, les pièges englués sont posés toutes les deux semaines et ne restent en place qu'une semaine.
L’identification se fait directement sur le piège et à la loupe binoculaire. Si besoin est, l'insecte piégé peut être décollé à l'aide d'une pince fine et d'une goutte d'eau écarlate. Après identification, le piège est jeté (il n'est pas conservé ni réutilisé). Là aussi les individus sont conservés à température ambiante dans une solution à 70% d'alcool.

L'identification des arthropodes se fait jusqu'à l'ordre, et celle des cicadelles se fait jusqu'à l'espèce. L'identification a été effectuée grâce à l’ouvrage Insectes de

France et d'Europe occidentale de M. Chinery (ISBN 2-7003-0636-8) et à l'aide d'une clef d'identificaction extraite de l'ouvrage Faune de France n°31 – Homoptère Auchénorhynque (I. Thyphlocybidae) de H. Ribault (ISBN 2303618945298).

2.3.5 Caractéristiques du sol

Rappel : la modalité de H. glabra *n'est pas concernée par les analyses de sol.*

Afin d'évaluer l'impact des différentes modalités sur la vie microbienne et certains caractères physoco-chimiques des sols, des échantillons de sol sont analysés. Les prélèvements doivent s'effectuer au printemps ou à l'automne.

Le protocole commun qui doit être appliqué à toutes les expérimentations PLACOHB en plein champ est le suivant :

L'échantillonnage consiste en 12 à 15 prélèvements élémentaires pour constituer un échantillon.
Chaque modalité induit donc au moins 12 prélèvements de sol, c'est-à-dire que deux tarières de 30cm de profondeur sont réalisées sur chaque côté de chaque répétition des modalités.
La terre prélevée est mélangée de façon homogène dans un bac pour constituer l'échantillon à envoyer au laboratoire Auréa (environ 2 kg de terre par modalité).

Au vu de la petite surface des modalités, le protocole appliqué à l'essai du Fresne est adapté : seule une tarière est effectuée par côté de répétition (au lieu de deux). L'adaptation du protocole se fait aussi par soucis d'éviter un excès de dommage et de perturbation sur les modalités.
Il convient donc de faire les tarières au centre des côtés gauches, et légèrement décalés du centre pour les côtés droits puisque les pièges Barber y sont implantés.
De plus, il faut prendre soin de ne pas mettre de racine ni de paille dans l'échantillon, les premiers centimètres des tarières devront donc être

minutieusement secouées pour en récupérer la terre.

Les analyses demandées au laboratoire Auréa sont le taux de phosphore (méthode Olsen), le taux de potassium, le rapport C/N, la biomasse microbienne et l'activité enzymatique FDA.

De plus, une classe de l'établissement du Fresne a réalisé un inventaire de vers de terre le 09/01/18. Les relevés ont été effectué avec la méthode du test moutarde, sur une surface d'1 m² par relevé. Six relevés ont été effectués, soit deux par modalité (un relevé par côté, sur des répétitions différentes). Les données sont récupérées et exploitées dans ce rapport.

2.4. Modalités d'analyse des données

Les tests reposent sur des comparaisons de moyennes. Les répétitions et les côtés (droit/gauche) peuvent être confondus par modalité. Les données sont appareillées car les relevés sont effectués le long d'une période temporelle et sur les mêmes parcelles géographiques.

Pour le traitement des données sur les variables telles que le taux de recouvrement d'adventices et les nombres d'adventices, il est utilisé des modèles linéaires généralisés avec la loi de Poisson car ce sont les modèles les plus adaptés pour les données de comptage et de dénombrement. Les conditions de validité des modèles sont respectées au maximum, néanmoins pour certaines analyses il y a sur-dispersion des données (notamment due aux valeurs extrême d'avril 2018).

Le coefficient de corrélation de Spearman est utilisé pour le traitement de la relation cicadelles/*Anagrus* (relation non linéaire).

Dans les autres cas, il est utilisé des modèles basés sur la loi Normale.

2.5. Matériel et méthode pour les outils pédagogiques

Des outils pédagogiques doivent être créés pour expliquer et valoriser cette étude. Les supports demandés sont une vidéo explicative du projet pour l'usage interne de l'établissement, et un poster récapitulatif de l'essai 2018 pour l'Arexhor, l'institut technique porteur du projet Placohb.

3. Résultats

3.1. Rendement du thym

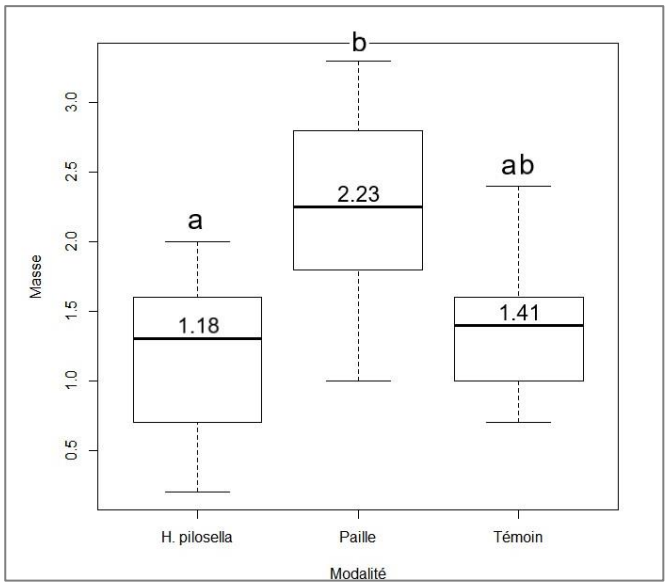
Tableau 1: Rendement du thym en matière fraiche

16 juin 2017

Répétition	Témoin 1	Témoin 2	Témoin 3	Paille 1	Paille 2	Paille 3	*H. pilo-sella* 1	*H. pilo-sella* 2	*H. pilo-sella* 3	Total
Masse thym (kg)	2,4	1,6	1	2	1,8	1	1,4	2	1,2	14,4
Moyenne / Ecartype	μ = 1.7 ; σ = 0.7			μ = 1.6 ; σ = 0.5			μ = 1.5 ; σ = 0.4			
Total par modalité (kg)	5			4,8			4,6			14,4
Moyenne / Ecartype	μ = 4.8 ; σ = 0.2									

1 juin 2018

Modalité	Témoin 1	Témoin 2	Témoin 3	Paille 1	Paille 2	Paille 3	*H. pilo-sella* 1	*H. pilo-sella* 2	*H. pilo-sella* 3	Total
Masse thym (kg)	0,7	1,3	1,5	2,8	3,3	2,5	0,7	0,2	1,6	14,6
Moyenne / Ecartype	μ = 1.2 ; σ = 0.4			μ = 2.9 ; σ = 0.4			μ = 0.8 ; σ = 0.7			
Total par modalité (kg)	3,5			8,6			2,5			14,6
Moyenne / Ecartype	μ = 4.9 ; σ = 3.3									



ANOVA type II à 2 facteurs

	p. value
Date	0.931159
Modalités	0.002187
Date:Modalités	0.002736

Contrast	p. value
Paille – *H. pilosella*	0.0362
Paille - Témoin	0.7500
H. pilosella - Témoin	0.0908

Figure 2 : Boîte de dispersion de la masse du thym (en kg) par modalité (années 2017 et 2018 confondues)

Les rendements en masse fraiche sont similaires sur les deux années (p. value = 0.93) mais ils sont significativement différents selon les modalités (p. value = 0.002).

En effet, la masse totale de la récolte des deux années est comprise entre 14.4 et 14.6 kg (Tableau 1) (écart-type de 0.2 kg), mais les masses récoltées selon les modalités diffèrent.

En 2017, les rendements sont assez similaires selon les répétitions (écartype entre 0.4 et 0.7) et très similaires selon les modalités (écartype = 0.2).

En 2018, les rendements sont là aussi assez similaires selon les répétitions (écartype entre 0.4 et 0.7) mais très différents selon les modalités (écartype de 3.3). Le postoc de l'Anova nous confirme ce fait : *H. pilosella* et la paille ont des moyennes significativement différentes. Il n'y a pas de différence significative entre les moyennes de la modalité paille et du témoin ou de la modalité *H. pilosella* et du témoin, mais la boîte de dispersion (Figure 2) indique que la modalité paille a tendance à produire en moyenne plus de masse que le témoin, et que la modalité *H. pilosella* a tendance à en produire moins que le témoin.

Tableau 2: Rendement du thym en huiles essentielles

	Rendement par modalité		
Date	Témoin	Paille	*H. pilosella*
13/06/2017	0,14 %	0,41 %	0,24 %
31/05/2018	0,16 %	0,04 %	0,25 %

Les rendements en huiles essentielles (Tableau 2) ne sont exposés qu'à titre indicatif car ces mesures n'ont été faites à hauteur que d'une seule répétition.
Il semblerait que la modalité *H. pilosella* ait un meilleur rendement que la modalité témoin, et cela sur les deux années. Les rendement de ces deux modalités semblent stables. Quant à la modalité paille, le rendement est de loin supérieur aux deux autres modalités en 2017, puis il est proche de zéro en 2018.

3.2. Dynamique des plantes couvre-sol

L'ensemble des relevés appliqués aux plantes couvre-sol sont disponibles en Annexe II.

Hieracium pilosella

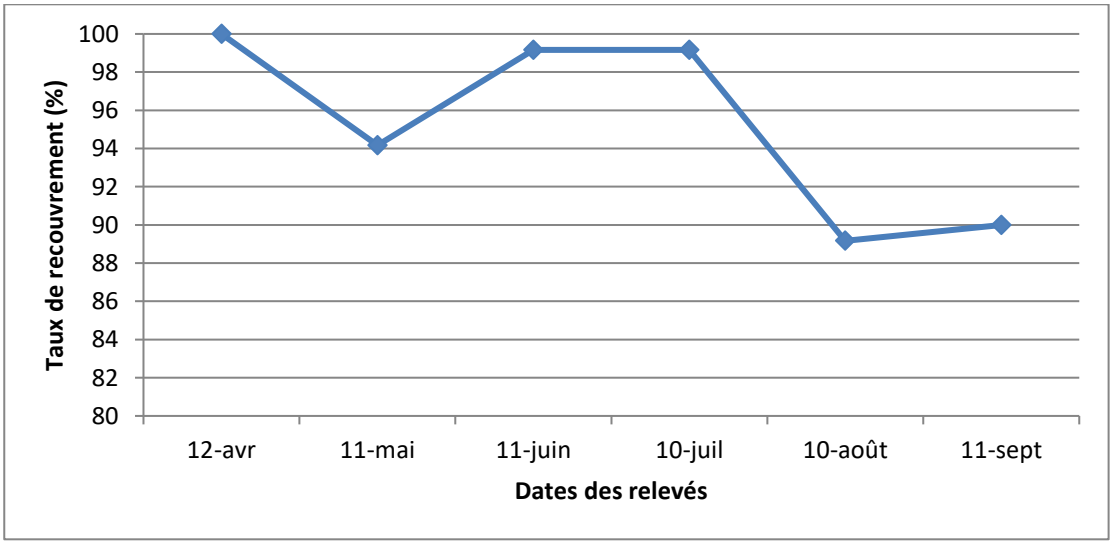


Figure 3: Taux moyen de recouvrement (%) par côté de répétition (soit 2 m²) de

H. pilosella.

Les résultats sont tirés de l'analyse de toutes les répétitions et côtés confondus de la modalité.

Comme l'indique la Figure 3, au début des mesures (12/04), le taux de recouvrement de *H. pilosella* est de 100% quel que soit le côté et la répétition.

H. pilosella connaît une baisse de recouvrement au 11/05, mais elle se rétablie ensuite à 99% de recouvrement, et ce jusqu'en été. Durant la deuxième moitié de l'été, le taux de recouvrement a globalement rechuté à moins de 90%. Pourtant, la plante semble globalement se maintenir voire commencer à se rétablir en septembre.

Herniaria glabra

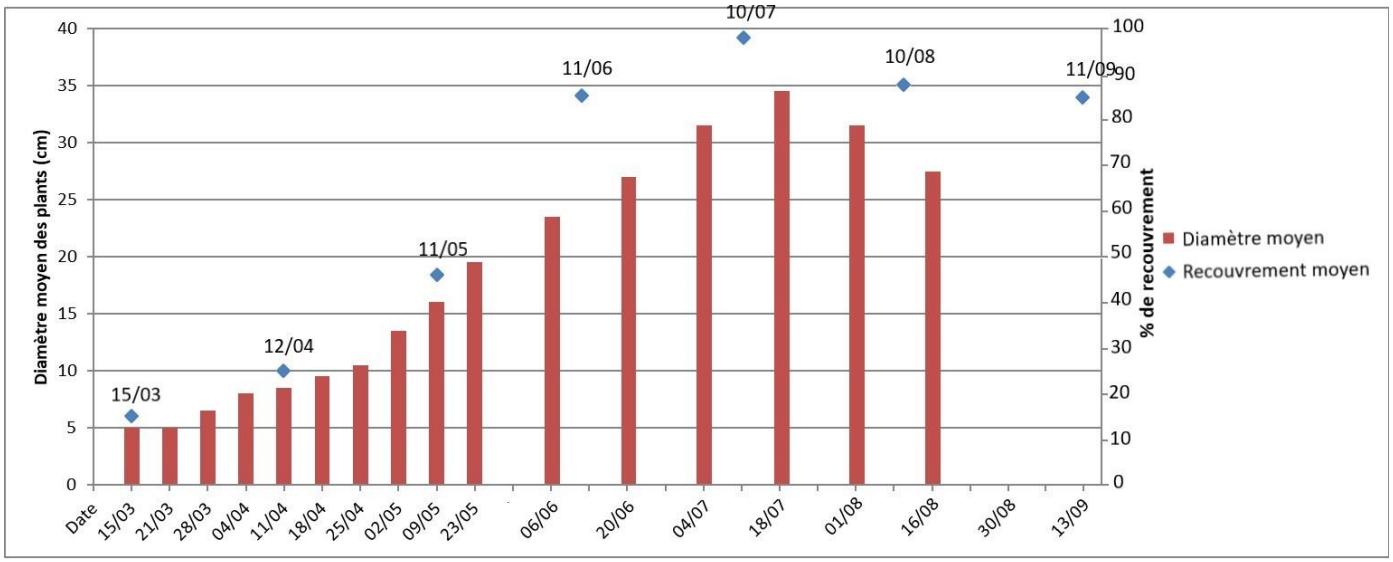


Figure 4 : Suivi du développement de H. glabra : moyenne du taux de recouvrement (en %) par côté de répétition (soit 2 m²) et moyenne du diamètre (en cm) des deux plants mesurés.

Comme l'indique la Figure 4, à sa plantation le 15/03, *H. glabra* ne recouvre que 15% du sol. Le 10/07, quatre mois plus tard, elle en recouvre au moins 97,5 %. Sa croissance est continue et rapide. Il n'est pas possible de comparer ces données au développement de *H. pilosella* en 2017 car son taux de

recouvrement n'a pas été relevé.

Tout comme *H. pilosella*, *H. glabra* perd en surface de recouvrement durant la seconde moitié de l'été. En septembre, elle est au plus bas avec 85% de recouvrement moyen.

Les deux plants dont les mesures de diamètre ont été réalisées sont situés sur le côté droit de la répétition. L'évolution des deux plants est quasiment similaire (écartype moyen : 0,35 cm). Ils partent de 5 cm de diamètre à la plantation le 15/03, s'étendent jusqu'à en moyenne 34,5 cm de diamètre au plus large, au 18/07. Puis, parallèlement à la baisse du taux de recouvrement, les plants perdent en diamètre, jusqu'à atteindre 27,5 cm en moyenne au 10/08. La baisse de recouvrement baisse au même moment que cette réduction de diamètre.

3.3. Dynamique des plantes adventives

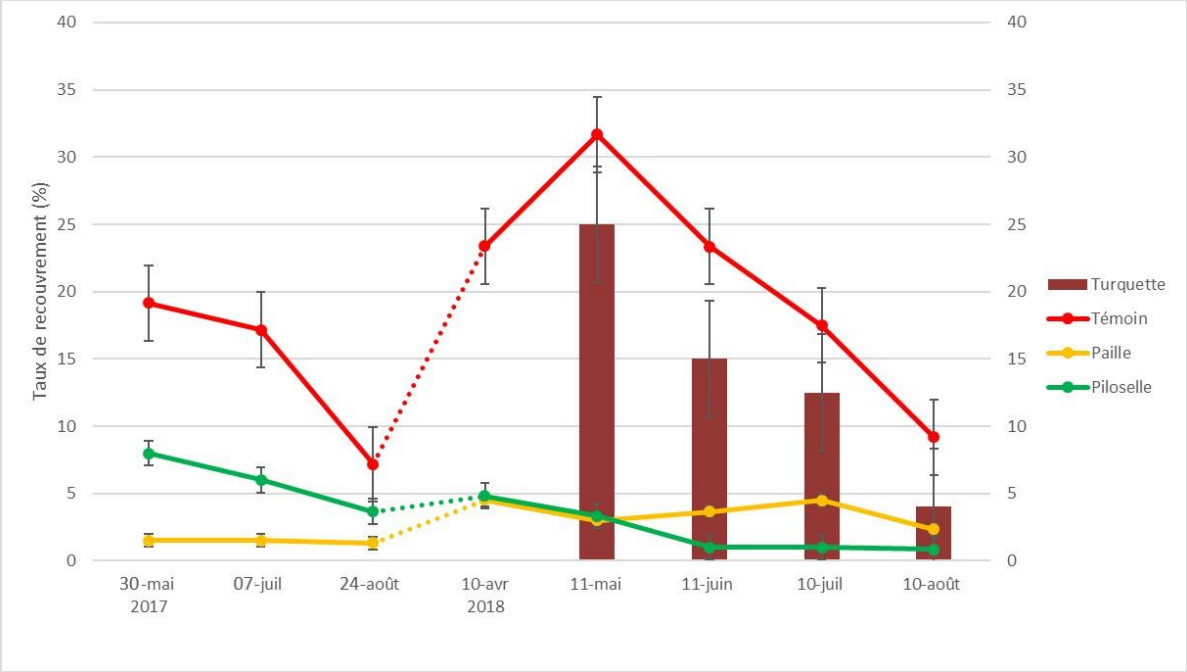


Figure 5 : Moyenne du taux de recouvrement (%) par côté de répétition (soit 2 m²).

ANOVA type II à 2 facteurs

	p. value
Date	< 2.2e-16
Modalités	< 2.2e-16
Date:Modalités	7.717e-14

Contrast	p-value
Paille – *H. pilosella*	0.9463
Paille - Témoin	<.0001
H. pilosella - Témoin	<.0001

Sur la Figure 5, Le témoin indique que le pic de recouvrement des adventices est le 11/05, date où les adventices recouvrent donc environ un tiers de de la surface du sol témoin. Après cette date, le taux de recouvrement diminue (rappel : chaque estimation du taux de recouvrement est immédiatement suivi d'un inventaire floristique et d'un désherbage manuel).

L'anova appliquée aux données indique qu'il y a au moins une différence significative selon les dates, selon les modalités, et selon les date en fonction des modalités. Cette analyse est effectivement visible sur le graphique (p. value < 0.05).

Le postoc confirme d'ailleurs que la modalité *H. pilosella* et la paille sont significativement similaires (p. value = 0.9463) tandis qu'elles sont toutes les deux significativement différentes du témoin (p. value < 0.0001).

Des tendances sont aussi observables. A l'année d'implantation de *H. pilosella* (2017), la plante couvre-sol était moins efficace que la paille face au recouvrement des adventices. En 2018, année où *H. pilosella* a atteint son taux de recouvrement de 100%, c'est la couvre-sol qui est la plus efficace (même si la paille connait elle aussi 5% ou moins de recouvrement en adventices).

En outre, les erreurs-type des modalités *H. pilosella* et paille sont petite, contrairement au témoin qui connait une grande amplitude de variation au sein de ses populations (par date).

H. glabra semble quant à elle limiter le recouvrement des adventices par rapport au témoin, bien qu'elle soit loin de l'efficacité de *H. pilosella* ou de la paille. De plus, son erreur-type est importante.

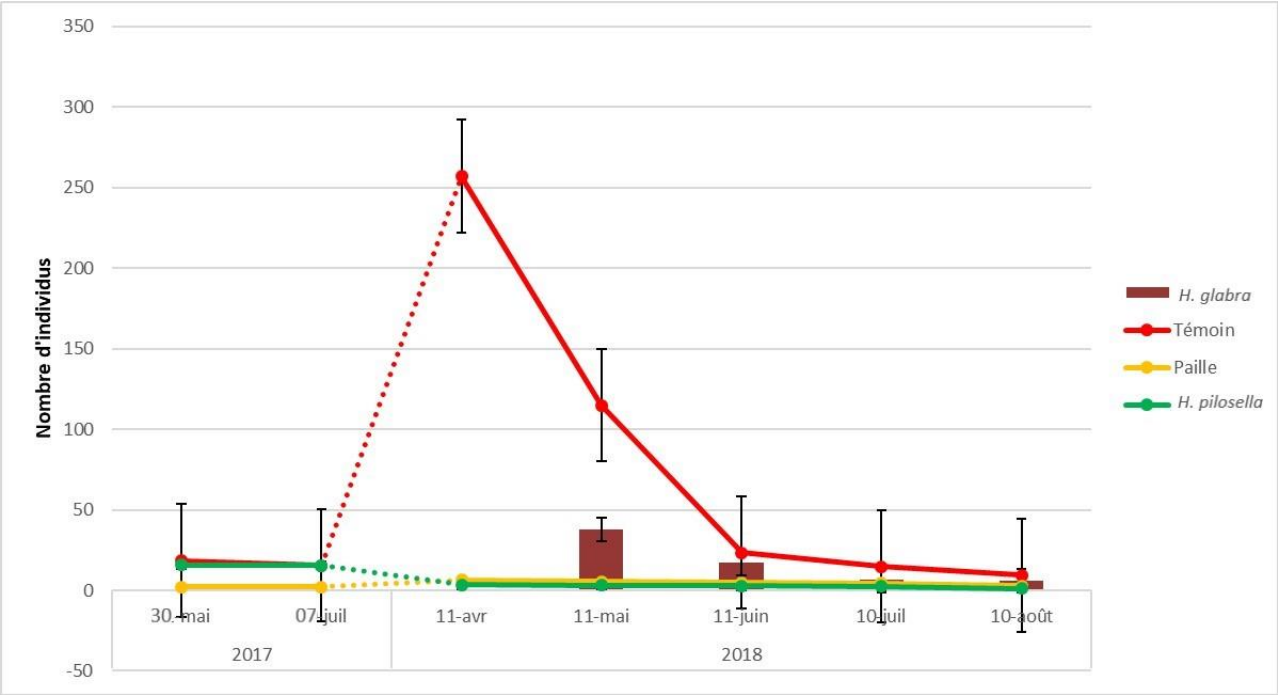


Figure 6 : Nombre moyen d'adventices par côté de répétition (soit 2 m²), par modalité et par date

ANOVA type II à 2 facteurs

	p. value
Date	< 2.2e-16
Modalités	< 2.2e-16
Date:Modalités	< 2.2e-16

Contrast	p-value
Paille – *H. pilosella*	0.8239
Paille - Témoin	<.0001
H. pilosella - Témoin	<.0001

Sur la Figure 6, le témoin indique que le pic du nombre moyen d'adventices par côté de répétition est en avril (alors que le pic de recouvrement est en mai). L'erreur-type du témoin est important, contrairement à ceux de la paille et de *H. pilosella* qui ne sont même pas visibles sur le graphique.

L'Anova confirme le fait qu'il y a une différence significative suivant les dates et les modalités. Le postoc accepte l'hypothèse selon laquelle les moyennes de la paille et de *H. pilosella* sont égales (les deux années confondues), et qu'elles sont différentes du témoin.

En 2017, H. pilosella (15.7) présente un nombre moyen d'aventices plus élevé que la paille (2.8).

Tableau 3 : Nombre moyen d'individus par côté de répétition (soit 2 m²), par modalité et par année

	Nombre moyen d'individus	
Modalité	En 2017	En 2018
Témoin	17,2	71,4
Paille	2,2	4,8
H. pilosella	15,7	2,8
Total général	13,5	38,9

Comme l'indique le Tableau 3, en 2018, le nombre moyen d'adventices de H. pilosella (2.8) est plus faible qu'en 2017 (15.7), mais aussi plus faible que celui de la paille (4.8).
Parallèlement, le nombre total moyen d'adventices a augmenté entre 2017 et 2018 (*H. pilosella* va donc à l'inverse de cette tendance), et le nombre moyen d'adventices a même quadruplé sur le témoin dans cette même période.

H. glabra semble aussi présenter moins d'adventices. Son nombre moyen d'individus sur l'année 2018 est de 18,8, ce qui est trois fois moins que le témoin en 2018.

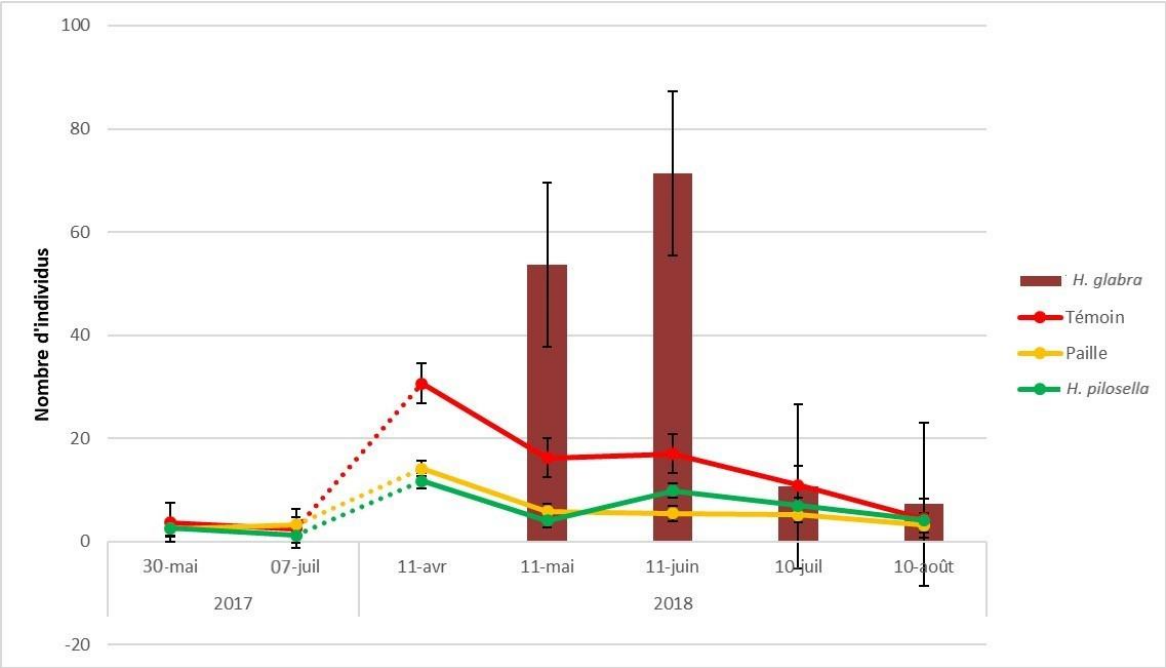


Figure 7 : Nombre moyen d'adventices sur le double rang de thym (soit 2 m²)

ANOVA type II à 2 facteurs

	p. value
Date	< 2.2e-16
Modalités	0.001163
Date:Modalités	0.000006488

Contrast	p-value
Paille – *H. pilosella*	0.7822
Paille - Témoin	0.1030
H. pilosella - Témoin	0.0187

L'Anova effectuée avec les données contenues dans la Figure 7 confirme le fait qu'il y a au moins une différence significative suivant les dates et les modalités.

Le postoc affine ce résultat en affirmant que les populations de *H. pilosella* et de la paille sont similaires (p.value = 0.7822) et qu'il existe une différence significative de moyenne entre la modalité *H. pilosella* et le témoin (p.value = 0.0187). Pourtant, il accepte aussi que la paille et le témoin aient des valeurs de moyenne égales (p. value = 0.1030).

Tableau 4: Nombre moyen d'individus sur le double rang de thym (soit 2 m²), par modalité et par année

	Nombre moyen d'individus	
Modalité	En 2017	En 2018
Témoin	3,3	16,8
Paille	2,8	8,3
H. pilosella	2,1	8,6
Total général	2,8	12,0

Concernant le nombre moyen d'adventices par année dans le double rang de thym (Tableau 4), les modalités *H. pilosella* et paille sont similaires. Ces deux modalités comptabilisent trois fois moins d'adventices que pour le témoin.

Pour la répétition de *H. glabra*, les résultats semblent plus mauvais que ceux du témoin : elle présente une moyenne générale de 28.6 adventices sur le double rang de thym contre 16.8 pour le témoin. La population d'adventices de *H. glabra* semble aussi aller à la hausse du 11 mai-11 juin alors que les populations des autres modalités vont à la baisse pendant cette même période.

Parmi les 36 espèces présentes (dont 10 de manière exeptionnelle), les espèces redondantes et en grande quantité sont *Polygonum aviculare, Amarenthus retroflexus, Veronica persica, Senecio vulgare* et *Poa annua*.

3.4. Dynamique de la biodiversité

Biodiversité en arthropodes (pièges Barber)

L'indice de biodiversité utilisé est calculé comme suit : abondance d'arthropodes par répétition * nombre d'ordres d'arthropodes par répétition. Les valeurs des répétitions sont moyennées afin de donner un nombre par modalité et par date. Les résultats sont présentés dans ce tableau de contingence (Tableau 5) et dans le graphique ci-dessous.
A noter que l'indice de biodiversité est calculé pour la modalité *H. glabra*, mais que cette modalité est exclue des manipulations de données qui suivent.

Tableau 5 : Tableau de contingence de la biodiversité moyenne en arthropodes selon la modalité, l'année et la date de relevé

Campagne	Date	Témoin	Paille	*H. pilosella*	TOTAL	*H. glabra*
2017	10-mai	184	231	135	550	
2017	24-mai	437	133	216	786	
2017	07-juin	414	407	348	1169	
2017	21-juin	350	675	609	1634	
2017	05-juil	12	159	86	257	
2017	19-juil	340	349	277	967	
2017	02-août	355	123	297	774	
TOTAL		2091	2076	1969	6136	
2018	02-mai	608	79	342	1029	235
2018	16-mai	1164	1336	1065	3565	522
2018	30-mai	322	281	620	1223	232
2018	13-juin	307	702	397	1406	120
2018	27-juin	1450	787	620	2857	824
2018	11-juil	437	245	514	1196	567
2018	28-juil	195	198	146	539	473
TOTAL		4483	3629	3704	11816	2973

Le test de Khi-deux appliqué au tableau de contingence de la biodiversité moyenne en arthropodes (Tableau 5) indique que les variables sont indépendantes (p.value = 0.1209) : il n'y a pas de lien entre l'année et la modalité par rapport à la biodiversité. La biodiversité est plus faible en 2017 qu'en 2018 quelle que soit la modalité. Cependant, en 2018, le témoin a tendance a présenter plus de biodiversité que les autres modalités.

H. glabra semble présenter un peu moins de biodiversité que les autres modalités.

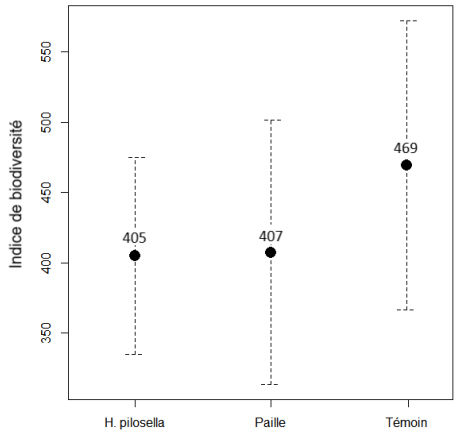


Figure 8 : Moyenne de l'indice de biodiversité en arthropodes par modalité, tous relevés confondus

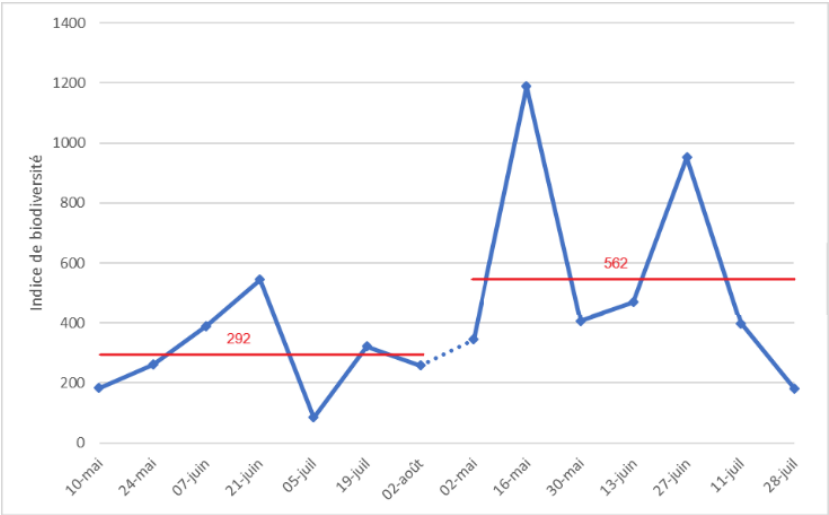


Figure 9 : Evolution de l'abondance de biodiversité sur les périodes de relevés (modalités témoin, paille et H. pilosella confondues).

La figure 8 illustre plus globalement le tableau de contingence (la modalité H. glabra n'est pas prise en compte) : effectivement, les deux années confondues, la biodiversité en arthropodes moyenne varie peu selon les modalités, même si elle a tendance à être en moyenne plus élevée pour le témoin.

Etant donné que les variables du Khi-deux sont indépendantes, il est possible de retracer justement l'évolution de la biodiversité en arthropodes au cours des relevés sur les deux années, toutes modalités confondues. La figure 9 illustre cette évolution. Les moyennes par année sont indiquées en rouge (292 pour 2017, 562 pour 2018). La biodiversité en arthropode est à son maximum le

21/06 pour 2017, et le 16/05 pour 2018. Pour les deux années, il y a une chute de la biodiversité (05/07/17 et 30/05-13/06/18) puis de nouveau une hausse (19/07/17 et 27/06/18).

Rapport ravageurs/auxiliaires (pièges englués)

Il a été identifié 4 espèces de cicadelles : *Eupteryx decemnotata, Zyginiadia sp, Philaenus spumarius* et *Emelyanoviana mollicula.*
Les cicadelles *Eupteryx decemnotata* représentent environ 90% de la population totale de cicadelles.

Tableau 6: Tableau de contingence de l'abondance moyenne de l'ensemble des cicadelles selon la modalité, l'année et la date de relevé.

Campagne	Date	Témoin	Paille	*H. pilosella*	TOTAL	*H. glabra*
2017	10-mai	184	231	135	550	
2017	24-mai	437	133	216	786	
2017	07-juin	414	407	348	1169	
2017	21-juin	350	675	609	1634	
2017	05-juil	12	159	86	257	
2017	19-juil	340	349	277	967	
2017	02-août	355	123	297	774	
	TOTAL	2091	2076	1969	6136	
2018	02-mai	15	16	20	51	27
2018	16-mai	425	349	292	1066	744
2018	30-mai	375	383	108	866	538
2018	13-juin	181	153	94	428	44
2018	27-juin	144	113	70	327	84
2018	11-juil	156	105	76	337	127
2018	25-juil	105	67	74	246	84
	TOTAL	1401	1186	734	3321	1648

Dans le tableau de contingence (Tableau 6), les valeurs des répétitions sont moyennées afin de donner un nombre de cicadelles moyen par modalité et par date.

Le test de Khi-deux appliqué au tableau de contingence (modalité *H. glabra* exclue) indique que les variables sont dépendantes (p.value = 0.0002911) : il y a un lien entre l'année et la modalité par rapport à l'abondance de cicadelles.
En effet, il y a moins de cicadelles en 2018 qu'en 2017, et cela varie entre les modalités. En 2018, la modalité *H. pilosella* a notamment en moyenne presque deux fois moins de cicadelles que le témoin.

H. glabra semble présenter plus de cicadelles que les autres modalités.

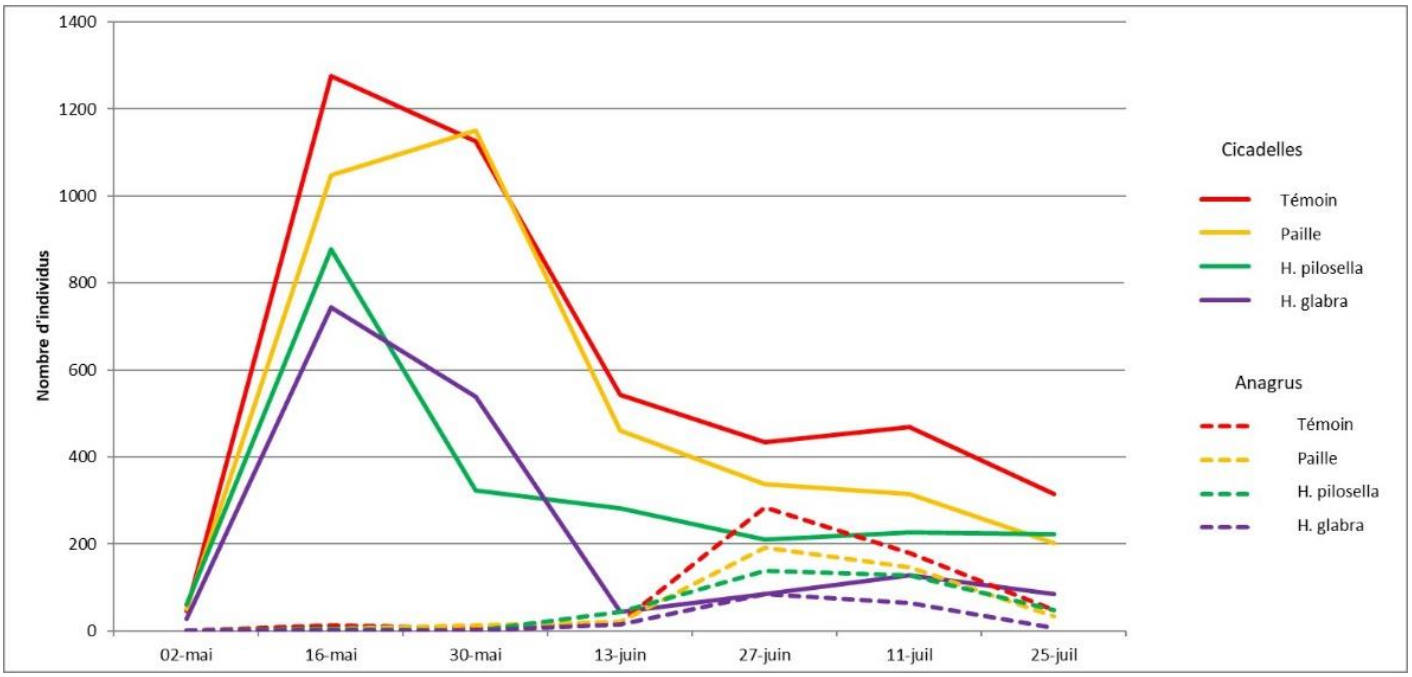
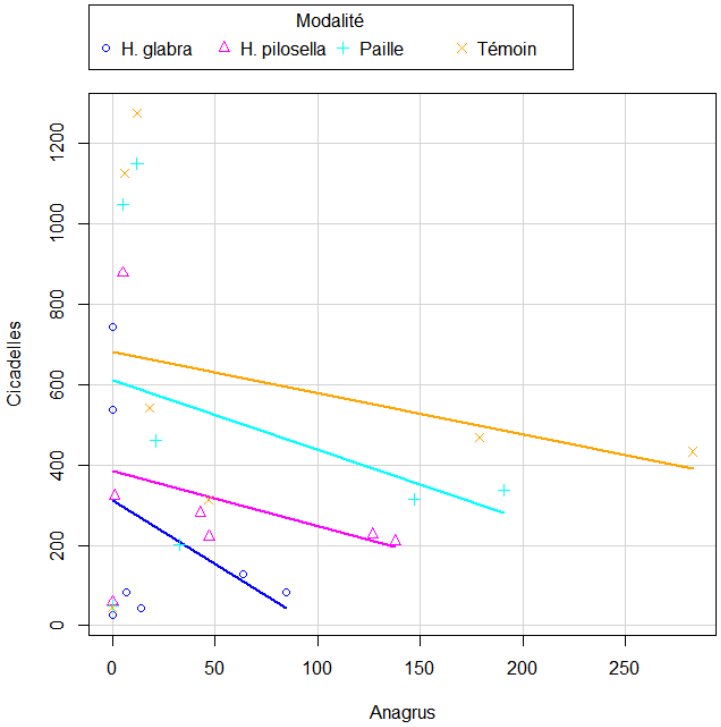


Figure 10 : Abondance totale des cicadelles et d'Anagrus par modalité et par date (année 2018)

Le graphique de la Figure 10 (issu des données disponibles en Annexe III), indique que la population de cicadelles explose entre le 02/05 et 16/05. Le pic de présence des cicadelles est en mai. La population de l'auxiliaire *Anagrus sp* apparait début juin.



Coefficient de corrélation de Spearman

	rho	p. value
Tout	0.045	0.8207
Témoin	-0.107	0.8397
Paille	-0.071	0.9063
H. pilosella	-0.179	0.7131
H. glabra	-0.0206	0.6582

*Figure 11 : Représentation graphique de la relation cicadelles/*Anagrus *(coefficient de corrélation de Spearman).*

L'analyse statistique des relevés de 2018 (nombre total d'individus par modalité et par date) via le coefficient de Spearman indique que les p. value sont toutes >0.05, ce qui indique qu'il n'y a pas de corrélation significative entre les deux variables.

L'analyse permet la construction d'un nuage de points avec une droite de tendance (Figure 11).

Il en résulte que les coefficients de corrélation sont tous négatifs et très proche de zéro : il y a une très faible corrélation négative entre l'abondance de cicadelles et l'abondance de *Anagrus sp*. C'est-à-dire que selon cette analyse, plus il y a de ravageurs (cicadelles), moins il y a d'auxiliaires (*Anagrus sp*). Il semblerait que ce soit aussi le cas pour la modalité *H. glabra*. La modalité *H. pilosella* présente la corrélation la plus forte.

Toutefois, *H. pilosella* a tendance à présenter moins de cicadelles (et d'*Anagrus sp*) que le témoin ou la paille.

La tendance de H. glabra n'est pas interprétable car elle est comparée à des

valeurs sommées de répétitions et non à des valeurs moyennes de modalité.

3.5. Caractéristiques du sol

Tableau 7 : Tableau de contingence des vers de terre prélevés le 09/01/18

Répétition	Epigés	Endogés	Anéciques	TOTAL
Témoin 1	49	122	30	201
Témoin 2	0	74	21	95
Paille 1	9	103	16	128
Paille 2	20	118	98	236
H. pilosella 1	23	65	36	124
H. pilosella 2	31	41	31	103
TOTAL	83	327	181	591

Tableau 8 :Tableau de contingence de vers de terre prélevés le 09/01/18 (moyenne par modalité)

Modalité	Epigés	Endogés	Anéciques	TOTAL
Témoin	25	98	26	149
Paille	15	111	57	183
H. pilosella	27	53	34	114
TOTAL	67	262	117	446

Les données du Tableau 7 ne peuvent pas être soumises à des analyses statistiques du fait du trop faible nombre de répétitions par modalité (il aurait fallu au moins trois données par modalité). Il semblerait qu'il n'y a pas de lien entre les deux relevés des modalités témoin et paille, chacune des deux modalités montrent des populations variant énormément. La modalité *H. pilosella* semble présenter des résultats plus cohérents.

Une analyse descriptive est toutefois possible et rendue plus claire par une mise en forme des données en utilisant des moyennes (Tableau 8). Il en ressort que la paille présente le plus grand nombre de vers de terre, suivie par le témoin puis en dernier vient la modalité *H. pilosella*. La différence majeure entre la modalité

H. pilosella et les autres est qu'elle a tendance à avoir moitié moins de vers de terre endogés.

Les analyses demandées au laboratoire Auréa sont le taux de phosphore (méthode Olsen), le taux de potassium, la CEC, le rapport C/N, la biomasse microbienne et l'activité enzymatique FDA.
Pour rappel, le sol de la parcelle accueillant l'essai est de type sablo-limoneux, moyennement caillouteux et acide (pH = 6.5).

Tableau 9 : Tableau de données des analyses de sol

Mesure effectuée	Témoin	Paille	*H. pilosella*
Phosphore Olsen (mg/kg)	155	146	165
Potassium (mg/kg)	195	373	215
CEC (meq/100g)	10,2	8,2	8,7
C/N	10,1	8,6	8,7
Biomasse microbienne (mg C microbien/kg sur sol sec)	225	296	290
FDA hydrolase (µM/g/h) sur brut	2,290	3,198	2,922

En se basant sur la grille Comifer (1993), les différences observées ne sont que des micro-variations. Les analyses de sols montrent donc des résultats globalement similaires entre les trois modalités.
Le Phosphore et le Potassium sont élevés, le C/N et la CEC sont normaux pour ce type de sol.
Toutefois, la paille et *H. pilosella*, présentent une biomasse microbienne et une activité enzymatique des micro-organisme (FDA hydrolase) supérieures aux résultats du témoin.

3.6. Outils pédagogiques

Une vidéo complémentaire à celle créée lors du lancement du projet PLACOHB a été tournée, expliquant les avantages et limites des différents couvre-sol et la tendance que prenaient les résultats en fin juillet 2018. Cette vidéo est pour une utilisation interne, le personnel du lycée pouvant s'en servir à titre d'information ou de support lors d'intervention.

Un poster (Annexe III) a également été créé à l'intention de l'établissement du Fresne et de l'AREXHOR, l'institut technique porteur du projet Placohb. Il synthétise la situation de l'essai en 2018 et les résultats obtenus en début septembre 2018. Ce poster a notamment servi lors de leur portes ouvertes en début septembre.

Enfin, un entretien avec une enseignante de biologie de l'établissement du Fresne aboutira en avril 2019 à la réalisation d'un cours pluridisciplinaire auprès des élèves d'une classe de BTS 2 Production Horticole, afin de leur faire découvrir la voie d'expérimentation et de les initier à la démarche diagnostic. Le contenu de l'intervention comprendra une partie théorique sur les démarches de diagnostic faune/flore, puis viendra l'application de la théorie : les élèves identifieront les échantillons qui ont été relevés sur le terrain pendant le projet Placohb. Ce passage à la partie pratique a pour but de faire du lien entre les tableaux de résultats et les échantillons, en comprenant et en visualisant ce qu'il se passe sur le terrain et au laboratoire. La vidéo et le poster (cités ci-dessus) pourront compléter le cours afin rendre l'intervention plus vivante, et ainsi permettre aux élèves de vraiment s'inscrire dans le projet.

4. Discussion

4.1. Rendement du thym

Les rendements en masse fraiche similaires en 2017 s'expliqueraient par un double rang de thym à la maturité homogène lors de la récolte (16/06). Le jour de la récolte 2018 (01/06), il est observé que le thym ne présente pas le même stade de maturation sur toute le double rang, en particulier celui au niveau des répétitions de la modalité paille : son volume est plus conséquent et sa floraison est terminée. Il semblerait que le micro-climat créé par la paille (INRA, 2017) ait eu une influence sur le développement et ait accéléré la maturation du thym. La paille ayant retenu l'humidité du sol, le thym aurait moins souffert de la récolte tardive de 2017 (16/06 alors que la période de récolte s'étend plutôt entre fin mai et début juin) couplée au stress hydrique de l'été 2017. Le thym de la modalité paille se serait ainsi mieux remis de la récolte de 2017 et aurait repris de la masse dès la récolte passée, tandis que les modalités témoin et *H. pilosella* repartaient sans cet avantage.

En effet, les chiffres obtenus pour le témoin sont plus faibles en 2018 que l'année précédente. Cela est en accord avec le fait que sur la parcelle de thym où est placé l'essai, le rendement en matière fraiche a lui aussi chuté entre 2017 et 2018 (5 t/ha contre 3.5 t/ha).

Concernant la modalité *H. pilosella,* son rendement en matière fraiche est significativement identique à celui du témoin, mais elle a tendance à avoir un impact négatif sur le rendement en matière fraiche puisque le thym de cette modalité a produit moins que le témoin en 2017 et 2018. Son influence est plus marquée au bout de sa deuxième année de présence, c'est-à-dire lorsqu'elle a atteint un taux de recouvrement de 100%. Le caractère allélophatique de *H. pilosella* est probablement responsable de cette diminution de rendement. Bien qu'il soit aussi possible que le thym ait souffert d'un autre type de compétition (accès à l'eau ou aux nutriments par exemple), cette hypothèse semble erronée car *H. pilosella* n'était surement pas assez développée en 2017 pour entrer en compétition à ce point avec le thym .

Concernant les rendements en huiles essentielles, ils semblent similaires d'une année à l'autre pour le témoin et la modalité *H. pilosella.*

Pour la modalité paille, le rendement de 2017 est très bon et presque nul en 2018. Le thym de cette modalité ayant eu un développement plus précoce que

les autres modalités, les sommités fleuris échantillonnés pour effectuer l'hydrodistillation étaient en fin de floraison et comportaient peu de jeunes feuilles. Or, comme indiqué dans la bibliographie, les huiles essentielles sont contenues dans les fleurs et les jeunes feuilles. La faible teneur en huiles essentielles du thym s'expliquerait donc par le fait que la récolte pour la distillation n'a pas été effectuée à la période optimale (trop tard) pour la modalité paille.

Le protocole pourrait être amélioré en renseignant le stade de maturité du thym à la récolte et à l'échantillonnage pour la distillation, selon la modalité.
De plus, pour pouvoir pleinement exploiter les résultats des rendements en huiles essentielles (et non donner juste une tendance), il faudrait faire une distillation par répétition (soit 9 au total pour l'essai) pour pouvoir exploiter les données. En effet, malgré que le thym qui a servi à l'extraction d'huiles essentielles ait été prélevé sur les trois répétitions de chaque modalité, le fait de n'avoir qu'une seule donnée de rendement n'est pas quantitativement suffisant pour l'interprétation statistique.

4.2. Dynamique des couvre-sol

H. pilosella

Toutes répétitions confondues, *H. pilosella* connaît une baisse de recouvrement de 11/05, qui s'expliquerait par l'impact des prélèvements de sol effectués le 30/04 (point 2.4.5.) et le piétinement répétitif des élèves du lycée venus observer l'essai (*H. pilosella* était piétinée en son centre). Après cette perturbation, la plante s'est rétablie à 99% de recouvrement, jusqu'aux fortes chaleurs. En effet, *H. pilosella* a subi la canicule durant les mois de juillet et août, les feuilles étaient très flétries et certains plants sont morts (la plante n'a bénéficié d'aucun arrosage). Le taux de recouvrement a globalement chuté à moins de 90%. Pourtant, la plante semble globalement se maintenir voire se rétablir en septembre, même si l'on ne retrouve pas encore les valeurs d'avant canicule (au 10/07).

En outre, bien que les parties feuillues ne recouvrent pas 100% du sol, les stolons non feuillus (vivants ou morts) recouvrent quant à eux totalement le sol : le sol n'est pas visible.

Certains individus encerclés par la plante sont morts (mais aucun sur le bord des répétitions). Cela peut-être dû au stress hydrique de la canicule, à un auto-empoisonnement, ou autre.
Enfin, *H. pilosella* a tendance à coloniser les surfaces alentour. Elle s'étend parfois sur le double rang de thym où des pieds ont été malencontreusement arrachés (laissant ainsi le sol à nu), voire même sous le thym (photographies en Annexe IV).

Ainsi, *H. pilosella* rempli son rôle physique de couvre-sol. Elle a tendance à avoir un caractère colonisateur, ce qui peut être positif si le but est d'étendre la couverture du sol. Si au contraire *H. pilosella* est utilisée sur une zone bien délimitée, une gestion de la plante sera nécessaire (binage mécanique par exemple).

H. glabra
H. glabra s'est étendue de façon rapide et continue, passant de 15 à quasiment 100% de recouvrement seulement quatre mois après sa plantation. Tout comme *H. pilosella*, *H. glabra* a souffert de la canicule (elle non plus n'a pas bénéficié d'arrosage) et perd de sa surface entre le 10/07 et le 10/08 pour atteindre un peu moins de 90% de recouvrement. Quelques plants sont morts. Elle perd encore quelques points du 10/08 au 11/09. En effet, quelques plants sénescents au 10/08 sont morts entre le 10/08 et le 11/09.
Les photographies réalisées sont visibles en Annexe V (certaines ont été perdues).

L'évolution des deux plants est quasiment similaire, à en moyenne 0.35 cm de diamètre près (écartype moyen). En quatre mois, ils ont multiplié par 7 leur diamètre (5cm à la plantation en 15/03 et 34.5 cm le 18/07). A partir du 18/07, les plants se flétrissent à cause de la canicule et perdent quelque centimètres de diamètre. Cela n'impacte pas pour autant le taux de recouvrement car les plants

ont été espacés de 13 cm à la plantation, ils recouvrent l'espace qui les séparent de leurs voisins. Comme dit précédemment, ce sont les plants morts qui font baisser le taux de recouvrement, et non le flétrissement des plants. Les photographies réalisées sont visibles en Annexe V.

Il a été observé en septembre que des plants déclarés morts (car très sévèrement desséchés et ayant les brins cassant) semblent repartir : de nouvelles tiges poussent en partant de la base de la rosette. Cette observation hors protocole pourrait laisser entendre que *H. glabra* regénère sa couverture. Les mesures seraient extrêmement intéressantes à poursuivre.

Pour rappel, les plantes couvre-sol ont atteint un taux de recouvrement de 100% avec différentes densité de plantation. *H. glabra* a été plantée avec 60 plants/m², tandis que *H. pilosella* a été plantée à 100 plants/m².
La méthode d'implantation en elle-même est discutable. En effet, la plantation à la main est bien trop chronophage (et donc coûteuse) pour espérer démocratiser l'utilisation des plantes couvre-sol avec ce mode d'implantation. Outre la semaison, *H. pilosella* et *H. glabra* pourraient être implantées par hydromulching, comme le teste actuellement « Les pépinières de l'Evre » (49600 Montrevault-sur-Evre). Des graines, des plants ou des boutures sont mélangés à de l'eau et de la ouate de cellulose dans une grande cuve. Le mélange est projeté au sol par un tuyau sous pression, sur des inter-rangs ou au pied d'arbres en pleine terre. Photos visibles en Annexe VI.

4.3. Dynamique des adventices

Les relevés et analyses ont montré que *H. glabra* est au moins aussi efficace que la paille (donc de loin meilleure que le témoin) pour le contrôle des adventices, et qu'elle a même tendance à être plus efficace.

Les adventices sont présentes en plus grand nombre (que ce soit sur les inter-rangs ou sur le double rang de thym) du 11/05 au 11/06, c'est-à-dire en plein pendant la période des récoltes. L'importance de l'efficacité des couvre-sol entre

mai et juin est donc primordiale. Cependant, l'efficacité de la lutte contre les adventices doit être assurée toute l'année pour minimiser au maximum la reproduction sexuée des adventices, afin de ne pas augmenter le stock grainier dans le sol. *H. pilosella* (en 2018) et la paille (2017 et 2018) semblent remplir leur rôle de contrôle des adventices tout au long de l'année car le taux de recouvrement des adventices n'excède pas 5%. Il n'y a même pas de hausse significative d'adventices lors de la baisse de recouvrement et le flétrissement de *H. pilosella* en été. Au contraire même, *H. pilosella* est de plus en plus efficace à mesure du temps.

Avec *H. pilosella*, les graines déjà présentes dans le sol ne germent pas à cause de ses effets allélophatiques (Widera, 1978), ce qui pourrait expliquer une si faible présence d'adventices sur les inter-rangs. Les adventices ne se rabattent pas pour autant sur le double rang de thym, car là aussi leur présence est très limitée et similaire à la présence d'adventices sur les modalités paille.

La présence de *Senecio vulgaris* (Séneçon vulgaire) est problématique. En effet, cette plante est toxique pour l'Homme. De plus, étant une *Asteraceae, Senecio vulgaris* est riche en huiles essentielles. (Nouioua W., 2012). Celles-ci pourraient se retrouver mélangées aux huiles du thym pendant la distillation, et la qualité s'en trouverait altérée

Concernant, *H. glabra*, la présence d'un gros foyer de *Polygonum aviculare* à proximité directe de l'essai a pu fausser les relevés. En effet, il y a pu y avoir une contamination de l'essai. Ainsi, peut-être faut-il revoir à la baisse le nombre d'adventices sur les côtés et sur le double rang de thym. De plus, le double rang de thym était troué et les pieds émaciés, ce qui a pour conséquence de laisser disponible de la surface de sol, ensoleillé de surcroit, pour le développement de la flore adventice. Cette particularité pourrait en partie expliquer les chiffres très hauts du 11/05 et 11/06 sur le double rang de thym. Malgré cela, cette plante couvre-sol semble prometteuse. Le taux de recouvrement par les adventices de la modalité *H. glabra* est plus proche de celui du témoin que des deux autres modalités, mais en ce qui concerne le nombre d'adventives présents sur les côtés, il est plutôt faible. Cela s'explique par le fait que les adventices présentes

n'étaient pas des plantules (beaucoup de pied pour peu de recouvrement) mais des plantes bien développées (peu de pieds pour beaucoup de recouvrement). Pour sa première année d'implantation, les résultats sont plutôt encourageant.

Il est à noter que la puissance des modèles utilisés est amoindrie à cause de la condition de dispersion qui ne peut être respectée que dans une certaine limite. En effet, des valeurs extrêmes brouillent les données (notamment au relevés du 11/04). Il a pourtant été décidé de ne pas les exclure, car les ignorer aurait été une grande perte d'information. Ainsi, pour l'abondance d'adventices sur le double rang de thym, cette prise en compte des valeurs extrêmes expliquerait que l'Anova affirme que la modalité paille est similaire au témoin, ce qui parait faux graphiquement (Figure 7) et numériquement (Tableau 4).

Au niveau du protocole, il existe un risque de biais du caractère quantitatif des inventaires floristiques : sur le protocole de 2017, il n'est pas renseigné à partir de quel stade de développement les adventices sont prises en compte. En 2018, il a été pris la décision de comptabiliser toutes les adventices dès le stade 2 feuilles, ce qui n'a peut-être pas été fait en 2017.

4.4. Dynamique de la biodiversité

La biodiversité n'est pas significativement influencée par les modalités. *H. pilosella* n'influence donc pas ni positivement ni négativement la biodiversité.
Tout comme pour les adventices, il y a plus de biodiversité en 2018 qu'en 2017.

Le fait de choisir un indicateur connu tel que l'abondance, la richesse spécifique ou l'indice de Shannon pour le calcul de la biodiversité aurait permis de faire une comparaison avec d'autres études. Il y a une perte d'information en multipliant le nombre d'ordre avec le nombre total d'individus. En effet, cet indice de biodiversité d'une valeur de 500 peut être du à 100 espèces représentées avec 5 individus par espèce, comme il peut être du à 5 espèces représentées par 100 individus par espèce. De plus, aucune valeur référence ne peut être prise en compte pour évaluer l'abondance de biodiversité ici calculée : il est impossible

de savoir quels sont les seuils de « biodiversité faible », « moyenne » ou « forte ». La seule et unique référence possible est le témoin.

Tout comme les adventices, les cicadelles voient leur pic d'abondance se positionner en mai, ce qui constitue vraiment une période critique pour la récolte. La très forte abondance de cicadelles à cette période est logique puisque celles-ci se nourrissant de mésophylle, la population croit en même temps que le thym prend en masse.

En 2018, la modalité *H. pilosella* présente presque deux fois moins de cicadelles que le témoin. Ce résultat est peut-être dû au fait que la production massique de thym est plus faible (le rendement en matière fraiche est le plus bas des trois modalités), ce qui fait moins de ressource alimentaire pour les ravageurs.

Il semblerait y avoir aussi moins pour de cicadelles sur la modalité *H. glabra*. Ici aussi, peut-être que la qualité du thym est la cause de ces valeurs plus faibles (le double rang de thym est troué et émacié sur la modalité *H. glabra*)

Selon le test de corrélation de Spearman, il semblerait que la relation proie prédateur soit très faiblement négative, c'est-à-dire que plus il y a de cicadelles, moins il y a d'*Anagrus sp*. Peut-être serait-il plus pertinent de ne prendre en compte que les données à partir de la date où la présence d'*Anagrus sp* est avérée. *Anagrus sp* commence à se montrer en début juin, après le pic de présence des cicadelles. Ce décalage explique sans doute ce coefficient de corrélation négatif. Certes, la population de cicadelles décroit sans qu'il y ait encore d'Anagrus (à partir de mi-fin). Mais lorsque *Anagrus sp* est installé, les populations de cicadelles stagnent. elle mai Faire statistiques à partir du relevé où la présence de Anagrus est avérée.

Des tests Anova auraient du être effectués pour faire des comparaisons de moyenne entre les populations, pour les arthropodes comme pour les cicadelles, mais les conditions (indépendance des résidus, homoscédasticité des variances) n'étaient pas assez respectées pour créer un modèle linéaire généralisés (la loi Poisson) viable.

4.5. Analyses de sol

Il existe trois types de vers de terre : les épigés (petits vers colorés) qui agissent en surface et se nourrissent directement de matière organique et de végétaux en décomposition ; les endogés (vers plus pâles), qui creusent et vivent dans des galeries horizontales et se nourrissent de terre mélangée à la matière organique ; enfin, les anéciques (gros vers bicolore), qui cherchent leur nourriture à la surface du sol puis la distribuent en profondeur grâce aux galeries verticales qu'ils creusent (CNRS). Chaque type de vers de terre est important, et les anéciques le sont particulièrement du fait qu'ils brassent la matière organique. Les résultats des relevés sont difficilement interprétables mais il peut être retenu que les trois modalités présentent des vers de terre, la paille en plus grande abondance, ce qui est logique puisque la paille fournit en quantité de la matière organique morte à décomposer. Il semblerait y avoir moins de vers de terre dans le sol de la modalité *H. pilosella*, notamment en endogés. En extrapolant, il se peut que cela s'explique par le fait que *H. pilosella* impacte cette population par ses exsudats allélophatiques. En effet, les épigés étant en surface et les anéciques s'enfonçant profondément dans le sol, ce sont les endogés qui seraient les plus exposés aux toxines. La littérature abonde sur le fait que les vers de terre sont sensibles aux toxines, que ce soit par ce qu'ils les ingèrent ou parce qu'elles sont en contact avec leur peau (qui leur sert à respirer).

Les sols riches en sables présentent une CEC inférieure à 10 et ont une faible teneur en matière organique (source : Manuel de fertilité des sols, IPNI, 2006).
Le taux de matière organique est très bon pour un sol sableux comme celui de l'essai. Les taux de Phosphore et de Potassium sont très élevés, ce qui est courant sur sol schisteux (ce qui est le cas sur cette parcelle).
Les résultats des analyses de sol sont donc normaux voire bons (taux de matière organique entre 2.6 et 3.1 %). Ce qui est vraiment intéressant à retenir de ces analyses, c'est que *H. pilosella* n'influe pas négativement la qualité du sol. Elle semble même permettre une plus grande biomasse et activité microbiennes, tout comme la paille, ce qui s'explique par le fait que le sol n'est pas laissé à nu

(Arvalis, 2017).

Ainsi, la piloselle semble faire baisser le rendement en matière fraiche du thym. Elle ne semble donc pas être une plante couvre-sol adaptée pour la culture de thym, sans doute à cause de ses effets allélopathiques. Toutefois, cela ne signifie pas pour autant qu'elle est inadaptée à toutes les cultures. Le thym est un végétal à enracinement peu profond, peut-être que des cultures à enracinements profonds (arboriculture) seraient insensibles aux agents allélopathiques exsudés par *H. pilosella*.

Des difficultés ont été rencontrées pour exploiter les données relevées l'année précédente : manque de précision dans le protocole (quel est le stade de développement pour compter les adventices), relevés non effectués (recouvrement de *H. pilosella* notamment), ou mise en forme des données modifiées rendant la compréhension difficile ou obligeant un retour aux données brutes (énorme perte de temps, notamment sur les relevés de biodiversité faunistique).

4.6. Utilisation des outils pédagogiques

A la fin de l'écriture de ce rapport, aucun retour n'a eu le temps d'être effectué par l'Arexhor concernant le poster. La vidéo est en ligne mais n'a pas non plus encore été diffusée à un public d'apprenants.

Conclusion

Cette étude confirme les tendances que prenait la plante couvre-sol *H. pilosella* en 2017, à l'année de son implantation. Les résultats de 2018, où *H. pilosella* est à 100% de recouvrement, montrent que *H. pilosella* est au moins aussi efficace (voire plus) que la paille pour contrôler les adventices, et ce tout d'avril à août.

Elle n’a pas d’influence sur la biodiversité en arthropodes, ni sur la biomasse microbienne et n’attire pas plus de ravageurs et/ou d’auxiliaires que la modalité paille ou le témoin. Toutefois, ces résultats sont à mettre en relation avec le rendement en matière fraiche du thym qui est plus bas en 2018 pour la modalité de *H. pilosella*. Les substances allélophatiques de *H. pilosella* sembleraient tellement efficaces pour limiter le développement des plantes sur les inter rangs qu’elles auraient le même effet négatif sur la culture, en limitant son développement. *H. pilosella* ne semble donc pas adaptée pour être associée à la culture de thym, mais elle peut peut-être l’être pour les cultures à enracinement profond (arboriculture). En outre, *H. pilosella* peut toujours être utilisée sur des zones non cultivées, car ses caractéristiques en font une plante couvre-sol remarquable. Elle pourrait par exemple être installée en abord de parcelle ou de serre, car la gestion des adventices sur ces zones est importante pour limiter le salissement des cultures. Enfin, le caractère colonisateur de *H. pilosella* est à prendre en compte : en cas d’implantation sur une zone strictement délimitée, une gestion du couvre-sol sera à prévoir, ce qui peut poser question sur la pertinence de son installation. Concernant *H. glabra*, les résultats semblent aller dans le même sens que *H. pilosella.* Très vite développée et résistante, cette plante couvre-sol prometteuse mériterait de faire l’objet d’une étude approfondie.

Bibliographie

« Biologie végétale », 12 septembre 2018. https://www.biologievegetale.be/index.php?rub=fiches-espece&ide=331#.

Bouillant, S, C Mittaz, A Cottagnoud, N Branco, Ch Carlen, et Agroscope Changins. « Premier inventaire des populations de ravageurs et auxiliaires sur plantes aromatiques et médicinales de la famille des Lamiaceae », 2001, 7.

Brown, M. W., et D. M. Glenn. « Ground Cover Plants and Selective Insecticides as Pest Management Tools in Apple Orchards ». *Journal of Economic Entomology* 92, nº 4 (1 août 1999): 899-905. https://doi.org/10.1093/jee/92.4.899.

Burylo, Melanie, Freddy Rey, Nicolle Mathys, et Thierry Dutoit. « Plant Root Traits Affecting the Resistance of Soils to Concentrated Flow Erosion ». *Earth Surface Processes and Landforms* 37, nº 14 (1 novembre 2012): 1463-70. https://doi.org/10.1002/esp.3248.

DODET, Marine, Catherine COLLET, François NINGRE, Léon WEHRLEN, et Philippe BALANDIER. « Managing the accompanying vegetation in dedicated systems for producing woody biomass », 2011. https://doi.org/10.4267/2042/45209.

« Dossier Ver de terre », 21 septembre 2018. https://www.bioactualites.ch/cultures/sol/ver-de-terre.html.

« eFlore – Tela Botanica », 12 septembre 2018. https://www.tela-botanica.org/eflore/.

Europe, PAN. « LES PESTICIDES ET LA PERTE DE BIODIVERSITE », s. d., 31.

« FLOREALPES : Pilosella officinarum / Piloselle / Asteraceae / Fiche détaillée Fleurs des Hautes-Alpes », 12 septembre 2018. http://www.florealpes.com/fiche_hieraciumpilose.php.

Fredon Picardie. « Réduire l'usage des pesticides en cimetière », 2013. A N N E X E 3.

H. HENN. « INTERFERENCES ENTRE HIERACIUM PILOSELLA ET ARRHENATHERUM ELATIUS SUR LES TERRILS HOUILLERS DU NORD DE LA FRANCE: ALLELOPATHIE OU COMPETITION », 1986.

INRA. « Tropilég - Méthodes de protection alternatives », juillet 2017. http://ephytia.inra.fr/fr/C/22983/Tropileg-Methodes-de-protection-alternatives.

Jean Duval, agr., M.Sc. « PLANTES COMPAGNES ET COUVRE-SOL FLORAUX POUR LA LUTTE BIOLOGIQUE DES RAVAGEURS EN VERGER ». *AGRO-BIO*, nº 330-09 (31 mars 1993).

Landis, Douglas A., Stephen D. Wratten, et Geoff M. Gurr. « Habitat Management to Conserve Natural Enemies of Arthropod Pests in Agriculture ». *Annual Review of Entomology* 45, nº 1 (2000): 175-201. https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.175.

Marine Dodet,Henri Frochot,Léon Wehrlen,Florian Vast. « L'utilisation des herbicides en forêt : vers une disparition programmée ? » Forêt-entreprise n°188, s. d.

« Portail biodiversité - Thème biodiversité fonctionnelle - Dossier Agropolis », 6 septembre 2018. http://www.agropolis.fr/biodiversite/ch2-biodiversite-fonctionnelle.php.

Quennesson, S. « AFPP – 6e CONFERENCE SUR LES MOYENS ALTERNATIFS DE PROTECTION POUR UNE PRODUCTION INTEGREE LILLE – 21, 22 ET 23 MARS 2017 », 2017, 10.

REGNAULT-ROGER, PHILOGENE, et VINCENT. *Biopesticides d'origine végétale (2e éd.)*. Lavoisier, 2008.

Romet, Par Lionel. « Arboriculture Le point sur la stratégie de lutte automnale contre le puceron cendré du pommier ». *Alter Agri* septembre/octobre 2004, nº 67 (2004): 32.

Salman Shooshtarian. « Physiological and Ecological Investigation on Adoption of Some Groundcover Plants as Turfgrass Alternatives in Arid Landscape Region of Kish Island

during Cool Season ». *AFRICAN JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEEARCH* 7, nº 4 (26 janvier 2012). https://doi.org/10.5897/AJAR11.1573.

Schiavon, M, C Perrin-Ganier, et JM Portal. « La pollution de l'eau par les produits phytosanitaires : état et origine ». *Agronomie* 15, nº 3-4 (1995): 157-70.

Tilman, David, Christian Balzer, Jason Hill, et Belinda L. Befort. « Global Food Demand and the Sustainable Intensification of Agriculture ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108, nº 50 (13 décembre 2011): 20260-64. https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108.

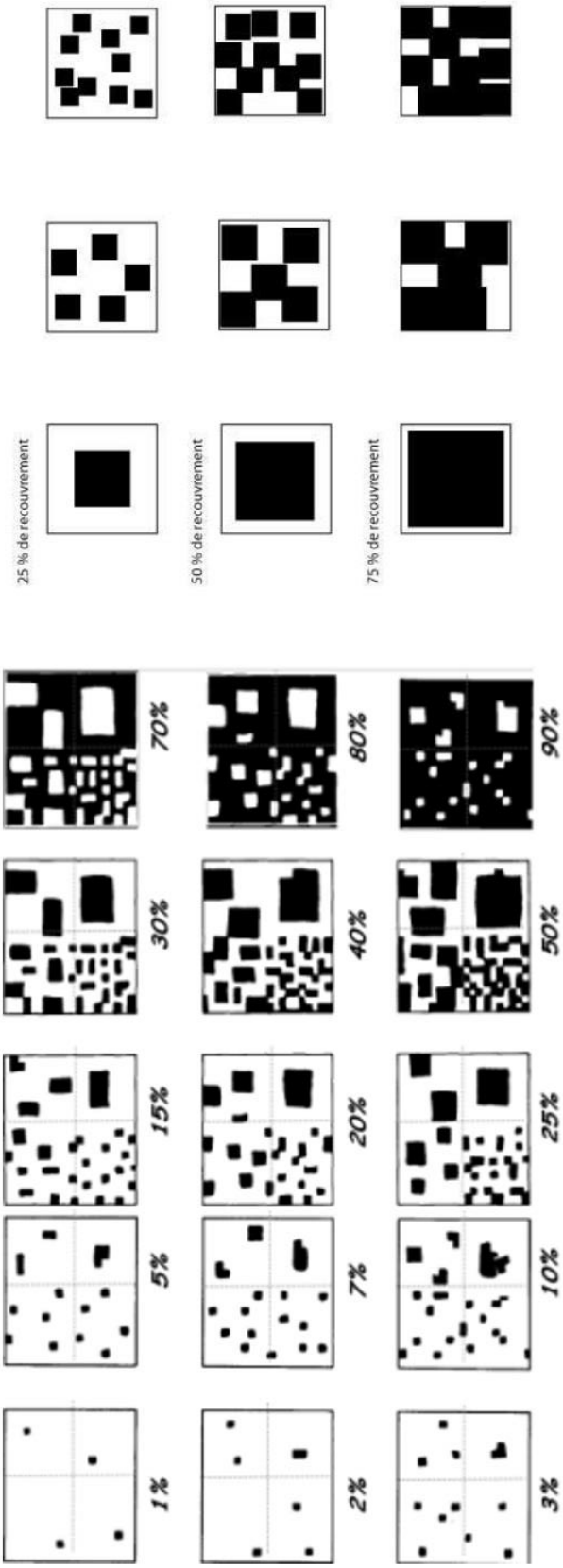
« Tropilég - Gestion des enherbements pérennes non concurrentiels », 21 septembre 2018. http://ephytia.inra.fr/fr/C/23196/Tropileg-Gestion-des-enherbements-perennes-non-concurrentiels.

V´ıctor Hugo Dur´an Zuazo, Carmen Roc´ıo Rodr´ıguez Pleguezuelo. « Soil-erosion and runoff prevention by plant covers. A review », 2008.

VEDIE, Hélène. « Fertilité chimique du sol : savoir interpréter les analyses pour gérer les apports d'éléments majeurs (phosphore, potasse, magnesie) en maraichage biologique ». GRAB, 2008.

S. d.

Annexe I : Échelle utilisée pour déterminer le taux de recouvrement des adventices



Annexe II : Mesures effectuées sur *H. pilosella* et *H. glabra*

Tableau de suivi du recouvrement de H. glabra (en %)

	15/03/18	12/04/18	11/05/18	11/06/18	10/07/18	10/08/18	11/09/18
Côté gauche	15	25	50	90	100	85	80
Côté droit	15	25	40	80	95	90	90

Tableau de suivi du recouvrement de H. pilosella par répétition (en %)

Côté gauche	12/04/18	11/05/18	11/06/18	10/07/18	10/08/18	11/09/18
H. pilosella 1 :	100	100	100	100	90	85
H. pilosella 2 :	100	100	95	95	95	95
H. pilosella 3 :	100	90	100	100	95	90

Côté droit	12/04/18	11/05/18	11/06/18	10/07/18	10/08/18	11/09/18
H. pilosella 1 :	100	85	100	100	90	90
H. pilosella 2 :	100	90	100	100	95	100
H. pilosella 3 :	100	100	100	100	70	80

Tableau de suivi des deux plants de H. glabra (en cm)

	***H. glabra* n°1**		***H. glabra* n°2**	
Date	Diamètre (cm)	Inflorescence	Diamètre (cm)	Inflorescence
15-mars	5		5	
21-mars	5		5	
28-mars	7		6	
04-avr	8		8	
11-avr	8,5		8,5	
18-avr	9,5		9,5	
25-avr	10,5		10,5	
02-mai	13		14	
09-mai	16		16	
23-mai	19	oui	20	oui
06-juin	23	oui	24	oui
20-juin	27	oui	27	oui
04-juil	32	oui	31	oui
18-juil	35	oui	34	oui
01-août	32	oui	31	oui
16-août	28	oui	27	oui

Annexe III : Tableau de contingence du nombre total de l'ensemble des cicadelles et des *Anagrus sp*, par modalité, par date, pour l'année 2018.

Témoin

Date	*Eupteryx decemnotata*	*Zyginidia sp*	*Philaenus spumarius*	*Emelyanoviana mollicula*	*Anagrus sp*	Thrips
02/05	44	0	1	0	0	-
16/05	1188	87	1	0	12	-
30/05	1118	4	1	2	6	19
13/06	527	1	11	3	18	154
27/06	394	21	5	13	283	34
11/07	415	29	3	21	179	25
25/07	168	114	10	22	47	34

Paille

Date	*Eupteryx decemnotata*	*Zyginidia sp*	*Philaenus spumarius*	*Emelyanoviana mollicula*	*Anagrus sp*	Thrips
02/05	49	0	0	0	0	-
16/05	1013	35	0	0	5	-
30/05	1139	5	4	2	12	28
13/06	452	0	5	3	21	96
27/06	317	8	5	8	191	43
11/07	274	26	2	13	147	18
25/07	126	58	3	15	33	12

H. pilosella

Date	*Eupteryx decemnotata*	*Zyginidia sp*	*Philaenus spumarius*	*Emelyanoviana mollicula*	*Anagrus sp*	Thrips
02/05	57	0	2	0	0	-
16/05	848	28	1	0	5	-
30/05	321	0	1	1	1	7
13/06	274	0	6	1	43	109
27/06	188	6	7	9	138	46
11/07	200	14	3	10	127	32
25/07	130	81	2	9	47	63

H. glabra

Date	*Eupteryx decemnotata*	*Zyginidia sp*	*Philaenus spumarius*	*Emelyanoviana mollicula*	*Anagrus sp*	Thrips
02/05	25	2	0	0	0	-
16/05	723	20	0	1	0	-
30/05	534	0	1	3	0	56
13/06	43	0	0	1	14	51
27/06	80	0	0	4	85	8
11/07	112	8	2	5	64	7
25/07	46	26	4	8	7	14

Annexe IV : Poster de valorisation de l'étude

ASTREDHOR LOIRE-BRETAGNE Arexhor Pays de la Loire — EPLEFPA Angers Segré Le Fresne — ÉCOPHYTO RÉDUIRE ET AMÉLIORER L'UTILISATION DES PHYTOS — placohb — AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

Utilisation de plantes couvre-sol pour le contrôle des adventices et la promotion de la biodiversité (PLACOHB)

Contexte : Le projet PLACOHB est un projet national multi-partenarial, mené par l'institut de recherche Arexhor, et qui a pour but de développer des solutions alternatives par l'enherbement ou l'utilisation de couvre-sol sur des zones difficilement gérées comme les abords de parcelle, les entre-tunnels, rangs en arboriculture et viticulture, etc.

Application : Essai au niveau de l'inter-rang d'une parcelle de thym (production d'huiles essentielles).
Trois modalités testées : témoin sol nu, paille, et plante couvre-sol (PCS) : la piloselle (*Hieracium pilosella*).
Pour chacune de ces modalités, il y a 3 répétitions de 4 m² chacune.

En 2018, une répétition de turquette (*Herniaria glabra*) a été installée. Attention, n'ayant qu'une répétition (et non trois), les données de *H. glabra* donnent uniquement une tendance.

Principales mesures effectuées :

- Rendement de la culture
- Développement des PCS
- Suivi des adventices
- Suivi de la biodiversité faunistique, dont les cicadelles (insectes ravageurs

Résultats :

Culture

Le rendement en matière fraiche est plus faible pour *H. pilosella*.

	Témoin	Paille	*H. pilosella*
2017	5	4,8	4,6
2018	3,5	8,6	2,5

Tableau 1 : Masse du thym récolté (en kg)

PCS

12/04/2018

10/07/2018

H. pilosella : Recouvrement de 100% au 12/04/18.
H. glabra : Plantée le 14/03 à 60 plants/m²
(=15% de recouvrement). Au 10/07, plus de 95% de recouvrement.

Adventices

Au taux de recouvrement de 100% (année 2018), *H. pilosella* est le type de recouvrement le plus efficace contre les adventices.
H. glabra semble elle aussi efficace, à mesure qu'elle se développe.

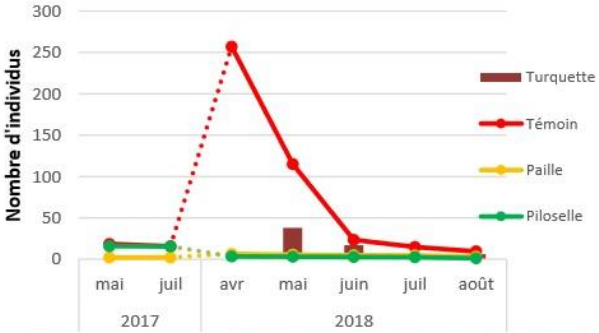


Figure 1: Nombre moyen d'adventices sur les inter-rangs, par modalité

Biodiversité et Ravageurs

La biodiversité est moins importante pour les deux PCS, y compris pour l'abondance en ravageurs.

Anagrus apparaît après la récolte dans toutes les modalités.

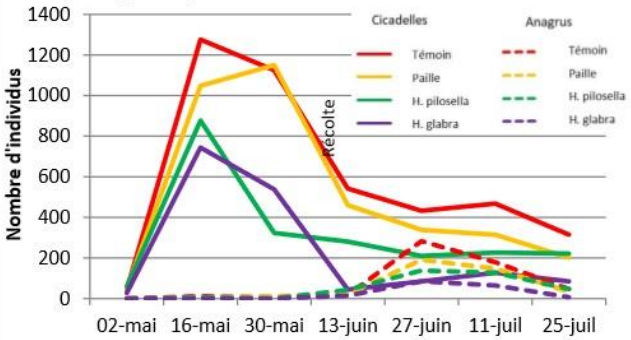


*Figure 2 : Nombre moyen de cicadelles (ravageurs) et d'*Anagrus *(auxiliares) dans le double rang de tyhm, par modalité*

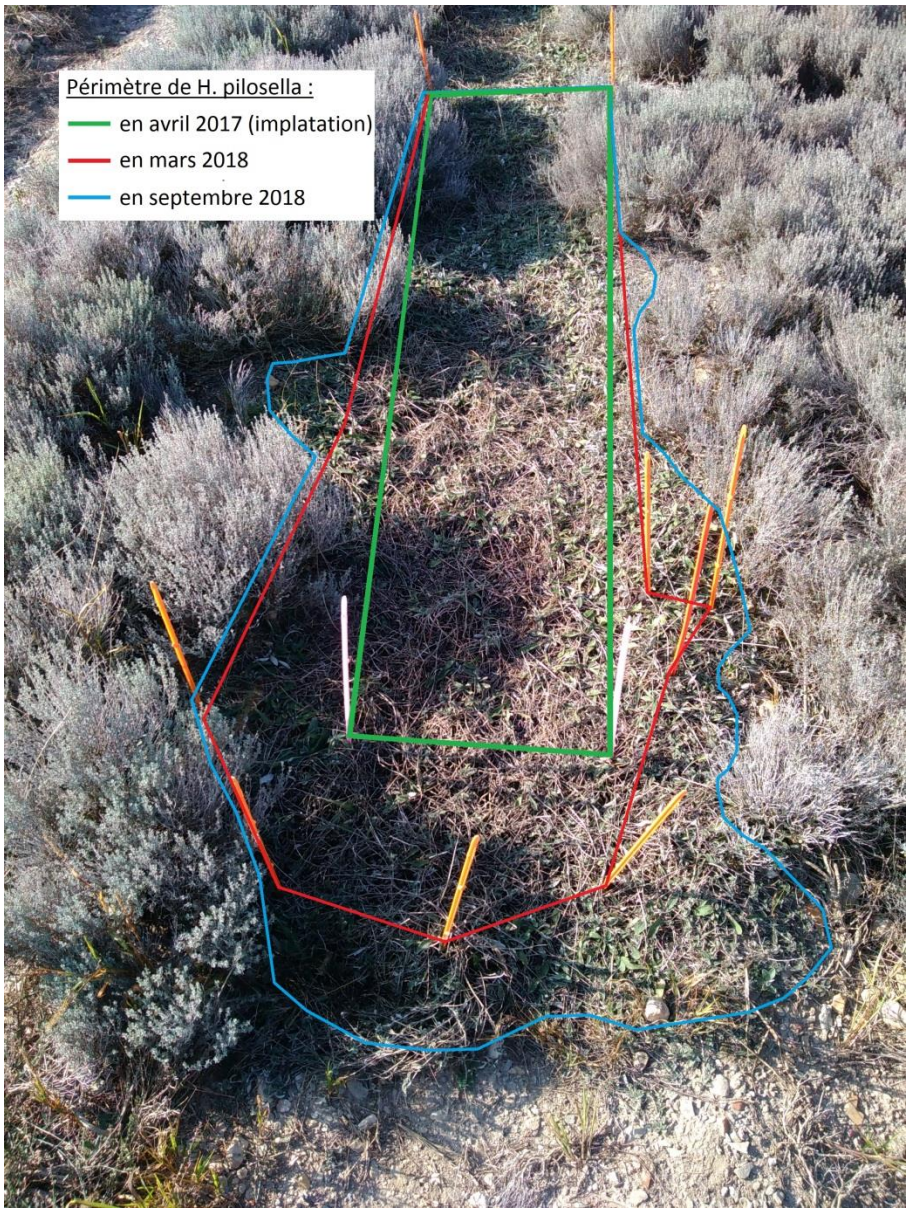
Conclusion :

H. pilosella semble faire baisser le rendement du thym. PCS à tester en culture à enracinement profond (verger). En outre, son recouvrement complet, son efficacité contre les adventices, et le fait qu'elle n'attire pas les ravageurs sont des atouts très intéressant pour la gestion de l'enherbement dans les zones non cultivées (abords de parcelle ou de serre).
H. glabra semble prometteuse (recouvrement, effets sur adventices et cicadelles). Essai à poursuivre.

Emilie AYET — Licence Professionnelle PARTAGER
Université de Rennes 1

Mots-clés : Piloselle *Hieracium pilosella* L., couvre-sol, alternative herbicides, adventices, biodiversité, cicadelles

Annexe V : Photographies de la colonisation de *H. pilosella*



Annexe VI : Photographies de *H. glabra* en fonction des dates (deux plans)

28/03

21/03

28/03

25/04

09/05

23/05

06/06

20/06

04/07

18/07

01/08

16/08

Photographies de H. glabra en fonction des dates (modalité entière)

21/03

28/03

04/04

24/04

09/05

23/05

06/06

20/06

04/07

18/07

01/08

16/08

Annexe VII : Hydromulching

Hycromulcheur

Aspersion du sol par la ouate de cellulose

Dépose des plants (si partie florale non projetée avec le mélange). Ici, une seconde couche de ouate est passée pour recouvrir les plants.

Rendu final