

Rapport de stage

Master 2 Sciences et Technologies de l'Agriculture, de l'Alimentation et
de l'Environnement

Parcours Sciences Agronomiques et Environnementales

*Approcher une notion de paysage multifonctionnel en mettant
en œuvre un travail de diagnostic biodiversité sur la station
expérimentale de Saint Hilaire en Woëvre dans son territoire :
validation d'indicateurs pertinents*

Arvalis – Institut du Végétal

Tutrice : Pascaline PIERSON

Professeur Référent : Romain PIERRON

Jean-Baptiste JACQUES

Février-Juillet 2021

Table des matières

Remerciements	
Abréviations	
Résumé	
Introduction	1
1 Cadre de l'étude	2
2 Contexte et problématique	3
2.1 Biodiversité fonctionnelle	3
2.2 Paysage et biodiversité fonctionnelle	4
2.3 Lieu de stage et organisme d'accueil	4
2.3.1 Territoire du stage	4
2.3.2 Organisme d'accueil	4
2.4 Travaux réalisés l'année passée sur cette problématique	5
2.5 Deux indicateurs à faire évoluer	6
2.5.1 Indicateur à scoring	6
2.5.2 Indicateur qualitatif : DEXi ARENA	7
2.6 Problématique	8
3 Matériel et méthode	8
3.1 Indicateur à scoring haie	8
3.1.1 Construction de l'indicateur	8
3.1.2 Méthodologie de la campagne de piégeage	8
3.1.3 Campagne de piégeage des insectes	9
3.2 Indicateur qualitatif : DEXi ARENA	11
3.2.1 Présentation de l'arbre multicritère	11
3.2.2 Méthodologie de l'utilisation de l'outil	13
4 Résultats	16
4.1 Indicateur à scoring haies	16
4.1.1 Piégeage par tentes Malaise	16
4.1.2 Résultats des aspirations	16
4.2 Indicateur qualitatif : DEXi ARENA	19
4.2.1 Démarche concernant le renseignement des données SDC	19
4.2.2 Point méthodologique	19
4.2.3 Potentiel auxiliaire des îlots géographiques et des systèmes de culture	20
5 Discussion	22
5.1 Indicateur à scoring haie	22
5.2 Indicateur qualitatif DEXi ARENA	24
Conclusion et perspectives	25
Sources	
Annexes	

Remerciements

Je tiens à remercier Pascaline PIERSON pour l'aide et les conseils apportés durant ce stage, et qui m'a donné l'opportunité de réaliser un stage au sujet passionnant. Je tiens également à remercier Romain BLAZY pour tout le temps qu'il m'a consacré, ainsi que l'équipe d'Arvalis Saint-Hilaire-en-Woëvre pour leur accueil et leur conseil. Merci également à Jonathan MARKS-PERREAU et Véronique TOSSER qui ont suivi mon stage régulièrement et qui m'ont apporté une aide précieuse. Je remercie également André CHABERT pour l'explication du fonctionnement de DEXi ARENA ainsi que pour nos échanges, de même je remercie Béatrice MARANGET pour m'avoir apporté les clefs nécessaires à l'utilisation de QGIS. Enfin je tiens également à remercier Jean-David CHAPELIN-VISCARDI pour la mise en place de la campagne de piégeage.

Abréviations

ACTA	Association de coordination technique agricole. Elle est à la tête d'un réseau de 18 Instituts techniques agricoles dont Arvalis.
CASDAR	Compte d'affection Spécial au Développement Agricole et Rural, alimenté par une taxe sur le revenu des exploitations agricoles, finance des projets pour la transition agroécologique de l'agriculture française.
CPIE	Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement, il agit en faveur du développement durable dans deux domaines d'activités : accompagner des acteurs pour concevoir et mettre en œuvre leurs projets environnements et sensibiliser le grand public à l'environnement.
SHW	Village de Saint-Hilaire-en-Woëvre, situé dans la Meuse.
INRAE	L'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement. La mission de l'INRAE est d'associer science et technologie afin d'améliorer les techniques de l'agriculture et de l'élevage en France.

Auxiliaires de culture	Organismes qui, de par leur mode de vie, développement et/ou alimentation, régulent les populations de bioagresseurs des cultures.
Éléments semi naturels	Un élément peut être considéré comme semi-naturel lorsque l'action de l'Homme a pour seul effet de bloquer durablement un ou quelques processus participant à la dynamique naturelle de l'élément.
Sphécide	Hyménoptère paralyseur qui, à l'état adulte, transporte ses proies dans son nid afin d'alimenter ses larves.
Hyménoptère parasitoïde	Guêpe de très petite taille qui pond à l'intérieur ou sur leur proie.
Staphylin	Coléoptères, qui, selon les espèces, sont nécrophages, insectivores, consomment des végétaux, ou des gastéropodes.
Chrysope	Neuroptère dont la larve s'attaque aux œufs, aux larves et aux adultes de divers insectes et d'acariens.

Résumé

Dans une société qui demeure de plus en plus exigeante envers les produits de consommation et la pratique agricole qui les a fabriqués, l'agroécologie semble une voie d'accès pour satisfaire le consommateur. La recherche agronomique investit un temps conséquent en évaluation et conseil de ces nouvelles pratiques agricoles. Cette approche passe notamment par le fait d'utiliser moins d'intrants d'origines chimiques, et de mettre à profit la biodiversité fonctionnelle. Néanmoins pour évaluer cette biodiversité utile à l'agriculteur, et la favoriser à l'échelle de l'exploitation, l'emploi d'indicateurs s'avère nécessaire. Deux d'entre eux seront étudiés dans l'optique de les faire évoluer. Ils qualifient tous deux le potentiel auxiliaire. Le premier est un indicateur de recherche spécialisé dans l'attractivité des haies, il a commencé à être construit l'année dernière et est toujours en phase développement. Le second indicateur permet d'interpréter le potentiel auxiliaire à l'échelle d'une parcelle.

Abstract

In a society that remains increasingly demanding of consumer products and the agricultural practice that made them, agroecology appears to be a way to satisfy consumers. Agronomic research invests a significant amount of time in these new agricultural practices. This approach involves, in particular, using fewer chemical inputs, and taking advantage of functional biodiversity. However, to bring in and assess this biodiversity useful to the farmer, but the use of indicators is necessary. Two of them will be studied with a view to making them evolve. They both qualify the auxiliary potential. The first is a research indicator specializing in the attractiveness of hedges, it began to be built last year and is still in the development phase. The second indicator makes possible to interpret the auxiliary potential at the scale of an agricultural plot but degrades the data we enter in the software.

Introduction

L'agroécologie est une façon de concevoir des systèmes de production qui s'appuient sur les fonctionnalités offertes par les écosystèmes. Elle les amplifie tout en visant à diminuer les pressions sur l'environnement comme réduire les émissions de gaz à effet de serre et limiter le recours aux produits phytosanitaires, et à préserver les ressources naturelles. Il s'agit d'utiliser au maximum la nature comme facteur de production en maintenant ses capacités de renouvellement (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2013).

L'agroécologie, du fait de sa proximité avec la nature et l'environnement, contribue donc à renvoyer une image positive vers les consommateurs, intéressés de plus en plus par les méthodes de production agricoles et leur impacts environnementaux.

Mais au-delà de cet aspect social, les avantages liés au paysage contribuent aussi à l'accueil de la biodiversité. Dans le cadre d'une gestion agroécologique du paysage, ces espaces peuvent aider à réduire la pression des bioagresseurs des cultures (Veres *et al.*, 2013) grâce aux auxiliaires des cultures, et ainsi limiter l'utilisation d'intrants chimiques, comme les pesticides par exemple.

Mais pour évaluer ce potentiel auxiliaire et donc définir à quel point il est possible de limiter les intrants, il faut utiliser des indicateurs.

Cette étude a pour objectif d'effectuer un diagnostic de la biodiversité de l'exploitation agricole Arvalis de Saint-Hilaire-en-Woëvre (SHW), en passant par une utilisation d'indicateurs renseignant sur le potentiel d'accueil des auxiliaires.

Deux indicateurs sont utilisés pour ce travail. D'abord, il sera question d'un indicateur à scoring des haies, c'est-à-dire basé sur un score qu'on attribue à une haie. Les bases de cet indicateur ont été construites en 2020 lors d'un stage sur cette même problématique de diagnostic biodiversité sur SHW (Lepage, 2020), et l'indicateur est encore en cours de construction.

En parallèle il sera question de l'indicateur qualitatif DEXi ARENA, mis au point lors du CASDAR ARENA (développé par les partenaires du projet en 2020). C'est un arbre de décision multicritère qui renseigne cette fois-ci sur le potentiel auxiliaire à l'échelle d'une parcelle agricole, et ce, sous la forme d'une note.

1 Cadre de l'étude

Le terme d'agroécologie est communément employé pour désigner un modèle agricole alternatif promouvant des systèmes alimentaires viables respectueux des Hommes et de leur environnement. A la fois discipline scientifique, mouvement social, et ensemble de pratiques agricoles, le domaine de l'agroécologie revêt de multiples dimensions (Wezel *et al.*, 2019).

D'un point de vue social, si l'agroécologie se popularise dans un contexte de changement climatique, réglementaire (plan Ecophyto, Directives Nitrates, loi sur l'eau...), de pression sociétale et de contraintes agronomiques, c'est que ce mode de production peut contribuer à pallier ces problèmes. Même les Politiques Agricoles Communes avec le « verdissement », incitent les agriculteurs à diversifier leurs cultures ou à planter des Surfaces d'Intérêt Ecologique (SIE). L'avis du consommateur, de plus en plus au courant des systèmes de production agricoles et de leurs atteintes sur l'environnement, de la qualité des produits, et de la santé animale, pèse lourd dans cette société connectée.

Quant aux producteurs, leur volonté d'utiliser moins d'intrants chimiques se fait de plus en plus grande, ce qui va dans le sens du point de vue des citoyens-consommateurs. Les producteurs veulent renouer un lien positif avec l'acheteur si les solutions proposées sont durables et rentables.

Les instituts de recherche s'intéressent à l'agroécologie. L'INRAE par exemple vise une agroécologie forte. Elle est définie par sa finalité de cohérence et de durabilité et par la mobilisation de processus biologiques (Duru *et al.*, 2014). Cette agroécologie forte requiert une transformation en profondeur des systèmes de production agricole. Cela passe par un suivi de processus et de flux entretenus dans un équilibre dynamique de la parcelle au paysage, autorisant à la fois l'exploitation et la reconstitution des stocks organiques et minéraux et le développement de la vie dans les sols. Les agriculteurs doivent donc prendre en compte cette dimension paysagère au sein de leur exploitation pour adhérer à cette définition de l'agroécologie (Caquet *et al.*, 2020).

Arvalis, un institut technique, s'intéresse également à l'agroécologie. Dans le cadre de son projet d'entreprise ARVALIS 2025, il a aussi fait le choix de porter une transition agroécologique forte. A l'échelle de la station de Saint-Hilaire-en-Woëvre (55), l'organisme d'accueil, Arvalis a décidé de créer le projet DIGIFERMES® Polyculture Elevage-SHW. Le moteur de ce projet est d'accompagner une nécessaire mutation des systèmes agricoles pour évoluer vers des modes de productions plus agroécologiques, en mettant en avant le système polyculture élevage.

L'agroécologie se traduit également à l'échelle agricole par la mise en avant de la biodiversité fonctionnelle afin d'optimiser des services écosystémiques. D'après Noémie SHALLER en 2013, l'agroécologie doit s'appuyer au maximum sur les fonctionnalités des écosystèmes, maximiser la

biodiversité fonctionnelle et renforcer les régulations biologiques dans les agroécosystèmes, afin de concilier plus durablement enjeux socio-économiques et enjeux environnementaux.

2 Contexte et problématique

2.1 Biodiversité fonctionnelle

La biodiversité fonctionnelle désigne l'ensemble des espèces qui contribuent à des services écosystémiques dans un agroécosystème. Elle a donc un impact positif sur la production agricole sur le plan écologique, économique et social des exploitations, des filières et des territoires. En d'autres termes, elle est utile à l'agriculteur : protection des plantes, pollinisation, dégradation de la matière organique dans le sol et dans l'eau (Villeneuve-Chasset, 2017). La biodiversité fonctionnelle se subdivise en plusieurs catégories : celle liée au végétal cultivé, celle liée au cycle du sol et celle liée au cycle de l'eau. (Rougemous, 2015)

Parmi la biodiversité fonctionnelle en milieu agricole, on retrouve les auxiliaires des cultures. Un auxiliaire est un organisme vivant qui tue un organisme nuisible. Il est également appelé « ennemi naturel de nuisible » (Villeneuve-Chasset, 2017). Il représente ainsi une alternative à la lutte chimique. Dans ce rapport, il sera question des insectes auxiliaires des cultures. Ils sont classés en deux catégories : les auxiliaires volants et les auxiliaires rampants. Selon les familles d'insectes, leur distance de dispersion peut être différente. Les hyménoptères volants ont une distance de vol limitée (Le Divelec 2015). Les carabes, qui sont des rampants, peuvent se déplacer de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres (Thomas *et al.*, 1998, Welling, 1990).

Mettre à profit les auxiliaires au service de l'agronomie se justifie avant tout comme une façon de limiter un peu plus l'utilisation d'insecticides. En effet, certains insectes ravageurs des cultures possèdent des prédateurs naturels. Ces auxiliaires peuvent par exemple contribuer à réguler les populations de pucerons, provoquant de nombreux dégâts dans les grandes cultures. Les dégâts qu'ils provoquent sont de deux types. Il y a les dégâts indirects comme la transmission du virus de la mosaïque de l'élation du pois ou bien de la jaunisse naissante de l'orge qui peut provoquer une perte de 12 à 15 quintaux par hectare (Jean *et al.* 2011). Les autres dégâts qu'ils provoquent sont les dégâts directs, dus au prélèvement de la sève ou de la sécrétion salivaire : ils peuvent induire une baisse de rendement allant de 10 à 20% chez le pois, 10% chez le blé ou bien 5% sur la pomme de terre (Turpeau *et al.*, 2018). Le puceron peut très bien être prédaté, par exemple, par les coccinelles ou leurs larves, l'un de ses ennemis naturels. La coccinelle à 7 points, *Coccinella septempunctata*, présente dans les milieux agricoles, peut consommer de 100 à 1000 pucerons durant son stade larvaire. A l'état adulte, elle peut consommer 100 à 200 pucerons (Turpeau *et al.*, 2018).

2.2 Paysage et biodiversité fonctionnelle

Les auxiliaires ont besoin d'un lieu où trouver habitat et nourriture. Les auxiliaires volants préfèrent les zones qui présentent des fleurs pollinifères et nectarifères (Cervek, C. 2017). En effet, les auxiliaires à l'état adulte ont besoin de ce genre d'élément. La consommation de nectar augmente aussi le taux de parasitisme chez les hyménoptères parasitoïdes (Baggen *et al.*, 1998)

Les chemins et bandes enherbées ainsi que les haies sont des éléments semi-naturels qui sont potentiellement des lieux d'habitation des auxiliaires (Bowden, 1977). La diversité de ces habitats influe aussi sur la richesse spécifique d'auxiliaires rencontrés (Billeter *et al.*, 2008). A l'inverse, les endroits sans éléments semi-naturels ou non connectés à l'un d'eux, présentent un impact négatif sur l'habitat de la biodiversité (Le Roux *et al.*, 2008).

2.3 Lieu de stage et organisme d'accueil

Ce stage a duré du 1er février 2021 au 31 juillet 2021, soit sur une durée totale de 26 semaines.

2.3.1 Territoire du stage

La station Arvalis de Saint-Hilaire-en-Woëvre, se situe dans la plaine de la Woëvre dans la Meuse (figure 1). La Woëvre repose sur des couches de marnes et d'argiles. Dans un contexte de reconstruction du pays après la Seconde Guerre mondiale, l'agriculture s'installe fortement sur ce territoire. Les prairies, réseau d'étangs et forêts arrivent à diversifier le paysage, d'autant plus que le Parc naturel régional de Lorraine contribue également à cette diversité paysagère. Cependant, la diversité des éléments est plutôt hétérogène, et il n'est pas rare de trouver de vastes surfaces de grande culture très peu entourées d'éléments semi-naturels.



Figure 1 : Carte de la Lorraine, avec l'étendue de la Woëvre en marron
<https://fr.wikipedia.org/wiki/Wo%C3%ABvre#/media/Fichier:Wo%C3%ABvre.png>

Le village de Saint-Hilaire-en-Woëvre est situé à l'est de la Meuse, à quelques kilomètres de la Meurthe et Moselle. Il regroupe 3 villages : Saint-Hilaire-en-Woëvre, Wadonville-en-Woëvre et Butgneville-en-Woëvre. D'après la base de données CORINE Land Cover, la répartition détaillée en 2018 est la suivante : territoires agricoles (95,4 %), terres arables (75,4 %), prairies (15,9 %), forêts (4,6 %), zones agricoles hétérogènes (4,1 %).

2.3.2 Organisme d'accueil

Arvalis est un institut de recherche dédié aux grandes cultures et est financé par les producteurs agricoles. Il élabore, met au point et teste les méthodes ou solutions innovantes permettant une meilleure production et une réduction des coûts. Il est un référent technique pour les agriculteurs, les

filieres et les pouvoirs publics français et européens. Ses trois objectifs sont : l'avenir des agriculteurs, la production de qualités recherchées et attendues par les consommateurs, et la contribution aux enjeux environnementaux.

La station expérimentale d'Arvalis Saint-Hilaire-en-Woëvre est l'organisme d'accueil. Située dans la Meuse, cette ferme est une exploitation de type polyculture élevage. Les 130 hectares totaux sont répartis en 72 hectares de prairies permanentes et 58 hectares de terres arables en grande culture. Un troupeau de 55 vaches allaitantes et un atelier d'engraissement font partie de la partie élevage de la ferme.

2.4 Travaux réalisés l'année passée sur cette problématique

Pour arriver à évaluer la capacité d'accueil des auxiliaires de culture sur la station de Saint-Hilaire-en-Woëvre, et donc de continuer sa transition agroécologique, l'utilisation d'indicateurs adéquats s'avère essentiel. Ce travail de diagnostic a été commencé l'année dernière par la précédente stagiaire Elise LEPAGE (Lepage, 2020) sur une durée de 6 mois. La définition d'une zone d'étude pour établir ce diagnostic a été nécessaire et cela est passé par une utilisation du logiciel QGIS (logiciel de système d'information géographique). La zone d'étude a été obtenue en gonflant d'un kilomètre le parcellaire de l'exploitation de la ferme d'Arvalis. La zone d'étude correspond donc à un ellipsoïde d'environ 4,3 km de long sur 3 km de large, pour une surface totale de 1092 ha (figure 2).

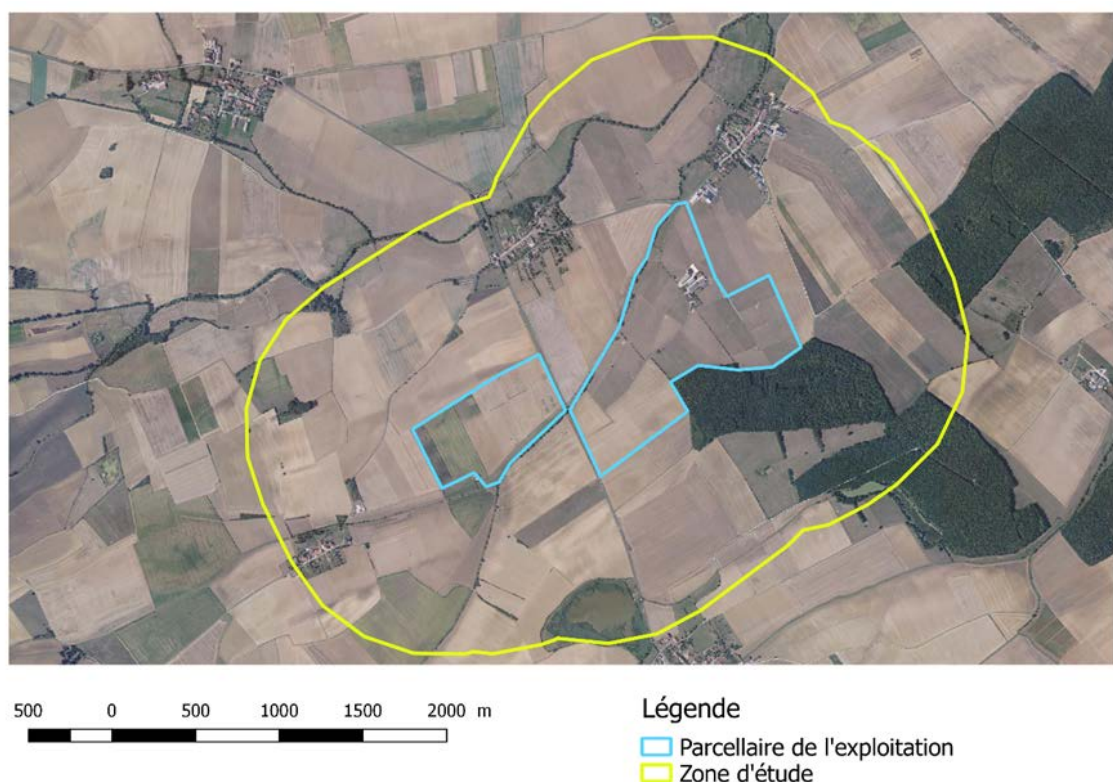


Figure 2 : Zone d'étude du diagnostic biodiversité sur le site de SHW

Ce périmètre a été choisi pour correspondre à la distance de 1,5 km à 2 km, qui correspond à un compromis entre les portées auxquelles les auxiliaires généralistes et les auxiliaires spécialistes sont les plus sensibles (Chaplin-Kramer *et al.*, 2011).

Chaque élément semi-naturels sur ce parcellaire (chemins, haies, bandes enherbées, cours d'eau...) a été recensé, en alternant entre repérage terrain et partie dessin sur QGIS. S'en est suivie une partie caractérisation de ces éléments. La distance et l'aire de chacun de ces éléments forment alors un premier indicateur quantitatif (Denoirjean, 2017), un premier axe de descripteur chiffré du paysage a donc été mis en place. Mais le manque de référentiel d'interprétation empêche de conclure quant à la question du diagnostic biodiversité.

C'est pourquoi deux autres indicateurs ont été utilisé pour établir ce diagnostic biodiversité et son impact sur l'agriculture. Le premier indicateur est un nouvel indicateur à scoring, qui a vu le jour en 2020 et dont les bases ont été posées par cette stagiaire et suivi par son Comité de pilotage (COPIL). L'autre indicateur est un indicateur qualitatif conçu avec l'ensemble des partenaires du projet CASDAR ARENA (Anticiper les régulations naturelles) : un arbre de décision multicritère.

2.5 Deux indicateurs à faire évoluer

2.5.1 Indicateur à scoring

Le premier indicateur à tester est un nouvel indicateur en cours de mise au point méthodologique. Il permet d'apprécier le potentiel d'accueil des auxiliaires des cultures présents dans les haies. L'indicateur est basé sur un score attribué pour chaque haie et l'objectif de ce stage est de tester la fiabilité de cet indicateur par une campagne de piégeage d'insectes. Cet indicateur aura pour but d'évaluer la capacité d'une haie à accueillir des auxiliaires volants. Ces auxiliaires sont au nombre de six : les chrysopes, les hyménoptères parasitoïdes, les sphécides, les coccinelles, les syrphes et les staphylins.

La mise au point de cet indicateur s'appuie sur la caractérisation des haies sur le terrain et sur un travail bibliographique. Les espèces végétales qui composent la haie doivent être identifiées (strate arbustive et arborée). Le travail bibliographique a été de caractériser le potentiel d'accueil des auxiliaires de chaque genre végétal retrouvé dans les haies caractérisées. L'abondance des genres végétaux est également évaluée.

Pour calculer le score, il a été admis qu'un genre végétal pouvait rapporter 1 point pour chaque auxiliaire potentiellement attiré par ce genre végétal. Le score du potentiel auxiliaire d'une haie est ensuite calculé en faisant la somme de chacun des points de toutes les familles d'auxiliaires (Annexe I). Mais la typologie de la haie intervient également dans ce score.

La typologie d'une haie – définie selon le type et la fréquence de taille, ainsi que le nombre de strates (arborée, arbustive ou herbacée) – est un facteur important pour l'accueil des auxiliaires. Pendant ce stage, un coefficient a été défini pour chacune d'entre elles selon la base définie par l'ONCFS. Ce coefficient est appliqué à la note de la haie. Il peut être soit avantageux, soit désavantageux selon la typologie de la haie (Annexe II). Après application de ce coefficient, on obtient alors un score global pour cette haie.

L'hypothèse à vérifier est que plus le score d'une haie est grand, plus le potentiel d'accueil des auxiliaires est fort. C'est donc la performance de cet indicateur qui sera évaluée. Une campagne de piégeage des auxiliaires volants a donc été mise en place cette année afin de pouvoir comparer le score d'une haie avec des données d'abondance et de diversité spécifique. Deux techniques de piégeage sont mises en place. La première technique est le piégeage par tente Malaise, qui va mesurer l'attractivité de cette haie sur les insectes volants. Ce type de piégeage est reconnu scientifiquement. La seconde technique est l'aspiration des insectes dans la parcelle adjacente à la haie à différentes distances, ce qui va permettre de mesurer la diffusion des auxiliaires de la haie à la parcelle. Néanmoins cette technique de piégeage est moins fiable : très sensible à la météo à l'instant T, certains insectes ne peuvent pas être aspirés (trop lourds ou trop vifs) et il peut y avoir un effet observateur. Nous avons fait quand même le choix de l'utiliser. In fine, l'utilisation de cet indicateur va permettre la mise en place d'un seuil d'intervention sur l'utilisation des pesticides sur une parcelle

2.5.2 Indicateur qualitatif : DEXi ARENA

DEXi est un arbre de décision multicritère. Conçu par Marko Bohanec, DEXi est un logiciel qui permet de concevoir des systèmes experts (DEcision eXpert), afin d'évaluer et d'analyser différents scénarios, à partir d'un ensemble de critères qualitatifs à rentrer dans le logiciel. Le modèle multicritère est une structure hiérarchique qui décompose une question à traiter, la rendant moins complexe et plus facile à résoudre que la question dans son ensemble (Bohanec, 2000).

Le logiciel qui va être étudié est DEXi ARENA (version 2020) et a été conçu à partir de DEXi. Cet arbre de décision multicritère, proposé dans le cadre du projet CASDAR ARENA, est destiné à des fins de communication de systèmes innovants favorables à l'accueil des auxiliaires volants aphidiphages (insectes consommant des pucerons). Il a pour objectif, après que l'utilisateur renseigne différents critères concernant l'environnement de la parcelle agricole et son système de culture, de délivrer une note qui correspond au potentiel auxiliaire global de la parcelle. Le point intéressant de ce logiciel, est qu'il est facile de comparer des notes de plusieurs parcelles. Il est possible de mettre le doigt sur les pratiques agricoles, ou bien l'environnement à changer pour atteindre une note maximale pour le potentiel auxiliaire. Certains critères sont plus favorables à l'accueil des auxiliaires, alors que d'autres auront un impact négatif sur ce potentiel.

L'outil propose pour l'instant une note par parcelle agricole. Mais dans une idée de prise en compte du territoire et du paysage à l'échelle d'une exploitation agricole, une note globale pour l'exploitation semble être un point de vue à creuser. Une convention de recherche signée entre Arvalis et l'ACTA en 2020 encourage également ce travail de développement d'arbres adaptés à l'échelle d'une exploitation.

Dans ce rapport, il sera question de faire évoluer cet outil afin de pouvoir passer d'une note à l'échelle parcellaire à une note à l'échelle d'une exploitation agricole.

2.6 Problématique

Finalement, c'est l'évolution de ces deux indicateurs renseignant sur le potentiel auxiliaire qui sera étudié dans ce rapport. Le premier travail sera l'obtention d'un indicateur à scoring fiable en mettant en place une campagne de piégeage des auxiliaires. Le deuxième travail sera de modifier l'indicateur qualitatif, pour qu'il puisse renseigner sur la présence d'auxiliaire à l'échelle de l'exploitation plutôt qu'à l'échelle parcellaire.

3 Matériel et méthode

3.1 Indicateur à scoring haie

3.1.1 Construction de l'indicateur

Comme dit dans la partie 2.5.1, la construction de l'indicateur se base sur la recherche bibliographique qui consiste à trouver quelles espèces végétales sont de bons hôtes pour les auxiliaires volants, que ce soit sur le point de l'habitat, de la nourriture ou pour la reproduction et la ponte des œufs. Le score calculé de chaque haie est référencé dans un tableau Excel ouverts aux modifications.

3.1.2 Méthodologie de la campagne de piégeage

Deux méthodes différentes ont été utilisées pour capturer ces insectes afin de mesurer deux résultats différents : l'un pour calculer l'attractivité de la haie sur les auxiliaires volants (piégeage par tente Malaise), l'autre pour mettre en évidence une diffusion des auxiliaires volants dans la parcelle de blé adjacente à la haie (piégeage par aspiration).

Le but ici est d'utiliser ces deux techniques pour comparer la quantité et la diversité d'insectes aux alentours d'une haie à haut score, a priori qui possède un potentiel d'accueil des auxiliaires élevé, et d'une haie à faible score, a priori qui possède un potentiel d'accueil des auxiliaires faible (tableau 1).

Tableau 1 : Comparaison des scores de deux haies, la première à faible score, la seconde à haut score

Numéro de la haie	217 (faible score)						5 (haut score)					
Typologie de la haie	H2 = lisière enherbée avec clôture						H6 = haie arbustive haute					
Longueur de la haie (m)	87						200					
Type d'auxiliaire	Ch	Co	HP	Sy	Sp	St	Ch	Co	HP	Sy	Sp	St
Note Auxiliaire Haie	2	1	2	2	0	0	10	10	12	8	3	3
Note Auxiliaire Haie globale	7						46					
Note Auxiliaire haie globale après coefficient	3,50						57,50					

La haie à faible score ne possède qu'une strate herbacée et arbustive, tandis que la haie à haut score possède une strate arbustive bien plus haute. De plus, cette dernière est bien plus diversifiée en espèces végétales que la haie à faible score qui ne contient que deux espèces végétales différentes. Ces deux haies sont situées sur la figure 3. L'emplacement 1 correspond à la haie 217, donc à faible score. L'emplacement 2 correspond à la haie 5, celle à haut score. Elles sont situées à proximité d'une parcelle de blé et d'une prairie permanente. La haie 5 est située à quelques dizaines de mètres d'un bois. L'emplacement des pièges ont été décidés avec un Jean-David Chapelin-Viscardi du laboratoire d'éco-entomologie d'Orléans.

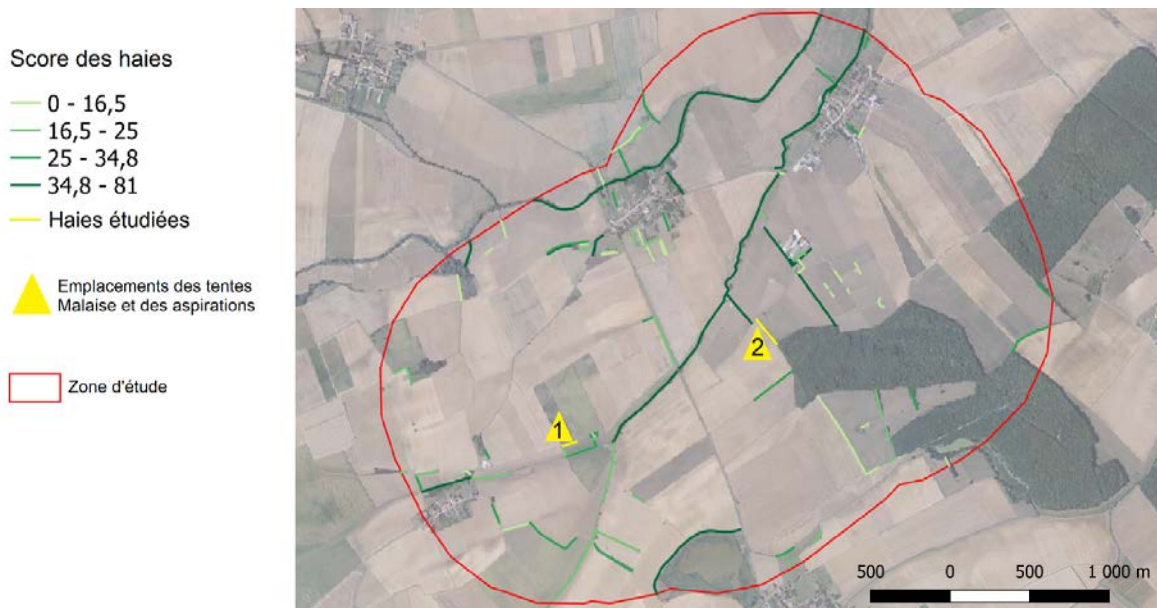


Figure 3 : Emplacement des tentes Malaise et des aspirations. Le triangle 1 correspond à l'emplacement des pièges près de la haie à faible score, le triangle 2 correspond à l'emplacement des pièges près de la haie à haut score

3.1.3 Campagne de piégeage des insectes

La campagne de piégeage va donc nous permettre de confronter l'indicateur à scoring à un nombre d'individus capturés par famille d'auxiliaire. Elle a débuté le 20 avril, à une période où les végétaux commencent à fleurir et donc à fournir du nectar et du pollen pour les auxiliaires à l'état adulte.

3.1.3.1 Tente Malaise

La tente Malaise est un piège destructif, c'est-à-dire que les insectes piégés sont tués. Le piège consiste en l'installation de ce qui s'apparente à une tente, mais avec les ouvertures sur les côtés. Elle doit être placée de telle sorte que l'ouverture soit perpendiculaire au vent dominant (mesurée grâce à Windfinder (figure 4)), et le mât vers le côté le plus ensoleillé. Emporté par le vent, les insectes vont se retrouver piégés par une toile à l'intérieur de la tente



Figure 4 : Photo de la tente Malaise 1, la flèche indique le sens du vent (sud-ouest vers nord-est)

et vont avoir pour réflexe de voler vers l'endroit le plus ensoleillé, le mât. C'est un piège d'interception. A l'emplacement du mât se trouve une ouverture où se situe un pot collecteur rempli d'alcool à 70°C. Les insectes tombent dans le pot collecteur où ils sont conservés.

Les pots collecteurs sont relevés chaque semaine et transmis dans un autre pot de conservation. Les pots sont envoyés au Laboratoire d'éco-entomologie d'Orléans. Tous les insectes des pots sont analysés, mais pour une raison de temps d'identification, seules les données des coccinelles et des hyménoptères parasitoïdes me seront transmises pour le rapport de stage. Les tentes ont été installées le 20 avril et la campagne de piégeage continuera jusqu'au 10 août 2021, pour un total de 16 relevés. Pour des raisons de temps d'identification, le laboratoire fournira les données jusqu'à la date du 29 juin, pour un total de 10 relevés.

Si la tente 2 est installée dans la haie à haut score, la tente 1 est installée dans la bande enherbée adjacente à la haie à faible score du fait de sa petite largeur. Les deux tentes sont situées à proximité d'une parcelle de blé tendre d'hiver. Parcelles où l'aspiration des insectes a lieu.

3.1.3.2 Aspiration

La capture par aspiration est également un piège destructif. Elle se pratique à l'aide d'un aspirateur-souffleur. Les aspirations se réalisent toutes dans la parcelle de blé adjacente à la haie. La nécessité de comparer entre les parcelles de blé est primordiale pour ne pas fausser les données. Afin de pouvoir détecter une diffusion

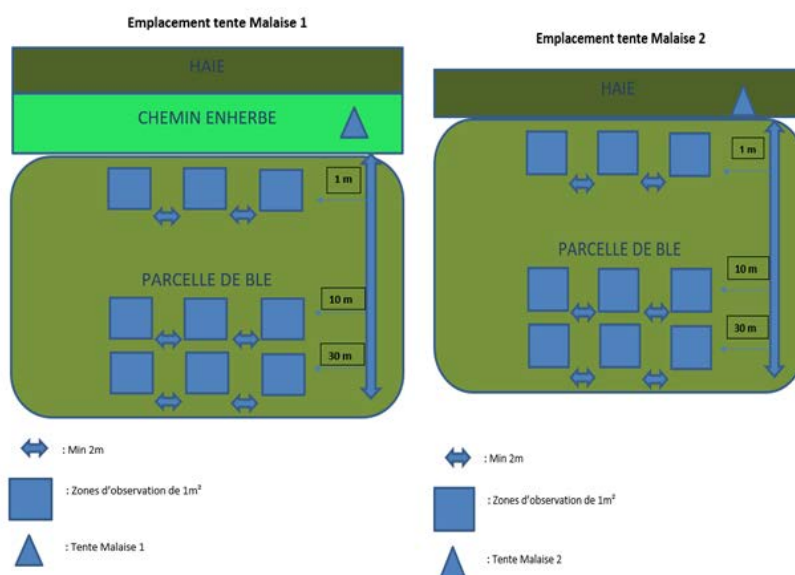


Figure 5 : Plan des aspirations près de la haie à faible score (schéma de gauche) et de la haie à haut score (schéma de droite)

s'éloigne de la haie, des aspirations à 1 mètre, 10 mètres et 30 mètres de la haie semblent adéquates (figure 6). Pour la haie à faible score (tente Malaise 1), la distance se mesure à partir du chemin enherbé d'une longueur de 6 mètres environ. Le chemin enherbé est très peu propice pour les auxiliaires car les plantes qui le constituent sont des poacées. Ce qui fait en tout un total de 9 aspirations par parcelle, donc 18 pour les deux parcelles. Chaque zone d'aspiration est délimitée par des jalons afin d'aspirer au même endroit à chaque fois.

Les aspirations sont réalisées une fois par semaine, de préférence lorsque le temps est ensoleillé, sans vent et entre 11h et 15h, créneau plus propice à l'activité des insectes. Chaque zone à aspirer fait 1m² et une aspiration doit durer environ 20 secondes. L'aspiration se fait à hauteur du couvert, de sorte à capturer les insectes volants. Afin d'éviter le biais opérateur, toutes les aspirations sont effectuées par moi-même. Les conditions météorologiques (date, temps, température, nuages, vent, heure de capture) sont inscrites et gardées sur feuille. Les aspirations ont débuté le 20 avril et se sont terminées le 19 juillet.

L'aspirateur souffleur est muni d'un filet anti-insecte d'une maille de 0.35 mm x 0.35 mm tenu par deux élastiques. Cette maille est assez fine pour capturer les thrips, des insectes d'une longueur de 1 à 2 mm. Une fois les 20 secondes d'aspiration passées, le filet est retourné afin que les insectes tombent dans un sac plastique refermé très rapidement à l'aide d'une ficelle. Tous les sacs sont ensuite placés au congélateur au moins une nuit afin de tuer les insectes pour l'identification. Celle-ci se fait le lendemain en règle générale. Chaque sac est vidé et les insectes obtenus sont observés à la loupe binoculaire.

Après décongélation sont comptés tous les individus de chaque famille d'insectes pris en compte dans le calcul des scores des haies : chrysope, coccinelle, syrpe, staphylin, sphécide, et hyménoptère parasitoïde. Mais sont pris en compte également des auxiliaires opportunistes (auxiliaires ayant un régime alimentaire plus diversifié que les auxiliaires spécialistes) tels que les araignées ou les opilions. Sont pris en compte également les pucerons et les momies de pucerons. Une momie de puceron est un ancien puceron qui a été parasité par un hyménoptère parasitoïde : ces derniers pondent leurs œufs à l'intérieur des pucerons et la larve se nourrit de l'intérieur du puceron. Une momie de puceron prouve donc un parasitage par un micro-hyménoptère.

3.2 Indicateur qualitatif : DEXi ARENA

3.2.1 Présentation de l'arbre multicritère

La version utilisée du logiciel est la version 5.05.

Lors du projet AuxiMore (2012-2014) dont l'objectif est de capitaliser les connaissances agroécologiques sur le contrôle biologique des bioagresseurs, quatre arbres de décision type DEXi (DEXi-syrpes, DEXi-coccinelles, DEXi-chrysopes et DEXi-micro-hyménoptères parasitoïdes de pucerons) avaient été construits à dire d'experts pour évaluer le potentiel d'accueil de chaque auxiliaire dans les parcelles agricoles. Les résultats obtenus, sans être identiques, étaient souvent du même ordre de grandeur. Avec la volonté de gagner en temps de renseignements des données, l'outil DEXi ARENA rassemble ces quatre outils dans un DEXi commun.



Anticiper les régulations naturelles

Arbre DEXi

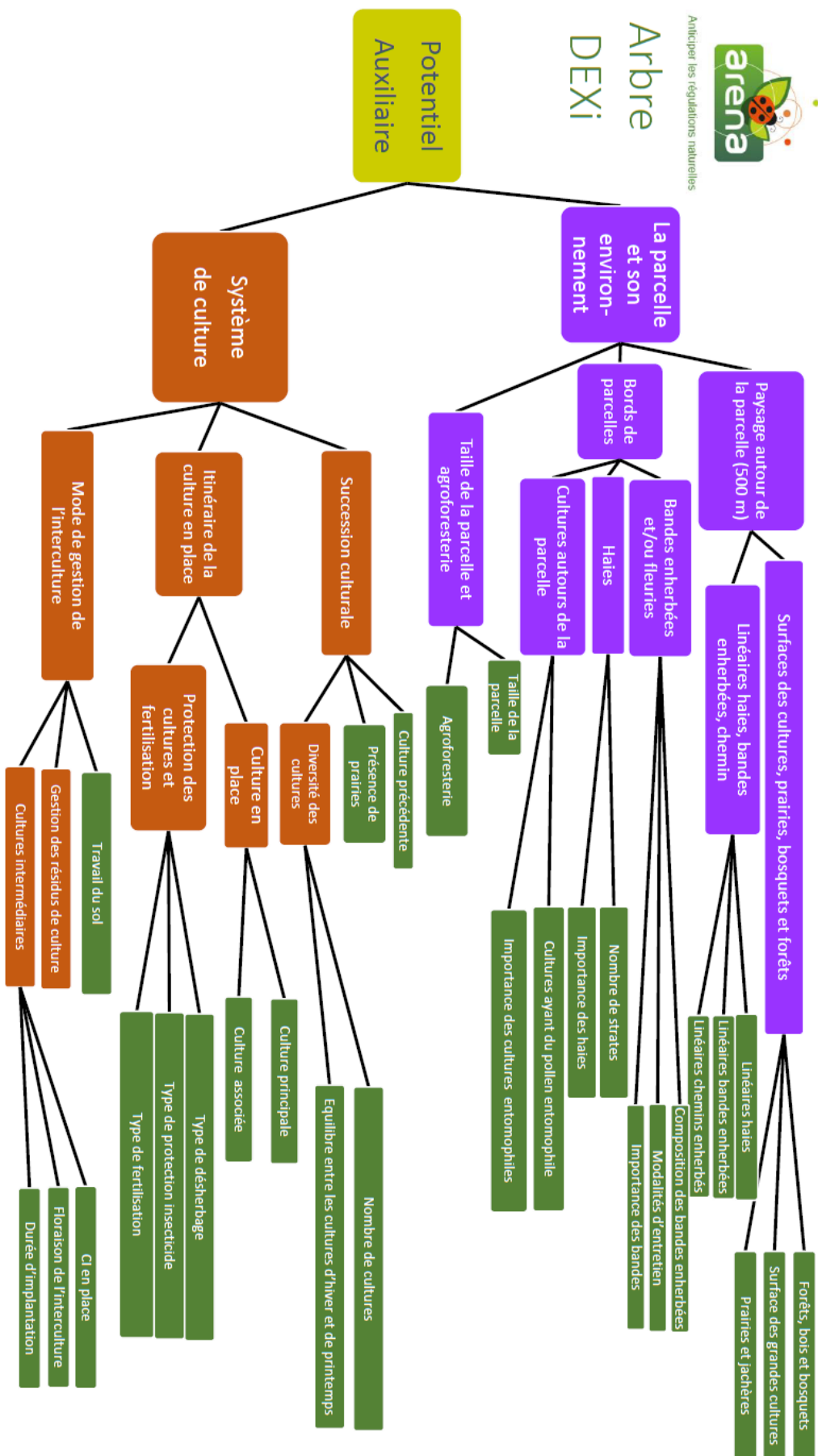


Figure 6 : Arbre multicritère DEXi ARENA

La figure 6 représente l'arbre multicritère DEXi ARENA qui calcule le potentiel auxiliaire. Il traduit la synthèse de la capacité d'accueil d'une parcelle vis-à-vis du cortège des principaux auxiliaires régulant les pucerons au printemps en grandes cultures : syrphes, coccinelles, chrysopes et hyménoptères parasitoïdes. Le potentiel auxiliaire correspond à la première dichotomie qui combine le potentiel de l'environnement de la parcelle (en bleu) et celui du système de culture (en marron) : ce sont les branches de l'arbre multicritère. Les critères à renseigner dans le logiciel sont colorés en vert foncé, ce sont les feuilles de l'arbre multicritère. 28 critères sont à renseigner en tout.

A chaque critère est attribué un coefficient qui va influencer la moyenne de la branche de l'arbre en amont, et ainsi jusqu'au potentiel auxiliaire. Ce dernier délivre une note sur 6, 1/6 étant la plus mauvaise note (potentiel auxiliaire très défavorable), puis il y a 2/6 (potentiel défavorable), 3/6 (potentiel un peu défavorable), 4/6 (potentiel un peu favorable), 5/6 (potentiel favorable) et 6/6 étant la note maximale (potentiel auxiliaire très favorable).

3.2.2 Méthodologie de l'utilisation de l'outil

L'utilisation de QGIS a été indispensable pour renseigner la partie « environnement de la parcelle ». Afin de renseigner ces résultats dans l'arbre DEXi, l'ITK de chaque parcelle cultivée a été fournie par les techniciens et ingénieurs d'Arvalis SHW.

L'objectif de ce travail est d'aboutir à une méthode permettant l'utilisation de l'outil DEXi ARENA à l'échelle de l'exploitation, alors que ce dernier a été initialement conçu pour une utilisation à l'échelle de la parcelle. Le renseignement par exploitation donnerait un aperçu de ce potentiel auxiliaire à une échelle plus globale, qui se rapproche du territoire et rentre dans le cadre de la convention signée entre Arvalis et l'ACTA.

Néanmoins le passage de renseignement des données par parcelles agricoles à un renseignement à l'échelle de l'exploitation ne s'est pas fait automatiquement. Aussi, il a fallu y aller par étapes. Pour cela, il a été décidé d'utiliser le logiciel pour chaque parcelle de l'exploitation d'une part (le témoin), et d'utiliser le logiciel par groupes de parcelle d'autre part (expérimentation).

Pour la partie expérimentale, la première idée est de créer trois groupes de parcelles (îlots) aux surfaces similaires (18,9 ha pour l'îlot 10, 17,6 ha pour l'îlot 20 et 22,9 ha pour l'îlot 30), mais à l'environnement paysager différent (figure 8) : la zone de 500 mètres autour de l'îlot 10 est surtout composée de grandes cultures, pour l'îlot 20 il y a davantage de prairies et de haies, et autour de l'îlot 30 on retrouve des surfaces forestières en plus des autres éléments cités. Ainsi, nous pourrions également comparer la partie « la parcelle et son environnement » présente dans DEXi ARENA.

La deuxième idée est de créer des îlots mais en prenant en compte les deux systèmes de cultures (SDC) présents à Arvalis SHW (figure 9). L'îlot 30 et l'îlot 200 font partie du SDC 1 (figure 10),

l'îlot 100 fait partie du SDC 2 (figure 11). Le tableau 2 traduit les systèmes de cultures de l'exploitation en pratiques DEXi ARENA. Grâce à ce renseignement par SDC, il sera possible de comparer la partie « système de culture » présente dans DEXi ARENA.

Trois évaluations ont donc été effectuées : le renseignement par parcelle, par îlots géographiques et par systèmes de cultures. Les notes « potentiels auxiliaires » témoins et expérimentales sont ensuite comparées, afin de voir s'il y a des différences entre les résultats de l'outil s'il est utilisé tel qu'il a été pensé (c'est-à-dire par parcelles), et les résultats de l'expérimentation (c'est-à-dire par groupe de parcelles).

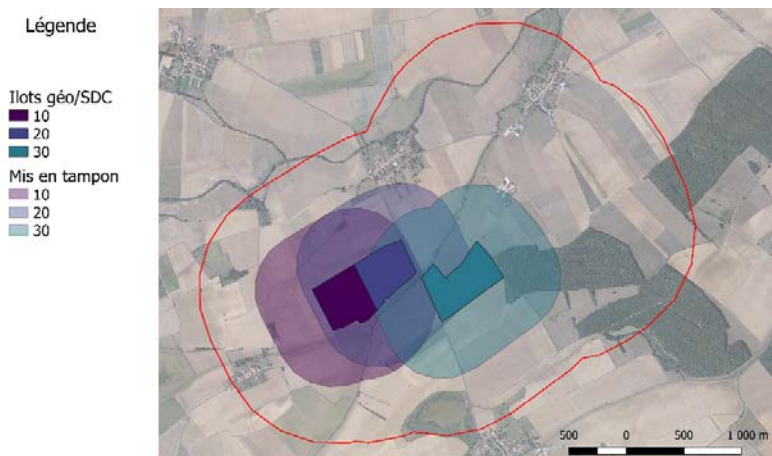


Figure 7 : Carte des 3 îlots géographiques (10, 20, 30) et leur zone tampon de 500 mètres

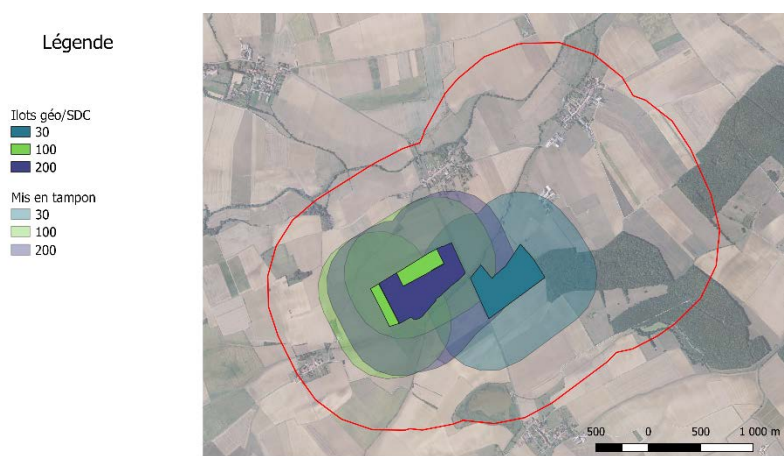


Figure 8 : Carte des 3 îlots (30, 100, 200) selon le système de culture et leur zone tampon de 500 mètres

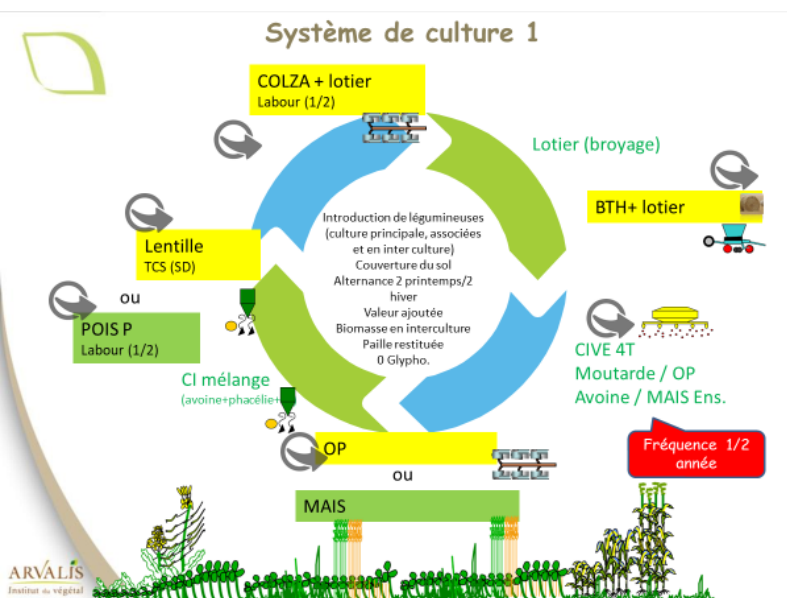


Figure 10 : Système de culture 1 concernant l'îlot 200 et l'îlot 30

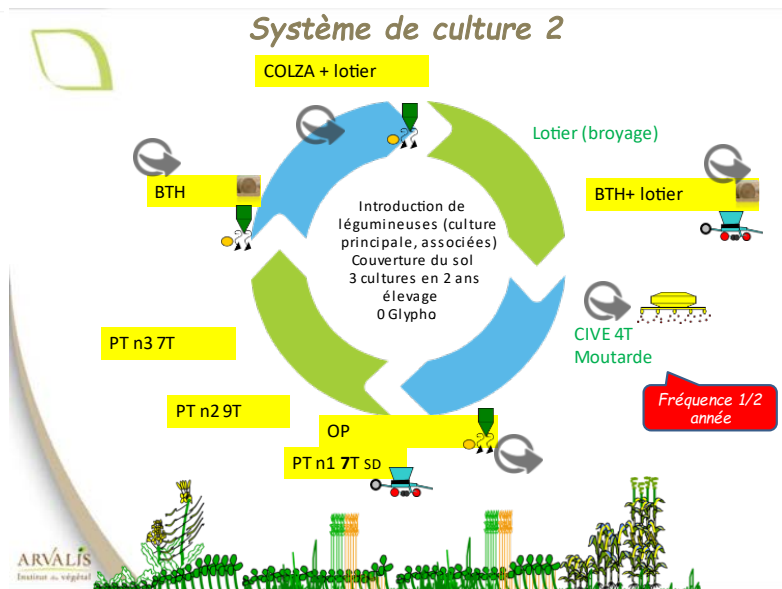


Figure 11 : Système de culture 2 concernant l'îlot 100

Tableau 2 : Comparaison des deux systèmes de culture selon les critères à renseigner dans DEXi ARENA

SDC 1 : Ilot 200 et ilot 30		SDC 2 : Ilot 100 (100 et 101)	
Présence de prairies	absence de prairie et de jachère dans la rotation	Présence de prairies	présence de prairies temporaires, jachères ou luzerne dans la rotation (au moins 3 ans)
Nombres de cultures	de 4 à 5 cultures dans la succession	Nombres de cultures	de 4 à 5 cultures dans la succession
Equilibre entre les cultures d'hiver et de printemps	Equilibre en cultures de printemps et hiver (entre 40 % et 60 % de cultures de printemps)	Equilibre entre les cultures d'hiver et de printemps	cultures d'hiver dominantes (plus de 60 %)
Culture principale	Pois, féverole, tournesol, soja, céréales d'hiver	Culture principale	Pois, féverole, tournesol, soja, céréales d'hiver
Culture associée	culture associée présente	Culture associée	culture associée présente
Type de protection insecticide	environ une application par an	Type de protection insecticide	pas d'application
Type de désherbage	mécanique et chimique	Type de désherbage	mécanique et chimique
Type de fertilisation	fertilisation minérale et organique	Type de fertilisation	fertilisation minérale et organique
Travail du sol	travail du sol superficiel et labour rare	Travail du sol	travail superficiel uniquement
Gestion des résidus de culture	résidus exportés	Gestion des résidus de culture	résidus exportés
CI en place	mélanges d'espèces	CI en place	mélanges d'espèces
Floraison de l'interculture	CI sans floraison	Floraison de l'interculture	CI sans floraison
Durée d'implantation	CI couvrant la majorité de la période d'interculture	Durée d'implantation	CI couvrant la majorité de la période d'interculture

4 Résultats

4.1 Indicateur à scoring haies

4.1.1 Piégeage par tentes Malaise

Les résultats des données coccinelles, cantharides et hyménoptères parasitoïdes (HP) sont disponibles dans la figure 12. Une comparaison entre le score de ces deux auxiliaires dans chaque haie et le nombre d'individus collectés dans les tentes Malaise a été effectué.

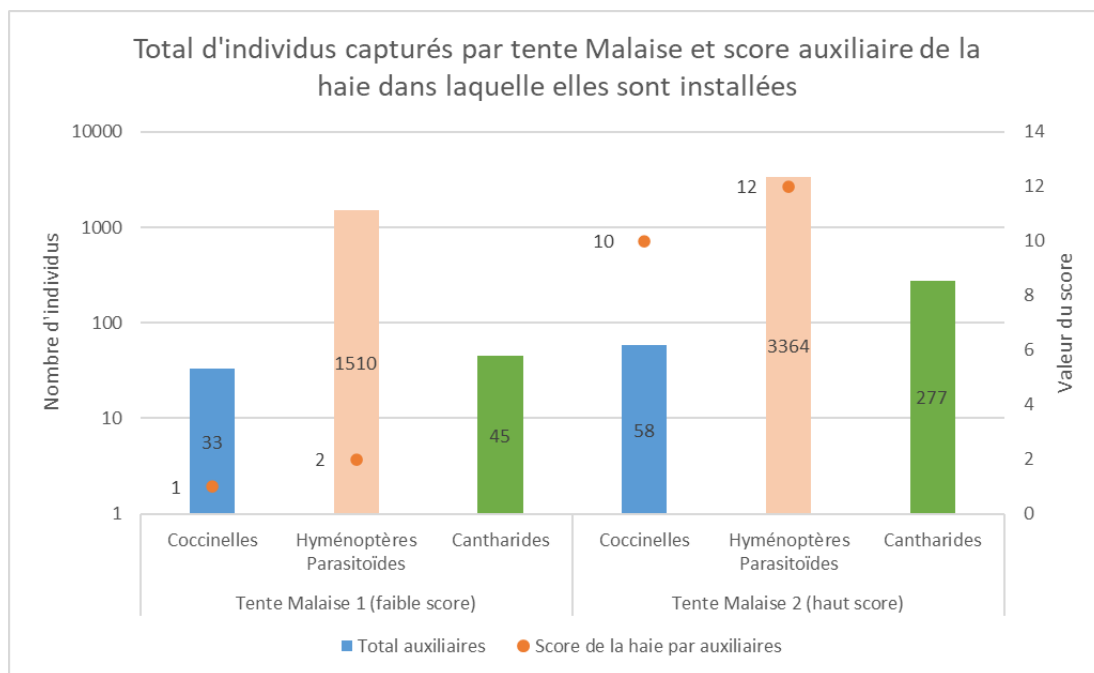


Figure 129 : Graphique représentant la quantité d'auxiliaires capturés entre le 19/07/21 à 29/07/21 et score de la haie pour les auxiliaires

Il y a une corrélation : plus le score de la haie est élevé, plus le nombre d'insectes capturés est élevé. Les données des cantharides sont aussi renseignées, ces coléoptères ne sont pas pris en compte dans l'indicateur à scoring, mais vont permettre de donner plus d'indications sur le nombre de coccinelles (voir la partie discussion).

4.1.2 Résultats des aspirations

Le but premier de la campagne d'aspiration devait indiquer s'il existait une diffusion des auxiliaires de la haie à la parcelle. Le graphique représente la moyenne des auxiliaires spécialistes aspirés aux trois différentes distances (figure 13). Les auxiliaires spécialistes sont ceux qui ont un régime alimentaire dont la gamme de ressource est restreinte. A l'état larvaire ils sont principalement aphidiphages. Ici, ce sont les hyménoptères parasitoïdes, les sphécides, les coccinelles, les chrysopes et les syrphes.

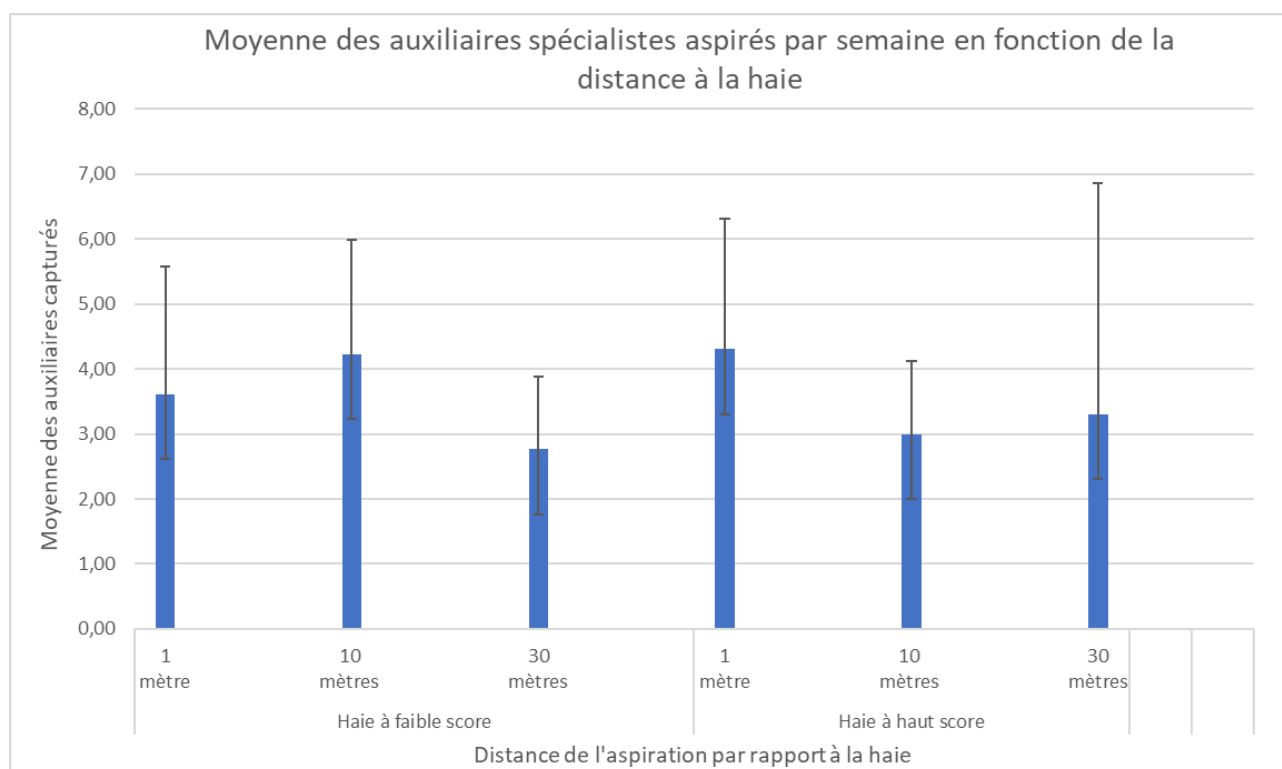


Figure 13 : Graphique représentant la moyenne des auxiliaires spécialistes capturés par aspiration en fonction de la distance à la haie

Il semble donc que la haie influence la présence d'auxiliaires au moins dans les 30 premiers mètres. Mais il ne semble pas y avoir de gradient négatif du nombre d'auxiliaires en s'éloignant de la haie.

Le tableau 3 représente une comparaison entre les scores des auxiliaires par haie, et la somme du nombre des auxiliaires pour toutes les aspirations à toutes les distances à la haie. Il indique donc s'il existe une relation entre le nombre d'insectes capturés et la note de la haie.

Tableau 3 : Comparaison entre les scores de chaque haie et le total d'insectes aspirés pendant la campagne

	Haie à faible score						Total
	Syrphe	Chrysope	Coccinelle	Hyménoptère parasitoïde	Staphylin	Sphécide	
Score de l'indicateur (haie cloture)	2	2	1	2	0	0	3,5 (coef de la typologie de la haie appliqué)
Somme d'insectes pour toutes les aspirations	0	5	4	129	8	0	146
	Haie à haut score						Total
	Syrphe	Chrysope	Coccinelle	Hyménoptère parasitoïde	Staphylin	Sphécide	
Score de l'indicateur (haie arbustive)	8	10	10	12	3	3	57,5 (coef de la typologie de la haie appliqué)
Somme d'insectes pour toutes les aspirations	0	1	11	126	7	0	145

Si le score pour la haie à haut score est plus élevé que pour celui de la haie à faible score pour toutes les familles d'insectes, le nombre d'individus capturés, lui, est inférieur, sauf pour les coccinelles. Il ne semble donc pas y avoir de relation entre l'indicateur et le nombre d'insectes capturés.

La figure 14 représente le nombre d'auxiliaires et de pucerons capturés aux trois distances (1,10 et 30 mètres) en fonction du temps, dans les deux parcelles de blé adjacentes à la haie.

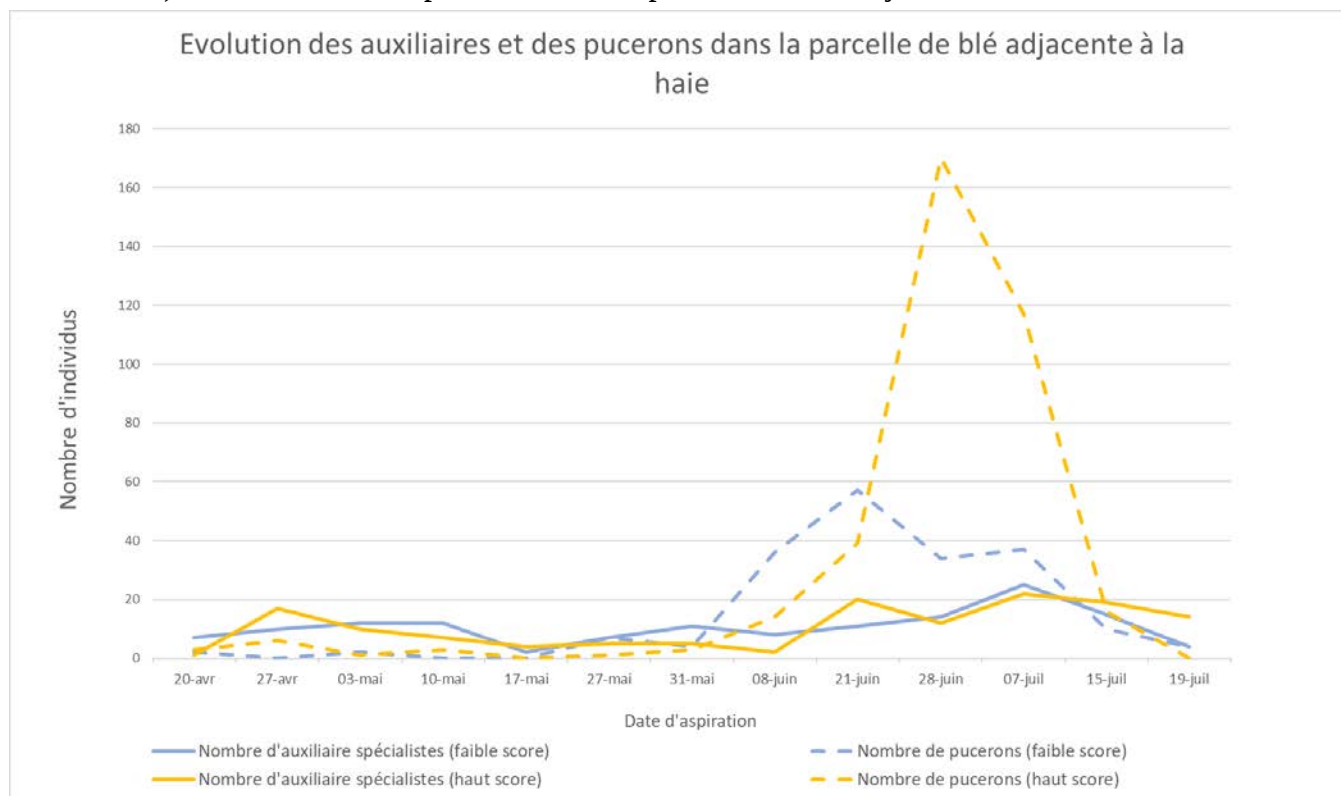


Figure 14 : Evolution du nombre de pucerons et d'auxiliaires spécialistes pour chaque aspiration

Il y a plus de pucerons près de la haie à haut score, donc potentiellement plus de nourriture pour les auxiliaires. Le nombre de pucerons croît rapidement à partir du 31 mai, et leur population diminue par la suite. La population d'auxiliaires spécialistes augmente également en même temps que la population de pucerons.

Le tableau 4 représente l'avis de chaque capture selon différents critères météorologiques, et selon l'état du blé. Le tableau 5 représente les températures et pluviométries de cette année et de la dernière décennie. Les données concernant le vent proviennent de Météo-France. La pluviométrie et la température proviennent de la station météo de SHW.

Tableau 4 : Conditions des captures à dire d'expert

Date	Température	Vent	Temps	Heure de capture	Pluviométrie le jour de l'aspiration	Humidité du blé	Avis sur la capture
20/04/2021	18°C	nul	ensoleillé	14h15-15h15	0,2 mm	sec	très favorable
27/04/2021	16°C	nul	ensoleillé	14h-15h	Nul	sec	très favorable
03/05/2021	13°C	20km/h	couvert	14h30-15h30	2,6 mm	humide	très défavorable
10/05/2021	16°C	10km/h	couvert	14h45-15h30	0,4 mm	humide	défavorable
17/05/2021	13°C	40km/h	couvert	14h-15h	8,5 mm	humide	très défavorable
27/05/2021	15°C	30km/h	nuageux	14h45-15h45	0 mm	sec	défavorable
31/05/2021	20°C	30 km/h	ensoleillé	13h30-14h30	0 mm	sec	défavorable
08/06/2021	25°C	nul	ensoleillé	14h15-15h15	1 mm	humide	très favorable
21/06/2021	24°C	15 km/h	ensoleillé	13h40-14h30	0 mm	sec	favorable
28/06/2021	23°C	10 km/h	nuageux	13h45-15h00	0 mm	sec	favorable
07/07/2021	21°C	15 km/h	ensoleillé	13h30-14h50	0,2 mm	sec	favorable
15/07/2021	16°C	20 km/h	couvert	12h15-13h30	8,6 mm	humide	très défavorable
19/07/2021	24°C	15 km/h	ensoleillé	14h10-15h40	0 mm	sec	très favorable

Tableau 5 : Température et pluviométrie sur les dix dernières années sur la période de la campagne de piégeage 2021

Données du 19/04 au 25/07		
Température (°C)	Médiane de la T°C ces 10 dernières années	1506,1
	T°C totale 2021	1428,8
	Décile 2 de la T°C ces 10 dernières années	1465,3
	T°C min de ces 10 dernières années	1419,4
Pluviométrie (mm)	Médiane de la pluvio totale ces 10 dernières années	162,7
	Décile 8 de la pluvio ces 10 dernières années	224,4
	Pluvio totale 2021	291,2
	Pluvio max de ces 10 dernières années	295,6

La météo a été très hétérogène durant toute la campagne de piégeage (vent plus ou moins présent, température de capture entre 13 et 25°C, plus ou moins de pluie). De plus, en comparant des données météo de cette année à celles des années passées, on remarque que la température est assez fraîche et que la pluviométrie est assez élevée pour cette année.

4.2 Indicateur qualitatif : DEXi ARENA

4.2.1 Démarche concernant le renseignement des données SDC

Il y a donc 3 démarches différentes. La première est le renseignement par parcelle qui est le témoin de cette expérimentation. La deuxième démarche est le renseignement par îlots géographiques qui regroupent des parcelles adjacentes, mais qui ont un environnement parcellaire différent. Par ailleurs, ces îlots peuvent nous permettre de comparer la partie « parcelle et son environnement » de DEXi ARENA. Et enfin, le renseignement par systèmes de cultures qui regroupe des parcelles d'un même SDC. Ces îlots vont nous permettre de comparer la partie « système de culture » de DEXi ARENA.

4.2.2 Point méthodologique

Pour les îlots géographiques, le choix méthodologique de ne renseigner que la partie « parcelle et son environnement » avait d'abord été pris. Car les parcelles au sein d'un îlot peuvent posséder deux systèmes de cultures différents. Le changement d'échelle de la parcelle à l'îlot implique une transformation du critère d'entrée « taille de la parcelle », qui, par ailleurs, a un impact important sur la note finale (plus la parcelle est grande, plus le potentiel diminue). Ce critère a donc été renommé « taille moyenne des parcelles ». Pour renseigner ce dernier, il est nécessaire de calculer la moyenne de la surface des parcelles composant l'îlot. Pour renseigner la partie système de culture, le critère à renseigner sera celui présent sur la plus grande surface dans l'îlot. Les deux parties « environnement de la parcelle » et « SDC » sont donc renseignées dans l'arbre DEXi.

Enfin, afin de pouvoir comparer les résultats des îlots à ceux des parcelles, les notes des parcelles formant l'îlot ont été moyennées en fonction de leur surface.

4.2.3 Potentiel auxiliaire des îlots géographiques et des systèmes de culture

Le tableau 6 représente toutes les notes calculées par DEXi ARENA pour les parcelles composants l'exploitation. La cartographie des parcelles se trouve en annexe III.

Tableau 6 : Potentiel auxiliaire de chaque parcelle de l'exploitation

	Parcelles (valeurs de références)											Plus haut score possible
	Parcelle 1	Parcelle 2	Parcelle 3	Parcelle 4	Parcelle 5	Parcelle 6	Parcelle 7	Parcelle 8	Parcelle 9	Parcelle 10	Parcelle 11	
Potentiel Auxiliaires	6	4	6	6	6	6	6	4	6	4	6	6

Les parcelles sont donc souvent très favorables à l'accueil des auxiliaires : 8 notes sont maximales (très favorables aux auxiliaires) et 3 notes sont intermédiaires (un peu favorable aux auxiliaires).

Le tableau 7 représente le potentiel auxiliaire par îlot géographique et les notes moyennes pondérées des parcelles formant les îlots géographiques.

Tableau 7 : Potentiel auxiliaires par îlot géographique et notes moyennes pondérées des parcelles formant les îlots

	Îlots géographiques			Plus haut score possible
	Îlot 10	Îlot 20	Îlot 30	
Potentiel auxiliaire	6	6	6	6
Moyennes des potentiels auxi des parcelles composants les îlots géographiques	5	6	6	6

Les notes des îlots géographiques sont maximales à chaque fois. En comparant les notes des îlots géographiques aux valeurs témoins (note moyenne des parcelles des îlots), seul l'îlot 10 possède une note différente, d'un point.

Le tableau 8 représente le potentiel auxiliaire par îlot systèmes de cultures et les notes moyennes pondérées des parcelles formant les îlots SDC.

Tableau 8 : Potentiel auxiliaire par îlot système de culture et les notes moyennes pondérées des parcelles formant les îlots SDC

	SDC			Plus haut score possible
	Îlot 200 (SDC1)	Îlot 100 (SDC2)	Îlot 30 (SDC1)	
Potentiel auxiliaire	6	6	6	6
Moyennes des potentiels auxi des parcelles composants les îlots SDC	6	5	6	6

Pour le SDC 2, il y a une différence d'un point avec le témoin. Le calcul de la note par îlot pour le calcul du potentiel biodiversité semble donc fonctionner pour DEXi ARENA.

Les figures 15 et 16 sont les résultats des sorties DEXi ARENA pour les îlots géographiques et les îlots systèmes de cultures. Les notes obtenues ont été modifiées et changées en pourcentage par rapport à la note maximale. Si un îlot obtient 100%, c'est qu'il a eu la note maximale dans une catégorie. La première donnée du radar correspond au potentiel auxiliaire, la note finale. Les autres données sont les branches de l'arbre multicritères.

Radar des îlots géographiques de SHW

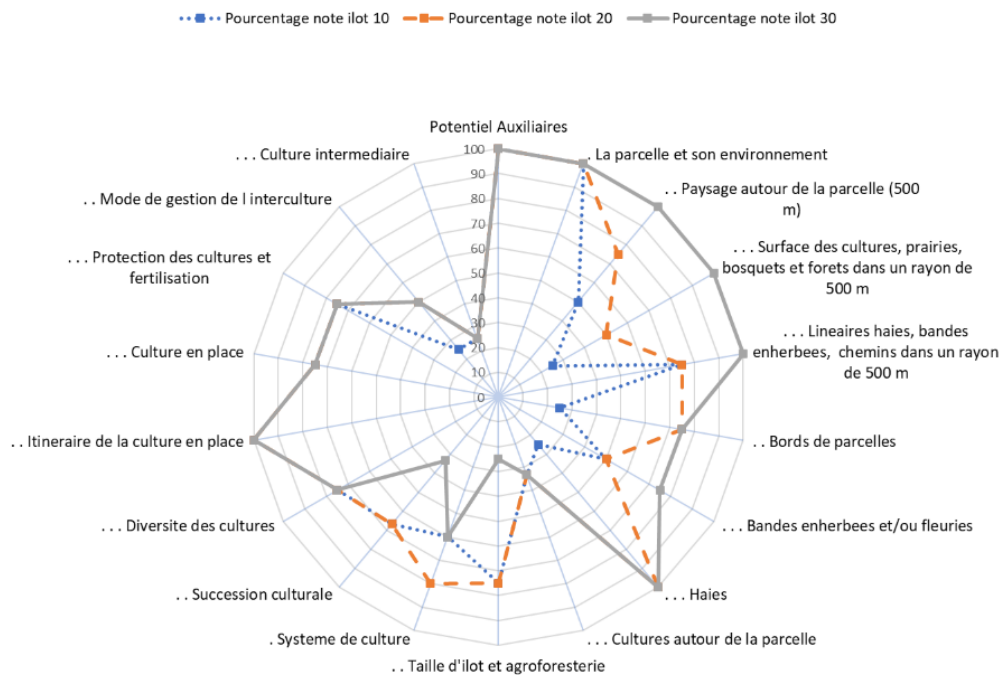


Figure 105 : Radar des notes DEXi des îlots géographiques de SHW

Radar des îlots SDC de SHW

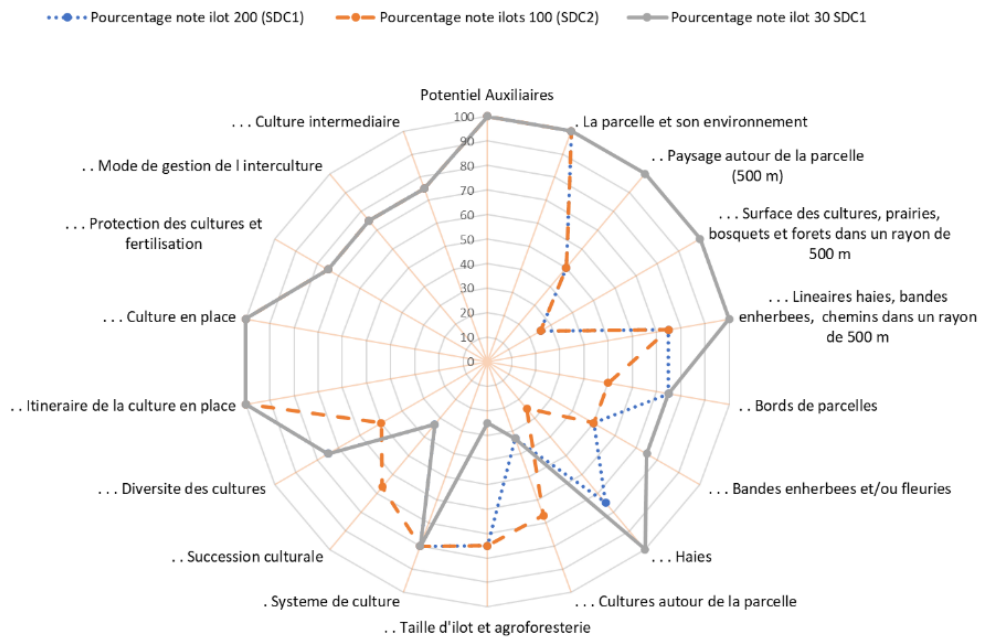


Figure 116 : Radar des notes DEXi des îlots systèmes de cultures de SHW

Le potentiel auxiliaire est toujours maximal pour chaque îlot, même si le contexte paysager et cultural est différent.

5 Discussion

5.1 Indicateur à scoring haie

Les résultats prometteurs de la capture des coccinelles et des hyménoptères parasitoïdes par les tentes Malaise (figure 12) semblent en bonne voie pour valider l'indicateur. Les données des cantharides peuvent également renseigner sur la population théorique des coccinelles. En effet ces coléoptères, comme les coccinelles, sont aphidiphages spécifiques. Ainsi, il y a une compétition qui se crée entre ces deux auxiliaires. Selon les informations données par l'entomologiste Jean-David Chapelin-Viscardi du laboratoire d'éco-entomologie, plus il y a de cantharides à un endroit donné, moins il y a de chances de trouver de coccinelles. Dans ce cas-ci, il pourrait donc y avoir possiblement plus de coccinelles dans la haie à haut score, ce qui creuserait encore plus l'écart avec le nombre d'individus de la haie à faible score.

Néanmoins, il vaudrait mieux attendre les résultats concernant les derniers auxiliaires volants, car ils permettront de comparer les scores des haies pour chaque auxiliaire avec le nombre d'individus totaux comme pour la figure 12. Il sera alors possible de dégager une conclusion quant à l'attractivité globale des haies, en tout cas pour ces conditions de campagne. En effet, au vu des résultats du tableau 5, les données météo auraient pu être meilleures (température plus élevée et pluviométrie plus faible).

Pour l'aspiration, les insectes se sont bien déplacés jusqu'à 30 mètres dans la parcelle (figure 13). Mais, vu la distance de déplacement limité de certains auxiliaires volants, il vaut mieux que les parcelles agricoles ne pas soient trop grandes (Cevek, 2017).

Le nombre d'auxiliaires aspirés dans la parcelle de blé adjacente à la haie à haut score est plus faible que le nombre d'auxiliaires aspirés dans la haie à faible score (tableau 3). L'hypothèse du plus grand nombre d'insectes capturés près de la haie à haut score est donc rejetée. Deux causes de peuvent être émises.

La première cause est peut-être liée à la météo (tableau 4). La météo du mois de mai a vraiment pénalisé les aspirations (temps couvert, pluie, vent, température basse pour la saison). Cela se traduit ici par les écarts-type plutôt élevés sur le graphe de la figure 13. Il semble nécessaire de continuer les piégeages quelques campagnes supplémentaires pour s'affranchir de l'effet année, voire de peut-être changer la méthode de piégeage qui présente certains défauts (l'aspiration permet difficilement d'attraper des syrphes, qui sont trop vifs).

Pour la deuxième cause, cette différence pourrait provenir des systèmes de cultures de ces deux parcelles. Ce sont deux parcelles de blé qui présentent deux ITK différents (voir figure 9 et tableau 2). Le premier point à soulever est la culture précédente. En effet, pour la parcelle près de la haie à

haut score, il y avait une culture de maïs l'année passée, ce qui est plutôt défavorable pour l'attractivité des syrphes, coccinelles, chrysopes et hyménoptères parasitoïdes. La parcelle près de la haie à faible score était une prairie temporaire l'année dernière, or une telle culture est très favorable pour les HP qui peut lui servir de refuge et leur donne l'avantage de migrer d'une prairie à un champ adjacent (Vorley & Wratten, 1987). Les prairies multiplient par deux l'abondance des coccinelles (Leather *et al.*, 1999) ce qui peut augmenter le nombre d'individus l'année suivante. A ajouter également un autre point au niveau de ces systèmes de culture : il y a une application d'insecticide environ une fois par an dans la parcelle adjacente à la haie à haut score. A l'inverse, il n'y a pas d'insecticide appliqué dans la parcelle adjacente à la haie à faible score. Les insecticides peuvent provoquer la mort directe des syrphes (Sol & Sander, 1959), des coccinelles (Hasken & Poehling, 1995), des HP (Jonsson *et al.*, 2012) ou des chrysopes (Stelzl & Devetak, 1999).

La parcelle adjacente à la haie à haut score, contient plus de pucerons que dans l'autre parcelle (figure 14). Ce qui signifie donc plus de nourriture potentielle pour les auxiliaires. Pourtant, c'est près de cette haie que moins d'insectes ont été capturés. Le nombre plus faible d'auxiliaires capturés ne provient donc ni d'un manque de ressources à l'état larvaire (plus de consommation de puceron lors de cette phase), ni d'un manque de ressources à l'état adulte (beaucoup plus d'essences nectarifères et pollinifères dans la haie à haut score).

La haie n'est donc pas le seul facteur qui joue sur la présence d'auxiliaires dans la parcelle : la météo et le système de culture sont aussi à prendre en compte. La meilleure campagne de piégeage possible doit donc être faite sur deux parcelles ayant le même ITK et précédent cultural et dans les mêmes conditions météo, même si ce cas est difficile à mettre en place lorsqu'il est question de travailler sur la biodiversité. Ces conditions météo doivent être propices à l'aspiration : pas ou peu de vent, un temps ensoleillé, de bonnes températures et pas de pluie.

Malgré ces deux facteurs qui permettraient d'expliquer pourquoi le nombre d'insectes capturés par aspiration est plus faible près de la haie à haut score, il est difficile de conclure sur la fiabilité de ce nouvel indicateur à scoring sur l'environnement de la haie. Il pourrait, voire doit, être encore perfectionné. Par exemple, l'abondance des essences n'est pas encore prise en compte dans le score final de la haie. La strate herbacée n'est pas non plus prise en compte dans le calcul de ce score. Enfin, la mise en place d'un référentiel avec d'autre station (campagne de piégeage en commun), pourrait peut-être mettre le doigt sur d'éventuels points à éclaircir.

La confrontation entre les notes de l'indicateur et de nouvelles données suivies d'auxiliaires est une étape indispensable pour valider la pertinence de ce dernier. Les résultats du projet MIRAGE pourraient ainsi être valorisés dans ce travail d'évaluation. Ce projet consiste en la mise en place

d'une caméra haute définition dans la parcelle, puis d'analyser les mouvements des insectes (auxiliaires et ravageurs) grâce à un logiciel. Le potentiel de transfert de cet outil sera évalué, dans l'enseignement, dans l'expérimentation (effet des pratiques et des aménagements agroécologiques sur la régulation naturelle), dans la recherche-action avec les agriculteurs et dans la gestion des cultures. La dynamique des populations des pucerons et des auxiliaires (figure 14) pourra être mise en lien avec ce projet de recherche afin de l'argumenter. D'autant plus qu'elle ressemble à la dynamique des pucerons présentée par Michel Cavigelli *et al.* en 2000.

5.2 Indicateur qualitatif DEXi ARENA

Les résultats des parcelles (tableau 6) indiquent donc que le potentiel auxiliaire de la station expérimentale de SHW est plutôt bon, et qu'il n'y a que peu de voies d'amélioration pour cette station. La note maximale par parcelle est très souvent atteinte, dans 8 cas sur 11.

Concernant les îlots, ils ont tous la note maximale, que ce soit pour les SDC ou l'emplacement géographique des îlots. Même si l'îlot 10 (figure 15) n'a pas d'excellentes notes dans les différentes branches qui composent la partie droite du radar « parcelle et son environnement », la note globale qu'elle obtient dans cette partie est tout de même maximale. C'est le cas aussi pour l'îlot 200 et l'îlot 100 de la figure 16. Cependant pour la branche « système de culture », la note maximale n'est jamais atteinte, et ce, même si les notes sont correctes dans toute la partie gauche du radar (tous les îlots de la figure 16). Cela s'explique car certains critères ou branches possèdent un coefficient qui va plus ou moins influencer la note finale. Otero Sancho en 2018 obtenait déjà ce genre de résultats. Certains critères peuvent même faire basculer drastiquement la note globale d'une branche, voire du potentiel auxiliaire : c'est le cas du critère « taille de la parcelle », plus la parcelle est grande, plus il aura un impact négatif sur la note finale.

D'après les tableaux 7 et 8, les notes des îlots et les notes recalculées par îlots sont similaires. Cela est dû au fait que DEXi ARENA discrimine peu les différents îlots géographiques entre eux. C'est le cas, même avec un contexte paysager différent (figure 15). Il discrimine également peu les différents îlots SDC entre eux, même avec deux systèmes de cultures différents (figure 16).

L'utilisation des îlots géographique est donc possible, mais dans le cas où les parcelles sont voisines, ou alors qu'elles forment déjà des îlots de parcelles sur le terrain. Cette configuration est rare dans une exploitation agricole, mais c'est le cas à SHW.

En revanche, obtenir une note pour le système de culture est faisable et plutôt intéressant, même si les parcelles sont éloignées les unes des autres. Ce n'est pas simplement le système de culture qui est évalué, mais ce système au sein de l'exploitation, car l'environnement de chaque parcelle est pris en compte dans l'arbre DEXi. Une construction de tels îlots peut être intéressante pour une exploitation

au sein duquel au moins deux systèmes de culture sont utilisés et que l'agriculteur souhaite les comparer entre eux.

Finalement, le renseignement des données de l'échelle de la parcelle à l'échelle de l'exploitation ne s'est pas complètement achevé, mais il a été prouvé que les notes renseignées par groupement de parcelle (expérimentation) étaient proches des moyennes des notes des parcelles formant l'îlot (témoin). Cela peut donc donner une piste d'amélioration pour l'amélioration du logiciel, et mériterait une étude supplémentaire.

Conclusion et perspectives

Les deux indicateurs renseignent sur le potentiel auxiliaire, mais leur modification et évolution semblent justifiés dans les deux cas. L'indicateur à scoring, serait plus fiable en prenant en compte la strate herbacée ainsi que l'abondance des espèces végétales dans la haie. Pour DEXi ARENA les adaptations effectuées lors de ce travail permettent de comparer deux systèmes de cultures ou de comparer des îlots géographiques.

Cet indicateur à scoring pourra par la suite être testé dans d'autres stations au contexte paysager différent afin d'effectuer une comparaison des résultats. Des méthodes de piégeage différentes peuvent également être mises en place afin de tester la fiabilité de l'indicateur. Le piégeage par filet fauchoir semble recommandé par le laboratoire d'éco-entomologie car il ne provoque pas la dégradation des insectes comme le fait l'aspirateur et il reste tout aussi efficace pour les insectes volants. La mise en place des caméras développées dans le cadre du projet MIRAGE permettra également de suivre les populations d'insectes au sein des parcelles.

Au niveau local ce travail aura également permis la signature d'une convention de partenariat entre Arvalis et le CPIE de Meuse. Dans le cadre d'un suivi biodiversité dans le réseau de ferme du territoire, la biodiversité des haies a également été répertoriée sur la station. Cette convention va également permettre de planter un linéaire de 400 mètres de haies courant 2021-2022 afin de reconquérir la Trame Verte dans la plaine de la Woëvre.

Quant à DEXi ARENA, il est très pédagogique, mais il dégrade fortement les données. Il est très qualitatif, ce qui lui permet de toucher une cible multi-acteur. C'est un indicateur de développement : il a pour le but le transfert et l'accompagnement des agriculteurs à un changement de système.

Le travail réalisé sur DEXi ARENA sera transmis à l'ACTA. Ainsi, l'association pourra s'appuyer sur les pistes de réflexion de ce rapport pour une éventuelle modification ultérieure de l'outil.

Sources

- Baggen L.R., Gurr G.M., (1998). « The Influence of Food on *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae), and the Use of Flowering Plants as a Habitat Management Tool to Enhance Biological Control of Potato Moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) ». *Biological Control* 11
- biodiversité sur la station expérimentale de Saint Hilaire en Woëvre dans son territoire : digitalisation, quantification et qualification des éléments semi-naturels d'intérêt*. Ecole Polytechnique – Paris.
- Bohanec, Marko & Zupan, Blaz & Rajkovic, Vladislav. (2000). *Applications of Qualitative Multi-Attribute Decision Models in Health Care*.
- Bowden J., Dean G. J. W. (1977). *The Distribution of Flying Insects in and Near a Tall Hedgerow*
- Caquet, T., Gascuel, C., Tixier-Boichard, M, coord. (2020). *Agroécologie - Des recherches pour la transition des filières et des territoires*. Editions Quae.
- Caractériser la qualité des haies*. Consulté le 27 Juillet 2021 à l'adresse : <http://www.polebocage.fr/-Caracteriser-la-qualite-des-haies-.html>.
- Cavigelli, M., et al. (2000). *Michigan Field Crop Pest Ecology and Management*. Edition: E-2704. Michigan State University Extension
- Cervek, C. (2017). *Expérimentation et innovation en grandes cultures*. A consulter à l'adresse : https://centre-valdeloire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Centre-Val-de-Loire/122_Inst-Centre-Val-de-Loire/Agro_environnement/Paysages_biodiversite/Documents/Fiches_Ateliers_Biodiversite/Auxiliaires_Pollinisateurs.pdf. Fiche technique Biodiversité.
- Chabert, A. (2020) *Mode d'emploi de l'arbre d'évaluation multicritères DEXi ARENA portant sur les auxiliaires volants prédateurs et parasitoïdes de pucerons au printemps*.
- Chambres d'agriculture des Landes. *La biodiversité fonctionnelle dans l'agriculture*. A consulter à l'adresse https://landes.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Nouvelle-Aquitaine/101_Inst-Landes/Documents/environnement/agro_environnement/biodiversite_fonctionnelle_agriculture.pdf
- Chambres d'agriculture. *Outils Auxil'Haie*. Consulté le 24 juillet 2021 à l'adresse <https://chambres-agriculture.fr/agriculteur-et-politiques/foret-et-agroforesterie/agroforesterie/auxilhaie-et-auxilherbe/>
- Chaplin-Kramer, Rebecca, et al. (2011). "A Meta-Analysis of Crop Pest and Natural Enemy Response to Landscape Complexity." *Ecology Letters*, 2011, doi:10.1111/j.1461-0248.2011.01642.x.
- Corbet S. A., Backhouse M. (1975). *Aphid-hunting wasps : a field study of Passaloecus*. Transactions of the Royal Entomological Society of London 127 : 11-30.
- CORINE Land Cover (CLC) - Répartition des superficies en 15 postes d'occupation des sols (métropole)*. A télécharger sur https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2019-07/clc_etat_com_n1.csv.
- Denoirjean, T. (2017) *Les haies « écofonctionnelles » en grandes cultures favorisation des auxiliaires, conception et gestion de l'aménagement*.
- Duru, M., Fares, M., Therond, O. (2014) Un cadre conceptuel pour penser maintenant (et organiser demain) la transition agroécologique de l'agriculture dans les territoires.
- Exemples de projets en lien avec la feuille de route issue des Assises de la rdi en agriculture du Grand Est. (19 déc 2019).
- Hasken K.-H. & Poehling H.-M. (1995). *Effects of different intensities of fertilisers and pesticides on aphids and aphid predators in winter wheat*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 52, 45-50.
- Jean, A., Dor, C., Maillet-Mezeray, J. (2011). *Synthèse bibliographique sur l'écologie des Syrphidae*. Projet CASDAR « les entomophages en grandes cultures » : diversité, service-rendu et potentialités des habitats.
- Jonsson M., Buckley H.L., Case B.S., Wratten S.D., Hale R.J. & Didham R.K., 2012. *Agricultural intensification drives landscape-context effects on host-parasitoid interactions in agroecosystems*. *Journal of Applied Ecology* 49, 706-714.
- Le Divelec R., 2015. Les Hyménoptères Sphécides en grandes cultures : caractérisation des communautés, évaluation du potentiel auxiliaire et mise en évidence des habitats favorables. Mémoire de Master 2, UPMC, Laboratoire d'Eco-Entomologie, 31 p + 10 annexes.

- Le Roux, Xavier, *et al.* (2008). *Agriculture et Biodiversité. Valoriser Les Synergies.*
- Leather S.R., Cooke R.C.A., Fellowes M.D.E. & Rombes R. (1999) . *Distribution and abundance of ladybirds (Coleoptera : Coccinellidae) in non-crop habitats.* European Journal of Entomology 96, 23-27.
- Lepage, E. (2020). *Approcher une notion de paysage multifonctionnel en mettant en œuvre un travail de diagnostic*
- Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement. (2013). *Qu'est ce que l'agroécologie.* Consulté le 28 Juillet 2021 à l'adresse : <https://agriculture.gouv.fr/quest-ce-que-lagroecologie>
- Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, 2013. *Qu'est-ce qu'un auxiliaire de Culture ?* A consulter à l'adresse
- Otero Sancho, P. (2018) *Prévoir les régulations naturelles des pucerons par les auxiliaires en grandes cultures : collectes et analyses de données en vue de l'amélioration d'un outil d'évaluation multicritère DEXi.* Sciences du Vivant [q-bio]. ffdumas-02962273
- Projet MIRAGE | Ecophytopic. (2021, 18 juin). Consulté le 24 juillet 2021 à l'adresse <https://ecophytopic.fr/recherche-innovation/piloter/projet-mirage>
- R. Billeter *et al.* (2008). *Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study.* Journal of Applied Ecology 45, 141–150
- Rougemous, S. (26 oct 2015). *La biodiversité fonctionnelle - Fonctions et services rendus à l'agriculture.* Colloque LPO.
- Schaller, N. (Juillet 2013). *Centre d'études et de prospective n° 59 - L'agroécologie : des définitions variées.* A consulter à l'adresse <https://agriculture.gouv.fr/file/analysecep59agroecologiedefinitionsvarieesprincipescommunsle051634pdf>
- Sol, R., Sanders, W., 1959. *Über die Empfindlichkeit von Syrphiden-larven gegen Pflanzenschutzmittel.* Anz. Schadlingsk 32, 169–172.
- Stelzl M. & Devetak D. (1999). *Neuroptera in agricultural ecosystems.* Agriculture, Ecosystem and Environment 74, 308-321.
- Thomas C.F.G., Parkinson, L., Marshall E.J.P. (1998). *Isolating the components of activity-density for the carabid beetle Pterostichus melanarius in farmland.* Oecologia 116, 103-112.
- Turpeau, E., Hullé, M., & Chaubet, B. (2018, août 28). *Encyclop'Aphid : l'encyclopédie des pucerons - Coccinella septempunctata.* Consulté le 24 juillet 2021 à l'adresse https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons_eng/Species/Insect-predators/Coleoptera-Coccinellidae/Coccinella-septempunctata
- Turpeau, E., Hullé, M., & Chaubet, B. (2018, août 30). *Encyclop'Aphid : l'encyclopédie des pucerons - Dégâts.* Consulté le 24 juillet 2021 à l'adresse <https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons/Pucerons-et-agriculture/Degats>
- Veres, A., Petit, S., Conord, C., Lavigne, C. (2013). *Does landscape composition affect pest abundance and their control by natural enemies? A review.* Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 166, 2013, Pages 110-117, ISSN 0167-8809, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.05.027>.
- Villeneuve-Chasset, J. (2017). *Biodiversité fonctionnelle - Protection des cultures.* Editions France Agricole. pp.15
- Vivre les paysages de Meurthe-&Moselle - La plaine de la Woëvre. Consulté le 24 juillet 2021, à l'adresse <https://vivrespaysages.cg54.fr/unites-de-paysage/la-plaine-de-la-woevre>
- Vorley V.T. & Wratten S.D. (1987). *Migration of parasitoids (Hymenoptera : Braconidae) of cereal aphids (Hemiptera : Aphididae) between grassland, early-sown cereals and late-sown cereals in southern England.* Bulletin of entomological research 77 (4), 555-568.
- Welling, M. (1990). *Dispersal of ground beetle (Col.Carabidae) in arable land.* Med. Fac .Landbouww. Rijksuniv. Gent. 55, 483-491.
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T. *et al.* (2009). *Agroecology as a science, a movement and a practice.* A review. Agron. Sustain. Dev. 29, 503–515 (2009). <https://doi.org/10.1051/agro/2009004>

Annexes

Haie	150								
Typologie	H6								
longueur	320								
Strate arbustive	Abondance	code	Ch	Co	HP	Sy	Sp	St	Note Auxi.
Amelanchier	0	Amelanchier							0
Aulne	0	Aulne							0
Bouleau	0	Bouleau							0
Bourdaine	0	Bourdaine							0
Bryone	0	Bryone							0
Charme	0	Charme							0
Chene	0	Chene							0
Chevrefeuille	0	Chevrefeuille							0
Clematite	0	Clematite							0
Cornouiller	0	Cornouiller							0
Crataegus	2	Crataegus2	1	0	1	1	0	0	3
Eglantier	1	Eglantier1	1	0	1	1	1	0	4
Erable	0	Erable							0
Frene	0	Frene							0
Fusain d'Europe	0	Fusain d'Europe							0
Groseiller	0	Groseiller							0
Houblon	0	Houblon							0
Lierre	0	Lierre							0
Marronnier	0	Marronnier							0
Neflier	0	Neflier							0
Noisetier	0	Noisetier							0
Noyer	0	Noyer							0
Orme	0	Orme							0
Peuplier	2	Peuplier2	0	0	0	0	0	0	0
Pin	0	Pin							0
Poirier	0	Poirier							0
Pommier	0	Pommier							0
Prunus	2	Prunus2	1	1	1	1	0	0	4
Ronces	1	Ronces1	1	0	1	1	1	0	4
Saule	0	Saule							0
Sorbus	0	Sorbus							0
Sureau	0	Sureau							0
Symphorine	0	Symphorine							0
Tilleul	0	Tilleul							0
Troene	0	Troene							0
Viorne	0	Viorne							0
									0
Strate arborée		Strate arborée							0
Aubepine	0	Aubepine							0
Aulne	0	Aulne							0
Chene	0	Chene							0
Eglantier	0	Eglantier							0
Erable	0	Erable							0
Frene	0	Frene							0
Marronnier	0	Marronnier							0
Peuplier	0	Peuplier							0
Poirier	0	Poirier							0
Prunus	0	Prunus							0
Saule	0	Saule							0
Tilleul	0	Tilleul							0
Note Auxiliaire Haie	-	-	4	1	4	4	2	0	-
Note globale	15								
Note globale après coefficient	18,75								

Annexe I : Fiche type du calcul de score d'une haie

Code	Typologie	Coefficient
H1	Haie disparue	0,25
H2	Lisière enherbée avec clôture	0,5
H3	Haie relictuelle	0,5
H4	Alignement arborée	0,75
H5	Haie taillée en sommet et façade	0,5
H5b	Haie arborée taillée en sommet et façade	1
H6	Haie arbustive haute	1,25
H7	Haie multistrates	1,5
H8	Haie récente	0,5
H9	Haie urbaine	1
H10	Haie abandonnée	1,25

Annexe II : Les différentes typologies et le coefficient appliqué au score de la haie



Annexe III : Renseignement du numéro des parcelles de SHW