

**AFPP – 11<sup>e</sup> CONFÉRENCE INTERNATIONALE  
SUR LES RAVAGEURS ET AUXILIAIRES EN AGRICULTURE  
MONTPELLIER – 25 ET 26 OCTOBRE 2017**

**DES HAIES « ECOFONCTIONNELLES » POUR FAVORISER LES AUXILIAIRES**

V. TOSSER <sup>(1)</sup>, T. DENOIRJEAN <sup>(1)</sup>, J.-D. CHAPELIN-VISCARDI <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> ARVALIS Institut du végétal, Station expérimentale, 91720 Boigneville, France,  
v.tosser@arvalis.fr, denoirjean.thomas@gmail.com

<sup>(2)</sup> LABORATOIRE D'ECO-ENTOMOLOGIE, 5 rue Antoine Mariotte, 45000 ORLEANS, France,  
chapelinviscardi@laboratoirecoentomologie.com

**RÉSUMÉ**

La biodiversité évoluant en milieu agricole est favorisée par la présence d'infrastructures agro-écologiques en bordure de parcelles, où les organismes peuvent passer tout ou partie de leur cycle de vie. Favoriser cette biodiversité peut rendre des services à la production agricole. La lutte biologique par conservation contribue à faire évoluer les pratiques culturales et les infrastructures agro-écologiques afin de favoriser l'accueil des auxiliaires de cultures, dans l'objectif d'améliorer la régulation naturelle des ravageurs. Dans ce cadre, la présence de haies à proximité des parcelles agricoles est reconnue pour favoriser les auxiliaires de cultures. L'implantation et la gestion de ces éléments, dans un objectif d'optimiser l'accueil de biodiversité, est cependant complexe car repose sur plusieurs opérations étapes. Une étude bibliographique complétée par l'expertise de spécialistes dégage des préconisations pour construire des haies dites « écofonctionnelles ».

Mots-clés : auxiliaires de cultures, infrastructures agro-écologiques, haies, service écosystémique, régulation des ravageurs.

**ABSTRACT**

Biodiversity in agricultural environment is improved by the presence of agro-ecological infrastructures on margins of plots, where organisms can spend all or part of their life cycle. Fostering this biodiversity can render services to agricultural production. Biological control by conservation contributes to the evolution of cultural practices and the agro-ecological infrastructures in order to favor the reception of natural enemies of pests, with the aim to improve natural regulation of pests. In this context, the presence of hedges in the vicinity of agricultural fields is known to favor natural enemies. Implementation and management of these elements, with the aim of increasing biodiversity, is complex, however, based on several operations ??? .Bibliographical study supplemented by the expertise of specialists releases recommendations to build "ecofunctional".hedges

Keywords: natural enemies, agro-ecological infrastructures, hedges, ecosystemic service, pests natural regulation.

## **INTRODUCTION**

Historiquement, les haies ont été implantées et entretenues dans certains paysages agricoles pour des enjeux liés à la production, tels que la protection des cultures et du bétail contre le vent et la chaleur, la délimitation du parcellaire, la production de bois d'œuvre ou de chauffage ou encore pour limiter l'érosion hydrique et éolienne du sol. L'évolution des préoccupations, intégrant de plus en plus de problématiques environnementales (ex : verdissement de la PAC) et incite les acteurs du développement agricole à s'intéresser aux haies sous de nouveaux angles.

Bien que minoritaires à l'heure actuelle dans la superficie totale de SIE (la majorité des SIE déclarées étant productives), les haies constituent des aménagements pouvant permettre de souscrire aux conditions nécessaires (Garnier, 2016).

La présence de biodiversité à la périphérie des parcelles et les services qu'elle peut assurer sont rarement recherchés en tant que but premier de l'implantation d'une haie. De nombreux éléments suscitent ces dernières années un intérêt nouveau pour préserver et favoriser les services écosystémiques : interdiction croissante de molécules chimiques disponibles pour la protection des plantes, démonstration de l'impact de certaines pratiques agricoles sur l'environnement. Dans ce cadre, le plan Ecophyto II a pour ambition de réduire l'utilisation de produits phytosanitaires de 50 % d'ici 2025. Il est donc nécessaire de trouver des solutions alternatives à l'emploi d'intrants chimiques, qui garantissent à la fois l'efficacité de la lutte contre les bio-agresseurs des cultures, le maintien du niveau de production et la diminution des impacts sur l'environnement. A ce titre, la lutte biologique par conservation apparaît, en grandes cultures, comme une des réponses possibles, et qu'il est nécessaire d'étudier.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail, qui vise, à partir d'une analyse de la bibliographie, à proposer un mode d'installation et de gestion de haies qui pourraient être qualifiées d'«écofonctionnelles» (néologisme qualificatif de la haie). Le but de ce type de haie est d'accroître la biodiversité en bordure des parcelles pour favoriser les services qu'elle assure. L'étude est principalement centrée sur le service de régulation naturelle des bio-agresseurs par les auxiliaires invertébrés.

## **L'INTERET DES HAIES POUR LA BIODIVERSITE**

La présence de parcelles à bordures aménagées favorise le développement et le maintien des auxiliaires de cultures, qui réalisent une partie de leur cycle de vie dans ces espaces. Ils y trouvent des sources de nourriture, un lieu d'habitat et/ou un site d'hivernation, un refuge en cas de perturbation en parcelles. Les bordures de parcelles peuvent également constituer un réservoir pour la colonisation des habitats adjacents.

Les haies se distinguent des autres types de bordure par leur variété fonctionnelle : elles ont tendance à présenter des sources de nourriture plus variées, à fournir des habitats plus diversifiés et à satisfaire les critères agronomiques tels que la constitution d'effets brise-vent.

Les bordures de parcelles aménagées sont également favorables à la présence de certains ravageurs des cultures. De plus amples travaux doivent être menés pour cerner les mécanismes relatifs à l'implantation d'une haie ou d'un autre aménagement extra-parcellaire afin de comprendre les facteurs qui pourraient être plus favorables aux auxiliaires qu'aux ravageurs (Debras *et al.*, 2003).

## **SOURCE DE NOURRITURE**

Les haies fournissent aux auxiliaires des sources de nourriture :

- Alternatives : lorsque les ravageurs qui doivent être régulés en parcelles ne sont pas encore présents, ou pour satisfaire les exigences liées à certains stades de développement,
- Complémentaires : certains auxiliaires à l'état adulte (Syrphes, Hyménoptères parasitoïdes...) se nourrissent en partie ou exclusivement de pollens, nectar ou de miellat.

Ainsi, les espèces végétales implantées dans la haie devront :

- Fleurir précocement au printemps pour alimenter les premières générations de Syrphes et de Chrysopes (Ricard *et al.*, 2012),
- Fleurir tardivement à l'automne pour offrir du nectar aux dernières générations de Sphécides (Le Divelec, 2015) et autres auxiliaires floricoles,
- Accueillir des proies de substitution aux auxiliaires en dehors des périodes de pullulation des ravageurs, notamment en début de saison pour attirer précocement les auxiliaires qui pourront ensuite migrer dans les parcelles (Boyer, 2017 ; Lee *et al.*, 2006 ; Ricard *et al.*, 2012).

La fourniture de ressources alimentaires est un critère déterminant dans l'efficacité de la régulation biologique par les auxiliaires (Krishnamoorthy, 1984 ; Takasu et Lewis, 1995 in Baggen, 1998).

#### **HABITAT ET SITE D'HIVERNATION**

Certaines espèces auxiliaires, sensibles aux perturbations relatives aux pratiques agricoles, ont besoin de bords de champs stables pour se développer et vivre. D'autres espèces n'ayant pas strictement besoin de ces aménagements peuvent tout de même les choisir pour passer l'hiver. C'est notamment le cas des prédateurs de Pucerons, tels que les Coccinelles, Chrysopes, Syrphes, Sphécides... (Collins *et al.*, 2002).

Une haie à structure variée et complexe, composée de 3 strates (arborescente, arbustive et herbacée) est plus riche en termes d'abondance et de diversité en auxiliaires que d'autres types de bords de champs (Bowden, 1977 ; Pywell *et al.*, 2005). En effet, chaque groupe (voire chaque espèce) possède ses propres exigences : certaines passeront l'hiver dans le feuillage persistant, d'autres dans la litière par exemple. Par ailleurs certains auxiliaires ont des exigences spatiales (ex : Coccinelles).

#### **REFUGE**

Les interventions humaines en parcelle (travail du sol, traitements phytosanitaires...) peuvent être néfastes à certains auxiliaires, l'impact étant variable suivant la fréquence d'intervention, la profondeur de travail des outils, etc. (Sotherton et Moreby, 1988). La haie peut alors constituer un refuge temporaire pour la faune adulte mobile évoluant sur les parcelles (Schüepp *et al.*, 2011), qui recolonisera ensuite les parcelles.

#### **RESEVOIR**

Les Carabes émergent en plus grand nombre dans les aménagements semi-naturels. Certaines espèces émergent exclusivement dans ces zones. Il est hautement probable que les adultes émergés colonisent ensuite les parcelles (Chapelin-Viscardi *et al.*, 2014).

La connectivité des éléments semi-naturels est dans ce cadre un facteur déterminant de l'installation de populations d'auxiliaires (Holzschuh *et al.*, 2009 ; Ricard *et al.*, 2012).

### **COMMENT CONCEVOIR UNE HAIE ECOFONCTIONNELLE ?**

#### **OU IMPLANTER LA HAIE ?**

Plusieurs critères sont à prendre en compte pour déterminer le lieu où planter une haie écofonctionnelle :

- Critères écologiques :
  - o Distance entre la haie et le centre de la parcelle : ce critère doit tenir compte des comportements et distances de déplacement des auxiliaires. Les Hyménoptères parasitoïdes, ainsi que les auxiliaires épigés ont une faible capacité de dispersion. Des haies proches du centre de la parcelle (100 à 200 m) auront tendance à favoriser les capacités de régulation (Baggen, 1988 ; Landé, 2011 ; Le Divelec, 2015).
  - o Les Sphécides, comme de nombreux autres insectes comme les abeilles solitaires, sont thermophiles (Le Divelec, 2015) : un aménagement sera d'autant plus efficace s'il est orienté plein sud.

- La connectivité : la haie doit être reliée au réseau d'éléments semi-naturels existant. Ce réseau doit couvrir 2 à 5% du paysage de l'exploitation, pour éviter un effet de concentration de la biodiversité qui risquerait de localiser la prédation.
- Critères agronomiques :
  - Une haie brise-vent peut permettre d'améliorer les résultats des ateliers d'élevage et de culture, en jouant sur de nombreux facteurs (maintien de l'humidité, limitation de l'érosion éolienne, moindre dispersion des produits phytosanitaires et maladies entre parcelles..). Il faut raisonner la position et la connectivité de la haie pour en faire un brise-vent efficace.
  - Une haie perpendiculaire à la pente diminue l'érosion hydrique des sols.

### **QUELLE COMPOSITION CHOISIR ?**

La diversité des espèces végétales est essentielle à la valorisation des intérêts écologiques de la haie. Elle permet en effet de multiplier les sources de nourriture, les abris, les zones de reproduction et de circulation. Afin d'optimiser l'effet de la haie implantée, il est nécessaire de sélectionner soigneusement les essences qui doivent la composer.

Eventuellement, la composition de la haie pourra être adaptée aux ravageurs et aux auxiliaires à favoriser. En fonction des exigences des auxiliaires (besoin en nectar, abri d'hivernage, proies alternatives, etc.) les espèces végétales à implanter seront définies.

#### Nombre d'espèces à planter

Si les études ne sont pas très précises à ce sujet, plus le nombre d'espèces est important et plus la haie favorise d'auxiliaires. Cependant, pour des raisons pragmatiques, le nombre minimum d'essences à planter pour favoriser la biodiversité serait de 5.

Il n'est pas judicieux de maximiser la diversité végétale au-delà d'un certain seuil, qui risquerait de favoriser les ravageurs au détriment des auxiliaires de cultures. Ce seuil se situerait autour de 7 à 8 espèces pour Ricard *et al.* (2012), 10 espèces (CASDAR Auximore), à 15 essences différentes (Debras *et al.*, 2003).

#### Choix d'espèces

Il est nécessaire de choisir des essences botaniques de familles différentes de celle de la culture à protéger ; ainsi l'enrichissement inévitable de la population de phytophages se fait sans risque. Les essences sélectionnées doivent être idéalement les plus attractives pour les auxiliaires (Debras *et al.*, 2003) : ce sont surtout des espèces locales (Dor, 2011 ; Ricard *et al.*, 2012), qui seront d'autant plus adaptées au pédoclimat, ce qui évitera l'apparition de maladies et l'appauvrissement de la diversité génétique (CASDAR AUXIMORE ; IBIS) tout en favorisant l'implantation des végétaux. Les espèces autochtones à large répartition géographique telles que les Rosacées et les Salicacées sont ainsi très intéressantes (Ricard *et al.*, 2012).

Les lianes (clematites, chèvrefeuille, lierre) sont des éléments structurants et bénéfiques pour la haie : le lierre, par exemple, présente une floraison et une fructification tardives utiles pour les auxiliaires et la faune cynégétique, il constitue aussi un excellent complément pour les abeilles. Il doit être géré correctement pour éviter l'envahissement de la haie.

Pour se fournir en végétaux, plusieurs solutions existent :

- Via les pépiniéristes locaux qui élèvent sur la totalité du développement de l'arbre,
- Sélectionner des pousses spontanées présentes sur l'exploitation dans des zones aux caractéristiques semblables à la parcelle qui accueillera la haie (CASDAR Auximore),
- Prospector dans des boisements ou des haies anciennes dont le préleveur est propriétaire pour prélever de jeunes pousses – cette méthode est soumise à d'importantes conditions (espèces ou

sites protégés) et doit se faire en concertation avec des acteurs locaux (PNR, mairies...) qui maîtrisent la réglementation et connaissent la localisation d'espèces ou espaces sensibles,

- Bouturer ou semer des éléments issus de l'exploitation (ex : glands) – cette approche a l'avantage de limiter les frais engagés et sélectionner des plants adaptés au pédoclimat.

#### Espèces à éviter

La présence d'espèces porteuses de pathogènes ou d'espèces exotiques et/ou invasives est à proscrire. En effet, elles présentent un faible intérêt pour la diversité en auxiliaires et risquent de trop concurrencer la haie (Ricard *et al.*, 2012). C'est le cas du Robinier faux-acacia qui est commun dans certaines haies et empêche d'autres essences de s'implanter. Il est donc nécessaire de détecter au plus tôt pour pouvoir les maîtriser.

Certaines espèces indigènes peuvent être des hôtes de nuisibles ou de maladies dommageables pour les cultures (CASDAR AUXIMORE) :

- Les *Pinus* et *Cedrus* / Lépidoptère : *Agrotis*,
- Les *Prunus* (cerisier, prunellier) et notamment *Prunus avium* (merisier) / Puceron : *Rhopalosiphum padi* (dégâts sur maïs, orge, avoine, blé),
- Le prunier / Puceron : *Myzus persicae* (dégâts sur colza),
- *Rosa spp.* / Puceron : *Metopolophium dirhodum*,
- Le viorne obier (*Viburnum opulus*), le fusain (*Euonymus europaea*) et le seringat (*Philadelphus spp.*) / Puceron : *Aphis fabae*,
- L'épine-vinette (*Berberis vulgaris*) / Champignon : Rouille du blé,
- Le ray grass riche en ergot du seigle,
- Aubépine (*Crataegus sp.*) pour le feu bactérien (*Erwinia amylovora*).

Cette sensibilité n'amène pas à une suppression systématique de ces essences présentes dans la haie ; elles auront de grandes chances de s'implanter naturellement dans l'aménagement ou d'être présentes dans l'environnement de la parcelle. De plus, le risque semble limité pour les cultures.

Si la présence de ronces est favorable à la biodiversité (elle fournit des habitats dans les tiges creuses lorsqu'elle est taillée), elle est de nature invasive et donc à contrôler. De même, la gestion du genêt à balais et du chèvrefeuille peut s'avérer délicate et causer des dégâts aux jeunes arbres.

L'aubépine est supposée être un hôte du feu bactérien, sa plantation est très encadrée (Légifrance).

#### **COMMENT GERER UNE HAIE ECOFONCTIONNELLE ?**



La gestion d'une haie écofonctionnelle se raisonne à chaque étape, de sa plantation à sa pérennisation. Les pratiques adoptées doivent limiter les impacts dommageables pour la biodiversité en recherchant la comptabilité avec les travaux agricoles. La Figure 1 illustre un exemple.

#### **IMPLANTATION**

Deux étapes doivent avoir lieu avant l'implantation :

- Le travail du sol, sur une largeur de 2m50 : désherbage mécanique, sous-solage à 60-80cm et labour sur la zone de plantation à 25cm. Une reprise de labour avec par exemple passage d'un outil à dents, un hersage ou le passage d'une motobineuse

Figure 1 : Implantation de quelques essences arborées servant de squelette au développement de la végétation

Implementation of some tree species used as a skeleton for the development of vegetation

permettra une préparation optimale du sol (IBIS, CRPF Bourgogne),

- Paillage : il est indispensable pour limiter la concurrence pour l'eau entre la haie et d'autres végétaux, et doit être maintenu 3 à 4 ans après plantation.

Plusieurs paillages sont possibles, le Tableau I en présente les avantages et inconvénients

	<b>Copeaux de bois</b>	<b>Paille (de céréales* ou de lin**)</b>	<b>Feutre végétal</b>
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Semis et drageons possibles</li> <li>▪ Largeur modulable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Semis et drageons possibles</li> <li>▪ Largeur modulable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Régénération par drageons dès la 3ème année</li> <li>▪ Effet répulsif partiel contre rongeurs</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Eviter avec houx et noyer</li> <li>▪ Copeaux produits 6 mois à l'avance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Durée d'action limitée</li> <li>▪ Nécessiter de compléter la deuxième année</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dégradation rapide en terrain humide</li> <li>▪ Sensible au piétinement</li> </ul>
<b>Pose</b>	Après plantation	Juste avant plantation ou après	Après plantation
<b>Intervention sur paillage</b>	Désherbage manuelle au pied	Complément du paillage la 2ème voire la 3ème année	Désherbage le long et au pied
<b>Quantité</b>	22m3 / 100 ml pour pailler sur 1 m de large et 15 cm d'épaisseur	200 kg pour 25 à 40 ml pour pailler sur 20 cm d'épaisseur et 1,5 m de large	Deux rouleaux se chevauchant et agrafes

Tableau I : Caractéristiques des différents types de paillage (CPRF Bourgogne, IBIS)

Characteristics of different types of mulch (CPRF Bourgogne, IBIS)

Si le paillage est trop contraignant, et pour ne pas laisser de sol nu et contrôler le développement spontané de la végétation, il est possible de semer des graminées (dactyles, brome stérile). Cela induira cependant un développement plus lent de la haie.

Pour une plantation optimale, il faut privilégier les jeunes plants (1 à 2 ans ; hauteur 40 à 120 cm), qui résistent mieux au stress lié à la transplantation, et de préférence en godet ou en motte plutôt qu'à racines nues, les deux premiers ayant une meilleure reprise. Cela garantira un succès maximal de transplantation (CRPF Bourgogne ; IBIS). Il faut éviter de sélectionner des arbres en tiges car ils peuvent présenter des problèmes d'enracinement. Il est important de prévoir une emprise au sol de la haie lors de la plantation : par exemple, 6 m de largeur de terrain pour une haie simple monorang et deux bandes herbacées (2 m pour chaque élément) (Ricard *et al.*, 2012). Une largeur de haie de 2 m garantit sa stabilité et limite la lumière à son pied ce qui permet de contrôler naturellement les ronces tout en favorisant une bonne croissance des arbres, qui auront « la tête à la lumière et les pieds à l'ombre » ce qui garantit une bonne croissance et évite la pousse des branches basses (CRPF Bourgogne).

## GESTION

### Tailles

Pour les essences ligneuses, la taille doit être effectuée après que les baies et fruits ont été consommés, en dehors des périodes clés pour la faune sauvage comme la nidification et avant la montée de la sève. Il est préférable de réaliser en moyenne une taille de 1/5 de la haie tous les ans afin d'avoir une diversité de structures au sein de la haie tout en conservant la majorité des abris et des sources de nourriture. Il est important de raisonner la taille de la haie par « tronçon » ou par des approches « jardinées », au cas par cas et quand il est jugé nécessaire d'intervenir.

Concernant les arbres et arbustes : Le recépage consiste en une coupe des plants à une dizaine de centimètres du sol pour les essences caduques et marcescentes ; pour les persistants, il faudra raccourcir les branches d'un tiers seulement. L'année suivante, la souche « tallera ». L'entretien les premières années consiste en un recépage des arbres de coupées la deuxième année et un recépage aux 2/3 des arbustes les premières années (IBIS).

### Perenniser

La gestion d'une haie s'envisage sur le long terme pour assurer sa pérennisation. Le vieillissement de la haie accroît les risques d'invasion par les adventices et d'étouffement. Afin d'éviter cela, il faut entreprendre plusieurs actions.

La fréquence des recépages dépend :

- Des objectifs : une haie jeune et dynamique est-elle recherchée ? ou une haie vieillissante et complexe ?,
- Du matériel disponible : plus l'intervalle est long entre deux recépages, plus le matériel devra être conséquent,
- Du débouché : s'il n'y a pas de débouché pour le bois issu du recépage, il est préférable de recéper régulièrement pour avoir moins de résidus à transporter.

Pour maximiser les bénéfices pour la biodiversité, un recépage est conseillé tous les 15 ans. Cependant, des recépages hors de ces périodes (précoces) peuvent s'avérer nécessaires sur les arbustes de coupées lorsqu'ils sont dépérissants ; le recépage permet de rajeunir la haie. Ils peuvent aussi s'effectuer sur le semis, l'objectif étant de créer de nouvelles coupées ou de remplacer celles qui sont vieillissantes. Lors d'interventions sur une coupée âgée il est nécessaire de laisser un brin qui servira de tire sève la première année et qui sera retiré l'année suivante (CRPF Bourgogne, Bocage Info n°6). Pour ce qui est des têtards, toutes les branches de l'arbre devront être écimées tous les 10 ans en moyenne (le diamètre des branches en tête sera de 10 cm environ). Quand l'arbre devient trop âgé et qu'il n'a pas été récolté depuis longtemps, il s'avère nécessaire de pratiquer une taille appelée en « entonnoir ».

Pour les hauts-jets, ce phénomène de « régénération » n'est pas possible ; la récolte du bois s'impose pour les vieux arbres.

## GESTION GLOBALE

Les deux principales erreurs d'entretien des haies sont soit un manque de renouvellement, soit un excès d'intervention. En effet, il ne faut pas chercher à intervenir trop souvent ou à maximiser la taille en hauteur ou en largeur des haies cela amenant forcément à une homogénéisation de celles-ci et donc une diminution de la biodiversité. Il faut laisser les structures basses de la haie se développer en largeur et éviter de créer une structure compacte en mur (Ricard *et al.*, 2012). L'entretien doit être régulier pour éviter que les branches n'atteignent des diamètres trop importants, mais il ne faut pas confondre taille régulière et taille « au carré » ; en effet, cette dernière est trop intense : elle limite la floraison l'année suivante et ne permet pas d'obtenir une haie pluristratifiée, favorable à la

biodiversité (IBIS). Des tailles trop fréquentes ont aussi un impact direct sur la biodiversité en perturbant les habitats.

Il est important de favoriser au maximum la biodiversité, que ce soit en auxiliaires (insectes ou oiseaux et même chauve-souris) ou en faune cynégétique, de laisser dans la haie (Janvier 1961 ; Guide technique, 2006 ; Ricard *et al.*, 2012 ; IBIS) :

- Les vieux arbres creux, pour accueillir les oiseaux cavicoles, et les insectes saproxyliques
- Les branches au sol, pour attirer des insectes saproxyliques,
- Les arbres morts, réservoir de biodiversité, tant qu'ils ne posent aucun problème de sécurité. Si l'objectif est de maintenir une haie jeune ou si la latence de production naturelle de pièces de bois mort est trop longue, il est envisageable d'importer du bois mort sur le site. Dans ce cas il ne faut pas faire de tas en bords de haies, cela peut attirer des lapins et créer des soucis ; il est préférable de laisser quelques rondins à différents endroits. Si cette technique est adoptée il sera important de rajouter des nichoirs et gîtes artificiels pour compenser le manque de qualité de la haie,
- Les lianes comme le lierre, qui n'est pas un parasite, et qui ne devient gênant que si l'arbre est jeune ou affaibli ; dans ce cas un « délierrage » est envisageable.

Il est envisageable de plutôt planter une cépée dans un premier temps et de faire la sélection des futurs hauts-jets, une fois le bon développement de la haie assuré. Cela permet d'avoir une végétation d'accompagnement qui favorisera la pousse des hauts-jets.

Le Tableau II, ci-dessous, résume les périodes optimales pour les différentes interventions à effectuer sur les haies.

Opérations / Période d'interventions	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Travaux préparatoires												
Plantation des arbres godet												
Plantation des arbres racines nues												
Taille des essences ligneuses												
Recépage ou éêtage												

**Légende :** ■ Période interdite ■ Période déconseillée  
■ Période optimale ■ Période possible

Tableau III : Récapitulatif des différentes périodes d'intervention sur la haie  
 Summary of the different periods of intervention on the hedge

## CONCLUSION

En conclusion, une haie « écofonctionnelle » fournit une structure pour la reproduction et le développement des auxiliaires, des sources de nourriture alternatives avant la pullulation des ravageurs ou adaptées au stade non prédateur/parasitoïde, un corridor interconnecté pour la dispersion des arthropodes et un refuge stable lors de perturbations en parcelles. Elle permet ainsi d'optimiser l'accueil de la biodiversité en bordure de parcelle pour favoriser les services écosystémiques.

Lors de la conception d'une haie « écofonctionnelle », différents critères doivent être pris en compte. Tout d'abord, il est primordial de constituer un réseau de haies en bordure de parcelles de petite taille pour avoir une bonne potentialité de régulation des nuisibles. De plus, une connectivité élevée de haies accentuera l'effet brise-vent des aménagements. Lors du choix de la composition floristique, il faut veiller à sélectionner des espèces locales, ayant une bonne complémentarité fonctionnelle (diversité d'abris, floraison étalée, ressources nutritives alternatives, etc.). Afin d'éviter des effets néfastes de la haie pour les cultures, il faudra veiller à ne pas mettre plus de 15 essences

différentes dans la haie, à retirer les espèces invasives et à ne pas planter dans la haie des arbres ou arbustes de la même famille botanique que les cultures.

Plusieurs critères sont importants à respecter lors de l'implantation d'une haie : le choix des plants, le travail du sol en amont de la plantation et le paillage, entre autres, sont autant d'éléments techniques à prendre en compte afin d'optimiser la mise en place de l'aménagement et son bon développement. Pour la gestion de la haie, il est important de retenir qu'à chaque diamètre de taille correspond un outil. En cas d'utilisation d'outils non adaptés, il est possible de créer des blessures rendant la haie plus vulnérable aux maladies et aux champignons. Afin de poursuivre la recherche bibliographique, il pourrait être intéressant d'intégrer les études sur :

- Les modalités de compétition entre les cultures et la haie, afin d'avoir des éléments pour quantifier d'éventuelles modifications de rendement suite à la mise en place de l'aménagement. Pour les mêmes raisons, il sera important de quantifier l'impact de l'effet brise-vent de la haie sur le rendement,
- Des préconisations de gestion plus précises, en fonction par exemple de la région, de la nature du sol, etc. et éventuellement réaliser un arbre de décision prenant en compte ces différents cas,
- Des éléments liés à d'autres groupes biologiques pouvant avoir un rôle auxiliaire tels que les chiroptères et les reptiles.

Enfin, cette étude doit être complétée par des suivis de terrain d'auxiliaires et de ravageurs des cultures dans et à proximité d'une haie nouvellement implantée. Ceci permettra de suivre l'évolution des populations dans le temps et l'équilibre entre les ravageurs des cultures et leurs ennemis naturels.

## BIBLIOGRAPHIE

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 (1) : 9-17.

Boyer F.; 2017. Les auxiliaires des cultures – biologie, écologie, méthodes d'observation et intérêt agronomique. ACTA Editions. 236p.

Bowden J., Dean G. J. W.; 1977. The Distribution of Flying Insects in and Near a Tall Hedgerow. *The Journal of Applied Ecology*, 14 (2) : 343-354.

CASDAR AUXIMORE, fiche : « Les arbres et arbustes » ([http://unebetedansmonchamp.fr/wp-content/uploads/2014/10/fiche\\_haie3.pdf](http://unebetedansmonchamp.fr/wp-content/uploads/2014/10/fiche_haie3.pdf)). En ligne. Consulté le : 20/07/2016.

Chapelin-Viscardi J.-D., Tosser V., Maillet-Mezeray J., Wartelle R. ; 2014. Émergences de Carabidés en milieux agricoles : intérêt des habitats, diversité et exigences spécifiques. *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, 83 (7-8) : 157 – 170.

Collins K.L, Boatman N.D., Wilcox A., Holland J.M., K Chaney K.; 2002. Influence of beetle banks on cereal aphid predation in winter wheat. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 93 (1-3) : 337-50.

CRPF Bourgogne, 2005. « Promouvoir l'arbre et la haie en Bourgogne ; guide technique simplifié ». 21 p.

Debras J.F., Cousin M., Rieux R. ; 2003 « Combien d'espèces planter dans la haie d'un verger? ». *Phytoma - la défense des végétaux*, 556 : 45-50.

Dor C., Maillet-Mezeray J., 2001 Impacts sur l'abondance et la diversité des *Syrphidae* : aller plus loin grâce aux analyses polliniques. « Les entomophages en grandes cultures : diversité, service rendu et potentialités des habitats », actes du colloque de restitution du programme CASDAR : 27-31.

Garnier A., 2016. « Le verdissement a eu peu d'impacts sur la production agricole ». En ligne sur : <http://www.yvoir.fr/le-verdissement-a-eu-peu-d-impact-sur-la-production-agricole-@/22275/view.jsp?obj=arvarticle&id=22275&syndtype=null&hasRedirected=true>. Consulté le 25/07/2016.

Guide technique, 2006 : « Entretien courant des haies et autres bordures de champs – Valorisation du bois ». 36 p.

Holzschuh A., Dewenter S., Tschardt T.; 2009. Grass strip corridors in agricultural landscapes enhance nest-site colonization by solitary Wasps. *Ecological Applications*, 19 (1) : 123-132.

IBIS : « Intégrer la Biodiversité dans les Systèmes d'exploitations agricoles », fiche aménagements. 12 fiches + 4 annexes.

Janvier H. ; 1961. « Recherches sur les Hyménoptères nidifiants aphidivores III. Le genre *Passaloecus* (Schuckard) ». *Annales des Sciences Naturelles : Zoologie*, 12 (3) : 847-883.

Krishnamoorthy A.; 1984. Influence of adult diet on the fecundity and survival of the predator, *Chrysopa scelestes* [NEUR. : *Chrysopidae*]. *Entomophaga*, 29 (4) : 445-450.

Landé N., Pontet C., Wagner D., Perrollet S., Delayen C., Dreyfus J., Wartelle R., Dor C., Maillet-Mezeray J., 2011. Qui assure le contrôle biologique dans les parcelles agricoles ? ... Et comment ?. « Les entomophages en grandes cultures : diversité, service rendu et potentialités des habitats », actes du colloque de restitution du programme CASDAR : 39-42.

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.

Lee J. C., Andow D. A., Heimpel G. E.; 2006. Influence of floral resources on sugar feeding and nutrient dynamics of a parasitoid in the field. *Ecological Entomology*, 31 : 470-480.

Pywell R.F., James K.L., Herbert I., Meek W.R., Carvell C., Bell D., Sparks T.H.; 2005. Determinants of overwintering habitat quality for beetles and spiders on arable farmland. *Biological Conservation*, 123 (1) : 79-90.

Ricard J-M., Garcin A., Jay M., Mandrin J-F. ; 2012. « Biodiversité et régulation des ravageurs en arboriculture fruitière ». 471 p.

Schüepp C., Herrmann J. D., Herzog F., Schmidt-Entling M. H.; 2011. Differential effects of habitat isolation and landscape composition on wasps, bees, and their enemies. *Oecologia*, 165 : 713-721.

Sotherton N. W., Moreby s. J.; 1988 : The effects of foliar fungicides on beneficial arthropods in wheat field. *Entomophaga*, 33 (1) : 87-99.