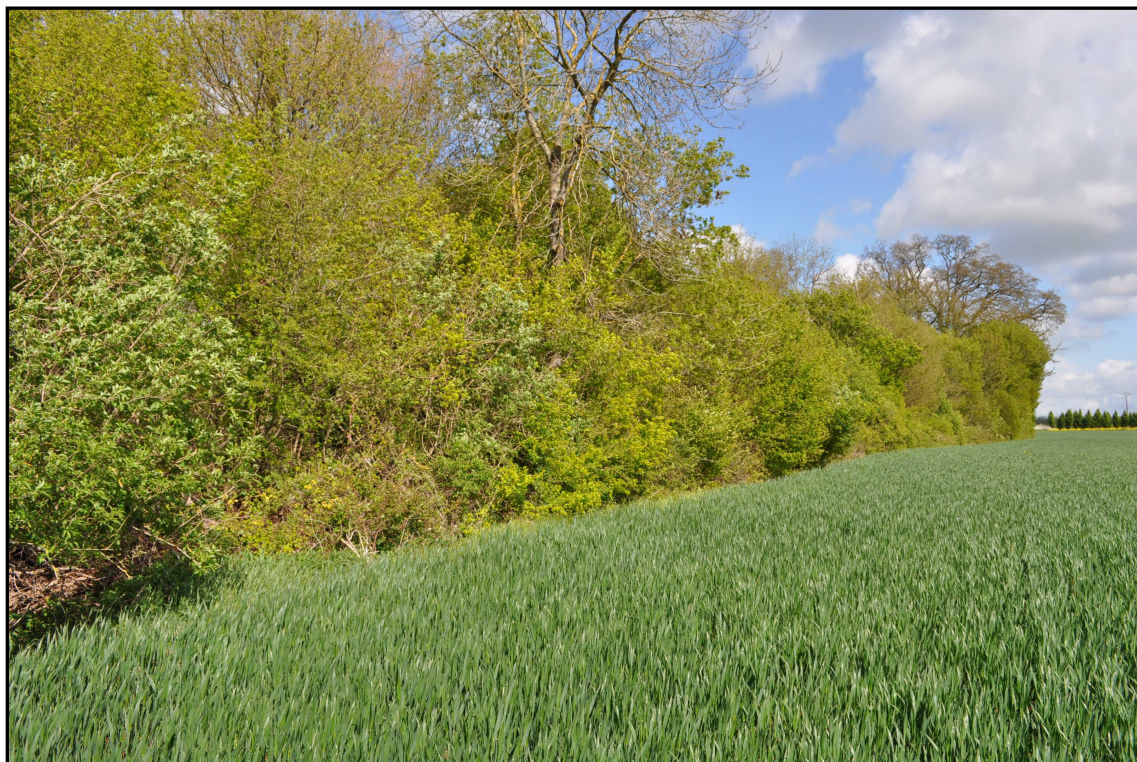




Quels protocoles permettent le mieux d'appréhender la biodiversité dans des haies de structures différentes ?



RAYLET Thibault



**Stage effectué(e) du 09 Mars au 25 Avril 2012 au
Centre d'Etudes Biologiques de Chizé, U.P.R. 1934
sous la direction scientifique de Mr Stéphane LECQ**

Remerciements

Je remercie tout d'abord Mr Vincent Bretagnolles, Directeur de Recherche et Directeur du Centre d'Etudes Biologiques de Chizé, qui a bien voulu me prendre en stage au sein de son établissement.

Je tiens également à remercier Mr Xavier Bonnet, Directeur de Recherche et Responsable de l'équipe Ecophy, pour ses conseils et son sens de l'humour.

Je veux remercier tout particulièrement Mr Stéphane Lecq, thésard au sein de l'équipe Ecophy, pour avoir bien voulu me prendre en stage sur son sujet, pour son accompagnement et sa gentillesse. Il m'a laissé faire mes propres erreurs et m'a également initié à la manipulation des serpents, toujours avec humour. Je n'aurais pas pu imaginer meilleur encadrement.

Ce stage n'aurait pas été le même sans les stagiaires avec qui j'ai vécu des moments inoubliables en collectivité pendant ces sept semaines : Elsa, Manon, Flora, Charlène, Camille, Joffrey, Aimeric, Cécile, Laura, Lara, JD, Yohan, Adriana, Aude, Aurore, Léo, Sammi, Nicolas, Jérémie, Pierrick, Thomas, Tony, Elie, Manon, Claire et les autres ... Je n'oublierais jamais les parties de tarot, de loups-garous, de dobble, les *keut-secs*, les soirées en salle CAES et en Busard et les soirées ciné en salle séminaire.

Avant propos

Le laboratoire du Centre d'Etudes Biologiques de Chizé (CEBC) est situé dans les Deux-Sèvres, au sud de Niort, dans la forêt domaniale de Chizé. Une équipe constituée d'une dizaine de chercheurs, d'une soixantaine d'ingénieurs, de techniciens et d'étudiants développent des programmes d'étude, en écologie, sur les animaux sauvages dans leur milieu naturel.

Les programmes de recherche portent sur l'étude de l'effet des variations, dans le temps et dans l'espace, des ressources disponibles. Aux variations d'origine naturelle, s'ajoutent également les variations du fait des changements climatiques et des activités anthropiques (agriculture, pêche...), sur les populations et communautés de vertébrés. Ces perspectives de recherche s'inscrivent également dans un but de gestion durable des ressources naturelles et de conservation de la biodiversité.

Trois équipes de recherche sont présentes au sein du CEBC. L'une cible principalement les mécanismes d'adaptation (Ecophy), une autre les changements climatiques en milieu marin (Prédateurs marins), et la troisième les changements d'usages des terres et la conservation de la biodiversité (AGRIPOP).

Table des matières

Introduction	1
Matériels et méthodes	3
Sites d'étude	3
Caractérisation des haies	3
Mon échantillon de haies.....	4
Prospections sur le terrain	4
Identification par morpho-espèces et photodétermination	5
Protocoles d'échantillonnage	5
<i>Protocole P = Plaque.....</i>	<i>6</i>
<i>Protocole T+ = Transect rapide</i>	<i>6</i>
<i>Protocole T- = Transect lent.....</i>	<i>6</i>
<i>Protocole Op = Observation passive</i>	<i>7</i>
<i>Protocole C = Chasse active.....</i>	<i>7</i>
Matériel nécessaire à la réalisation des prospections	7
Base de données et analyse statistiques.....	7
Résultats	8
Courbe d'effort d'échantillonnage	8
Richesse spécifique	9
Indice de Shannon	10
Discussion	12
Effort d'échantillonnage.....	12
Richesse spécifique	13
Indice de Shannon	14
Critiques générales de l'étude	15
Critique des protocoles.....	16
Conclusion.....	18
Bibliographie.....	19

Introduction

On entend beaucoup parler ces dernières années qu'il faut à tout prix conserver et même replanter les haies formant les paysages bocagers. Or pourquoi garder des haies si elles n'ont plus de fonctions ? Est-il réellement nécessaire d'utiliser l'argent public dans le but de conserver le paysage de nos grands-parents, seulement par nostalgie, cela même si ces haies ont perdu tout intérêt ?

Nous sommes en droit de nous poser ces questions, mais également d'étudier ce paysage anthropique et son influence sur la biodiversité des paysages agricoles, biodiversité bien souvent reliée aux intérêts économiques des agriculteurs et locaux. L'Homme commence à retrouver des intérêts vis-à-vis de la haie (réservoirs d'auxiliaires de culture, lutte contre l'érosion des sols ...) mais il en apparaît également des nouveaux, liés au contexte actuel (bois énergie, ...), ainsi que des enjeux agro-environnementaux.

Il est tout de même important de noter que les haies et bocages possèdent une valeur patrimoniale de par leur dimension historique, il ne faut donc pas la négliger dans la gestion actuelle des paysages.

Mais avant de trop en parler, il est important de bien définir ce que l'on va considérer comme une haie pour notre étude : une haie est une structure linéaire généralement constituée de ligneux (au moins partiellement) ou seulement d'une strate herbacée et généralement gérée. Il est possible de catégoriser les haies de par leurs différences structurelles : présence de talus, d'un fossé, d'une bande enherbée, d'un muret, de différents niveaux de strates (herbacée, arbustive ou arborescente) ou encore de par leurs épaisseurs (une ou plusieurs rangées). Cette diversité de structures offre des habitats divers aux espèces l'utilisant, donc une multitude de fonctionnalités. Le bocage est le paysage (région, champs ou prés) ayant pour caractéristique la présence de réseaux de structures linéaires de végétaux généralement ligneux, que ce soit des haies « traditionnelles », des rideaux brise-vent récents ou des haies spontanées issues de l'absence d'entretien des clôtures, qui marquent les limites de parcelles. Ces dernières sont de tailles généralement petites (moins d'un hectare en moyenne), inégales et de formes différentes.

Les haies telles que nous les connaissons n'ont pas toujours existé et l'évolution du bocage est étroitement liée aux fonctions données à la haie et aux changements de pratiques agricoles. Les premières haies remontent à la préhistoire, dès que l'Homme a commencé à se sédentariser. Au Moyen-âge, elles étaient constituées d'essences épineuses dans le but de garder le bétail, mais aussi pour protéger les villes et villages lors des campagnes militaires. Au XVIII^e siècle, le bocage connaît un essor important de par la distribution des terres après la Révolution, ainsi que par l'institution du partage égal des terres entre héritiers. Cela accroît le mouvement de plantations de haies et la diminution de la taille moyenne des parcelles. La Haie connaît son apogée au XIX^e et jusqu'à la Seconde Guerre Mondiale. A partir de 1950, l'intensification agricole, la mécanisation, l'augmentation de la taille et de la puissance des machines agricoles, un pétrole bon marché ont largement fait régresser le paysage bocager. Les orientations de la PAC y ont également contribué. La haie est vue comme un obstacle à l'agrandissement des parcelles et au progrès. La politique de remembrement des années 1970 accélère ce processus. C'est également au même moment que des campagnes de replantation de haies voient le jour car on commence à voir les limites de l'openfield. Néanmoins, la tendance actuelle est encore à l'arrachage systématique de ces structures « encombrantes ».

L'état des lieux fait frémir : des années 1900 à 2000, environ 75% du linéaire de haies ont disparus, passant de plus de 2 millions de kilomètres à 500 000 kilomètres.

Dans ce contexte d'arrachage massif et d'intensification agricole, la haie retrouve peu à peu ses lettres de noblesse pour une partie de la population et des agriculteurs. On redécouvre certains intérêts perdus en même temps que la tronçonneuse et le tracteur gagnent en puissance. Ces intérêts sont tant écologiques qu'économiques : lutte contre l'érosion des sols, conservation de la qualité de l'eau, effet brise-vent, amélioration des productions agricoles passant par la protection des cultures et le bien-être des animaux (zone d'ombres, compléments alimentaires par essences fourragères...), production de bois (notamment de bois-énergie dans le contexte actuel d'un pétrole de plus en plus cher ou de Bois Raméal Fragmenté pour fertiliser), réservoirs d'auxiliaires de cultures et de gibier, etc.... Mais ce qui nous intéresse en premier lieu est le rôle écologique de la haie à travers sa capacité d'accueil de biodiversité, par son offre en habitats et son rôle de corridors.

La majorité des études faites à ce jour se concentre sur l'influence de la haie pour la culture, par exemple comme réservoir d'auxiliaires ou les avantages d'une haie brise-vent, mais très peu étudient la haie pour elle-même.

Au Centre d'Etudes biologiques de Chizé, au sein de l'équipe Ecophy, le sujet du doctorant qui m'encadre est l'influence de la structure de la haie sur la biodiversité. Pour cela, l'étude se concentre sur la notion d'abri que fournit la haie pour la faune. Un animal sans abris est voué à mourir, et dans un paysage principalement constitué de grandes cultures, les haies semblent constituer une source importante d'abris intéressants pour bon nombre d'espèces. Afin d'évaluer la quantité et la qualité des abris d'une haie, on tente d'avoir une idée de la biodiversité présente dans cette haie. Le but étant au final de comparer des haies de structures différentes.

Cette étude nécessite énormément de prospections sur le terrain afin de *relever* la biodiversité utilisant la haie. Cette étude est un peu préliminaire et a des exigences particulières. Il a fallu mettre au point des protocoles non létaux : ces protocoles sont fondés sur la simple observation des individus et sur la détermination sur le terrain. Aucun individu n'est ramené au laboratoire pour une détermination sous binoculaire par exemple et aucun piège n'est utilisé. Ces protocoles étant originaux pour une étude sur les haies, il faut donc les tester et les valider. Mon travail consiste d'une part à tester les protocoles sur le terrain, engranger des données, et d'autre part à analyser les données de l'année 2011 afin d'étudier les différents protocoles et les comparer grâce aux indices de Shannon.

Nous posons le postulat que si les haies sont dites de bonne qualité, alors elles présenteront une grande offre en abris pour la faune, au contraire si on parle de haies de mauvaise qualité, ces dernières présenteront une faible offre en abris, tant sur le plan de la quantité que de la qualité des abris.

Ma problématique peut donc se résumer de la manière suivante : Quel(s) protocole(s) permet le mieux d'appréhender la biodiversité dans des haies de structures différentes (ou de qualités écologiques différentes) ?

Avec les résultats que j'ai pu recueillir, nous tenterons également de comparer la biodiversité entre haies de différentes qualités.

Matériels et méthodes

Sites d'étude

L'étude se concentre sur environ 80 haies, réparties pour la majorité dans le département des Deux-Sèvres (79), aux alentours du site du « Centre d'Etudes Biologiques de Chizé » et sur les communes avoisinantes, et pour une minorité près de La Rochelle, dans le département de la Charente-Maritime (17). Voir Figure 1



Figure 1 : Localisation des sites d'étude, dans les Deux-Sèvres et près de La Rochelle

Caractérisation des haies

Les haies, antérieurement sélectionnées par le maître de stage, peuvent être regroupées selon leur « qualité ». Cette qualité s'évalue personnellement en fonction de la richesse en abris (pierres, branches, bois mort, trous, murets, ...), de la présence ou non d'un talus, d'un fossé, d'une bande enherbée avant la haie (Voir Figure 2), de la richesse et de la diversité en strates et essences végétales. Des critères comme la connectivité, l'entretien et le paysage environnant sont également pris en compte.

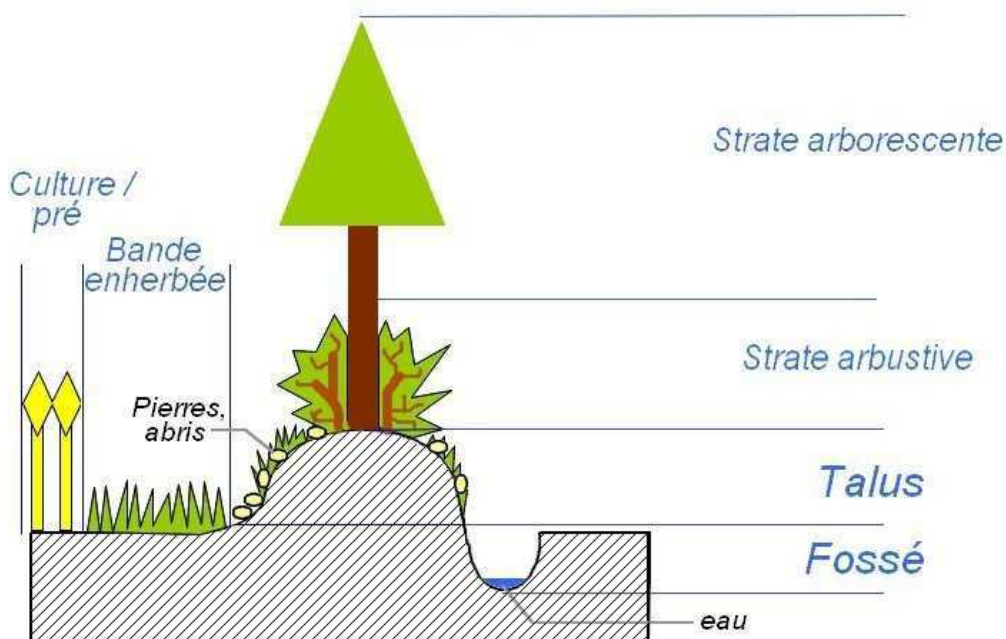


Figure 2 : Schéma d'une haie

Ainsi trois types de haies peuvent être distingués : celles de bonne qualité (haies (+)), celles de qualité moyenne et enfin celles de mauvaise qualité (haies (-)).

Notons que 9 haies expérimentales ont été plantées en 2011. Ces haies sont divisées en trois groupes selon la hauteur du talus, seul paramètre qui varie dans ce terrain expérimental : A = grand talus (1 mètre de haut), B = petit talus (50 centimètres de haut) et C = sans talus. Chaque groupe possède trois réplicats. Cela permet d'avoir des haies déjà caractérisées et d'étudier seulement l'influence de la hauteur du talus sur la biodiversité.

Mon échantillon de haies

Mon étude se concentre sur la comparaison des haies de qualités différentes, et pour cela il est préférable à mon avis de comparer les extrêmes. C'est pourquoi j'ai choisi comme échantillon 4 haies de très bonne qualité et 4 de mauvaise qualité dans un milieu principalement agricole, ainsi que les haies 9 expérimentales (*voir Figure 3*).



Figure 3 : Photo des haies expérimentales sur un terrain communale

Prospections sur le terrain

Les prospections ont commencé en 2011 et ont eu lieu de mars à août. J'ai pu participer aux premières prospections de cette année à la période mars-avril 2012. En raison du peu de données encore récoltées sur l'année 2012, les résultats de ce rapport sont obtenus à partir des sessions de terrain effectués en 2011. Nous regardons toutes les espèces faunistiques (majoritairement arthropodes, micromammifères et reptiles), mais nous nous concentrons sur le talus !

Ces sorties terrains se font principalement par temps ensoleillé et rarement par temps de pluie ou trop froid. Néanmoins afin de correspondre aux conditions de vie des animaux ectothermes poïkilothermes comme les serpents, peu de sorties terrains ont été faites par temps trop chaud ou lors de sécheresse importante.

Lors de la prospection d'une haie, il est important de noter certains paramètres pouvant expliquer ou biaiser les résultats. C'est pourquoi les variables environnementales telles que la météo, la température, la couverture nuageuse, la vitesse du vent et l'exposition de la haie sont notées. Les observateurs, la date, l'heure de début et la durée de la prospection de la haie le sont également.

Identification par morpho-espèces et photodétermination

Les protocoles utilisés sont non létaux, c'est-à-dire qu'aucun prélèvement et aucun piège du style pots-pièges ou filets n'a été utilisé. Aucun animal, mis à part les serpents qui font l'objet d'une campagne constante de Capture-Marquage-Recapture, n'a été ramené au laboratoire.

Nous utilisons la notion de morpho-espèce quand nous n'arrivons pas à déterminer l'individu jusqu'à l'espèce. Nous créons alors un nom fondé sur ses caractéristiques physiques pour le regrouper avec les individus lui ressemblant. Il s'agit parfois simplement du genre auquel il appartient ou d'un nom vernaculaire couramment utilisé.

L'utilisation des morpho-espèces permet d'avoir un aperçu de la biodiversité utilisant la haie, données suffisantes pour les comparer. Etant donnée que l'étude se passe sur la période d'une thèse, les prospections de terrain de cette étude nécessitent beaucoup d'aide technique non spécialiste et changeante (très souvent des stagiaires). Il est donc plus simple de fonctionner par morpho-espèces pour certains taxons, dont certains, notamment les araignées sont très complexe à déterminer précisément (une observation des organes génitaux sous binoculaire est nécessaire).

S'il subsiste un doute sur l'identification d'un individu pendant les prospections, des photos sont systématiquement prises afin de l'identifier plus tard grâce à des clés et guides de détermination et à des sites web.

Protocoles d'échantillonnage

Différents protocoles ont été mis en œuvre pour prospecter et avoir une idée assez précise de la faune qui utilise la haie (voir Figure 4). Ces protocoles sont tous fondés sur l'observation directe ou indirecte des individus présents sur ou aux alentours immédiats de la haie, notamment sur la lisière haie-environnement.

Les observations sont effectuées majoritairement par deux personnes. La première observe la faune présente et compte les individus, la seconde prend note et photographie les individus en cas de doute sur leur identification. Afin de pouvoir contrôler la qualité de l'effort d'observation, tous les protocoles sont chronométrés. Le suivi peut être effectué par une seule personne à condition d'être expérimenté dans l'identification des espèces rencontrées et dans les protocoles effectués.

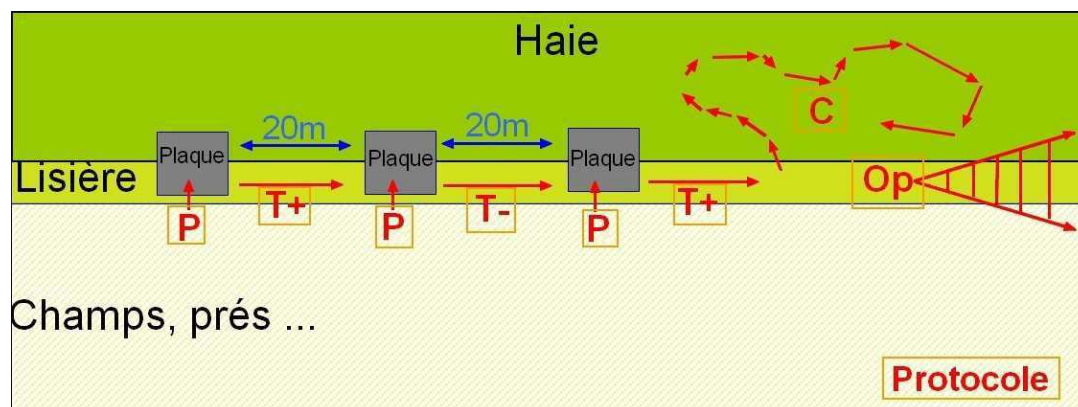


Figure 4 : Schéma d'enchaînement des protocoles le long d'une haie.

P > Plaque
T+ > Transect rapide
T- > Transect lent
C > Chasse
Op > Observation passive

Protocole P = Plaque

Trois plaques de fibrociment de 1,24 m par 1,09 m ont été posées à 20 m de distance, chacune au niveau du talus, le long des haies étudiées. Ce protocole « Plaque » consiste à soulever ces plaques, noter tous les individus présents dessus ou dessous et les traces d'utilisations récentes (greniers à graines pour micromammifères, terriers, nids, chrysalides, mues ...).



Figure 5 : Illustration du protocole Plaque

Une plaque de fibrociment constitue un abri artificiel, potentiellement utilisé pour se réfugier, nidifier, élever les jeunes ou encore thermoréguler (pour les reptiles notamment). Les plaques sont disposées de la même manière sur toutes les haies pour ne pas biaiser les relevées. Afin de connaître le temps total du protocole, le temps de prospection de chaque plaque est relevée et additionné à celui des autres plaques de la haie. Voir Figure 5



Figure 6 : Illustration du protocole Transect rapide

Protocole T+ = Transect rapide

Ce protocole consiste à marcher à une allure normale, le long de la lisière de la haie, sans s'arrêter. La marche étant rapide, ce protocole n'est pas adapté pour observer précisément le sol mais plutôt pour voir les « gros » animaux qui bougent ou s'échappent en cas d'approche comme les mammifères, les oiseaux ou les reptiles. Ce protocole est effectué sur une longueur de marche totale de 40 m. La durée du protocole est relevée. Voir Figure 6

Protocole T- = Transect lent

A une allure de marche lente, l'observateur doit se concentrer sur le sol de la lisière où il marche ainsi qu'au niveau du talus de la haie. Ce protocole se déroule sur une distance de 20 m sans s'arrêter. Il permet de voir les espèces lentes ou petites, comme les arthropodes. La durée du protocole est également relevée. Voir Figure 7



Figure 7 : Illustration de protocole Transect lent



Figure 8 : Illustration du protocole *Observation passive*

Protocole Op = Observation passive

Pour ce protocole, l'observateur doit se placer parallèle à la haie, ne plus bouger et noter tous les individus vus en train d'utiliser la haie. L'observation se déroule durant 5 minutes. Il est préférable de choisir une partie de la haie qui ne vient pas d'être prospectée par les autres protocoles. Voir Figure 8

Protocole C = Chasse active

L'observateur doit se déplacer dans la haie et chercher activement les individus. Il faut donc regarder sur et sous les feuilles, sur les écorces, au sol. Ce protocole dure 5 minutes maximum. Voir Figure 9



Figure 9 : Illustration du protocole *Chasse*

Matériel nécessaire à la réalisation des prospections

Ces protocoles, même s'ils sont principalement basés sur la simple observation et sur l'identification sans prélèvement d'individu, nécessitent néanmoins un peu de matériel. Tout d'abord, un thermomètre/anémomètre permet d'avoir quelques données environnementales comme la température et la vitesse du vent. Un chronomètre est absolument nécessaire pour relever la durée de chaque protocole et ainsi permettre de les homogénéiser entre les haies. Les données sont notées sur une feuille de terrain unique pour chaque prospection d'une haie. Une feuille d'identification des espèces les plus souvent rencontrées permet d'identifier rapidement les taxons les plus courants. Par ailleurs, un gant est obligatoire pour soulever les plaques et les gros rochers car ils sont des zones attractives pour de nombreux reptiles, et notamment les vipères (*Vipera aspis*). Il est également utilisé pour la manipulation et la capture des serpents. Afin d'être le plus précis possible dans la détermination, un appareil photo équipé d'une bonne fonction macro est nécessaire.

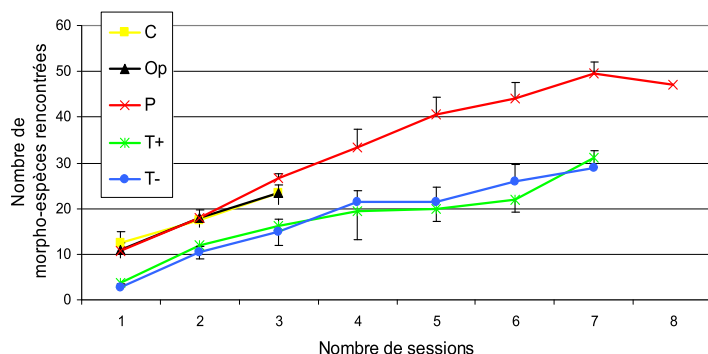
Base de données et analyse statistiques

Toutes les données de terrains sont rentrées dans un tableur (Microsoft Office Excel 2003) après chaque session de prospection. Les graphiques et analyses statistiques sont effectués sous Microsoft Office Excel 2003 et R avec la librairie vegan.

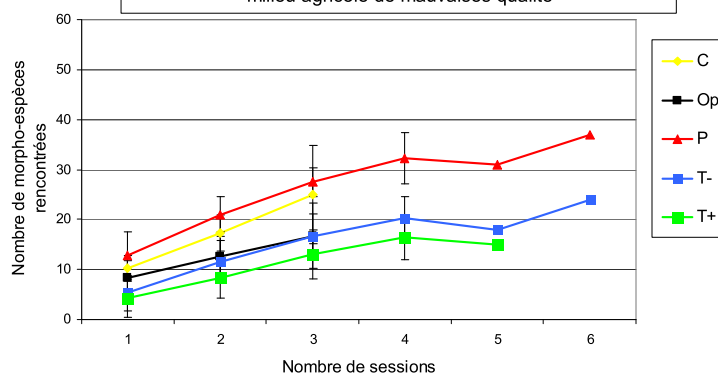
Résultats

Courbe d'effort d'échantillonnage

Courbe d'effort d'échantillonnage par protocole pour les haies du milieu agricole de bonne qualité

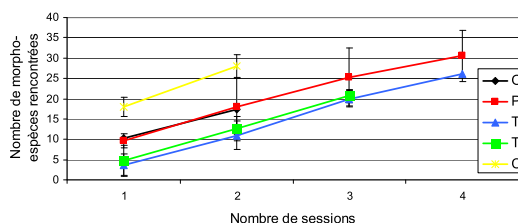


Courbe d'effort d'échantillonnage par protocole pour les haies du milieu agricole de mauvaise qualité

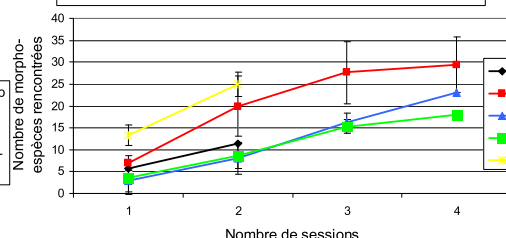


Figures 10 et 11 : Courbe d'effort d'échantillonnage pour les haies du milieu agricole. Haies de bonne qualité (haies (+)) à gauche et haies de mauvaise qualité (haies (-)) à droite.

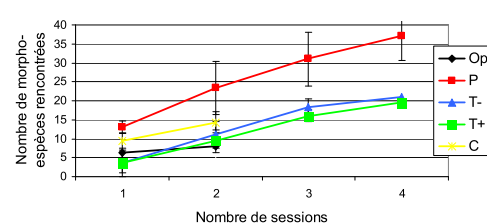
Courbe d'effort d'échantillonnage par protocole pour les haies expérimentales avec un grand talus



Courbe d'effort d'échantillonnage par protocole pour les haies expérimentales avec un petit talus



Courbe d'effort d'échantillonnage par protocole pour les haies expérimentales sans talus



Figures 12, 13 et 14 : Courbe d'effort d'échantillonnage des haies expérimentales. Haies avec un grand talus (A) à gauche, haies avec un petit talus (B) au milieu et haies sans talus (C) à droite

Ces graphiques représentent l'effort d'échantillonnage moyen par protocole et par qualité de haies. En d'autres termes, ils représentent le nombre d'espèces rencontrées en fonction du nombre de sorties sur le terrain, sachant qu'une espèce rencontrée une première fois ne sera plus ajoutée si elle est revue lors des prochaines prospections. Cela permet de voir si un seuil se démarque.

L'axe des ordonnées représente le nombre de morpho-espèces différentes rencontrées et l'axe des abscisses le nombre de sessions d'échantillonnage (le nombre de sorties sur le terrain). Les différentes courbes colorées indiquent les différents protocoles.

Pour les haies expérimentales (Figures 12, 13 et 14), les protocoles C et Op ayant été effectués seulement deux fois, ne présentent pas de plateau. Les protocoles P, T- et T+, effectués trois ou quatre fois, semblent être assez proches du plateau, notamment les protocoles T- et T+ pour les haies C et les protocoles P et T+ pour les haies B.

Néanmoins, aucun protocole ne semble nettement présenter un plateau d'effort d'échantillonnage pour les haies expérimentales.

Pour les haies du milieu agricole (*Figures 10 et 11*), de même que pour les haies expérimentales, les protocoles C et Op n'ont pas été effectués autant de fois (3 sessions) que les protocoles P, T- et T+ (entre 6 et 8 sessions). On ne peut en effet pas voir de plateau pour les protocoles C et Op pour les haies en milieu agricole. Au contraire, les protocoles P, T- et T+ semblent voir apparaître un plateau. Pour les haies (+) (*Figure 10*), on peut voir un plateau à partir de la 4^{ème} session pour les protocoles T- et T+, mais les courbes remontent assez faiblement après la 5 ou 6^{ème} session. Pour le protocole P, un plateau apparaît au bout de la 7^{ème} session. Pour les haies (-) (*Figure 11*), un plateau apparaît à partir de la 4^{ème} session pour les protocoles P, T- et T+, mais le nombre de morpho-espèces rencontrées remonte très légèrement à la 6^{ème} session.

Si nous regardons les courbes une à une, nous pouvons voir que pour les protocoles T- et T+, le nombre de morpho-espèces est à peu près le même entre les différentes qualité de haies jusqu'à la 4^{ème} session, mais ensuite, ce nombre est supérieur dans les haies (+). Même constat pour les courbes P qui suivent la même tendance jusqu'à la 4^{ème} session, puis la courbe continue de grimper pour les haies (+) alors qu'un premier plateau apparaît pour les haies (-).

Richesse spécifique

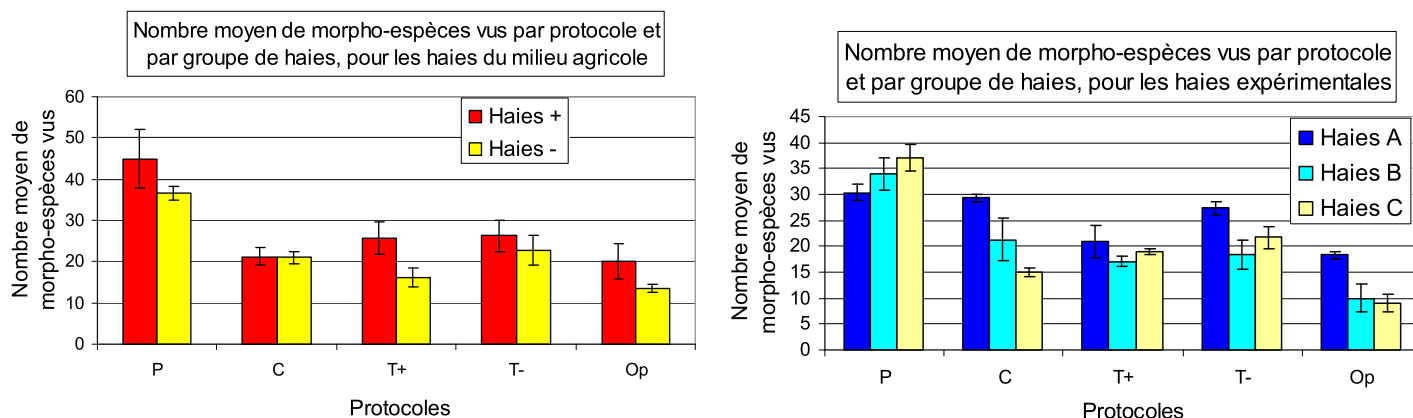


Figure 15 et 16 : Histogramme représentant la richesse spécifique par protocole et par groupe de haies de qualité différente. A gauche les haies du milieu agricole et à droite les haies expérimentales.

Ces histogrammes représentent le nombre moyen de morpho-espèces rencontrées par protocole et par qualité de haies. L'axe des abscisses représente les différents protocoles et l'axe des ordonnées le nombre moyen de morpho-espèces rencontrées. Les différentes barres colorées symbolisent les groupes de haies de qualités différentes.

Pour les haies expérimentales (*Figure 16*), nous pouvons voir tout d'abord que, en fonction du protocole, le nombre de morpho-espèces rencontrées est différent, mais également que les tendances entre les haies A et C diffèrent également.

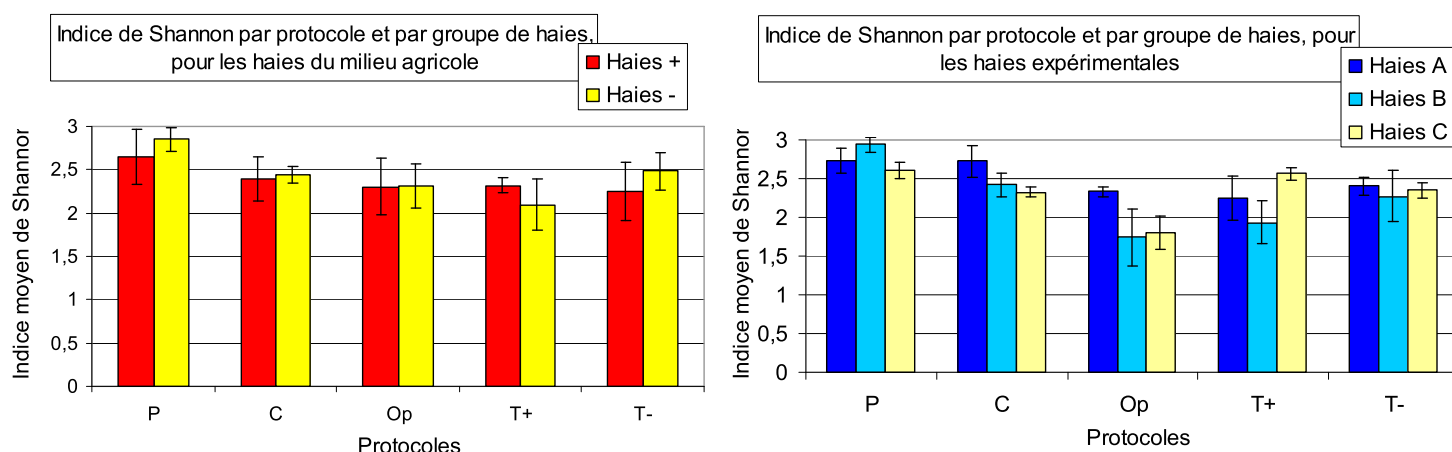
Nous voyons ensuite que le protocole P semble montrer le plus de morpho-espèces, autour de 35. Les autres protocoles n'en montrent qu'une vingtaine environ. Nous remarquons aussi que, même si cela est moindre pour le protocole T+, les protocoles C, T-, T+ et Op montrent une tendance assez nette : plus de morpho-espèces dans les haies A et dans les haies C. Au contraire le protocole P montre quand à lui un nombre de morpho-espèces supérieur dans les haies C que dans les haies A.

Pour les haies en milieu agricole (*Figure 15*), la première chose à voir est que les protocoles laissent apparaître des résultats différents, et dans le nombre de morpho-espèces vues et dans les tendances. Le protocole P semble montrer le plus de morpho-espèces. Le protocole C ne montre aucune différence entre les haies (+) et les haies (-) dans le nombre de morpho-espèces rencontrées. Les protocoles P, T+ et Op font apparaître de manière assez nette un nombre de morpho-espèces supérieur dans les haies (+) que dans les haies (-). Le protocole T- montre également cette tendance mais bien moins nettement à cause des barres d'erreur standard.

Que ce soit dans les haies expérimentales ou dans les haies en milieu rural, il semble que le protocole P montre le plus de morpho-espèces. De plus, les protocoles C, T-, T+ et Op ont tendance à montrer, de manière plus ou moins nette, un nombre supérieur de morpho-espèces rencontrées dans les haies dites de bonne qualité que dans les haies dites de mauvaise qualité.

Ces résultats sont à temporiser/seront à analyser en fonction des efforts d'échantillonnage de chaque protocole vus précédemment.

Indice de Shannon



Figures 17 et 18 : Histogrammes représentant les indices de Shannon par protocole et par groupe de haies de qualité différente. A gauche les haies du milieu agricole et à droite les haies expérimentales.

Ces histogrammes représentent les indices de Shannon par protocole et par qualité de haies. L'indice de Shannon est un indice qui mesure la biodiversité en quantifiant l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu. L'axe des abscisses représente les différents protocoles et l'axe des ordonnées les indices moyen de Shannon. Les barres de couleurs différentes correspondent aux groupes de haies de qualités différentes.

Pour les haies expérimentales (*Figure 18*), la première chose à remarquer est que les indices de Shannon varient de 1,7 à 3. Nous pouvons voir que, mis à part les protocoles C et Op, il n'y a pas de différence entre les indices de Shannon chez les haies A et les haies C. Les protocoles C et Op montrent quand à eux un indice de Shannon plus fort pour les haies A que pour les haies C.

Pour les haies en milieu agricole (*Figure 17*), les indices varient de 2 à 2,85. Nous observons ici qu'il n'y a pas de différence nette entre les indices de Shannon chez les haies A et chez les haies C, et cela quels que soient les protocoles.

Discussion

Effort d'échantillonnage

Ces graphiques sont intéressants car ils permettent de voir si un plateau apparaît. Ce plateau indique que pratiquement toutes les espèces présentes sur les sites ont été relevées. Cela signifie que nous pouvons bien continuer les sorties sur le terrain, nous ne découvrirons pas ou très rarement une nouvelle espèce si nous avons atteint le plateau d'échantillonnage. De nouvelles prospections sont donc inutiles une fois le plateau atteint, sauf si nous souhaitons identifier toutes les espèces rares du milieu. Il est utile d'avoir atteint le plateau pour comparer les milieux car cela nous indique assez précisément le nombre d'espèces qui compose ces milieux. Mais il est également possible de comparer les milieux sans avoir atteint le plateau si nous estimons que les tendances des courbes ne vont pas énormément varier, ni se croiser. Il est important de tenir compte de l'effort d'échantillonnage pour comparer les protocoles car certains ont été effectués plus souvent que d'autres.

Pour les haies expérimentales (*Figures 12, 13 et 14*), le plateau n'est atteint pour aucun protocole, mais nous pouvons penser qu'ils n'en sont pas loin pour les protocoles P, T- et T+. Nous pouvons estimer que nous ne rencontrerons pas beaucoup de nouvelles espèces durant les prochaines sorties sur le terrain, et le plateau risque d'être rapidement atteint avec deux ou trois sortie supplémentaires. Par contre les protocoles C et Op, qui ont été lancés courant 2011, n'ont pas fait l'objet d'autant de prospections que les autres protocoles (seulement deux sessions). Il est donc fort possible de voir un nombre important de nouvelles espèces avec ces protocoles durant les prochaines prospections. Il faudra néanmoins penser à ce biais lors de l'analyse des richesses spécifiques et des indices de Shannon.

Pour ce qui est des haies en milieu agricoles (*Figures 10 et 11*), un nombre plus important de sessions a été effectué.

Voyons ce qui concerne les haies (+) : les protocoles C et Op n'ayant été fait que 3 fois ne mettent pas en évidence un plateau. De nouvelles espèces vont certainement être rencontrées lors des prochaines sorties. Pour les protocoles T- et T+, un plateau semble être atteint autour de 20 espèces, mais la courbe remonte légèrement après, ce qui laisse penser à un effet « nouveau milieu » : la culture ou le champ change par l'action de l'Homme ou des saisons. En conséquence, les espèces présentes peuvent varier également. Ceci peut s'observer sur une courbe d'échantillonnage par plusieurs plateaux successifs suivis par une légère ascension de la courbe. Des espèces vont donc apparaître là où elles n'étaient pas présentes avant car le milieu change. Ici, cette remontée de la courbe peut s'expliquer par un effet saison, une rotation dans les cultures adjacentes ou l'épandage de pesticides qui touche également la haie. Le protocole P, quant à lui, semble atteindre un plateau à partir de 7 sessions et aux environs d'une cinquantaine d'espèces.

En ce qui concerne les haies (-), elles ont fait l'objet d'un peu moins de prospections (six au maximum). De même que pour les haies expérimentales, les protocoles C et Op n'ont pas atteint de plateau, certainement car le nombre de sorties (3 sessions) n'est pas encore suffisant pour rencontrer toutes les espèces présentes. Pour les protocoles T- et T+, un premier plateau semble être atteint aux alentours de 18 espèces, à partir de 4 sessions, mais la courbe T- remonte légèrement après. De même pour le protocole P qui, après 4 sessions, compte un peu plus de 30 espèces rencontrées, remonte ensuite légèrement après 6 sessions. Un effet « nouveau milieu » est également à envisager pour expliquer ces variations de courbe.

Finalement, nous pouvons dire que nous n'avons pas encore atteint le plateau des courbes d'échantillonnage pour les protocoles C et Op, toutes haies confondues ; que nous n'en sommes certainement pas loin pour les protocoles P, T- et T+ dans les haies expérimentales ; et enfin que nous les avons atteint pour les protocoles P, T- et T+ dans les haies en milieu agricole, même si un effet saison peut légèrement modifier la valeur du plateau. Notons que le plateau semble être atteint plus tôt pour les haies (-) (4 sessions) que les haies (+) (7 sessions) dans les haies en milieu agricole et pour un nombre différent de morpho-espèces rencontrées.

Il est important de continuer les prospections pour, au terme, être sûr d'avoir atteint les plateaux pour tous les protocoles et toutes les qualités de haies

Richesse spécifique

La première chose que nous indiquent ces graphiques est que chaque protocole ne montre pas le même nombre de morpho-espèces. Ces protocoles semblent donc être différents au moins dans le nombre d'espèces qu'elles permettent de mettre en évidence. Le protocole P semble permettre la vision de plus de morpho-espèces différentes. Mais comme tous les protocoles n'ont pas été faits le même nombre de fois et que les courbes d'échantillonnage vues précédemment n'ont pas toutes atteint leur valeur seuil, il faut rester prudent quand aux conclusions que l'on peut en donner. Les protocoles C et Op permettent certainement de voir plus d'espèces que les valeurs actuelles, mais les données obtenues donnent une bonne idée de leur potentiel. Car avec seulement deux ou trois sessions, ils mettent en évidence presque autant de morpho-espèces que les protocoles T- et T+, effectués entre trois et sept fois.

Pour les haies expérimentales (*Figure 16*), le protocole P semble permettre de voir le plus de morpho-espèces (autour de 35) tandis que les autres protocoles n'en montrent qu'entre 10 et 28.

Si nous comparons la richesse spécifique des haies A avec celle des haies C, il semble que les haies avec un grand talus, donc avec une offre en abris élevée, présentent un nombre de morpho-espèces plus grand que les haies sans talus, en utilisant les protocoles C, T+ et Op. En revanche, le protocole P montre le contraire : Il semble mettre en évidence plus d'espèces dans les haies sans talus que dans les haies avec un grand talus. Cela pourrait s'expliquer par l'attractivité de la plaque dans un milieu avec très peu d'abris. En effet, lorsque nous posons une plaque, nous créons un abri d'une surface non négligeable et capable de garder la chaleur, ce qui peut donc attirer des animaux présents dans la haie afin de s'abriter. Il paraît logique de penser que dans une haie contenant très peu d'abris, la plaque apparaisse comme très intéressante et très attractive, alors que dans une haie ayant une forte offre en abris, en nombre et en qualité, la plaque n'apparaît que comme un abri en plus, mais pas nécessairement mieux que le gros rocher plat situé juste à côté. Cela pourrait expliquer pourquoi on observe avec le protocole Plaque un plus grand nombre de morpho-espèces dans les haies dépourvus de talus que dans les haies avec un talus. Il sera intéressant de voir ces graphiques une fois les seuils d'échantillonnage atteint, surtout pour les protocoles C et Op dont les valeurs peuvent encore changer.

Si nous regardons maintenant les haies du milieu agricole (*Figure 15*), nous pouvons dire, comme pour les haies expérimentales, que le protocole P semble montrer le plus de

morpho-espèces différentes (autour d'une quarantaine) alors que les autres n'en montrent qu'entre 15 et 27. Nous remarquons que les protocoles P, T+ et Op semblent montrer une biodiversité plus forte dans les haies avec un grand talus que dans les haies sans talus. Nous ne voyons pas de différences nettes entre ces deux types de haies avec les protocoles C et T-.

Il semble globalement, que ce soit dans les haies expérimentales et dans les haies du milieu agricoles, que les haies dites de bonnes qualités semblent présenter légèrement plus d'espèces que les haies dites de mauvaise qualité.

Les résultats diffèrent tout de même entre les deux groupes de haies car contrairement aux haies expérimentales qui ne font varier qu'un seul paramètre : la hauteur du talus de la haie corrélée avec l'offre en abris de la haie, les haies du milieu agricole ont été caractérisées comme bonnes ou mauvaises selon plusieurs paramètres. Elles sont donc loin d'être identiques aux haies du groupe des haies expérimentales.

Indice de Shannon

Comme dit plus haut, l'indice de Shannon est un indice qui mesure la biodiversité en quantifiant l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu. Il prend donc en compte le nombre d'espèces ainsi que leur abondance respective, mais également leur répartition dans le milieu. Il permet de décrire la structure d'une communauté.

Pour les haies expérimentales (*Figure 18*), il n'y a pas de grosse différence entre les indices de Shannon selon les différents protocoles, mis à part pour le protocole Op. Les autres semblent se situer entre 2 et 3. Nous observons que les indices sont égaux entre les haies A et les haies C pour les protocoles P, T- et T+. En revanche, les protocoles C et Op montrent très nettement un indice de Shannon plus élevé pour les haies A que pour les haies C. Mais ces deux protocoles n'ayant pas été effectués plus de deux fois, il convient peut-être de faire plus de prospections afin d'avoir des indices reflétant vraiment la biodiversité des haies étudiées.

Si nous regardons à présent les haies du milieu agricole (*Figure 17*), les indices varient entre 2 et 3 pour les différents protocoles. En revanche, nous pouvons constater que les indices sont égaux entre les haies de différentes qualités. Les indices de Shannon des haies (+) sont égaux, en regardant les erreurs standards, aux indices des haies (-). Il est intéressant de noter que pour les deux groupes de haies (expérimentales et en milieu agricole), le protocole P semble présenter des indices supérieurs à 2,5, soit les plus importants indices parmi les protocoles. Cela est certainement dû au fait qu'il a été effectué à chaque prospection et que c'est également celui-ci qui accumule le plus d'espèces : c'est donc ce protocole qui nous donne le plus de données reflétant la biodiversité des haies étudiées.

Globalement, les indices de Shannon sont égaux entre les haies dites de bonne qualité et celles dites de mauvaise qualité. Alors que nous avons vu précédemment que les haies de bonnes qualités semblent présenter légèrement plus d'espèces que les haies de mauvaises qualités. Cela sous-entend que certaines espèces font baisser les indices de Shannon des haies de bonne qualité. Ces espèces peuvent être des espèces rares ou rencontrées une seule fois, mais qui de ce fait ont une répartition très peu uniforme et dont la probabilité d'être observé est très faible.

L'indice de Shannon n'est peut-être pas adapté à notre étude. En effet il ne voit que les espèces, leur abondance et leur répartition. Or cette étude veut également intégrer des

variables fonctionnelles telles que le régime alimentaire, la taille, le réseau trophique ... Prenons un exemple : un milieu contenant 3 espèces, disons un busard, une couleuvre et un micromammifère. Ce scénario est plus intéressant pour la haie car il y a un réseau trophique (micromammifère > couleuvre > busard) plutôt que d'abriter une d'escargot, une fourmillière et une araignée. L'indice de Shannon ne va pas montrer beaucoup de différence entre ces deux scénarios car il ne prend pas en compte l'effet fonctionnel.

Critiques générales de l'étude

Il existe différents points à critiquer concernant cette étude et ses protocoles. Tout d'abord, nous avons remarqué que certaines espèces relevées semblent être des espèces inféodés aux cultures adjacentes, mais pas forcément à la haie. Quand la culture change, certaines espèces changent également et si nous les relevons, nous créons un biais d'échantillonnage car ce n'est pas tout à fait les espèces de la haie que nous échantillons.

Il est également à noter que parfois, il nous est impossible de pénétrer dans la haie, ce qui nous oblige à regarder les espèces situées à la lisière de la haie et non à l'intérieur. C'était le plus souvent le cas pour des haies de très bonne qualité qui présentent une strate arbustive très dense, très embroussaillée qui rend ainsi compliqué et la prospection et l'observation d'individus présents sur le talus.

L'étude en elle-même nous impose des contraintes. Nous voulons étudier l'influence des abris sur la biodiversité dans les haies, mais avec des protocoles non létaux. Ce qui implique de ne pas ramener d'individus pour détermination en laboratoire mais aussi de ne pas poser de pièges. La plupart du temps, nous arrivons à déterminer jusqu'à l'espèce grâce aux photos des individus rencontrés que l'on compare avec d'autres photos de guides naturalistes ou de sites web spécialisés. Cela prend néanmoins un temps non négligeable. Mais il arrive de ne pas pouvoir déterminer plus précisément que le genre ou la famille, notamment pour certains taxons complexes tels que les araignées. C'est pour cela que nous travaillons avec des morpho-espèces. Néanmoins, une étude par morpho-espèces a de grandes chances de sous-estimer la biodiversité réelle des milieux.

Les données recueillies peuvent également faire l'objet de critiques car elles ont été entrées par plusieurs stagiaires avec des connaissances naturalistes différentes sur les taxons rencontrés. Il se peut donc que cela induise un biais d'échantillonnage, du fait des capacités différentes de chacun à suivre les protocoles et à identifier les individus.

C'est une étude avec énormément de prospections sur le terrain, donc tributaire des conditions météorologiques, notamment pour les animaux ectothermes qui ne sont visibles sous plaque que quand il y a du soleil, mais qu'il ne fait pas trop chaud.

Si nous nous concentrons sur les haies expérimentales, nous pouvons en dire deux choses. Tout d'abord que ces haies étant parallèles les unes aux autres sur un même terrain, nous pouvons avoir l'impression qu'elles sont agglomérées. Mais cela est nécessaire pour que les haies soient dans les mêmes conditions et pour limiter au maximum les paramètres changeant d'une haie à une autre. Une seconde chose à relever est que ces haies ont été plantées l'année dernière, comme les talus. Or pour faire ces talus de terre, il a fallu racler le sol de part et d'autres de la haie pour obtenir des talus de la hauteur souhaitée : d'un côté pour les haies avec un talus moyen (haies B) et des deux côtés pour les haies avec un grand talus

(haies A). Une bande avec de la roche à nue et très peu de terre est donc présente le long des haies avec talus et peut induire un biais. D'après moi, un certain nombre d'espèces vont hésiter à franchir cette zone nue pour rejoindre les haies, même si ces haies offrent beaucoup plus d'abris que les haies sans talus, mais avec des bandes enherbées de part et d'autre et des plaques, rappelons-le. Cette donnée est intéressante à rajouter à l'explication de la tendance du graphique représentant la richesse spécifique pour le protocole P des haies expérimentales car, d'une part les haies avec talus présentent un sol à nu et d'autre part, les haies sans talus, mais avec un strate herbacée présentent des abris non négligeable, des plaques.

Critique des protocoles

Nous pouvons maintenant critiquer les protocoles en eux-mêmes :

Le protocole Plaque est un protocole couramment utilisé pour étudier les animaux ectothermes. Il est tout à fait transposable pour cette étude portant sur les haies et il permet de voir un grand nombre d'espèces suffisamment petites pour se réfugier dessous, ainsi qu'une grande diversité d'espèces. Il faut cependant se méfier et garder à l'esprit que lorsque nous posons une plaque, nous posons un nouvel abri dans le milieu étudié. Cela peut induire un biais de par l'attractivité potentielle de cette plaque, surtout dans un milieu qui offre très peu d'abris. C'est néanmoins un protocole indispensable pour cette étude et le seul permettant de voir des animaux qui thermo-régulent dans la haie.

Le protocole Chasse est également un protocole qui permet d'obtenir des données intéressantes car il consiste à rechercher les individus dans la haie. Même s'il demande un peu d'entraînement pour repérer les bons endroits susceptibles d'accueillir des animaux, en le faisant à deux, le biais posé par les observateurs eux-mêmes est faible. On peut regretter que ce protocole ne prenne pas en compte les espèces utilisant des abris de la haie. C'est tout de même le seul protocole permettant de voir des espèces de la haie et non juste à la lisière, voire du champs. Il serait tout de même intéressant d'avoir un protocole similaire qui se concentre sur les animaux utilisant des abris, c'est-à-dire un protocole de recherches actives des individus sous abris.

Les protocoles Transect lent, comme le Transect rapide ou l'Observation passive dérivent tous les trois de protocoles très souvent utilisés, les transects et les points d'observation et d'écoute (*par exemple le STOC-EPS*).

Le protocole Transect lent permet d'être assez précis sur les espèces présentes au niveau du sol de la lisière sur une partie de la haie à un instant t, le regard de l'observateur se concentrant sur le sol devant lui. Il se peut néanmoins que nous relevions des individus qui n'utilisent pas forcément la haie, mais présents dans la lisière ou la bande enherbée entre la haie et le champs adjacent. C'est tout de même un protocole qui est bien adapté pour notre étude.

Le protocole Transect rapide permet de repérer certains animaux que le Transect lent ne permet pas de voir. Comme le regard de l'observateur se porte plutôt plus loin sur le talus, Nous pouvons observer des animaux, généralement gros, du style lézards, serpents, oiseaux ou mammifères, qui s'enfuient à l'approche de l'observateur. Ces données sont également intéressantes et c'est le seul protocole qui les prend en compte, même si les observateurs se concentrent sur d'autres parties de la haie que le talus. Par contre comme pour le Transect lent, ce transect s'effectue le long de la lisière.

Le protocole Observation passive permet quant à lui de voir des espèces qui vont du champ à la haie ou inversement de la haie au champ, ou encore celles qui longent la haie. Les espèces relevées sont donc généralement présentes au niveau de la lisière et il faut bien faire attention à ce qu'elles utilisent la haie (par exemple, un papillon ou un autre insecte volant doit se poser sur la haie pour être relevé). Il permet donc de voir certaines espèces que ne voient pas forcément les autres protocoles, mais il se concentre moins sur le talus.

Conclusion

Cette étude est une étude préliminaire et sert à tester et valider différents protocoles d'étude de la biodiversité dans les haies. Elle rentre dans le cadre d'une étude assez originale car elle cherche d'une part à étudier la haie pour la haie et non pour la culture, et d'autre part elle tente d'étudier la biodiversité sans protocoles létaux. Nous cherchons également à comparer la biodiversité dans des haies riches en abris avec celle dans des haies pauvres en abris.

Les résultats que j'ai pu obtenir et analyser nous montre que les protocoles étudiés sont différents, tant du point de vue de la mise en œuvre que de la biodiversité qu'elle permet de relever. Elle nous montre également que certains protocoles sont très pertinents pour étudier la biodiversité dans les haies, comme les protocoles Plaque, Chasse et Transect lent. Néanmoins, le protocole Chasse ayant montré quelques limites, nous l'avons remplacé cette année par un protocole Abris. Ce protocole correspond à une recherche active des individus de la haie, et notamment ceux qui utilisent des abris. Il consiste à soulever les pierres, les souches, les écorces, le bois mort ou tout autre endroit pouvant offrir un abri à la faune. Les protocoles Transect rapide et Observation passive permettent d'observer certains taxons que les autres protocoles ne permettent pas de voir. Mais selon moi, ces protocoles ne sont que des protocoles complémentaires aux trois premiers.

Il semble également que les haies de bonne qualité présentent une richesse spécifique supérieure aux haies de mauvaise qualité. Néanmoins, si nous regardons les indices de Shannon, il ne semble pas y avoir de différences de biodiversité entre ces différents groupes de haies.

Ces résultats sont à temporiser car certains protocoles, n'ayant pas été fait un nombre suffisant de fois, n'ont pas encore pu permettre de relever toutes les espèces observables. Le seuil maximum d'espèces que nous pouvons rencontrer, visible avec les plateaux sur les courbes d'échantillonnage, n'est pas atteint pour tous les protocoles.

Avec mes résultats, nous pouvons seulement conclure que les haies de bonne qualité ne semblent pas présenter plus de biodiversité que les haies de mauvaise qualité, qualité au sens de richesse en abris.

Néanmoins, même s'il semble qu'il y ait à peu près autant d'espèces qui utilisent les haies riches que les haies pauvres en abris, il serait intéressant de regarder comment elles utilisent cette haie. Toutes les espèces utilisent à un moment ou à un autre de leur vie la haie, afin de s'alimenter, se reproduire, se réfugier, croître... Nous pouvons imaginer qu'une espèce pourrait utiliser la haie dans plusieurs buts, mais que cela est peut-être pas possible dans une haie de mauvaise qualité. Par contre une haie de bonne qualité pourrait certainement permettre à une espèce de faire plusieurs choses et pas seulement se réfugier. Etudier ces aspects fonctionnels permettrait peut-être de mieux comprendre les intérêts pour la biodiversité des haies riches en abris, en habitats et en diversité.

Bibliographie

Ouvrages

Baudry, J., Jouin, A. (Eds), 2003. De la haie au bocage : organisation, dynamique et gestion, Paris, INRA Éditions.

Liagre Fabien, 2006. Les haies rurales : rôles, création, entretien. France Agricole Editions

Sites web

<http://www.eurospiders.com>

<http://www.lepinet.fr>

<http://www.galerie-insecte.org>

<http://www.gireaud.net>

<http://arachno.piwigo.com>

Tableau des tâches et calendrier du stage

	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Semaine 5	Semaine 6	Semaine 7	
Biblio								
Travail de terrain								
Stat / Analyse								
Rédaction								

Intervenant	Idée originale	Biblio	Mise en place du protocole	Collecte de données	Analyse stat	Rédaction
principal	OWK	moi	OWK	OWK et moi	moi	moi
secondaire		OWK	moi		OWK	OWK (relecture)

Résumé

Cette étude tente d'analyser et de valider des protocoles pour l'étude de la biodiversité dans les haies. Ces protocoles sont analysés en fonction du nombre d'espèces qu'ils mettent en évidence et de leurs indices de Shannon, après avoir regardé les efforts d'échantillonnage. Nous pouvons voir que certains protocoles sont très adaptés pour analyser la biodiversité des haies, tandis que d'autres sont plutôt complémentaires. Finalement, les résultats ne permettent pas de dire si les haies riches en abris présentent plus de biodiversité que les haies pauvres en abris, même s'il semble que ces dernières présentent un nombre d'espèces légèrement inférieur aux haies riches en abris. Il serait intéressant de comparer les haies de différentes qualités au niveau de leur aspect fonctionnel.

Mots-clés : biodiversité, haies, bocage, protocoles, morpho-espèces, abris, indice de Shannon