

Vers un label de gestion durable de la haie, intégration de la biodiversité dans les orientations



Synthèse bibliographique

David ROLLAND

Novembre 2019



Plan

Préambule

Introduction

- I. Le bocage, un paysage d'importance écologique majeure...
- II. La continuité du réseau, clé des échanges populationnels
- III. Approche micro-topographique, la haie sur talus
- IV. La haie pluri-stratifiée, la vie à tous les étages
 1. La strate arborescente, des arbres à fruits secs
 2. La strate arbustive, les arbres à baies
- V. L'ourlet herbacé, une banquette herbeuse en pied de haie
- VI. La composition floristique, une richesse déterminante
- VII. Les lianes, des nœuds à ne pas délier
- VIII. L'arbre creux et l'arbre mort, sources de vie
- IX. Les éléments rupestres
- X. Les terriers
- XI. Les espaces humides
- XII. Une mitoyenneté à entretenir, les parcelles agricoles adjacentes
- XIII. Des modalités d'entretien et de gestion assurant le maintien du bon état de la haie

Pour conclure

PREAMBULE

Ce document a pour objectif d'accompagner la nomenclature d'utilisation de l'outil de réalisation du Plan de Gestion Durable des Haies (PGDH) qui intègre dans sa mise en œuvre la biodiversité, en supplément de la production sylvicole, la préservation de la ressource en eau et l'érosion des sols des parcelles agricoles.

Il a pour intérêt de justifier le choix des différentes variables descriptives de la haie et d'apporter à l'auteur du PGDH la connaissance naturaliste nécessaire à sa compréhension et à la vulgarisation de la connaissance du fonctionnement écologique de l'agro-écosystème bocager.

Il dresse, par élément constituant la haie (compartiment), un inventaire non exhaustif des nombreuses fonctions écologiques que chacun assure pour des taxons ou groupes identifiés.

INTRODUCTION

Les territoires bocagers, singuliers et reconnus comme tels, ont la particularité, avec les différents éléments qui les composent, de remplir un grand nombre de services environnementaux et sociaux (gestion hydraulique, préservation des sols, capitalisation du carbone, source de biodiversité, intérêts multiples pour la production agricole, cadre de vie, loisirs ...).

Les haies, considérées comme forêt linéaire, constituent un écosystème composé d'une multitude de micro-habitats correspondant aux exigences écologiques de peuplements floristiques et faunistiques diversifiés.

Paysage façonné et entretenu par l'homme, l'avenir du bocage (densité et structure des haies, surfaces en prairies naturelles, conservation des mares, ...) dépend de l'évolution de la société et des orientations politiques et de leurs mises en œuvre au sein des exploitations agricoles. Depuis quelques décennies, sous l'effet de la modernisation et de l'intensification de l'agriculture, le bocage s'altère. Le linéaire de haies en Bretagne est ainsi passé de 251 000 km en 1997 (source : DRAFF) à 180 000 km en 2008 (source : enquête « Teruti-Lucas »).

En sus d'avoir une érosion de la maille bocagère, la qualité écologique des haies maintenues s'est dégradée au gré d'un sur-entretien (fréquence et intensité des actions mécaniques, chimiques et pastorales) ou d'un sous-entretien, un abandon de gestion (Hinsley et Bellamy, 2000).

Cet état de fait ayant pour conséquence une fragmentation des habitats par dégradation des continuités écologiques. Cela se traduit *in extenso* par une érosion de la diversité biologique (nombre d'espèces, abondance,...) et par la disparition des fonctions assurées par la haie pour l'ensemble des espèces (l'alimentation, la reproduction, la protection (abri), ...). Le déclin constaté de la biodiversité affecte les espèces d'intérêt patrimonial mais aussi les espèces « ordinaire ».

Afin de répondre aux prérogatives du code de l'environnement (art.L371-1), la mise en œuvre de la T.V.B. (Trame Verte et Bleue), inscrite au S.R.C.E. (Schéma Régional de Cohérence Ecologique), doit prendre en compte les exigences écologiques d'un maximum d'espèces ou groupes d'espèces. La garantie du fonctionnement des continuités écologiques doit s'effectuer à différentes échelles, d'une approche macro-paysagère (approche territoriale) à la conservation de micro-habitats déterminant la survie d'espèces dans les agro-écosystèmes.

Cette revue, à travers de nombreux exemples, a pour objectif de dresser un inventaire précis des différentes particularités des haies en matière d'accueil des biocénoses du bocage. L'accent sera mis sur les différentes fonctions écologiques (abri contre les prédateurs et les conditions climatiques, alimentation, site de reproduction, ...) que remplissent les paysages bocagers et la diversité des haies qui les composent. A l'échelle du paysage, seront abordés les rôles que jouent la densité des linéaires et l'hétérogénéité sur la diversité des peuplements puis, à l'échelle de la haie, de manière intrinsèque, seront décrits les différents compartiments (micro-biotopes) constituant une haie « vive ». L'accent sera mis sur les variables descriptives retenues pour l'établissement du P.G.D.H (Plan de Gestion Durable des Haies) au sein de l'exploitation agricole.

I - Le bocage, un paysage d'importance écologique majeure...

Les bocages ont la particularité de n'abriter aucune espèce végétale (Baudry, 1984) ou animale (Tourneur et Marchandau, 1996) strictement inféodée à ce type d'habitat même si Le Chapt en 1975 considère l'ensemble des espèces qui peuplent ce milieu original et peut-être décrit comme une biocénose.

La haie constitue une interface forestière à la parcelle agricole. La végétation des haies est souvent proche de celle des lisières forestières (Baudry, Jouin *et al.*, 2003). La faune qui les fréquente est quant à elle autant liée aux espaces forestiers qu'aux espaces

agricoles. Tourneur et Marchandeu en 1996 évoquent qu'une origine trop récente de ce type de paysage pourrait être la raison du faible taux d'endémisme.

La densité bocagère témoigne d'une ambiance paysagère forestière qui permet d'accueillir et de maintenir des espèces forestières dans la matrice agricole (Burel, 1989 ; Charrier, Petit et Burel, 1997 ; Burel *et al.*, 1998 ; Millán de la Peña *et al.* 2003). Seulement, le bocage disparaît et avec lui de nombreux groupes d'espèces se raréfient (Burel *et al.*, 1998). La disparition des reptiles (Saint Girons et Duguy, 1976) ou des oiseaux (Clavreul, 1984) est proportionnel à la longueur de haies arasées (Tourneur et Marchandeu, 1996). En 25 ans, l'abondance des oiseaux agricoles a diminué en moyenne de 31% (Gonzales et Jiguet, 2015 *in* Gonzalez., Kerbiriou, Jiguet, 2015). Les effectifs de certaines espèces de chiroptères vivant notamment en zone agricole, comme la pipistrelle commune, la sérotine commune ou la noctule de Leisler, sont en baisse continue depuis 2006 en France (Kerbiriou *et al.* 2014 *in* Gonzalez., Kerbiriou, Jiguet, 2015).

Une étude européenne (Billeter *et al.*, 2008) portant sur 25 paysages, répartis dans sept pays européens, a montré que les richesses spécifiques des plantes vasculaires, des oiseaux et de cinq groupes d'arthropodes augmentent au sein du paysage avec la proportion d'éléments semi-naturels (haies, bandes enherbées). Les paysages bocagers présentent une forte proportion de ces éléments (Morin-Pinaud, 2015).

L'hétérogénéité des paysages influence les assemblages d'espèces. Deux haies à la structure de végétation identique auront des assemblages différents si elles se trouvent dans des paysages contrastés (Millán de la Peña *et al.*, 2003).

Ainsi, « dans un bocage à maille serré (1 ha), la densité exprimée en couples d'espèces constantes est 2.5 fois supérieure à celle observée dans un bocage à maille large (6 ha) (Grafeuille *et al.*, 1981-1982 *in* Tourneur et Marchandeu, 1996). Une densité de haies supérieure à 175 mètres linéaires / ha correspondrait à un bocage dense bien conservé selon Morin-Pinaud (2015). « La richesse spécifique en reptiles est associée positivement à une densité élevée de haies dans le paysage. Ainsi une densité de haies supérieure à

250 mètres linéaires/hectare à l'échelle de patch bocagers de 16,5 hectares conditionne une richesse spécifique moyenne de l'ordre de trois espèces dans les Deux Sèvres » (Lourdais *et al.*, 2015). La densité du linéaire de haies est un des facteurs déterminant l'abondance, en activité de chasse, de neuf espèces de chauves-souris (Lacoeuilhe *et al.*, en prep. in Gonzalez, Kerbiriou et Jiguet, 2015). Le bocage constitue un agro-écosystème utilisé pour satisfaire les exigences écologiques totales ou partielles, au minimum, de quatorze des vingt et un chiroptères présents en Bretagne (Simonnet, 2015).

« Dans les haies, la diversité de micro-habitats permet l'existence d'un grand nombre d'espèces de plantes : elles-mêmes créent une diversité de micro-habitats pour d'autres espèces végétales et animales, dans leurs feuillages, leurs troncs ou leur ombrage... Des centaines d'espèces peuvent être trouvées dans quelques centaines de mètres de haies » (Pollard *et al.*, 1974). L'ensemble haie-talus-fossé peut être considéré comme un ensemble hétérogène de micro-habitats définis par des conditions micro-environnementales variées. Le grand nombre d'espèces végétales et animales se répartissent dans les différents compartiments en fonction de leurs exigences écologiques et de leurs comportements (Baudry, Jouin *et al.*, 2003). Selon les gradients d'humidité, de luminosité ou autres, les espèces végétales se répartissent du fond du fossé au sommet du talus (Baudry, Jouin *et al.*, 2003). Plusieurs paramètres structuraux peuvent intervenir pour réguler la composition spécifique d'une haie : la structure de la haie elle-même, l'intersection des haies, la connexion entre haie et la distance aux sources d'espèces, zones « réservoirs » (Baudry, 1988 in Tourneur et Marchandeu, 1996). Il n'existe pas de haie « idéale » favorisant par exemple l'ensemble de l'avifaune (Baudry, Jouin *et al.*, 2003 ; Hinsley et Bellamy, 2000) ; la diversité des typologies de haies entraînant *de facto* une diversité des peuplements animaux. « Le milieu bocager est le refuge d'une communauté d'oiseaux spécialistes des milieux agricoles, mais aussi très sensibles à la présence d'éléments naturels dans le paysage, leur offrant abri, nourriture et endroits où nicher » (Gonzalez, Kerbiriou et Jiguet, 2015). Pour la conservation des amphibiens et des reptiles, Boissinot *et al.*, (2015) insistent sur la

nécessité de conserver une mosaïque d'habitats et de micro-habitats structurant le bocage (éco-complexe à haute valeur écologique) à l'échelle de l'exploitation agricole. Lourdaï et ses collaborateurs (2015) ainsi que Vacher et Geniez (2010) pour les reptiles, tiennent les mêmes conclusions sur l'importance de la qualité de la structure de la haie et du paysage environnant (conditions microclimatiques favorables). Dans le récent atlas des amphibiens et des reptiles de Bretagne et de Loire Atlantique, Bretagne Vivante rappelle que 15 des 16 amphibiens bretons fréquentent les mares du bocage et 9 espèces sur 16 utilisent les haies. Pour les reptiles, l'intégralité des espèces bretonnes utilise les éléments constituant ce paysage (haie, talus, prairies et mares). Toutes les monographies du document évoquent la régression et l'endommagement du bocage comme cause de régression des effectifs de ces espèces (Le Garff, coord., 2014). Les carabiques forestiers emploient les haies et leurs bordures comme couloirs pour disperser (Burel et Baudry, 1989), d'autres espèces les utilisent pour hiverner (Sotherton, 1985). Sarthou (2015) évoquent les milieux semi-naturels tels que les haies comme vitaux pour 90% des auxiliaires des cultures et 50% des bio-agresseurs, « ravageurs » de cultures.

II - La continuité du réseau, clé des échanges populationnels

Fondement du SRCE et de la TVB, la notion de connexion entre les espaces qualifiés de « réservoirs de biodiversité » est primordiale pour la conservation de métapopulations animales ou végétales en assurant la dispersion, c'est-à-dire les échanges interindividuels et les flux de gènes indispensables à la survie d'une espèce (Burel et Baudry, 1999) . Le terme de corridor écologique est d'emploi dorénavant répandu.

Un bocage écologiquement fonctionnel est interconnecté; toutes les haies étant reliées entre elles ou accolées à un espace naturel, réservoir ou zone « source » (boisement, étang, cours d'eau, zone humide,...). De nombreuses études ont démontré l'attractivité des intersections (lieu complexe de connexion entre haies) pour la faune et la flore sauvage (Tourneur et Marchandeaup, 1996).

En sus de constituer un corridor écologique reconnu, la haie constitue également un espace « réservoir », un habitat à part entière pour énormément d'espèces (Burel, 1989 ; Burel *et al.* 1998 ; Ouin *et al.* 2000 ; Baudry, Jouin *et al.* 2003 ; Hinsley et Bellamy, 2000).

Au niveau des intersections entre haies, selon les groupes d'espèces observés, l'échelle de perception paysagère est distincte. « L'ambiance forestière » maintenue au niveau des intersections est démultipliée et permet l'accueil d'espèces liées au milieu forestier. Baudry, Jouin *et al.*, en 2003, évoque que l'accroissement de la diversité végétale et du volume utilisable de végétation par l'avifaune pourrait être à l'origine de l'augmentation du nombre de passereaux au niveau des intersections des haies entre elles. Les arbres de haut jet, notamment à la conjonction de deux ou plusieurs haies, créent un effet « boqueteau » favorisant le maintien et le « brancher » des faisans (O.N.C. 1983) par exemple. Lack en 1988 relève 1,7 fois plus d'espèces au niveau des jonctions que dans des relevés de même taille effectués dans d'autres portions de haies. La connexion entre micro-habitats est primordiale pour les reptiles (Vacher et Geniez, 2010). Pour les arthropodes auxiliaires de culture, il faut assurer une connexion entre les différents éléments fixes du paysage, les cultures, les bords de routes et même les jardins particuliers afin de permettre la circulation et la prospection pour remplir les différentes fonctions vitales (Sarhou, 2015) ; la haie répond à ces besoins.

Constant *et al.* en 1976 constatent que les zones privilégiées de cantonnement de l'avifaune sont les intersections de talus boisés, un gradient décroissant étant observé depuis les connexions des haies ; 68.7% des oiseaux du paysage étudié y seraient dénombrés. Cet « effet carrefour » est particulièrement marqué chez certaines espèces : accenteur mouchet, pouillot véloce, mésange bleue, pinson des arbres. « Ce phénomène s'expliquerait par la compacité du territoire à défendre, l'accroissement de la nourriture, une augmentation des sites de protection contre les intempéries, une augmentation des zones de refuge, une plus grande richesse de la haie à cause de la culture moins aisée dans le coin de champs ».

La haie constituerait l'itinéraire (l'option) le plus sûr pour se déplacer d'un patch favorable boisé à un autre patch favorable pour des espèces d'oiseaux forestiers comme le rouge-gorge, la mésange bleue, la mésange charbonnière, ou la mésange à longue queue. Un degré de connectivité des haies élevé est essentiel pour l'existence du grimpereau des jardins en espace bocager (Hinsley et Bellamy, 2000).

Les petits boisements et les réseaux de mares intégrés dans un réseau de haies sont des compartiments paysagers qui influencent les probabilités de présence des amphibiens à l'échelle de patches bocagers compris entre 28 et 80 ha (Boissinot *et al.*, 2015).

Parce que chaque espèce présente des exigences particulières par rapport à la qualité des corridors, il n'existe pas de haie idéale qui facilite les flux biologiques pour toutes les espèces (Baudry, Jouin *et al.*, 2003). L'hétérogénéité des typologies de haies doit aussi permettre l'existence de peuplements diversifiés. A l'échelle d'un paysage, l'existence d'un maximum d'espèces.

III – Approche micro-topographique, la haie sur talus

En Bretagne la plupart des haies sont implantés sur talus. Cette microtopographie permet la création de microclimats et micro-habitats correspondant aux exigences de diverses espèces. Il sert de zone d'abri tout au long de l'année (lutte contre les prédateurs, les conditions climatiques défavorables, lieu de reproduction,...), doublée d'un apport trophique (Constant *et al.* 1976).

Pour les espèces fouisseuses, à vie hypogée (blaireau d'Europe, renard roux, lapin de garenne, campagnols, ...), le talus facilite l'implantation des terriers. Ainsi, Brun et Aubineau en 1989 expliquent que l'existence d'un talus conditionne la valeur de la haie pour l'implantation du lapin de garenne. « A la sortie de l'hiver, cette espèce choisit en zone bocagère les talus des haies où elle trouvera une terre saine et ressuyée pour établir ses rabouillères (terrier de mise-bas et d'allaitement). La survie des premières portées de lapereaux, influant sur la production annuelle de cette espèce, est

conditionnée par la présence de ces talus » (O.N.C., 1983). Ses prédateurs comme le putois et la belette utilisent les galeries du lapin comme habitat (O.N.C., 1983).

Les espèces sylvoles de petits rongeurs, le mulot gris et le campagnol roussâtre, ou un insectivore, la musaraigne couronné, ont une répartition linéaire le long des talus boisés et fréquentent peu les champs nus (Saint Girons (1976) cité par Tourneur et Marchandau, 1996). Les terriers creusés par les micro-rongeurs sont aussi utilisés comme abri et corridors par les batraciens (Boissinot *et al.*, 2015).

Pour l'avifaune, en sus d'assister à un changement de composition de peuplement, le nombre d'espèces est optimal dans une zone non arasée, alors qu'il est minimisé dans la zone sans aucun haie ou talus (Burel *et al.*, 1998, Eybert et Mahéo 1975 in Tourneur et Marchandau 1996).

Baudry, Jouin *et al.*, en 2003, précisent que les haies sur talus avec fossé sont des abris importants pour les reptiles et amphibiens dans les paysages agricoles. En 1976, Saint Girons et Duguy expliquent que, dans le bocage français, la densité de reptiles est rigoureusement proportionnelle à la longueur des talus plantés.

« Pour les amphibiens (grenouilles, crapauds, tritons, salamandres), les haies sur talus avec fossé sont très favorables car ils y trouvent un milieu humide (fossé) les aidant à lutter contre la dessiccation, un terrain à l'abri des inondations (talus) dans lequel ils peuvent creuser un terrier pour passer l'hiver, des places ensoleillées pour réguler leur température corporelle et un grand nombre d'insectes et d'autres invertébrés pour se nourrir » (Pollard *et al.* 1974).

Une haie sur talus est un bon micro-habitat pour les reptiles, précieux bio-indicateurs, qui leur sert aussi de couloirs de déplacement, à l'instar des fossés, rives de cours d'eau, murs de pierres, bordures herbeuses même assez rases, prairies, landes, tourbières,...) (Vacher et Geniez, coords, 2010). Le talus, particulièrement lorsqu'il est exposé au soleil et par la diversité de refuges qu'il possède, influence positivement la richesse herpétologique, de même la probabilité de présence du lézard vert (Boissinot *et al.*,

2013). Dans les Deux Sèvres, des relevés d'inventaires de biodiversité sur 60 haies ont révélés, parmi de nombreuses variables descriptives, que les reptiles, prédateurs supérieurs, semblent influencés positivement par la présence de talus et notamment sa hauteur (Lecq, 2013).

Le même auteur précise que la hauteur du talus et une quantité d'abris importante influencent le nombre de morpho-espèces, indice intuitif de diversité, présentes dans la haie. En analysant variable par variable, seule la hauteur du talus, ainsi que son recouvrement par la strate herbacée, influe positivement sur la présence de prédateurs et la biomasse animale globale de la haie.

En conditions semi-contrôlées, Lecq (2013) a démontré que les haies sans talus n'hébergent que des espèces prairiales alors que les haies sur talus (même récents) parviennent à accueillir des espèces liées aux milieux forestiers ou de lisières (myriapodes, certaines araignées, reptiles, ...). Sur le plan qualitatif, un talus haut (1,20 m de haut par 1,50 m de large) est nettement plus intéressant pour la faune qu'un talus bas (0,75 m de haut par 1 m de large).

En conclusion, d'ordre général, « Au-delà des rôles divers accordés au talus (fonction hydraulique, antiérosive,...), sa qualité et sa couverture végétale, conditionnant la disponibilité en abri, a un impact significatif sur la présence et l'abondance des espèces animales. Selon le paysage bocager dans lequel l'aménageur ou le gestionnaire se situe (il y a des bocages sans talus ; e.g. le Pays d'Auge ou le nord du Penthièvre), la prise en compte du talus devient donc un élément capital à considérer dans les programmes de gestion du bocage » (Lecq, 2013).

IV – La haie pluri-stratifiée, la vie à tous les étages

Les haies boisées sont très complexes, différentes localement et d'une région à l'autre, et variables dans le temps de façon cyclique en fonction de leur entretien (Tourneur et Marchandau, 1996). Elles constituent des habitats à part entière pour certaines espèces

ou sont fréquentées temporairement par d'autres (Hinsley et Bellamy, 2000). Les paramètres comme la largeur, la hauteur, le nombre de strates d'une haie influent aussi bien sur la qualité des habitats de la haie (microclimat, abri...), que sur la quantité d'habitats disponibles (volume de végétation, hétérogénéité...), ou la qualité et la quantité des ressources disponibles. (Baudry, Jouin *et al.*, 2003). Plus la végétation de la haie sera haute, large et dense, plus les conditions micro-environnementales seront proches de celles des milieux forestiers (Baudry, Jouin *et al.*, 2003). Ainsi, le nombre d'espèces herbacées forestières augmente avec la largeur des haies (Baudry, 1988). Cet effet sur la présence et le nombre d'espèces sylvatiques dans les haies ne serait sensible qu'à partir d'une certaine valeur (7 ou 12 mètres). Pour les oiseaux nicheurs, l'abondance et la richesse spécifique augmente avec la largeur, le volume de la haie et l'abondance des arbres et ceci, particulièrement pour les espèces forestières (Hinsley et Bellamy, 2000). L'augmentation de la complexité structurelle des haies réduit l'incidence de la prédation. L'auteur ajoute que « les haies étroites sont défavorables à cause d'une combinaison du manque de ressources, d'exposition aux intempéries et à la prédation (peu d'options pour la dissimulation des nids ». Qualifiée de haie vive par de nombreux naturalistes et écologues, elle permet aux espèces liées aux arbres et particulièrement toutes les espèces sylvicoles d'être présentes dans la matrice agricole. Son rôle est déterminant dans le fonctionnement de la trame verte.

« Les haies avec un recouvrement important d'arbres et d'arbustes sont caractérisées par la présence d'espèces forestières, telles que le brachypode sylvatique (*Brachypodium sylvaticum*), le sceau de Salomon (*Polygonatum multiflorum*) ou le lierre (*Hedera helix*) ». (Baudry, Jouin *et al.*, 2003).

La structure de la végétation, des strates de végétation multiples, du fond du fossé à la cime des grands arbres est un facteur important permettant d'expliquer la plus ou moins grande abondance des espèces dans une haie (Tourneur et Marchandeu, 1996).

Constant *et al.* en 1976, à propos du peuplement avien, Saint Girons *et al.* en 1976, à propos des micromammifères et Saint Girons et Duguay en 1976 pour les reptiles

précisent que leur diversité semble réagir fortement selon la structure de végétation : des espèces sont inféodées, plus ou moins nettement, à une structure végétale ou à des strates de végétation. Les haies composées de trois strates (une arborescente, une arbustive et une buissonnante dense) abriteront le plus grand nombre d'espèces.

L'abondance et la diversité d'espèces d'oiseaux sont fortement corrélées à la physionomie, la stratification, le volume de la végétation et le recouvrement (Constant *et al.* 1976, Baudry, Jouin *et al.* 2003, Tourneur et Marchandeu, 1996). Les haies riches en oiseaux sont souvent plus grandes et contiennent généralement plus d'espèces ligneuses, notamment plus d'arbustes ; en effet, la présence d'une strate arbustive augmente le volume d'habitat disponible et la complexité de la structure verticale (Shalaway, 1985). Chevallier et Dhuiège en 2015 dressent les mêmes conclusions et précisent qu'un « bocage constitué de haies hautes et larges, donc faiblement taillées, accueille une avifaune nicheuse plus riche, plus abondante, plus diversifiée et d'un plus grand intérêt patrimonial qu'un bocage constitué de haies basses et étroites, donc fortement taillées ». La haie représente donc pour les espèces aviennes liées aux arbres un habitat sub-optimal. Cependant, l'habitat sub-optimal est meilleur qu'aucun et peut jouer un rôle essentiel dans la persistance de populations. La variation dans les structures des haies induit que l'optimalité des habitats de la haie change localement ou régionalement les habitats alternatifs disponibles (Arnold, 1983).

Pour la haie à plat, il ressort de la revue établi par Hinsley et Bellamy (2000) que plus la haie est large plus elle est intéressante pour les oiseaux ; les haies étroites étant défavorables (manque de ressources, exposition aux intempéries et à la prédation). Les auteurs préconisent minimum 2 mètres de largeur.

Certaines espèces comme les mésanges préfèrent les haies arborescentes aux haies arbustives riches contrairement aux merles noirs, troglodytes et rouges-gorges. (Baudry, Jouin *et al.*, 2003). Tout comme de nombreux arthropodes, l'avifaune peut jouer le rôle d'auxiliaire des cultures pour l'agriculteur ou l'arboriculteur ; pour exemple, un rouge-

gorge adulte consomme quotidiennement 750 à 800 arthropodes soit 120% de sa masse corporelle (Grajetzky, 1993 *in* Tourneur et Marchandeu, 1996).

« Les haies jeunes ou les haies vieilles à végétation retombante permettent le meilleur abri pour la faune... C'est dans cette végétation basse que les espèces proies trouvent refuge vis-à-vis des prédateurs. Les insectes, nourriture essentielle pour les poussins de gallinacés et les oiseaux insectivores (fauvettes et mésanges), sont produits à tous les étages de la haie » (O.N.C., 1983).

Pour les amphibiens, la conservation de haies pluristratifiées hautes et larges pour maintenir une ambiance forestière (ombre et litière organique) est importante pour une espèce comme la grenouille agile (Boissinot, com.pers., 2014).

Pour certains micromammifères comme le campagnol roussâtre (*Clethrionomis glareolus*) ou la crocidure musette (*Crocidura russula*), la haie est un habitat permanent. (Baudry, Jouin *et al.*, 2003). D'autres musaraignes comme la musaraigne pygmée et la musaraigne couronnée sont strictement inféodées aux haies (Michel, 2006). Une haie « complète », plurispécifique, à trois strates denses de végétation abritera plus de campagnols roussâtres et moins de mulots qu'une haie arbustive mono-spécifique (Saint Girons, 1994b ; Michel, 2006). Le hérisson, consommateur de gastéropodes, utilise la litière des haies pluristratifiée pour hiverner (Sarhou, 2015 ; ONC, 1983). La structure linéaire forestière permet à cette espèce forestière d'être présente dans la matrice agricole.

L'écureuil roux (*Sciurus vulgaris*), espèce forestière, a pour habitat de prédilection les boisements de conifères. Une étude récente dans le Golfe du Morbihan (Butet *et al.*, 2015) a confirmé l'habitat de l'espèce en insistant, pour sa conservation, sur la préservation d'une mosaïque de boisements résineux ou mixtes de 5 à 10 ha reliés les uns aux autres par une trame boisée mixte, des haies pluristratifiées hautes, et une matrice agricole hétérogène.

La hauteur et la largeur de la haie influencera positivement la présence de la couleuvre d'esculape (*Zamenis longissimus*) (Boissinot *et al.* 2013).

Pour les insectes et les arachnides, la haie pluristratifiée haute permet aux espèces sylvicoles et forestières de se maintenir dans le bocage (Sarhou, 2015). Les carabes forestiers par exemple sont plus abondants dans les haies ombragées, notamment s'il s'agit de haies parallèles encadrant un chemin creux, ou de haies arborées à végétation herbacée dense (Burel, 1991 ; Millàn de la Peña *et al.*, 2003). Les carabes forestiers préfèrent les zones ombragées fournissant une quasi obscurité. La plupart d'entre elles, en évoluant dans des milieux forestiers stables ont perdu la capacité de voler et, en tant que carabes marcheurs, présentent un pouvoir de colonisation limité, quelques dizaines à quelques centaines de mètres en fonction de la taille et du comportement des espèces. (Baudry, Jouin *et al.*, 2003).

Chez les escargots, Baur et Baur (1992) montrent que l'efficacité des déplacements dans un corridor est proportionnelle à sa largeur ; il semble que plus un corridor écologique est large, plus la probabilité qu'un individu rencontre la lisière du corridor est faible et donc moins les déplacements sont interrompus.

IV.1 La strate arborescente, des arbres à fruits secs

Les arbres sont caractérisés par un étage arborescent haut. Le volume qu'ils procurent constitue autant de micro-habitats fréquentés par de nombreuses espèces et singulièrement par les oiseaux, naturellement associés aux arbres.

Producteurs primaires, ils remplissent de nombreuses fonctions dont celle d'habitat et de lieu de reproduction. Ainsi, la strate arborescente, dans sa partie basse (arbres têtards, taillis), est le milieu privilégié par le pigeon ramier (*Columba palombus*) pour sa nidification, surtout quand les arbres supportent une végétation de lierre (*Hedera helix*) (dissimulation des nids, protection contre les prédateurs, alimentation) (Brun et Aubineau, 1989). Les alignements de noisetiers (*Coryllus avellana*) sont également

particulièrement adaptés à la nidification des colombidés (Brun et Aubineau, 1989). D'autres espèces comme la grive draine (*Turdus viscivorus*) niche dans la fourche des arbres et les boules de gui (*Viscum album*), épiphyte et hémiparasites (O.N.C., 1983).

Outre le refuge qu'il procure aux oiseaux comme lieu de brancher, de guet (rapaces, corvidés,...), repos ou quiétude, de parade nuptiale, la strate arborescente haute (émondée et haut jet développé), produit de la nourriture pour les phyllophages comme pour les floricoles ou les frugivores. La production de fruits des chênes (*Quercus sp.*), hêtres (*Fagus sp.*), merisiers (*Prunus sp.*) entre autres représente une part très importante de l'alimentation de nombreux animaux vertébrés, dont des oiseaux (colombidés, les turdidés, les phasianidés,...) (Brun et Aubineau, 1989), des mammifères (cervidés, suidés, mustélidés, gliridés, rongeurs, etc.), ou arthropodes (lépidoptères, coléoptères, arachnides, etc.).

Brun et Aubineau en 1989 citent des exemples précis ; ainsi, « les feuilles, les bourgeons et les fleurs du frêne sont souvent signalés dans les études du régime alimentaire du pigeon ramier. Les fleurs du robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*) sont très appréciées par de nombreux animaux » dont les nectarivores et les pollinivores. La grive draine comme la fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla*) affectionne les pseudo-baies du gui tandis que les mésanges ou la sittelle torchepot (*Sitta europaea*) apprécient ses graines ; les plantes hôtes les plus communes étant les vieux pommiers et les peupliers. Les glands peuvent constituer une nourriture d'appoint pour la perdrix rouge (*Alectoris rufa*) et le faisan commun (*Phasianus colchicus*), particulièrement en hiver...

IV. 2 La strate arbustive, les arbres à baies

Compartiment essentiel de la haie, l'étage arbustif est celui qui, souvent, donne à la haie son caractère exubérant. De nombreuses espèces dépendent de son existence dans un bon état de conservation. Il remplit de nombreuses fonctions écologiques (Hinsley et Bellamy 2000). Les plantes de la strate arbustive produisent de nombreuses fleurs et

« de nombreuses graines (genêt, *Cytisus sp.*, ajonc, *Ulex sp.*,), baies et fruits (prunellier, *Prunus spinosa*, , aubépine monogyne, *Crataegus monogyna*, sureau noir, *Sambucus nigra*, bourdaine, *Frangula alnus*, ...); leur variété et l'étalement de leurs cycles reproductifs procurent à l'avifaune une alimentation importante, disponible sur une longue période. Une étude en Vendée a permis d'estimer la production en baies de pieds d'aubépine monogyne : elle varie de 10 g pour une vingtaine de baies (plant jeune) à plus de 4 kg représentant 14 000 baies pour des plants de 10 m. La composition et le développement de la strate arbustive sont le reflet de l'offre alimentaire de la haie pour les turdidés et certains gallinacés (Brun et Aubineau, 1989).

Pour les passereaux, l'important est que la strate buissonnante basse soit bien garnie et fermée jusqu'au sol (Biber et Biber, 1980). Ils sont dans la majorité, plus sensibles à la disparition de la strate basse que haute (Tourneur et Marchandeu, 1996). Les modalités d'entretien des haies ont un impact sur la présence de fruits et par conséquent, sur celle d'oiseaux frugivores en hiver (grives, merle, *Turdus sp.*, etc.) (Chevallier et Dhuiège, 2015).

Pour la nidification, cet étage est un lieu convenant à de multiples espèces. Le merle noir (*Turdus merula*) et la grive musicienne (*Turdus philomelos*) nichent dans la végétation buissonnante sur des espèces ligneuses telles le houx ou l'aubépine. Le lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*) et la perdrix rouge utilisent préférentiellement, dans certains biotopes, des haies buissonnantes basses composées de fragon (*Ruscus aculeatus*), ronce (*Rubus sp.*), troëne (*Ligustrum vulgare*), viorne (*Viburnum sp.*) en association avec des graminées comme le dactyle (*Dactylis glomerata*), (O.N.C., 1983).

Hinsley et Bellamy (2000) précisent que la végétation dense au pied de la haie (parties basses) est importante pour beaucoup d'espèces d'oiseaux notamment dans le choix d'emplacement de nids et le succès reproducteur.

« Les haies avec une structure végétative basse développée peuvent être perçues socialement comme « sales » par certaines catégories d'usagers du paysage bocager sont en fait des haies riches essentielles à la dissimulation des nids, la protection contre

les intempéries ou les prédateurs, la réussite de la reproduction d'une espèce comme la tourterelle des bois (*Streptopelia turtur*) » (Lormée, com. pers., 2014).

Les gliridés tels le lérot (*Eliomys quercinus*) (Tourneur et Marchandeu, 1996) ou le muscardin (*Muscardinus avellanarius*), espèces rares en Bretagne, ont besoin d'une strate arbustive dense. Pour ce dernier, les plantes qui lui sont le plus associées sont le noisetier, les chênes, l'aubépine, la ronce, le chèvrefeuille (*Lonicera periclymenum*), (Simonnet coord., 2015).

Le campagnol roussâtre (*Myodes glareolus*), dans le bocage, est présent quasi-uniquement dans la haie (98,6% des captures) de préférence dense (Tourneur et Marchandeu, 1996).

Pour les reptiles, la répartition locale dépend essentiellement de l'existence d'un couvert végétal assez dense entre le sol et un ou deux mètres (Saint Girons et Duguy, 1976 in Tourneur et Marchandeu, 1996). La composition floristique étant pour l'essentiel constituée d'arbustes.

V – L'ourlet herbacé, une banquette herbeuse en pied de haie

Une haie composite constituée d'une strate arborée, d'un ourlet arbustif, et d'une strate herbacée offre une bonne diversité d'habitats et de conditions microclimatiques pour de nombreuses espèces végétales et animales. La structure des bords de champs et des haies en particulier, ainsi que le mode de gestion appliqué et son histoire (gestion passée), ont une influence majeure sur la flore (Baudry, 1985 ; Le Cœur, 1996 ; Alignier et Baudry, 2015) et la faune (Burel et Baudry, 1994) qu'ils contiennent. Un couvert bas en pied de haie peut accueillir beaucoup d'espèces animales (Brun et Aubineau, 1989).

Par la fourniture de nectar et de pollen, le bord de champs peut accroître les populations d'arthropodes salutaires tels que des pollinisateurs et des ennemis des ravageurs de cultures (Alignier et Baudry, 2015 ; Sauvion *et al.*, 2013)

Sur le plan floristique, dans les bords de parcelles enherbés (bord de champs, bandes enherbées, talus,...), on trouve des dicotylédones sauvages attractives pour les insectes. Les trèfles et autres légumineuses vont plutôt attirer des abeilles et bourdons. Sur les ombelles des carottes sauvages, on trouvera des diptères auxiliaires – syrphes et tachinaires -, ainsi que de nombreux hyménoptères parasitoïdes. Les euphorbes qui fournissent beaucoup de nectar, attirent aussi de nombreux groupes d'auxiliaires de culture (Sarhou, 2015).

Baudry, Jouin *et al.* (2003) insiste sur l'importance de maintenir voir d'entretenir une importante diversité floristique afin de favoriser un maximum d'espèces d'insectes qui semblent plus liées aux espèces végétales présentes qu'à la structure des peuplements floristiques.

Pollard (1968) a montré que la destruction de la flore herbacée du talus réduit le nombre d'individus et la biomasse d'insectes et en particulier les insectes prédateurs comme les hétéroptères (punaises).

Les auxiliaires des cultures ont des besoins physiologiques et comportementaux (hivernage, estivation, refuge, alimentation pour adultes et larves, ...). La haie et un pied de haie herbacé sont indispensables à l'existence d'une majorité d'entre eux. « Les auxiliaires doivent trouver refuge dans des abris pour quelques heures ou plusieurs semaines. Si l'on est un carabe ou une araignée vivant à la surface du sol, on doit pouvoir trouver refuge dans une touffe de fétuque ou dans la litière sous la haie » (Sarhou, 2015).

Les talus abritant des plantes à fleurs pérennes sont également très importants pour les insectes pollinisateurs comme les bourdons (*Bombus sp.*) aussi bien pour l'hivernage des fondatrices des colonies que pour le début du nourrissage des larves. Les colonies implantées dans le talus ne peuvent se développer que grâce à la présence des plantes à fleurs dans les zones non cultivées, tôt au printemps et tard en été, c'est-à-dire avant la floraison des plantes cultivées (Boatman *et al.*, 1984).

Les bandes enherbées jouent le rôle de corridor fonctionnel pour les rhopalocères (flux d'individus entre tâches d'habitat prairial). Une étude récente l'a démontré pour le myrtil (*Maniola jurtina*), papillon emblématique des habitats prairiaux européens, particulièrement avec des bandes d'une largeur de 5 à 10 mètres (Delattre, Vernon, Burel, 2013). L'ourlet herbeux ou banquette herbeuse constitue le milieu de reproduction de nombreuses espèces d'oiseaux nichant au sol (Brun et Aubineau, 1989). Baudry, Jouin *et al.*, en 2003 relatent que les espaces herbeux des haies, près des talus, abritent pour nicher des gallinacés chassés comme le faisan de Colchide ou les perdrix grises (*Perdix perdix*) et rouges.

Les études menées en bocage sur la perdrix rouge ont permis d'établir la préférence de cette espèce pour les bandes enherbées sur lesquelles des haies sont implantées. Sa nidification est liée à la présence d'une banquette où dominent les graminées et les plantes épineuses basses, à la largeur de cette banquette et à une exposition ensoleillée (Brun et Aubineau 1989). Ils précisent des notions de largeur. Ainsi, « une banquette herbeuse étroite (inférieure à 0,50 m) est considérée moyenne pour la nidification de la perdrix rouge ; une haie sans banquette étant considérée nulle. Une haie avec une banquette large (> 1 m), présentant une bonne homogénéité sur l'ensemble du tronçon, association de graminées et de plantes épineuses basses (fragon, ronce, rejets d'épines noires est favorable à la perdrix rouge » (Brun et Aubineau 1989). Les mêmes auteurs évoquent que la perdrix grise niche aussi au pied des haies.

Constant et Eybert (1994) et Pollard *et al.* (1994) ont décrit l'utilisation des différents compartiments par les différentes espèces d'avifaune. Ainsi, les plantes herbacées et ligneuses basses sont essentielles pour la nidification et l'alimentation de la fauvette grisette (*Sylvia communis*), le bruant jaune (*Emberiza citrinella*), le bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*), le pouillot véloce (*Phyloscopus collybita*), le rossignol philomèle (*Luscinia megarhynchos*), la locustelle tachetée (*Locustella naevia*), le phragmite des joncs (*Acrocephalus schoenobaenus*), le tarier pâtre (*Saxicola torquata*). Le chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*), le verdier d'Europe (*Carduelis chloris*) et d'autres espèces

des strates arbustives et herbacées utiliseront ces compartiments pour l'alimentation seulement. Le sol de la haie sera essentiel pour la nidification de l'alouette des champs (*Alauda arvensis*), pour la nidification et l'alimentation du rouge-gorge (*Eritacus rubecula*), du bruant proyer (*Emberiza calandra*), du faisan de Colchide, de la perdrix grise, de la perdrix rouge, du pouillot fitis (*Phylloscopus trochilus*). Il sera également essentiel pour fournir de la nourriture à l'accenteur mouchet (*Prunella modularis*), au merle noir, à la grive musicienne, au troglodyte (*Troglodytes troglodytes*) et à beaucoup d'autres espèces des strates arbustives et herbacées.

La banquette herbeuse fournit aussi une importante alimentation pour la faune, sous forme de graines et pousses d'herbes, de racines et tubercules ; pour exemple, la feuille des ronces basses est un aliment important du lapin de garenne en hiver (Brun et Aubineau, 1989).

D'autres fonctions seront remplies par l'ourlet herbeux. Le lièvre (*Lepus europaeus*) et le lapin de garenne l'utilise comme lieu de gîte et de repos; le couvert végétalisé est utilisé toute l'année comme abri et refuge contre les mauvaises conditions climatiques et les prédateurs, ainsi qu'en période de chasse (Brun et Aubineau, 1989).

La richesse de l'ourlet herbeux permet le maintien du campagnol souterrain (*Microtus subterraneus*), espèce inféodée aux milieux prairiaux, dans les haies en milieu cultivé (Michel, 2006). Son exubérance (hauteur de 0.5 à 1 mètre) permet au rat des moissons d'exister en milieu cultivé. Il lui sert de refuge hivernal, de reproduction, d'alimentation et assure la dispersion de l'espèce. L'augmentation de la taille des parcelles a réduit le linéaire d'interfaces parcelle/bordure de champs (Simonnet, coord., 2015, Darinot, comm.pers.).

Toutes les espèces bretonnes de reptiles sont strictement inféodées à l'existence d'un couvert végétal assez dense formant un abri, mais discontinu, laissant libre des places ensoleillées (Saint Giron, 1994a, 1976). Lourdais *et al.*, en 2015 précisent que la richesse spécifique des reptiles est influencée positivement par la largeur de l'ourlet herbacé du pied de la haie. Boissinot *et al.*, (2013) rappelle qu'un ourlet herbacé en pied de haie,

supérieur à 1 mètre de largeur, est l'une des composantes les plus importantes particulièrement pour la vipère aspic (*Vipera aspis*), la couleuvre verte et jaune (*Hierophis viridiflavus*), la couleuvre à collier (*Natrix natrix*) et le lézard de murailles (*Podarcis muralis*). Ils utilisent cet espace comme couloir de déplacement, zone de chasse et de régulation thermique et hydrique. Pour leurs conservations, la prise en compte de la structure de la haie dans les mesures de gestion, et notamment de l'ourlet herbacé en pied de haie, est cruciale pour permettre la persistance des populations de reptiles actuellement déclinantes.

Vacher et Geniez en 2010, expliquent que pour les batraciens, les bordures herbeuses même assez rases sont utilisées comme lieu d'alimentation, d'abri et de couloirs de déplacement.

L'entomofaune, très riche dans cette strate ou étage, représente un potentiel alimentaire important pour les prédateurs d'arthropodes et est primordiale à la survie des jeunes gallinacés (perdrix, faisan commun, caille des blés, *Coturnix coturnix*,...) (Brun, Aubineau, 1989).

Au sein de l'ourlet herbacé, la richesse en lombriciens y est avérée et peut atteindre des densités jusqu'à 20 fois supérieures à celles rencontrées au sein des parcelles cultivées labourées. Pour les espèces géodrilophages, consommatrices de ces proies labiles, l'ourlet herbacé constitue donc un réservoir alimentaire d'importance. 186 espèces d'amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères en consomment. Ils jouent un rôle trophique fondamental dans l'écosystème (Granval et Aliaga, 1988).

Ces diverses informations, non exhaustives, plaident de manière limpide pour la conservation et une gestion raisonnée de ce compartiment constitutif de la haie pluristratifiée haute complète. Il remplit des fonctions indispensables, vitales pour beaucoup d'espèces, au sein de l'agro-écosystème.

VI – La composition floristique, une richesse déterminante

Les naturalistes ont pour habitude de dire que « plus il y a d'espèces végétales, plus il y a d'espèces animales ». Cet adage est démontré par de très nombreuses études.

Une composition floristique diversifiée, selon les lieux et les saisons, permettant aux herbivores de se nourrir et à une chaîne alimentaire de se former, est un facteur important permettant ainsi d'expliquer la plus ou moins grande abondance des espèces dans une haie (Tourneur, Marchandeu, 1996 ; Hinsley et Bellamy, 2000).

Lakhani en 1994 explique que la présence de rouge-gorge, grives musiciennes, fauvettes babillardes (*Sylvia curruca*), fauvettes grisettes, mésanges bleues (*Parus caeruleus*) et bruants jaunes est positivement corrélée au nombre d'espèces ligneuses. Certaines espèces animales seront inféodées à une espèce ou famille végétale (espèces sténoèces), d'autres s'accommoderont de nombreuses espèces (espèces euryèces). C'est le cas de la tourterelle des bois, espèce en fort déclin, qui, en terme d'essences porteuses de nids fait preuve d'un grand éclectisme (108 espèces végétales identifiées ; l'aubépine, le prunellier ou le sureau noir sont particulièrement privilégiées (Lormée, 2015).

Si les oiseaux peuvent faire preuve de sélection d'essences pour répondre à leurs besoins écologiques, en termes de spécialisation, les arthropodes, et les insectes en particulier, sont les groupes qui offrent le plus d'exemples. En Angleterre, le chêne peut abriter 284 espèces d'insectes (Moore *et al.*, 1967), l'aubépine monogyne 149, l'érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*) 15.

Didier et Guyot (2012), dans leur ouvrage, apportent des chiffres quant au nombre d'espèces d'insectes qui peuvent être liées à une plante. Leur recueil valorise l'importance écologique que possède chaque espèce végétale et démontre ainsi l'intérêt majeur de conserver voire de développer un maximum de diversité végétale au sein des écosystèmes.

Les exemples cités ci-après en sont extraits. Ils concernent des plantes communes des bocages bretons.

Le noisetier attire une faune très diversifiée, représenté par 250 ou 300 espèces d'arthropodes connus environ. Il hébergera des espèces qui se nourrissent de sève ou de contenu cellulaire (punaises, pucerons, cochenilles, cicadelles, acariens, ...) ainsi que leur cortège de prédateurs et de parasitoïdes (coccinelles, syrphes, chrysopes, araignées, ...), des consommateurs de feuillage (chenille, altises, charançons, tenthrèdes).

Le pommier (*Malus sp.*) héberge une faune diversifiée d'invertébrés : plus de 80 espèces d'insectes et d'acariens. Une richesse due à son ancienneté : l'espèce est autochtone de notre région.

16 espèces d'insectes sont liées aux cerisiers (*Prunus sp.*) dont le merisier (*Prunus avium*).

Un minimum de 69 espèces d'insectes est inféodé aux euphorbes (hémiptères, lépidoptères dont des Sphingidés, coléoptères dont le capricorne de l'euphorbe, diptères, ...) ; l'euphorbe des bois (*Euphorbia amygdaloides*) étant une des espèces des plus attractives pour les pollinisateurs en forêt (hyménoptères apoïdes, abeilles domestiques,...).

Les rosiers (*Rosa sp.*) sont connus pour accueillir un minimum de 39 espèces invertébrés spécifiques (hémiptères, dermoptères, lépidoptères, hyménoptères, coléoptères dont deux cétoïnes, diptères dont les cécidomyies, ...)

Les prunus et les sureaux sont producteurs de pollen et de nectar pour les auxiliaires (Sarhou, com.pers., 2014).

Les ronces (*Rubus sp.*) sont réputées pour être favorable à un très grand nombre d'insectes. Pas moins de 55 espèces citées par les auteurs y sont liées : des coléoptères floricoles ou phyllophages, des diptères gallicoïles, des lépidoptères polyphages, des butineurs dont de nombreux hyménoptères, des hétéroptères carpophages, ...

l'ensemble de la plante pour les insectes joue un rôle écologique majeur... Seules les tiges de 2 ans produisent des fruits. La liste des vertébrés ayant une relation avec la ronce est également très longue, du rat des moissons (*Micromys minutus*), troglodyte ou de la rainette arboricole (*Hyla arborea*) de quelques grammes au cerf élaphe (*Cervus elaphus*) de plusieurs quintaux.

D'autres auteurs (Sarhou, 2015) soulignent que, d'ordre général, la diversité floristique sur une aire limitée permet l'existence de réseaux trophiques développés. De très nombreux auxiliaires consomment du nectar et du pollen à l'état adulte, que ce soit de manière exclusive ou en complément de proies, en fonction de leur période d'activité qui peut s'étaler tout au long de l'année. Il leur faut donc des fleurs offrant cette ressource alimentaire. Dans les haies, on trouve des plantes susceptibles de fleurir et d'offrir du pollen et du nectar, comme les prunelliers à floraison en tout début de printemps, le lierre à floraison de fin d'été ou d'automne, ou le sureau dont la floraison printanière abondante attire de nombreux insectes. La diversité végétale permet une phénologie de floraison étalée temporellement, facteur essentiel à la survie des espèces animales phytophages (consommateurs primaires). Dans la continuité, la diversité arbustive permet aussi une phénologie étalée des fructifications permettant l'alimentation de toutes les espèces carpophages.

Les plantes à feuillage persistant comme le lierre, le houx, le fragon, la viorne tin ou encore le laurier dans le sud de la France offrent des abris hivernaux et post-hivernaux pour les arthropodes dont beaucoup sont considérés auxiliaires de culture (Sarhou, 2015), ou les vertébrés en hiver.

Une diversité importante en ligneux et semi-ligneux est primordiale pour les auxiliaires de cultures (Sarhou, com.pers., 2014). Une grande diversité permet aussi d'assurer la pérennité de la haie en espérant avoir suffisamment d'espèces capables de répondre à la problématique des changements globaux.

VII – Les lianes, des nœuds à ne pas délier

Les lianes (lierre, clématite des haies (*Clematis vitalba*), chèvrefeuille des bois, houblon (*Humulus lupulus*), tamier (*Dioscorea communis*),...) et le gui complètent les éléments structurant la haie. Plantes ligneuses volubiles, utilisant l'arbre comme support de croissance, ou parasite pour le gui, elles permettent de compléter la liste des micro-habitats de la haie. Comme toutes les plantes, elles sont sources de nourriture, lieux d'abri, de reproduction et habitat à part entière pour quelques espèces qui y sont inféodées. Parfois mal aimées, les lianes sont souvent coupées sans fondement scientifique, social, culturel voire traditionnel.

Hooper (1976) note que les ronces, les rosiers sauvages, le chèvrefeuille et le lierre sont deux fois plus fréquentes dans les haies entretenues, régulièrement taillées (Baudry, Jouin *et al.*, 2003).

Les lianes comme le lierre ont un grand intérêt pour la faune. Par exemple, en Grande Bretagne, dans le Sussex aux abords de Brighton, ville située juste en face de Dieppe, les fleurs de lierre nourrissent une large communauté d'insectes constituée pour presque d'un tiers de mouches, 27% de syrphes, 21 % d'abeilles domestiques, 13 % de guêpes (*Vespula vulgaris*), enfin de bourdons (3%), de papillons (4%) et des Abeilles du lierre (*Colletes hederæ*, 3%) (Garbuzov et Ratnieks, 2014).

Le lierre offre une biomasse considérable aux colombidés et aux turdidés qui consomment ses fruits en hiver. « Le lierre colonisant un jeune arbre de haut jet fournit 1 kg de graines, un vieil arbre fortement couvert produit jusqu'à 15 kg de baies de lierre soit environ 200 rations journalières de pigeons. En année de mauvaise glandée, le pigeon utilise le lierre dès que le maïs n'est plus disponible » (Brun, Aubineau, 1989). Avec une très forte teneur en lipides, le lierre permet aux frugivores d'hiverner dans de bonnes conditions.

La présence d'une strate arbustive riche en lianes (ronce, lierre, églantier, *Rosa canina*), apparaît comme un élément important pour le succès reproducteur des colombidés

comme la tourterelle des bois (Lormée, 2015). La hauteur moyenne des nids étant de 2 mètres. Le pigeon ramier affectionne également les arbres à lierre. La hauteur moyenne des nids étant de 4,2 mètres, au cœur de l'étage arbustif.

Pour les hyménoptères dont l'abeille domestique (*Apis mellifera*), le lierre, à la floraison abondante et tardive, représente la dernière ressource alimentaire dans le paysage en période pré-hivernale. Une nouvelle espèce, l'abeille du lierre, a été découverte en 1993 (Didier et Guyot, 2012). 18 espèces de faune entomologique inféodées aux lianes sont citées par les deux auteurs.

Liane entomogame au parfum puissant exhalé surtout la nuit, le chèvrefeuille des bois est fréquenté par des hétérocères dont de nombreux sphynx, le sphynx gazé (*Hemaris fuciformis*) y étant strictement inféodé. Didier et Guyot (2012) cite 41 espèces qui exploitent le chèvrefeuille dont 8 en dépendent. Certains hémiptères (pucerons, aleurodes, cochenilles, cicadelle,...) en sont opophages, elles apprécient particulièrement sa sève. Les fruits de l'espèce sont consommés par des passereaux. Sa baie est également consommée par les merles et grives, les sylvidés, les fringilles,...

Le lierre, permet également aux petits mammifères comme la fouine (*Martes foina*) et la martre (*Martes martes*) ou aux chiroptères arboricoles d'y trouver un abri.

VIII – L'arbre creux et l'arbre mort, sources de vie

Les vieux arbres sont des éléments importants des haies pour beaucoup d'espèces d'insectes, d'oiseaux ou de mammifères. (Baudry, Jouin *et al.*, 2003). Au fil des années et des modalités d'entretien, en sus des évènements naturels (bris de branches, maladies, attaques parasitaires animales ou végétales, creusement de cavités, ...), l'arbre est susceptible d'offrir des micro-habitats correspondant aux exigences de nombreux taxons. Des espèces ont une spécialisation d'habitat qui les lie étroitement aux cavités ou à l'arbre mort.

Pour les espèces cavicoles, liées aux cavités, une distinction est faite entre les cavicoles primaires, qui réalisent le trou comme les picidés par exemple, et les cavicoles secondaires, qui vont utiliser les cavités réalisées par les cavicoles primaires ou les cavités naturelles, les chauves souris par exemple. A l'origine, les cavités de pics correspondent soit à des loges de nidification, soit à des trous de nutrition.

Dans le bocage, selon son état de conservation et sa densité, toutes les espèces de pics forestiers bretons sont susceptibles d'y être rencontrés. Elles sont autant d'architectes de l'arbre façonneurs d'habitats pour tous les cavicoles secondaires (chiroptères, strigidés, mustélidés, gliridés, insectes saproxyliques, champignons, ptérydophytes, bryophytes, lichens, ...).

Les fissures des troncs et des branches, les écorces décollées, les trous de pics, les troncs creux, les malformations, les blessures et gélivures sont autant d'éléments abritant une faune et une flore spécifique, la cavité, étant située au sol ou en hauteur. Certaines chauves souris arboricoles trouvent refuge dans les cavités des vieux arbres. (Baudry , Jouin *et al.*, 2003). La barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*), l'oreillard roux (*Plecotus auritus*), la noctule commune (*Nyctalus noctula*), la noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*), le murin à moustaches (*Myotis mystacinus*), le murin d'Alcathoe (*Myotis alcathoe*), le murin de Natterer (*Myotis nattereri*), le murin de Bechstein (*Myotis bechsteini*), le murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*), sont réputés arboricoles et utilisent les cavités des arbres (Simonnet, coord, 2015). Pour être performant dans l'accueil de ces espèces et maintenir leur présence dans le bocage, les cavités doivent être nombreuses et réparties en réseau.

L'arbre creux, la trogne, fournira aussi des abris à la fouine, la martre, la genette (*Genetta genetta*) ou le hérisson (*Erinaceus europaeus*), (O.N.C., 1983).

Le nombre d'espèces d'oiseaux cavicoles est important dans le bocage, à condition que les arbres mûres présentant des cavités soient suffisamment présents. Une compétition pour l'accès aux cavités notamment en période de reproduction est régulièrement observée (observations personnelles). Pigeon colombin (*Columba oenas*),

chouette chevêche (*Athene noctua*), chouette hulotte (*Strix aluco*), mésange bleue (*Parus caeruleus*), mésange charbonnière (*Parus major*), étourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*), sitelle torchepot, gobe-mouches (*Muscicapa sp.*), ... autant d'espèces nichant dans les cavités arboricoles. Les grimpeaux (*Certhia sp.*) ou les mésanges s'abritent la nuit dans les cavités. Parfois de simples fentes ou écorces décollées suffisent. Des regroupements plurispécifiques étant parfois observés. La diminution ou la disparition de la grande majorité des rapaces nocturnes, et de quelques diurnes, est liée à la raréfaction des sites qui leur sont favorables (vieux arbres comme les gros arbres têtards) et de leurs proies alors qu'ils contribuent par leurs présences à maintenir l'équilibre de l'agro-biocénose d'une zone bocagère (Tourneur et Marchandeu, 1996).

Remplie d'eau, au moins à une période de l'année, la cavité sera appelée dendrothelme. Une quinzaine d'espèces de diptères et coléoptères vivent dans cet habitat hyper-spécifique. La moitié d'entre elles y sont complètement inféodées (Emberger, Larrieu, Gonin, 2012).

Ainsi, la coupe des vieux arbres peut avoir des conséquences directes et indirectes sur les populations d'animaux cavernicoles : mortalité au moment de la coupe de l'arbre ; diminution des habitats disponibles ; augmentation de la compétition et de la prédation. (Baudry, Jouin *et al.*, 2003).

Les parties de bois mort, qu'il s'agisse d'un arbre en entier, d'une branche charpentière ou une cime brisée (volis), d'une branche morte dans le houppier ou d'un simple rameau rompu deviendra intéressant pour des espèces saproxyliques. Selon son diamètre et son emplacement, il intéressera des espèces différentes. Au gré de la décomposition (stades de saproxylation), les espèces s'y succéderont : des coléoptères et des champignons saproxyliques de houppier, la plupart des espèces exploitant les fentes (vertébrés ou invertébrés), des hyménoptères (guêpes et abeilles), (Emberger, Larrieu, Gonin, 2012).

Les coléoptères saproxyliques sont, pour certaines espèces, à haute valeur patrimoniale et parfois considéré comme des espèces reliques des forêts primaires. Elles sont liées

pour la plupart à des micro-habitats particuliers, comme les cavités. Les pratiques d'entretien des haies bocagères tel l'émondage et le traitement en arbre têtards, mais également les blessures provoquées sur les troncs par le bétail ou les clôtures, favorisent l'apparition d'un grand nombre de cavités. Ainsi, dans les secteurs où le bocage est très ancien et bien conservé, avec une présence continue de très gros et vieux arbres (sains, morts ou sénescents) associée à de fortes densités de cavités, les conditions sont proches de celles rencontrées dans des forêts dites « naturelles », fournissant un habitat de substitution pour un cortège d'insectes liés aux boisements très anciens. Les haies bocagères peuvent donc constituer un habitat de substitution pour des espèces de coléoptères habituellement considérés comme indicatrices des boisements anciens et préservés (Chambord, Chabrol, 2015 ; Kirby, 1992).

Pour les pics, la richesse en insectes xylophages constitue une manne nutritive abondamment exploitée. Le bois mort au sol intéressera pour les même raison d'autres consommateurs d'insectes comme les musaraignes (*Soricidae sp.*), le hérisson, le blaireau (*Meles meles*) ou le sanglier (*Sus scrofa*). Son existence, par les caches qu'il possède, est favorable au lézard des murailles (Boissinot *et al.*, 2013).

IX – Les éléments rupestres

Les milieux rupicoles, adossés à la haie constituent des habitats, généralement discontinus, pour les espèces qui y sont liées. Existant sous des formes variées, blocs rocheux ou amas de pierres, des bactéries, des algues, des lichens, des bryophytes, des ptéridophytes ou des végétaux supérieurs, occupent ces espaces (Pech, 2013 ; Emberger *et al.*, 2012) qui contribue à enrichir la biocénose de la haie. Les reptiles et les rhopalocères sont favorisés. Ils y trouvent des conditions privilégiée d'héliothermie (Lourdais *et al.*, 2015 ; Buord *et al.*, 2017).

X – Les terriers

Les terriers de mammifères (voir critère 1) constituent également des niches écologiques diversifiant la haie (Simmonet, coord, 2015) et créant des cavités et des conditions de vie favorables pour des espèces recherchant obscurité et fraîcheur (e.g. batraciens (Boissinot *et al.*, 2013), oiseaux cavicoles (Lormée *et al.*, 2011), carabidés cavernicoles (Le Chapt, com.pers.),...).

XI – Les espaces humides

Les fossés ou les cours d'eau en pied de haie ou la présence d'une mare (point d'eau lentique) contre la haie seront des zones qui seront habités par la faune des zones humides ; la qualité de l'eau étant déterminante. Elle sera colonisée par une végétation hygrophile diversifiant l'espace bocager. La diversité de la faune des macro-invertébrés benthique pourra s'y développer. Les batraciens seront favorisés (voir critère 1) et les utiliseront pour chasser et s'y reproduire (Boissinot *et al.*, 2013). Les reptiles viendront les consommer allongeant ainsi les réseaux trophiques stationnels (Lourdais *et al.*, 2015). L'avifaune, y compris des espèces liées aux espaces humides, sauront utiliser ces espaces comme lieux de chasse (e.g. bergeronnettes des ruisseaux (*Motacilla cinerea*), gallinule poule d'eau (*Gallinula chloropus*), bécassine des marais (*Gallinago gallinago*), etc.). Les mustélidés liés aux espaces humides y seront favorisés (Simmonet, coord, 2015).

XII – Une mitoyenneté à entretenir, les cultures adjacentes

La nature des cultures avoisinantes, des productions et techniques culturales variées, offertes par le système polyculture-élevage est un facteur important permettant d'expliquer la plus ou moins grande abondance des espèces dans une haie (Tourneur, Marchandeau, 1996).

Pour la flore, Hegarty *et al.* en 1994 (in Baudry, Jouin *et al.*, 2003) montre que « les haies adjacentes à une culture intensive sont moins riches en espèces végétales que les haies bordant des prairies sous-utilisées ».

Les possibilités d'échanges entre les talus boisés et la parcelle sont très nombreuses, et varient considérablement d'une espèce à une autre. Même au sein d'un groupe donné, tous les intermédiaires sont possibles entre les animaux qui vivent exclusivement dans les talus, et ceux qui ne vivent que dans les champs (Tourneur, Marchandea, 1996).

Pour l'avifaune, la richesse spécifique est supérieure dans les haies bordant les prairies permanentes par rapport aux haies contigües à des prairies temporaires (Parish *et al.*, 1994) ou des cultures, sauf pour le bruant jaune ou les gallinacés (Hinsley et Bellamy, 2000).

Pour la tourterelle des bois, Lormée précise en 2015 qu'il ne faut pas négliger le type de pratiques culturales mis en œuvre sur les parcelles agricoles incluses dans les secteurs bocagers car il conditionne l'accès aux ressources alimentaires des adultes au cours de la reproduction et des jeunes dans les premières semaines hors du nid (par exemple le maintien des chaumes de céréales après moisson, la préservation de bandes enherbées le long des haies afin de maintenir la ressource en graines d'adventices...).

Chez les chiroptères, l'abondance des sérotines communes (*Eptesicus serotinus*) est presque trois fois plus importante dans les pâtures que dans les cultures céréalières. En revanche, lorsqu'il y a présence de haies autour de la culture, les individus sont significativement plus nombreux que pour les parcelles sans haie (Kerbiriou et Julien *in* Gonzales, Kerbiriou, Jiguet, 2015).

Pour les arthropodes auxiliaires, l'utilisation des parcelles adjacentes à la haie est importante (Parish *et al.*, 1994 ; Forman et Baudry, 1984). Ils doivent pouvoir passer de la culture à la haie ou à la bande enherbée pour revenir à une autre culture... Certaines plantes des haies ou des bordures peuvent ainsi servir de nurseries à auxiliaires, permettant la survie et même la multiplication de ceux-ci. C'est le cas du lierre ou des

orties, qui hébergent respectivement un puceron et un psylle spécifiques à ces plantes (Sarthou, 2015 ; Millàn de la Peña *et al.*, 2003).

Les échanges périodiques entre la haie et la culture s'observent aussi chez des vertébrés. Une population de mulots gris (*Apodemus sylvaticus*) peut être transférée, en partie, dans les champs au printemps, en fonction de la croissance des céréales (Saint Girons, 1976 in Tourneur, Marchandeu, 1996).

En zone de polyculture-élevage, où la production fourragère est basée sur le ray-grass et le maïs, la perdrix grise et le faisan commun utilisent à part égale les banquettes des haies et les champs de ray-grass comme site de nidification (O.N.C., 1983).

Ces exemples concernant les mouvements de population apportent la preuve que le couple haie – structure adjacente ne doit pas être considérée comme une structure figée mais évolutive ; ces évolutions peuvent se produire d'une période de l'année à une autre mais également à plus long terme par le vieillissement de la haie (Tourneur et Marchandeu, 1996).

XIII – Des modalités d'entretien assurant le maintien du bon état de la haie

Les modalités d'entretien et de gestion des haies ne seront pas développées dans ce paragraphe. Néanmoins, quelques principes, en lien avec la conservation d'une biocénose diversifiée sont ci-après évoqués et doivent être maintenus à l'esprit de tout gestionnaire.

Il faut avoir conscience qu'aucune prescription de gestion ne satisfera toutes les espèces. Une grande proportion de haies sont soit sous entretenues, soit sur-entretenu. Le potentiel d'amélioration est considérable (Hinsley et Bellamy, 2000).

Les haies les plus âgées et les moins entretenues sont les plus riches, l'émondage provoquant la disparition d'un certain nombre d'espèces, et une diminution des densités d'oiseaux, les espèces forestières étant les premières impactées (Constant *et al.*,

1976 in Tourneur, Marchandeu, 1996). Pour les oiseaux, Hinsley et Bellamy (2000) précisent que l'absence de gestion est plus favorable que la sur-gestion. Les auteurs ajoutent qu'un contrôle latéral de la croissance de la haie, une synchronisation et une fréquence de coupe réfléchies combinés à l'évitement des pratiques ou des événements connus pour être nuisibles (sur-coupe, sur-pâturage, diffusion accidentelle ou délibérée d'herbicides ou d'engrais à la base de la haie,...) doivent permettre le maintien d'un cortège ornithologique structuré et diversifié.

Par ailleurs, pour la préservation des auxiliaires de cultures, il est essentiel de ne pas avoir une gestion des éléments constitutifs de la haie trop drastique : par exemple, dans une haie taillée tous les ans, certains arbres ou arbustes ne fleuriront pas, comme l'aubépine monogyne. L'exploitation de la haie doit avoir lieu au cours de l'hiver, idéalement après la consommation des fruits. D'ordre général, l'entretien est à éviter de mi-mars à septembre (Hinsley et Bellamy, 2000). « Si une bande enherbée ou un bord de route est broyé (voire tondu comme une pelouse de jardin), les ressources en graines sont sérieusement affectées et toutes les espèces qui en dépendent également » (Sarhou, 2015). Une gestion extensive, des ourlets herbeux ou bords de talus, à l'entretien par fauche hivernale tous les deux ans, est préférable et, dans tous les cas, il faudra privilégier la végétation spontanée et locale (Sarhou, 2015).

La distribution des espèces peut être directement liée au mode de gestion et/ou son histoire. Le peuplement observé notamment en pied de haie étant un legs des anciennes pratiques de gestion. Le Cœur (1996) a confirmé également que « les traitements herbicides tendent à éradiquer les espèces qui y sont les plus sensibles et favorisent le développement de thérophytes opportunistes qui, du fait de la suppression de la compétition, s'installent sur les zones de sol mis à nu ». Tous les travaux concordent sur l'intérêt de maintenir un couvert herbacé dense de plantes pérennes. Baudry, Jouin *et al.* en 2003 vont dans le même sens en expliquant que l'utilisation régulière de produits herbicides à large spectre sur le bord de champs dans le but de conserver une bande « stérile » autour des cultures et pour prévenir l'implantation de plantes adventices dans

les cultures, favorise en fait les plantes annuelles voire rudérales comme le gaillet grateron ou les bromes. Alignier et Baudry, en 2015, font le même constat et insiste sur le fait que l'occurrence de pratiques particulières comme l'usage d'herbicides peut effacer les effets de gestion des années précédentes et contrecarrer les effets des pratiques suivantes.

Hinsley et Bellamy (2000) synthétisent les actions favorables au maintien voire au développement d'un peuplement avien diversifié dans un bocage par une augmentation du nombre d'habitats (conservation de fossés, maintien d'ourlets herbacés, arbres « habitats »,...), une largeur de haie (végétation dense) minimum de deux mètres. Ils préconisent également le mélange des types structuraux dans le paysage (variation des tailles, des nombres d'arbres,...). Ils encouragent certaines typologies selon les endroits, déterminés par les enjeux spécifiques locaux. Ils conseillent enfin d'équilibrer la rotation des coupes combinée avec les demandes de la production végétale.

Plus on conserve d'éléments fixes du paysage, moins on utilise de produits phytosanitaires biocides (Sarhou, com.pers. 2014). Il faut regarder différemment tous les endroits un peu « abandonnée » à une nature « sauvage » comme, non pas des sources de « vermine », mais au contraire des zones de naturalité, de reconquête des espaces souvent un peu trop aseptisés, plus favorables aux ravageurs qu'aux auxiliaires de cultures (Sarhou, 2015).

En matière d'entretien des haies, le statut quo, ayant pour effet visuel de maintenir des haies « sales » a réellement pour intérêt de conserver des haies autonomes en matière d'entretien (Amelot, CNRS, com. pers, 2014).

XIV – Pour conclure

Considérée par certains comme encombrantes et sacrifiées dans de nombreuses régions au nom de regroupements agricoles, leur raréfaction dans le paysage a mis en évidence leur incommensurable valeur (Didier et Guyot, 2012).

Les haies protègent du vent, limitent l'érosion, embellissent le paysage et surtout, comme toutes les lisières, ce sont de formidables réservoirs de biodiversité pour peu que le gestionnaire y favorise une large variété de plantes. De nombreuses espèces y vivent en abondance et parmi elles de nombreux auxiliaires, prédateurs et parasites des ennemis des cultures ou pollinisateurs (Didier et Guyot, 2012).

Bibliographie

- Alignier A. et Baudry J. 2015. Changes in management practices over time explain most variation in vegetation of field margins in Brittany, France. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 211 (2015) 164–172.
- Amy Maxime, 2011. Impact des modes de gestion du bocage de l'Avesnois sur la communauté d'oiseaux nicheurs des haies. Master II Ingénierie de la biodiversité de l'université Paul Césanne Aix Marseille III.
- Arnold G. W., 1983. The influence of the ditch and hedgerow structure, length of hedgerow, and area of woodland and garden on bird numbers on farland. *J. appl. Ecol.*, 20, 731-750.
- Baudry J., Jouin A. et al. (2003). De la haie aux bocages, organisation, dynamique et gestion. INRA éditions, Paris
- Baudry J., 1985. Utilisation des concepts de Landscape Ecology pour l'analyse de l'espace rural. Utilisation du sol et bocages. Université de Rennes I, 497 p.
- Baudry J., 1988. Structure et fonctionnement écologique des paysages : cas des bocages. *Bull.écol.*, 19, 523-530.
- Baur A., Baur B., 1992. Effect of corridor width on animal dispersal : a simulation study. *Global ecol. Biogeogr.Lett.*, 2, 52-56.
- Billeter R., Liira J, Bailey D, Bugter R, et al., 2008. Indicators for biodiversity in agricultural landscape : a pan-European study. *Journal of Applied Ecology* 45 (1) : 141 – 150.
- Blondel J., Ferry C., Frochot B., 1973. Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, n°41, 63 – 84
- Boatman N ; D., Blake K. A., Aebischer N. J., Sotherton N. W. 1994. Factor affecting the herbaceous flora of hedgerows on arable farms and its value as wildlife habitat. In T.A. Watt, G. P. Buckley, Eds *Hedgerow management and nature conservation*. Ashford, Kent, Wye College Press, 33-46.

- Boissinot A., Grillet P., Morin-Pinaud S., Besnard A., Lourdaï O., 2013. Influence de la structure du bocage sur les amphibiens et les reptiles, une approche multi-échelles. Faune Sauvage n°301 : 41 – 48.
- Buord M. et al., coord, 2017. Atlas des papillons diurnes de Bretagne. Locus Solus, Lopérec, 324 p
- Burel F., 1989. Landscape structure effects on carabid beetles spatial patterns in western France. Landscape Ecology vol.2, n°4. 215 – 226.
- Burel F., 1990. Peuplement et structure spatiales des bocages. Les micromammifères bocagers. In : Actes du XIIème colloque francophone de mammalogie de la SFEPM, 15-16 octobre 1988, Nantes, 16-23
- Burel F., 1991. Dynamique d'un paysage : réseaux et flux biologiques. Laboratoire d'Evolution des Systèmes Naturels et Modifiés, université de Rennes I. Thèse de doctorat d'état, 230 p.
- Burel F., Baudry J., 1994. Reaction of ground beetles to vegetation changes following grassland derelictions. Acta oecologica., 15 (4), 401-415.
- Burel et Baudry, 1999. Ecologie du paysage – Concepts, methods et applications. Editions Tec et Doc, 359 p.
- Burel et al., 1998. Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes. Acta oecologica, 19 (1), 47-60.
- Butet A., Rantier Y., Nabucet J., Ledan D, Beaudoin P. et Andrade T., 2015. Les mammifères indicateurs de connectivité écologique. L'écureuil roux dans les boisements du PNR du Golfe du Morbihan. Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Golfe du Morbihan – http://www.golfe-morbihan.fr/sites/default/files/fichiers/files/ACTIONS/TVB/ecureuil_indicateur_connectivite_ecologique.pdf
- Chevallier N., Dhuiège G., 2015. Impact de l'entretien des haies sur l'avifaune en Avesnois : de l'étude locale à la réflexion sur les dispositifs agri-environnementaux. Faune Sauvage n°301 : 36

- Brun J.C., Aubineau J., 1989. La classification cynégétique des haies : une méthode adaptée aux opérations d'aménagement rural. Bull. Office National de la Chasse. n°135 – Supplément n°54.
- Chambord R., Chabrol L., 2015. Le bocage, habitat de substitution pour les insectes des forêts anciennes : le cas des coléoptères en Limousin. Faune Sauvage n°308 : 26 – 28
- Charrier S., Petit S. et Burel F., 1997. Movements of *Abax parallelepipedus* (Coleoptera, Carabidae) in woody habitats of a hedgerow network landscape : a radio-tracing study. Elsevier. Agriculture, Ecosystems and Environment n°61. 133 – 144.
- Chinery M., 1988. Insectes d'Europe occidentale. Paris, Arthaud, 320 p.
- Constant P. et Eybert M.C., 1994. L'avifaune et la haie. Penn ar Bed, 153/154, 85-93.
- Constant P., Eybert M. C., Maheo R., 1976. Avifaune reproductrice du bocage de l'ouest. In CNRS, INRA, ENSA et université de Rennes Ed. Les bocages. Histoire, écologie, économie, 327-331.
- Delattre T., Vernon P., Burel F., 2013. An agri-environmental scheme enhances butterfly dispersal in European agricultural landscapes. Agriculture, Ecosystems and Environment. Vol.166. P.102-109.
- Didier B. et Guyot H., 2012. Des plantes et leurs insectes – OPIE - Editions Quae – 263 p.
- Duguet R. et Melki F. ed., 2003. Les amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Collection Parthénope. Edition Biotope, Mèze (France). 480 p.
- Emberger C., Larrieu L., Gonin P., 2012. Dix facteurs clés pour la diversité des espèces en forêt. Des connaissances à l'origine de l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP). Document technique. Paris : IDF, 56 p.
- Eybert M.C., Mahéo R., 1975. Effet de l'arasement des talus sur l'avifaune. In : Actions concertées « Bocage de l'Ouest », Compte rendu des travaux INRA, université de Rennes, 21-25

- Forman R. T. T., Baudry J., 1984. Hedgerow and hedgerow networks in Landscape Ecology. Environ. Manage., 8, 495-510.
- Gonzalez D., Kerbiriou C, Jiguet F., 2015. Effets des haies et de l'intensité des productions agricoles sur les oiseaux et les chiroptères – Apports du programme de science participatives Vigie-Nature. Faune Sauvage n°308 : 17 – 21
- Gonzalez D, Jiguet F., 2014. Les résultats nationaux du programme STOC EPS de 1989 à 2013. <http://vigienature.mnhm.fr/page/produire-des-indicateurs-partir-des-indices-des-espèces-habitat>.
- Garbuzov M., Ratnieks F.L.W, 2014. Ivy: an underappreciated key resource to flower-visiting insects in autumn. Insect Conservation and Diversity V°7 : 92 – 102
- Hinsley S.A., Bellamy P.E., 2000. The influence of hedge structure management and landscape context on the value of hedgerows to birds: A review. Journal of Environmental Management (2000) 60, 33–49
- Lack P. C., 1988. Hedge intersections and breeding bird distribution in farmland. Bird Study, 35, 133-136.
- Lakhani K. H., 1994. The importance of field margin attributes to birds. In N. Boatman, Ed. Field margins : integrating agriculture and conservation. British Crop Protection Council, Farnham, UK, 77-84.
- Le Cœur D., 1996. La végétation des éléments linéaires non cultivés des paysages agricoles : identification, à plusieurs échelles spatiales des facteurs de la richesse et de la composition floristique des peuplements. UFR Sciences de la vie, université de Rennes I, thèse de doctorat, 245 p
- Le Garff B. (coord), avril 2014. Atlas des amphibiens et des reptiles de Bretagne et de Loire Atlantique. Penn Ar Bed n°216, 217, 218, 200 p.

- Lecq Stéphane, 2013. Importance de la structure des haies, des lisières, et de la disponibilité en abris sur la biodiversité, implications en termes de gestion. Thèse de doctorat – Université de Poitiers, 189 p
- Lourdais O. Dupoué A., Boissinot A., Grillet P., Guiller G., Morin-Pinaud S., 2015. La haie : un habitat essentiel à la conservation des reptiles dans les paysages agricoles. Faune Sauvage n°308 : 35.
- Moore N.W., Hooper M. D., Davis B. N. K., 1967. Hedges I : Introduction and reconnaissance studies. J. appl. Ecol., 4, 201-220.
- Michel N., 2006. Agriculture et biodiversité : approche pluri-échelle de l'évolution d'une communauté de petits mammifères et de deux rapaces prédateurs le long d'un gradient de paysages agricoles contrastés. Thèse de doctorat – Université de Rennes.
- Millan de la Peña N. et al. 2003. Landscape context and carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) communities of hedgerows in western France. Agriculture, Ecosystems and Environment 94 (2003) 59–72
- Morin-Pinaud S., 2015. Le bocage et ses enjeux. Faune Sauvage n°308 : 6 – 10
- O.N.C., 1983. Rôle de la haie à l'égard de la faune – Propositions d'entretien et de reconstitution des réseaux de haies en faveur du gibier. Bull. Office National de la Chasse n°71 – Supplément n°12
- Ouin A., Paillat G., Butet A. et Burel F., 2000. Spatial dynamics of wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) in an agricultural landscape under intensive use in the Mont Saint Michel Bay (France). Agriculture, Ecosystems and Environment 78, 159–165
- Parish T., Lakani K.H., Sparks T. H., 1994. Models relating bird species diversity and abundance to field boundary characteristics. In T.A. Watt, G.P. Buckley, Eds. Hedgerow management and nature conservation. Ashford, Kent, Wye College Press, 58-79.

- Pech P., 2013. Les milieux rupicoles, les enjeux de la conservation des sols rocheux. Edition Quae. 159 pages
- Pollard E., Hooper M. D., Moore N. W., 1974. Hedges. London, W. Collins and Sons, 256 p.
- Pollard E., 1968. Hedges : III. The effect of removal of the bottom flora of a hawthorn hedgerow on the *Caradidae* of the hedge bottom. *J.appl.Ecol.*, 5, 125-139.
- Saint Girons H., Duguy R., 1976. Les reptiles du bocage. In CNRS, INRA, ENSA, université de Rennes Ed. Les bocages : histoire, écologie, économie, 347-349.
- Saint Girons H., 1994. Ecologie et répartition des reptiles. Rôle des haies et talus plantés. *Penn ar Bed*, 153/154, 78-84.
- Saint Girons M.C., 1963. Les mammifères des talus plantés dans le bocage atlantique. *Penn ar Bed* n°33, 42-47
- Saint Girons M.C., 1965. Influence des talus plantés sur les populations de petits mammifères d'après les pelotes d'Éffraye. *Penn ar Bed* n°89, 96-100
- Shalaway S. D., 1985. Fencerow management for nesting birds in Michigan. *Wildl. Soc. Bull.*, 13, 302-306.
- Sarthou V., 2015. Les auxiliaires des cultures, des alliés bien discrets. *Faune Sauvage* n°301 : 49 – 51
- Sauvion N. et al. 2013. Interactions insectes-plantes. Edition Quae. 749 p.
- Simonnet F. (coord.). Groupe Mammalogique Breton. Atlas des mammifères de Bretagne, 2015 – Ed. Locus Solus – 304 p.
- Sotherton, N.W., 1985. The distribution and abundance of predatory arthropods overwintering in field boundaries. *Annals of Applied Biologie*. 106, 17–21.
- Tourneur J.C., Marchandea C., 1996. Milieux bocagers et biodiversité – Les vertébrés typiques du grand-ouest. Enjeux de la préservation de cet agro-

écosystème. 1^{ère} partie, faune et bocage. Bull.Office National de la Chasse n°207. 22-35

- Tourneur J.C., Marchandeu C., 1996. Milieux bocagers et biodiversité – Les vertébrés typiques du grand-ouest. Enjeux de la préservation de cet agro-écosystème. 2^{ème} partie, statut, répartition des espèces bocagères et enjeux de la préservation des bocages. Bull.Office National de la Chasse n°208. 24-41
- Vacher J.P. et Geniez M. (coords), 2010. Les reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope); Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 544p.