



HAL
open science

Paysage et interdisciplinarité : regards croisés sur la Zone Atelier de Pleine-Fougères en Bretagne

Thomas Delattre, Violette Le Fréon, Clémence Vannier, Chloé Vasseur,
Hugues Boussard

► **To cite this version:**

Thomas Delattre, Violette Le Fréon, Clémence Vannier, Chloé Vasseur, Hugues Boussard. Paysage et interdisciplinarité : regards croisés sur la Zone Atelier de Pleine-Fougères en Bretagne. 1ères journées doctorales en Paysage, Dec 2008, Angers, France. 17 p. hal-01458477

HAL Id: hal-01458477

<https://hal.science/hal-01458477v1>

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

T. Delattre, V. Le Féon, C. Vannier, C. Vasseur, H. Boussard (2008) Paysage et interdisciplinarité : regards croisés sur la Zone Atelier de Pleine-Fougères en Bretagne. *Ières journées doctorales en Paysage*, Angers.

(+ ppt présentation orale)

Paysage et interdisciplinarité : regards croisés sur la Zone Atelier de Pleine-Fougères en Bretagne

Thomas Delattre ¹, Violette Le Féon ¹, Clémence Vannier ², Chloé Vasseur ³, Hugues Boussard ³

Thomas.delattre@univ-rennes1.fr, violette.lefeon@univ-rennes1.fr, clemence.vannier@uhb.fr,
chloe.vasseur@rennes.inra.fr

1 : CAREN, Laboratoire ECOBIO CNRS UMR 6553 – Campus de Beaulieu – bât. 14B – 35042 Rennes

2 : CAREN, Laboratoire COSTEL CNRS UMR 6554 LETG – Place du Recteur Henri Le Moal – 35043 Rennes Cedex

3 : CAREN, INRA SAD Paysage – Agrocampus Ouest, 65 rue de Saint Briec – CS 85215 – 35042 Rennes Cedex

Résumé :

La Zone Atelier (Z.A.) de Pleine-Fougères (35) a pour but de suivre sur le long terme l'évolution de la biodiversité en relation avec les activités agricoles. Elle réunit et fait se confronter sur un même territoire des chercheurs d'horizons très différents, dont les recherches trouvent une entrée commune au niveau du paysage, produit d'interactions entre nature et société. Il apparaît cependant que cette notion de paysage peut être appréhendée de manières très diverses en fonction des disciplines. Afin de fournir un cadre commun à la recherche interdisciplinaire, nous présentons à travers quatre travaux de thèses en écologie du paysage et en géographie : 1) une conceptualisation commune du paysage comme un « espace multi-couches », un « paysage de paysages », 2) la Zone Atelier en tant que telle, ses recherches, son paysage et ses données, 3) à travers l'exemple des éléments linéaires, comment croiser les différentes « couches » du paysage pour répondre à des questions de recherche interdisciplinaire, 4) la complémentarité des résultats des différents travaux menés sur la Z.A. et ce qui en fait un véritable outil de recherche interdisciplinaire.

Mots-clés : Géographie – Ecologie du Paysage – Agriculture – Changements globaux – Télédétection du linéaire boisé – Observatoire de la Biodiversité

*« Si un tel assemblage d'arbres, de montagnes, d'eaux et de maisons que nous appelons un paysage est beau, ce n'est pas par lui même, mais par moi. »
(Baudelaire, Curiosités esthétiques)*

1. Introduction

La Zone Atelier de Pleine-Fougères représente un espace de recherche commun à de nombreux chercheurs appartenant à des disciplines très différentes. C'est à la fois une ressource commune en terme de bases de données mais également un outil de recherche interdisciplinaire sur et par le paysage. En effet, le paysage, produit d'interactions entre « nature » et société, offre une entrée commune aux différentes recherches. Quatre travaux de thèse en écologie du paysage et en

géographie réalisées actuellement sur la Zone Atelier de Pleine-Fougères (Z.A.) apparaissent en filigrane tout au long de cette présentation : 1) une thèse centrée sur l'interaction entre les changements d'usage des terres et les changements climatiques, et ses impacts sur les déplacements individuels d'un papillon, 2) une thèse s'intéressant aux relations entre les types de paysages agricoles et l'abondance et la diversité des insectes pollinisateurs, 3) une thèse portant sur la modélisation spatio-temporelle de l'impact des pratiques agricoles sur la viabilité des populations d'espèces-modèles dans le but d'évaluer écologiquement des scénarios agronomiques, 4) une thèse portant sur la représentation spatiale des pratiques agricoles à partir de données de télédétection, et l'évaluation de nouvelles méthodes de traitement d'images pour l'identification et la caractérisation de structures paysagères telles que le bocage.

A travers ces quatre travaux de thèse utilisant la Z.A. avec des approches très différentes, nous présenterons : 1) notre conceptualisation commune du paysage i.e. un espace multi-couches, un paysage de paysages, 2) la Zone Atelier en tant que telle, ses recherches, son paysage, ses données, 3) à travers l'exemple des éléments linéaires, comment croiser les différentes « couches » du paysage pour répondre à des questions de recherche interdisciplinaire, 4) la complémentarité des résultats des différents travaux menés sur la Z.A. et ce qui en fait un véritable outil de recherche interdisciplinaire.

2. Un concept commun pour la recherche interdisciplinaire : le paysage.

2.1. Définitions disciplinaires : un paysage polysémique.

Central pour de nombreuses disciplines, le concept de « paysage » fait l'objet d'une multiplicité de définitions, témoignant de l'appropriation du concept par les différentes disciplines et de la diversité des représentations qu'elles s'en font.

Ainsi, de nombreux géographes s'accordent à dire qu'il n'est de paysage que perçu, qu'il n'est composé d'éléments que parce qu'on les regarde. R. Brunet (2005) définit le paysage comme « *une apparence et une représentation : un arrangement d'objets visibles, perçu par un sujet à travers ses propres filtres, ses propres humeurs, ses propres fins* ». J. Lévy et M. Lussault (2003) définissent le paysage comme un aspect du pays tel qu'il se présente à un observateur, selon les modalités du regard. Le paysage est un terme commun, un référent qui permet de synthétiser les questionnements des sociétés sur leur cadre de vie, leur environnement, leur patrimoine.

L'écologie du paysage s'intéresse à l'échelle intégratrice du paysage qui est un produit de l'interaction entre les processus écologiques et les actions de l'Homme. Il est défini par R.T.T. Forman et M. Godron (1986) comme « *une portion de territoire hétérogène composée d'ensemble d'écosystèmes en interaction qui se répètent de façon similaire dans l'espace* ». F. Burel et J. Baudry (1999), le définissent quant à eux comme « *un niveau d'organisation des systèmes écologiques qui se caractérise essentiellement par son hétérogénéité et par sa dynamique gouvernée pour partie par les activités humaines. Le paysage existe indépendamment de la perception [du chercheur]* ».

L'agronome et le zootechnicien apportent quant à eux « *un regard technique à la lecture du paysage* » (Deffontaines 1996). Ils ne font pas du paysage un objet d'étude en soit, mais le perçoivent au travers des territoires d'exploitation à gérer. Le

paysage représente alors le support spatial et matériel des activités humaines et est perçu comme la mosaïque des ressources et contraintes qui orientent les choix techniques et de production des exploitants agricoles.

La Zone Atelier est une illustration concrète de cette diversité de points de vue d'un même espace. En effet, des chercheurs en écologie, géographie, agronomie, sociologie, droit ou biogéochimie s'y penchent sur différents objets d'étude et y traitent de questions différentes. Cette entrée commune par le paysage permet une richesse interdisciplinaire mais nécessite cependant l'adoption d'une définition commune et cohérente, validée par chaque discipline.

2.2. Entre multiplicité de perceptions et paysage unique : le modèle multi-couches, un paysage de paysages

Ce que l'on retiendra des définitions précédentes, et qui semble faire consensus entre les disciplines, ce sont les notions d'« *espace dynamique* », de « *lieu de confrontation entre la nature et les activités anthropiques* » et de « *système composé d'éléments hétérogènes en interaction* ». En revanche, la nature de ces éléments et la structure de la mosaïque étudiée peuvent se distinguer d'une discipline à l'autre. Les divers éléments étudiés ne correspondent pas toujours aux mêmes entités spatiales, bien que leur choix se justifie par l'espace des processus étudiés. Cette « incompatibilité » pose parfois problème pour traiter des questions interdisciplinaires.

On peut considérer le paysage comme le support matériel d'un système composé d'agents, c'est à dire 1) d'acteurs (agriculteurs et gestionnaires de l'espace, espèces, etc.) et 2) de facteurs (climat, morphologie etc.), qui interagissent via un paysage qu'ils partagent. Cependant, la place accordée à la subjectivité du regard reste à expliciter car elle semble faire débat. L'origine de ce débat s'explique par l'étymologie du mot « paysage », qui est « *ce que l'on voit du pays* » et qui laisse place à une ambiguïté sémantique. C'est pourquoi nous distinguerons la « représentation » du paysage par le chercheur (qui se veut extérieur au système), de la perception du paysage par les agents (acteurs et facteurs) du système. Pour le géographe, le fait qu'il soit regardé fait l'essence même du paysage, puisque selon lui, il n'existe pas en dehors de la perception humaine. Pour l'écologue au contraire, le paysage correspond à une entité réelle, qui existe en tant que telle en dehors du regard de l'observateur et surtout du chercheur. Là où le géographe considérera qu'il existe autant de paysage que de regards, l'écologue parle d'un paysage unique au-delà des regards. L'idée de paysage partagé où se confrontent plusieurs approches et perceptions est illustrée par la **figure 1**.

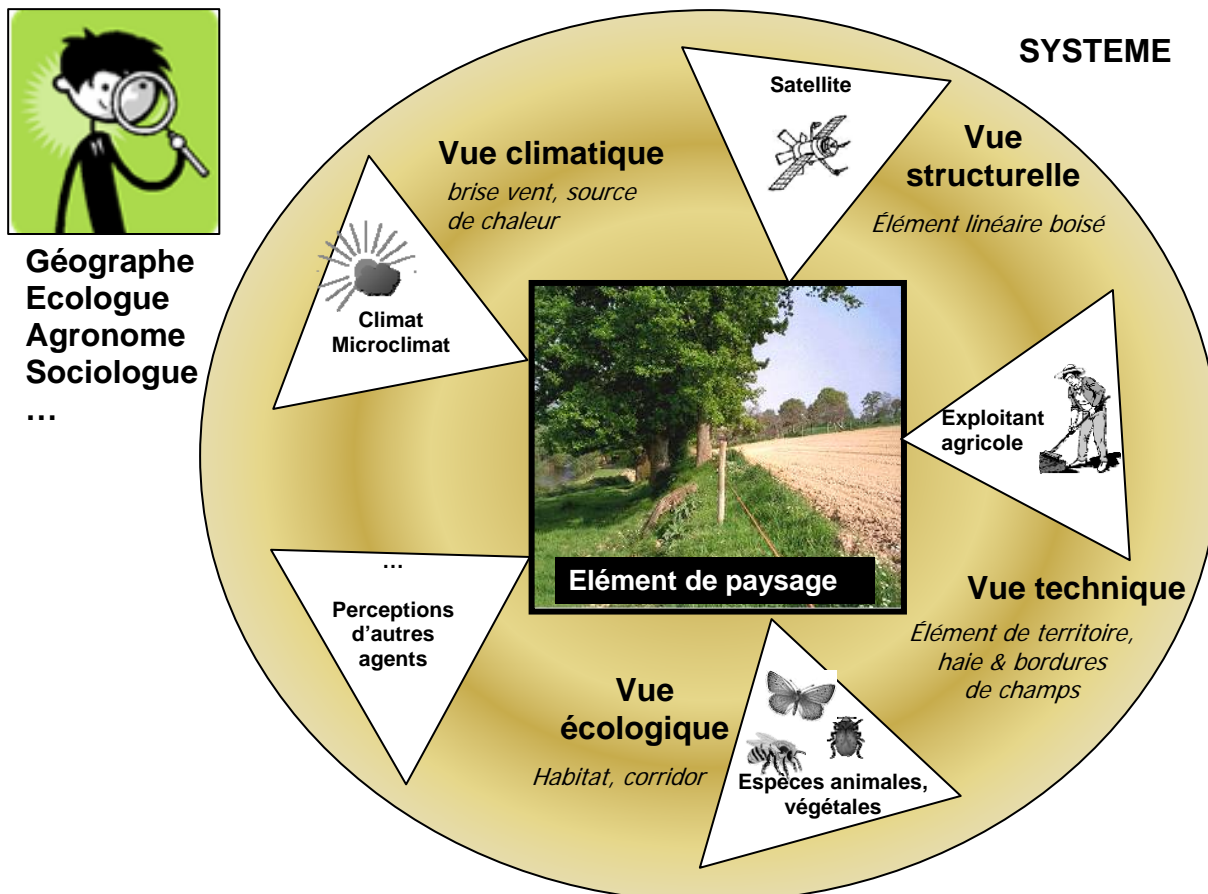


Figure 1 – Multiplicité des « regards » sur le paysage : exemple de perceptions d’agents, et exemples de représentations du chercheur-observateur, d’un même élément de paysage

Nous choisissons une définition du paysage qui fait la synthèse des points de discordance précédemment soulevés. Nous le concevons comme une entité unique, indépendante du regard du chercheur, mais constituée de l’ensemble des « paysages » des différents agents. Chacun de ces « paysages » constitutifs est propre à un agent et se compose de l’ensemble des réalités auxquelles il a accès, qu’il perçoit et sur lesquelles il agit. Les choix faits par le chercheur pour tenter de représenter tout ou partie de cette réalité en rapport avec une question de recherche, seront appelés « représentations du paysage ». Le paysage d’un agent est donc bien subjectif, mais réel et propre à ce dernier, alors que le choix de représentation d’un paysage par un chercheur est une tentative imparfaite et volontairement simplifiée de représenter la perception d’un ou plusieurs agents. On peut alors représenter le paysage selon la **figure 2** comme une entité composée des différentes couches de « perception-réaction », chacune étant propre à un agent du système.

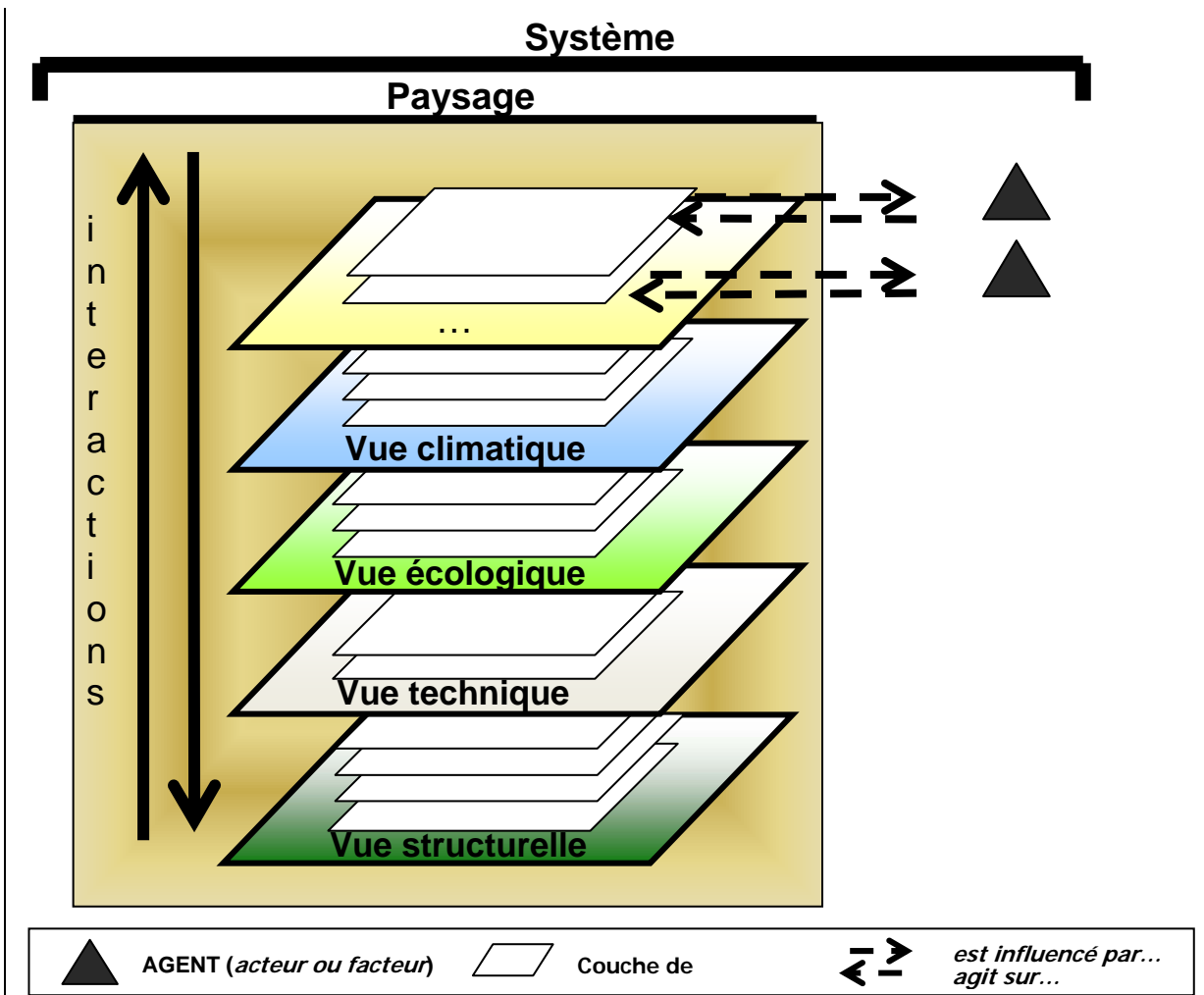


Figure 2 – Représentation conceptuelle du paysage

Chaque chercheur, en fonction de sa question de recherche et de ses objets d'étude, considère une ou plusieurs vues et une ou plusieurs couches. On considère que la couche correspondant à la mosaïque structurelle du paysage constitue l'entrée commune de nos différentes représentations. On peut alors traiter de la question des impacts des activités d'un agent sur un autre agent en étudiant comment le premier agent modifie sa propre couche et comment ses modifications sont perçues et donc s'inscrivent dans la couche d'un autre agent.

3. Un espace commun pour la recherche interdisciplinaire : La Zone Atelier de Pleine-Fougères

Depuis 1993, des chercheurs de différentes disciplines travaillent sur la Zone Atelier de Pleine-Fougères et peuvent ainsi développer des travaux de recherche interdisciplinaire.

3.1. Plate-forme de recherche : problématiques et bases de données

Les problématiques de recherche de la Z.A. traitent de la question de la multifonctionnalité du paysage et des interactions entre changements d'usages des

terres, changements climatiques, flux biogéochimiques et processus écologiques à différentes échelles spatio-temporelles. Les questionnements qui en découlent portent sur la mesure de la connectivité des paysages, l'évaluation des effets sur la biodiversité, les services écosystémiques, l'évaluation des politiques publiques, leurs effets sur les exploitations agricoles, l'organisation de la mosaïque des pratiques agricoles... La Z.A. constitue une plate-forme de construction interdisciplinaire ayant comme perspective d'articuler l'ensemble des démarches de recherche.

La Zone Atelier a permis de produire une base de données spatialisée commune comportant des observations sur le suivi multi-temporel de l'occupation des sols (successions culturales), le réseau de haie et son évolution, la gestion des bordures de champs, des enquêtes auprès des agriculteurs sur leur stratégie d'utilisation des terres, des relevés sur la biodiversité, la qualité de l'eau... Il s'agit d'une ressource fondamentale qui permet de faire se croiser des chercheurs de toutes disciplines sur des thèmes communs.

3.2. Le paysage de la Z.A.

La Zone Atelier de Pleine-Fougères est située en Bretagne, au nord-est de l'Ille et Vilaine au sud de la baie du Mont-Saint-Michel (**Figure 3, a)**).

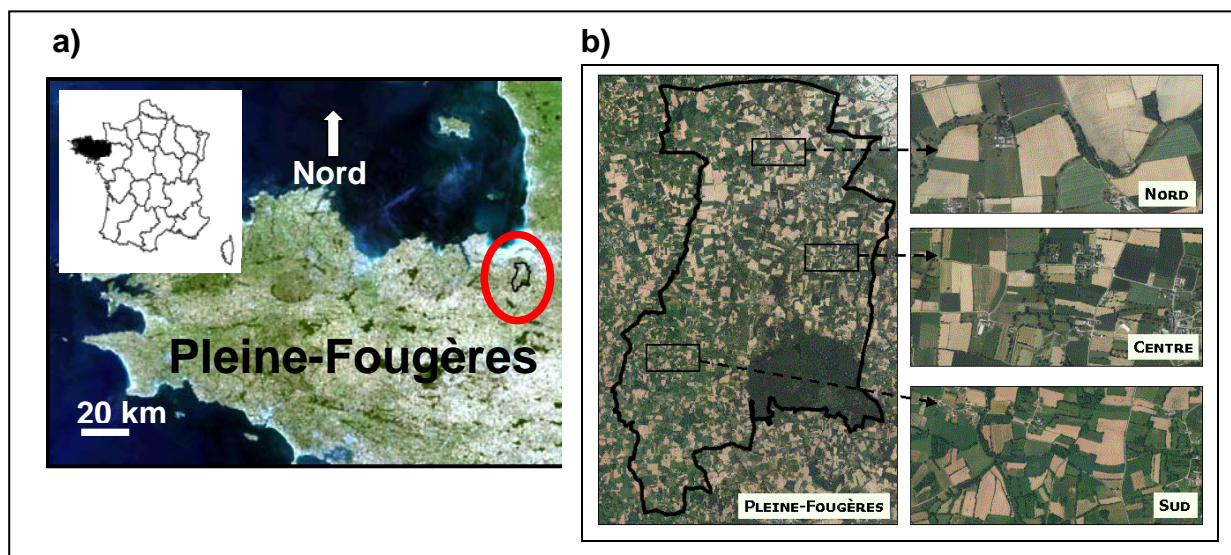


Figure 3 – La Zone Atelier de Pleine-Fougères

a) Carte de localisation de la Z.A. (France, Ille-et-Vilaine, 35)

b) Illustration par photo aérienne du gradient paysager du nord au sud

Elle présente un paysage agricole bocager dominé par des systèmes de production de type « polyculture-élevage » à dominance de production laitière. Ce paysage est caractérisé par une forte variabilité de structure sur une étendue de seulement 9350 ha (Baudry *et al.* 2000). Ainsi, le nord offre un paysage ouvert, aux parcelles céréalières relativement vastes pour la région (jusqu'à plus de 10 ha) et au bocage quasiment inexistant dont la densité atteint seulement 40m/ha. Le long du gradient, le parcellaire se resserre, les couverts prairiaux augmentent accompagnés de bordures de champs boisées atteignant une densité de 78m/ha. Par contraste, le sud offre un paysage fermé au parcellaire morcelé dans un réseau bocager dense représentant un linéaire de 95m/ha (Reboux 2001) (**Figure 3, b)**).

Alors que les systèmes de cultures et pratiques de gestion des bordures étaient étroitement liés à ce gradient bocager, depuis quelques années on constate une certaine homogénéisation des pratiques sur la Z.A. et donc un découplage des pratiques agricoles et du réseau bocager. La Zone Atelier offre donc la possibilité pour différents chercheurs de travailler sur différents paysages et d'explorer l'impact des interactions entre différents gradients paysagers (paysage de pratiques et paysage structurel).

4. Les éléments linéaires du paysage : application du modèle multi-couches à un objet de paysage partagé

A partir de l'exemple des éléments linéaires, nous illustrerons quatre approches développées sur la Zone Atelier de Pleine-Fougères qui témoignent à la fois de l'interdisciplinarité des travaux menés et de la diversité de manières d'appréhender le paysage. Sur ce même paysage, la diversité de nos approches illustre comment traiter de certaines couches du modèle de « paysage multi-couches » et de leur interactions.

4.1. Les éléments linéaires du paysage comme éléments de territoires d'exploitation et de territoires de populations : caractérisation écologique des pratiques agricoles pour la conception de systèmes techniques innovants

Pour faire face au déclin de la biodiversité consécutif à l'intensification agricole de l'après-guerre (Robinson et Sutherland 2002), il est nécessaire de concevoir des systèmes techniques innovants favorables aux espèces mais également viables agronomiquement et économiquement. Ainsi, la modélisation de l'impact des pratiques agricoles sur la viabilité des populations sauvages peut permettre l'évaluation « écologique » de différents scénarios agronomiques. La première étape consiste donc à « traduire en termes écologiques » les différentes pratiques agricoles en fonction de ce qu'en perçoivent les espèces.

La perception et l'utilisation du paysage par les espèces peuvent être très variables et dépendantes de leurs traits d'histoire de vie (pour illustration, voir Duelli 1990). Par exemple, certaines espèces sont spécialistes des milieux offerts par les éléments linéaires et peuvent y réaliser la totalité de leur cycle de vie. Mais d'autres espèces peuvent être amenées à utiliser d'autres éléments du paysage offrant un habitat du même type (supplémentation) ou au contraire un habitat différent (complémentation). Ainsi, les papillons exploitent tour à tour les bandes enherbées fleuries et les prairies permanentes, notamment lorsque les dates de floraison sont décalées (supplémentation) (Ouin 2000). Quant aux espèces multi-habitats, aux cycles de vie complexes, différents habitats sont nécessaires au cours de leur développement. Ainsi chez certaines espèces de syrphes, les adultes se nourrissent sur les bandes enherbées fleuries, alors que les larves, prédatrices de pucerons, exploitent davantage les parcelles de cultures céréalières (complémentation) (Arrignon 2006). Enfin certaines espèces perçoivent les éléments linéaires comme des corridors favorisant leurs déplacements ou au contraire comme des barrières à la dispersion. Or la qualité écologique d'un élément de paysage est le résultat d'actions combinées de différents agents sur le paysage (climat, agriculteurs, autres espèces animales et végétales etc).

En premier lieu, l'aspect structurel du paysage est un élément important de la survie des populations en milieu fragmenté. En connectant les taches d'habitat et par conséquent les populations, un réseau dense d'éléments linéaires permet une dynamique de colonisation-recolonisation et le maintien des populations locales associées à ces habitats.

Toutefois, bien que la vue structurelle du paysage soit essentielle à considérer, la vue technique de ce même paysage permet également de caractériser d'autres aspects de la qualité écologique de ces éléments (Vasseur 2008).

En effet, localement, les pratiques agricoles déterminent les états du milieu (nature et état du couvert végétal, structure du sol et qualité environnementale de l'eau et de l'air), leur temporalité et leur dynamique. Par conséquent, l'habitabilité et la perméabilité des bordures de champs est fortement dépendante 1) des pratiques de gestion et 2) des pratiques de production sur la parcelle adjacente si celles-ci empiètent sur la bordure. Ainsi, le sol nu d'une bordure traitée à l'herbicide n'offre plus les conditions de température, d'humidité et les proies nécessaires à la survie d'un carabe forestier. De même, les déplacements de ce dernier seront potentiellement plus faciles dans une végétation maintenue rase par le pâturage que dans une végétation dense d'une bordure non entretenue.

De plus à l'échelle du paysage, l'organisation spatio-temporelle des pratiques de gestion et de production (successions culturales et itinéraires techniques) au sein des exploitations agricoles créent une mosaïque très dynamique des états du milieu. Cette organisation détermine au cours du temps et dans le paysage 1) la disponibilité des ressources et leur quantité et 2) leur accessibilité et la connectivité entre les taches d'habitat(s). Par conséquent, la structure spatio-temporelle de la mosaïque des pratiques est susceptible d'avoir un impact, non seulement sur les processus individuels tels que la supplémentation/complémentation d'habitat(s), mais également, *via* son influence sur la structure spatiale et la qualité des territoires de populations, sur les processus populationnels de démographie locale et de dispersion (Helenius 1995). Pour caractériser écologiquement le paysage, il est donc important de prendre en compte ce filtre technique.

En travaillant avec les agronomes, il est possible de comprendre les règles de décisions des exploitants agricoles qui sont à l'origine de cette mosaïque de pratiques. Par exemple, les pratiques de gestion des bordures de champs sont à la fois dépendantes de la structure du paysage, de la structure du territoire d'exploitation et des pratiques de production (organisation du travail et temps disponible, nature de la culture dans la parcelle adjacente, éclatement du parcellaire etc) (Burel et Baudry 1999). Ainsi sur la base de simulations de différentes mosaïques de pratiques et de la modélisation de la perception du paysage par les espèces en intégrant ce filtre technique, on peut établir une typologie « écologique » des pratiques ou ensembles de pratiques.

4.2. La haie comme élément du paysage à l'interface entre filtre structurel et filtre climatique : quel peut être l'impact des synergies entre changements globaux ?

Les conditions climatiques ont une influence primordiale sur de nombreux aspects de la biologie des organismes, particulièrement chez les ectothermes. La nécessité d'équilibrer en permanence leur budget énergétique est l'une des contraintes les plus importantes agissant sur les individus de ces espèces.

Il est donc probable que la perception par un ectotherme des ressources et contraintes liées au paysage et à ses éléments constitutifs soit fortement modulée par la couche climatique.

Dans le contexte actuel des changements globaux induits par les activités humaines, il est donc particulièrement important d'étudier les effets synergiques émergeant potentiellement de l'interaction entre changements de paysage (couche structurelle) et changements climatiques.

Ces interactions potentielles sont multiples :

Un élément du paysage a une influence directe sur les microclimats de son environnement immédiat. Par exemple, une haie exerce un effet écran limitant l'énergie solaire reçue du côté opposé au soleil. Du côté exposé au soleil, l'énergie solaire reçue est accentuée par un effet de réflexion sur le feuillage (Guyot 1991). Les haies ont également un rayonnement thermique propre, augmentant la température à proximité, sur une distance comprise entre 3 et 4 fois la hauteur de la haie (Chiapale 1975).

Certains éléments du paysage peuvent donc permettre de « tamponner » localement une variation climatique régionale par leur influence sur les microclimats locaux. En d'autres termes, un organisme a la possibilité de moduler son utilisation de la mosaïque paysagère et de ses éléments pour optimiser son bilan énergétique. En contexte de changement global, ce mécanisme pourrait donc permettre à certaines populations de se maintenir dans une partie de leur aire de répartition devenue hostile du point de vue des conditions climatiques, si toutefois un aménagement adéquat est réalisé. Dans notre exemple, en cas de réchauffement, un papillon pourrait exploiter les ressources florales d'une haie ombragée, en compensation des haies exposées au rayonnement solaires, devenues trop chaudes.

Par ailleurs, une espèce a besoin pour son cycle de vie de ressources souvent dispersées dans l'espace (i.e. complémentation - supplémentation). L'utilisation d'un élément du paysage étant modulée par le microclimat local, les changements climatiques pourraient limiter l'accessibilité de certaines ressources nécessaires, et en rendre de nouvelles disponibles.

La mobilité des individus est l'un des aspects de la biologie des ectothermes les plus sensibles aux conditions climatiques (Dennis 1993). Il est donc probable que leurs capacités de dispersion soient également affectées. Ainsi chez les papillons, la distance de dispersion est influencée positivement par la luminosité et la température, et négativement par la force du vent (Delattre *et al.*, *données non publiées*). Les changements climatiques risquent donc d'altérer – ou d'améliorer – de manière peu prévisible les capacités de dispersion des organismes, et donc leur capacité à tolérer la fragmentation des habitats.

Là encore, l'impact de ces changements pourra être tamponné par l'influence des éléments du paysage sur les conditions climatiques locales et à l'échelle du paysage : les haies sont par exemple des brise-vent particulièrement efficaces. Les pratiques peuvent ici interagir de manière déterminante : dans notre exemple, la manière dont les haies sont conduites influence fortement l'efficacité de l'effet brise-vent, les haies et les ragolles étant les plus efficaces de ce point de vue.

4.3. Densité du réseau linéaire boisé et abondance des insectes pollinisateurs : réponses contrastées des syrphes et des abeilles solitaires

Depuis quelques années, différentes études mettent en évidence un déclin des insectes pollinisateurs et s'inquiètent des possibles conséquences pour la reproduction des plantes entomophiles sauvages et cultivées (par exemple Allen-Wardell *et al.* 1998, Steffan-Dewenter *et al.* 2005, Biesmeijer *et al.* 2006). L'intensification de l'agriculture, avec la fragmentation des habitats et l'usage massif de pesticides, est la cause principale de ce déclin (Kearns 1998, Steffan-Dewenter 2003). Comprendre l'influence du type de paysage agricole sur les pollinisateurs est donc un enjeu de recherche majeur.

Pour revenir au modèle multi-couches, nous entendons ici par « type de paysage agricole » la vue structurelle du paysage (nature, taille, arrangement spatial des éléments du paysage) et sa vue agronomique (nature des pratiques agricoles, gestion des éléments du paysage par les agriculteurs), ces deux couches ayant une influence directe sur la couche écologique, prise en compte ici du point de vue des insectes pollinisateurs. Dans le cadre de cet article, nous nous focalisons sur l'influence de la densité d'éléments linéaires boisés sur l'abondance de deux groupes d'insectes pollinisateurs : les syrphes et les abeilles solitaires. L'abondance des abeilles solitaires diminue lorsque l'ouverture du paysage (fonction inverse de la densité bocagère) augmente. L'abondance des syrphes par contre ne semble pas être liée à la densité du réseau bocager (**Fig. 5**) (Le Féon *et al.*, données non publiées). Cette différence de réponse peut s'expliquer par les exigences biologiques différentes de ces deux groupes.

L'habitat des abeilles solitaires doit répondre à deux types de besoins : il doit fournir les ressources floristiques (pollen et nectar) qui constituent l'alimentation des larves et des adultes, et des sites de nidification, dont les caractéristiques varient selon les espèces (Westrich 1996). Après la reproduction, la principale activité des imagos est l'approvisionnement des sites de ponte en pollen et nectar. Ces ressources alimentaires sont récoltées sur une diversité variable de plantes, selon le degré de spécialisation alimentaire des espèces (Michener 2000). Le maintien des populations d'abeilles solitaires est donc fortement dépendant de l'abondance et de la diversité des ressources floristiques disponibles ainsi que de l'offre en micro-habitats favorables à la nidification. D'après nos résultats, la densité du réseau de haies favorise les populations d'abeilles solitaires. La présence des haies peut traduire une moindre dégradation du milieu, qui possède encore une proportion suffisante d'espaces semi-naturels. Les zones à réseau de bocage dense fournissent alors probablement des ressources floristiques de meilleure qualité que les zones ouvertes et contiennent davantage de micro-habitats nécessaires à la nidification (vieux arbres pour les espèces charpentières et pentes bien exposées et faiblement végétalisées des talus pour les espèces terricoles).

Chez les syrphes, seuls les imagos se nourrissent de pollen et nectar (Schweiger *et al.* 2007). La quantité de fleurs butinées par un syrphe est donc très inférieure à celle des fleurs butinées par une abeille solitaire. De plus, ces diptères présentent moins de spécialisations alimentaires que les abeilles (Branquart et Hemptinne 2000). Les syrphes sont donc moins exigeants quant à la quantité et à la qualité des ressources florales présentes dans leur environnement, ce qui peut expliquer qu'ils soient répartis de façon plus homogène dans le paysage agricole. De plus, leurs larves ont des modes de vie très variés (zoophages, phytophages ou

microphages se développant dans l'eau) et leur développement semble être moins lié aux éléments linéaires boisés que celui des abeilles solitaires.

La densité de linéaires boisés apparaît donc être un facteur déterminant de l'abondance de certains groupes d'insectes pollinisateurs dans les paysages agricoles. La prise en compte ultérieure de la vue agronomique du paysage permettra de préciser l'influence du type de paysage agricole sur ces insectes.

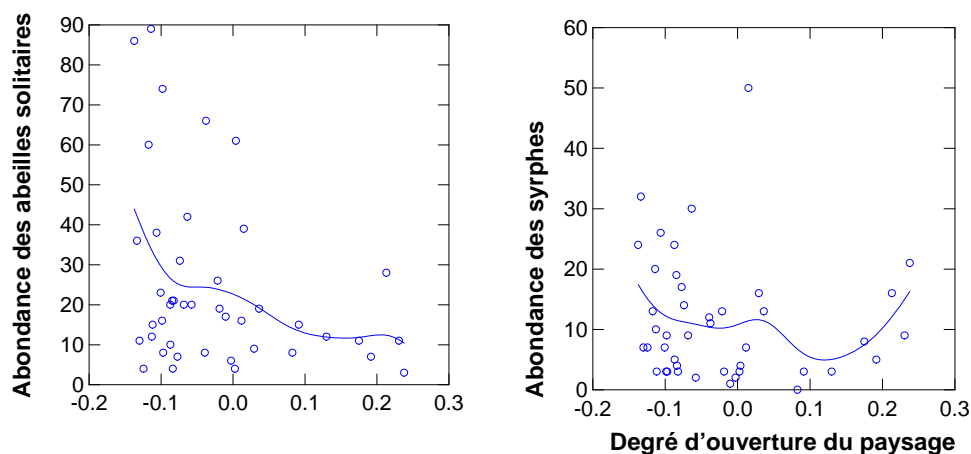


Figure 5 – Nombre d'individus d'abeilles solitaires et de syrphes en fonction du degré d'ouverture du paysage (mesurée dans une fenêtre de 500 m x 500 m autour de chaque point d'échantillonnage des pollinisateurs) (Le Féon *et al.*, données non publiées).

4.4. La haie comme élément structurel du paysage : détection des bordures de champs boisées à partir de données de télédétection.

L'identification et le suivi des éléments linéaires boisés représentent un enjeu majeur en contexte agricole intensif. En effet ces structures jouent un rôle de protection des cultures contre le vent, l'érosion, mais sont également reconnues pour leurs valeurs écologiques dans le maintien de la biodiversité (Baudry *et al.* 2000). Ces rôles clés dépendent de la localisation, la composition et la direction de ces structures paysagères (Saunders *et al.* 1991). L'objectif de cette étude est de détecter les haies boisées à partir de différentes données de télédétection en utilisant une méthodologie orientée-objets. Ces travaux permettent d'estimer la proportion du réseau de haie pouvant être extrait automatiquement à différentes résolutions spatiales (Vannier et Hubert-Moy 2008). Les données utilisées sont :

- un orthophotoplan, été 2001 (résolution spatiale 0.5m)
- une image Spot5 fusionnée, 24/09/2002 (résolution spatiale 5m)
- une image Spot5 multispectrale, 24/09/2002 (résolution spatiale 10m)
- une image Aster Vnir, 09/09/2004 (résolution spatiale 15m)
- une image Irs Liss P6, 27/05/2005 (résolution spatiale 23m)

Des photographies aériennes, vols ULM et cartographies manuelles du bocage ont permis la validation des classifications.

Les résultats montrent que l'image Spot5 fusionnée à 5m détecte correctement 87% du réseau linéaire boisé (**Fig. 6**)

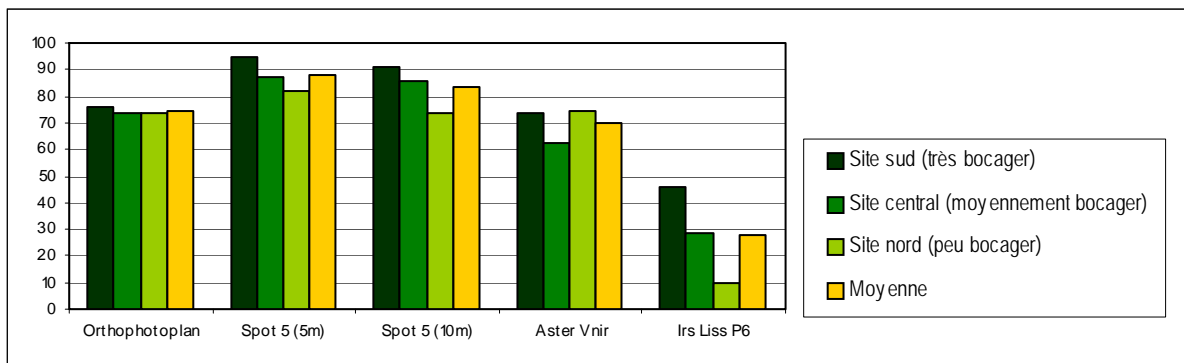


Figure 6 – Classification accuracies for different remotely sensed image configurations

Les résultats produits à partir des classifications de l'orthophotoplan et de l'image Aster sont moins performants que ceux produits à partir de Spot5 à 5m et 10m. De plus, les résultats des classifications de l'orthophotoplan ne sont que peu supérieurs à ceux de l'image Aster (71% d'extraction correcte contre 69%), malgré une résolution spatiale très fine (Orthophotoplan : 0.5m). Cela s'explique par le manque de profondeur spectrale des données orthophotographiques, cette profondeur spectrale rattrapant la résolution spatiale un peu grossière (15m) de l'image Aster. Enfin, l'image Irs Liss P6 ne permet d'extraire que 28% du réseau linéaire bocager, ce qui est dû à une résolution spatiale peu adaptée (23m) à l'observation d'éléments fins dans un environnement complexe.

Les résultats montrent également que la complexité des types de paysage influe sur les scores de classification, la précision de l'extraction progressant avec la densité du bocage.

Les classifications produites à partir de l'image Spot5 fusionnée à 5m offre la possibilité d'effectuer d'une part une cartographie fine du réseau linéaire boisé (densité, organisation spatiale) (**Fig. 7**), d'autre part d'effectuer un suivi précis sur l'évolution de ces structures en termes de maintien, plantation ou arasement de haies bocagères.

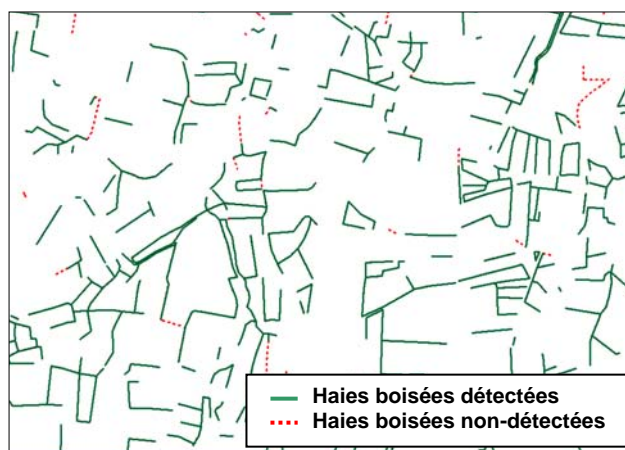


Figure 7 – Cartographie du réseau linéaire bocager (image Spot 5 fusionnée à 5m)

A partir des données de télédétection, il est alors possible d'extraire des structures spatiales et non plus seulement des cartographies d'éléments. Cela permet de construire un gradient paysager allant d'un bocage dense à un bocage

« ouvert », qui peut alors être confronté à des données de relevés d'espèces afin d'améliorer la compréhension de la relation existant entre structures paysagères et biodiversité. La cartographie produite permet également d'évaluer, au delà d'une évaluation statistique (% coefficient de Kappa), la valeur fonctionnelle que l'on peut en déduire en termes de biodiversité. Les premiers tests montrent que tous les capteurs (sauf Irs Liss) permettent de détecter la relation entre l'abondance des abeilles solitaires et le gradient d'ouverture du paysage.

5. Complémentarité des travaux de recherches et perspectives

Une Zone Atelier telle que celle de Pleine-Fougères est une plate-forme de recherche concentrant, sur et par un même paysage, une diversité d'approches intéressantes pour des questions de recherche interdisciplinaires du fait de leur complémentarité.

En effet, les travaux présentés précédemment illustrent la diversité de méthodes (depuis les relevés de terrain jusqu'à la télédétection, en passant par l'expérimentation et la modélisation), de niveaux d'organisation étudiés (individus, populations, communautés), et d'échelles spatiales (depuis l'élément de paysage jusqu'à la région) de ces recherches.

Par ailleurs, des ponts entre ces recherches sont possibles, ce qui est illustré ici par ces quatre travaux de thèse interconnectés.

Ainsi, les données de relevés de biodiversité peuvent permettre la validation écologique de travaux effectués à partir de données de télédétection et d'échelles de résolution. Les cartographies régionales des structures paysagères réalisées à partir des résultats précédents permettent l'extrapolation de résultats locaux sur la biodiversité à des échelles plus importantes.

Les approches « impacts des changements climatiques » et « impacts des pratiques agricoles » sur la biodiversité peuvent également être croisées. En effet, climat et pratiques agricoles peuvent interagir notamment dans la modification des états du milieu, soit en synergie soit en compensation. C'est le cas par exemple, lorsque le mode d'entretien d'une haie module son effet brise-vent. L'importance dans les successions culturales, de cultures servant de ressources florales pour les pollinisateurs comme le colza, peut avoir une influence forte sur le comportement des espèces et la répartition des populations.

Enfin, les jeux de données sur la biodiversité permettront également de paramétrer et valider des modèles systémiques (notamment d'impact des pratiques). Grâce aux modèles d'actions des agriculteurs définis par les agronomes à partir d'enquêtes, l'organisation de la mosaïque des pratiques agricoles pourra être comprise et des scénarios de dynamique du paysage pourront être évalués par les modèles systémiques. Couplés aux travaux de détection des pratiques agricoles (notamment par classifications d'images de télédétection), ces modèles offriront des possibilités de prospective sur les conséquences des interactions complexes entre agents multiples. Appliqués à la Z.A., ces résultats permettront d'orienter le suivi à long terme de la biodiversité en tenant compte des pratiques agricoles. La modélisation pourra ainsi servir d'appui pour faire de la Zone atelier un véritable observatoire des interactions entre agriculture et biodiversité.

La Zone Atelier, en concentrant des chercheurs de différentes disciplines et des données depuis plusieurs années représente une ressource commune

d'informations et d'historiques. Mais plus encore, elle permet de développer des approches conceptuelles qui permettent de faire de la recherche interdisciplinaire. De ces croisements de points de vue, ressortent de nouvelles perspectives de recherche, des approches systémiques et de l'inter-validation des différents travaux. D'un outil de base de données à un outil de recherche interdisciplinaire, la Z.A. de Pleine-Fougère a permis aux différentes disciplines travaillant côte à côte, de travailler ensemble véritablement.

Remerciements : Ces travaux bénéficient du financement du programme Zone Atelier du CNRS. La thèse de Clémence Vannier est financée par le CAUE (Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement) du Morbihan et le CNRS (Bourse Docteur Ingénieur). Elle est encadrée par L. Hubert-Moy (CAREN/Université Rennes 2) et L. Sanders (CNRS/Université Paris1). La thèse de Violette Le Féon est financée par l'Agence Nationale de la Recherche dans le cadre du projet GMBioImpact coordonné par Jane Lecomte (Université Paris XI/CNRS). Elle est encadrée par J. Baudry (CAREN/ INRA), F. Burel (Caren/CNRS) et A. Ricroch (Université Paris XI/CNRS). La thèse de Chloé Vasseur est cofinancée par l'Institut National de Recherche en Agronomie et la Région Bretagne. Elle est encadrée par J. Baudry (CAREN/INRA) et J.-M. Meynard (INRA). La thèse de Thomas Delattre est financée par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Il est encadré par F. Burel et P. Vernon (CAREN/CNRS).

Bibliographie

- Allen-Wardell G., Bernhardt P., Bitner R., Burquez A., Buchmann S., Cane J., Cox P., A., Dalton V., Feinsinger P., Ingram M., Inouye D., Jones C.E., Kennedy K., Kevan P., Koopowitz H., Medellin R., Medeelin-Morales S., Nabhan G.P., Pavlik B., Tepedino V., Torchio P., Walker S. (1998)** - The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation biology* 12, 8-17.
- Arrignon F., Deconchat M., Sarthou J.-P., Balent G., Monteil C. (2006)**- Modelling the overwintering strategy of a beneficial insect in a heterogeneous landscape using a multi-agent system. *Ecological Modelling* , 205, 423-436.
- Baudry J., Bunce R.G.H., Burel F. (2000)** - Hedgerows, An international perspective on their origin, function and management, *Journal of Environmental Managemen.*, 60(1), 7-22.
- Biesmeijer J.C., Roberts S.P.M., Reemer M., Ohlemuller R., Edwards M., Peeters T., Schaffers A.P., Potts S.G., Kleukers R., Thomas C.D., Settele J., Kunin W.E. (2006)** - Parallel declines in pollinators & insect-pollinated plants in Britain & the Netherlands. *Science*, 313, 351 – 354.
- Branquart & Hemptinne (2000)** - Selectivity in the exploitation of floral resources by hoverflies (Diptera: Syrphinae). *Ecography*, 23, 732 – 742.
- Brunet R., Ferras R., Théry H. (2005)** – *Les mots de la géographie*. Reclus, Paris, 518 p.
- Chiapale J.P. (1975)** – A numerical model for estimating the modification of heat budget introduced by hedges. In *Proceedings of Internal Conference for Heat and Mass Transfer in the Biosphere Dubrovnik*, Scripbook Co, 457-466.

- Burel F., Baudry J. (1999)** – *Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications*. Lavoisier, Paris, 362 p.
- Deffontaines J.P. (1996)** – Du paysage comme moyen de connaissance de l'activité agricole comme moyen de production du paysage. L'agriculteur producteur de paysage. Un point de vue d'agronome. *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, 82 (4), 57-69.
- Dennis , R.L.H. (1993)** – *Butterflies and Climate Change*. Manchester University Press, Manchester, 317 p.
- Duelli P., Studer M., Marchand I., Jakob S. (1990)** - Population movements of arthropods between natural and cultivated areas. *Biological Conservation* 54, 193-207.
- Forman R.T.T., Godron M. (1986)** – *Landscape Ecology*. Wiley, New York, 619 p.
- Guyot G. (1991)** – Les effets microclimatiques des brise-vent et des aménagements régionaux. *Encyclopédie des Techniques Agricoles*, 1170,1-27.
- Helenius J. (1995)** -Regional crop rotations for ecological pest management (EPM) at landscape level. In R. G. McKinlay , D. Atkinson (Eds.): *Integrated crop protection: towards sustainability?* BCPC, Edinburg (UK), 255-260.
- Kearns C.A., Inouye D., Waser N.M. (1998)** - Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual review of ecology and systematics* 29, 83-112.
- Levy J., Lussault M. (2003)** – *Dictionnaire de la géographie et de l'espace et des sociétés*. Belin, Paris, 1003 p.
- Michener C. (2000)** – *The bees of the world*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA, 952 p.
- Ouin A. (2000)** *Hétérogénéité spatiale des paysages et processus écologiques. Cas des Rhopalocères dans le bocage breton*. Vie Agro Santé, Rennes, Université de Rennes1. 163 p.
- Reboux M. (2001)** - *Etude de l'évolution du parcellaire et des modes d'occupation du sol en paysage bocager, essai de cartographie dynamique sur le site de Pleine-Fougères (Bretagne orientale)*. Mémoire de maîtrise, Université de Rennes 2, sous la direction de Laurence Hubert-Moy, 135 p.
- Robinson R.A., Sutherland W.J. (2002)**- Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *Journal of Applied Ecology* , 39, 157-176.
- Roulston T.H., Smith S.A., Brewster A.L. (2007)** - A comparison of pan trap & intensive net sampling techniques for documenting a bee (Hymenoptera : Apiformes) fauna. *Journal of Kansas Entomological Society*, 80, 179 – 181.
- Saunders D.A., Hobbs R.J., Margules C.R. (1991)** - Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, 5, 18-32.
- Schweiger O., Musche M., Bailey D., Billeter R., Diekötter T., Hendrickx F., Herzog F., Liira J., Maelfait J.-P., Speelmans M., Dziock F. (2007)** – Functional richness of local hoverfly communities (Diptera, Syrphidae) in response to land use across temperate Europe. *Oikos*, 116, 461 – 472.
- Steffan-Dewenter I. (2003)** – Importance of habitat area & landscape context for species richness of bees & wasps in fragmented orchard meadows. *Conservation Biology*, 17, 1036 - 1044.
- Vannier C., Hubert-Moy L. (2008)** – Detection of wooded hedgerows in high resolution satellite images using an object-oriented method. *in International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 2008 Conference*, Boston (USA).

Vasseur C., Joannon A., Burel F., Goffi C., Meynard J.-M., Baudry J. (2008) -The mosaic of cropping systems: a hidden part of agricultural landscapes heterogeneity. In P. Carey (Ed.): *The 15th Annual IALE(UK) Conference : Landscape ecology and Conservation*. IALE(UK), Cambridge (UK), 33-41 p.

Westrich, P. (1996) – Habitat requirements of central European bees & the problems of partial habitats. In Matheson A., Buchmann S.L., O'Toole C., Westrich P. (Eds.) *The conversation of bees*. Academic Press, London, 16 p.

Site internet

Site Internet de la Zone Atelier de Pleine-Fougères :
www.caren.univ-rennes1.fr/pleine-fougeres