

Juin 2016  
volume n° 6 / numéro n° 1  
www.agronomie.asso.fr

# Agronomie

environnement & sociétés



La revue de l'association française d'agronomie

Regards agronomiques sur les relations entre  
agriculture et ressources naturelles

ASSOCIATION FRANÇAISE  
AGRONOMIE

# Agronomie, Environnement & Sociétés

Revue éditée par l'Association française d'agronomie (Afa)

Siège : 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05.

Secrétariat : 2 place Viala, 34060 Montpellier Cedex 2.

Contact : douhairi@supagro.inra.fr, T : (00-33)4 99 61 26 42, F : (00-33)4 99 61 29 45

Site Internet : <http://www.agronomie.asso.fr>

## Objectif

AE&S est une revue en ligne à comité de lecture et en accès libre destinée à alimenter les débats sur des thèmes clefs pour l'agriculture et l'agronomie, qui publie différents types d'articles (scientifiques sur des états des connaissances, des lieux, des études de cas, etc.) mais aussi des contributions plus en prise avec un contexte immédiat (débats, entretiens, témoignages, points de vue, controverses) ainsi que des actualités sur la discipline agronomique.

ISSN 1775-4240

## Contenu sous licence Creative commons



Les articles sont publiés sous la *licence Creative Commons 2.0*. La citation ou la reproduction de tout article doit mentionner son titre, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue AE&S et de son URL, ainsi que la date de publication.

## Directeur de la publication

Marc BENOÎT, président de l'Afa, Directeur de recherches, Inra

## Rédacteur en chef

Olivier RÉCHAUCHÈRE, chargé d'études Direction de l'Expertise, Prospective & Etudes, Inra

## Membres du bureau éditorial

Pierre-Yves LE GAL, chercheur Cirad

Hervé SAINT MACARY, directeur adjoint du département Persyst, Cirad

Philippe PRÉVOST, directeur Agreenium Université en ligne

Danielle LANQUETUIT, consultante Triog et webmaster Afa

## Comité de rédaction

- Marc BENOÎT, directeur de recherches Inra

- Valentin BEAUVAL, agriculteur

- Jacques CANEILL, directeur de recherches Inra

- Joël COTTART, agriculteur

- Thierry DORÉ, professeur d'agronomie AgroParisTech

- Sarah FEUILLETTE, cheffe du Service Prévision Evaluation et Prospective Agence de l'Eau Seine-Normandie

- Yves FRANCOIS, agriculteur

- Jean-Jacques GAILLETON, inspecteur d'agronomie de l'enseignement technique agricole

- François KOCKMANN, chef du service agriculture-environnement Chambre d'agriculture 71

- Marie-Hélène JEUFFROY, directrice de recherche Inra et agricultrice

- Aude JOMIER, enseignante d'agronomie au lycée agricole de Montpellier

- Jean-Marie LARCHER, responsable du service Agronomie du groupe Axérial

- François LAURENT, chef du service Conduites et Systèmes de Culture à Arvalis-Institut du végétal

- Francis MACARY, ingénieur de recherches Irstea

- Jean-Robert MORONVAL, enseignant d'agronomie au lycée agricole de Chambray, EPLEFPA de l'Eure

- Christine LECLERCQ, professeure d'agronomie Institut Lassalle-Beauvais

- Adeline MICHEL, Ingénieure du service agronomie du Centre d'économie rurale de la Manche

- Philippe POINTEREAU, directeur du pôle agro-environnement à Solagro

- Philippe PRÉVOST, directeur Agreenium Université en Ligne

- Hervé SAINT MACARY, directeur adjoint du Département Persyst, Cirad

## Secrétaire de rédaction

Philippe PREVOST

## Assistantes éditoriales

Sophie DOUHAIRIE et Danielle LANQUETUIT

## Conditions d'abonnement

Les numéros d'AE&S sont principalement diffusés en ligne. La diffusion papier n'est réalisée qu'en direction des adhérents de l'Afa ayant acquitté un supplément (voir conditions à <http://www.agronomie.asso.fr/espace-adherent/devenir-adherent/>)

## Périodicité

Semestrielle, numéros paraissant en juin et décembre

## Archivage

Tous les numéros sont accessibles à l'adresse <http://www.agronomie.asso.fr/carrefour-inter-professionnel/evenements-de-lafa/revue-en-ligne/>

## Soutien à la revue

- En adhérant à l'Afa via le site Internet de l'association (<http://www.agronomie.asso.fr/espace-adherent/devenir-adherent/>). Les adhérents peuvent être invités pour la relecture d'articles.
- En informant votre entourage au sujet de la revue AE&S, en disséminant son URL auprès de vos collègues et étudiants.
- En contactant la bibliothèque de votre institution pour vous assurer que la revue AE&S y est connue.
- Si vous avez produit un texte intéressant traitant de l'agronomie, en le soumettant à la revue. En pensant aussi à la revue AE&S pour la publication d'un numéro spécial suite à une conférence agronomique dans laquelle vous êtes impliqué.

## Instructions aux auteurs

Si vous êtes intéressé(e) par la soumission d'un manuscrit à la revue AE&S, les recommandations aux auteurs sont disponibles à l'adresse suivante :

<http://www.agronomie.asso.fr/carrefour-inter-professionnel/evenements-de-lafa/revue-en-ligne/pour-les-auteurs/>

## À propos de l'Afa

L'Afa a été créée pour faire en sorte que se constitue en France une véritable communauté scientifique et technique autour de cette discipline, par-delà la diversité des métiers et appartenances professionnelles des agronomes ou personnes s'intéressant à l'agronomie. Pour l'Afa, le terme agronomie désigne une discipline scientifique et technologique dont le champ est bien délimité, comme l'illustre cette définition courante : « *Etude scientifique des relations entre les plantes cultivées, le milieu [envisagé sous ses aspects physiques, chimiques et biologiques] et les techniques agricoles* ». Ainsi considérée, l'agronomie est l'une des disciplines concourant à l'étude des questions en rapport avec l'agriculture (dont l'ensemble correspond à l'agronomie au sens large). Plus qu'une société savante, l'Afa veut être avant tout un carrefour interprofessionnel, lieu d'échanges et de débats. Elle se donne deux finalités principales : (i) développer le recours aux concepts, méthodes et techniques de l'agronomie pour appréhender et résoudre les problèmes d'alimentation, d'environnement et de développement durable, aux différentes échelles où ils se posent, de la parcelle à la planète ; (ii) contribuer à ce que l'agronomie évolue en prenant en compte les nouveaux enjeux sociétaux, en intégrant les acquis scientifiques et technologiques, et en s'adaptant à l'évolution des métiers d'agronomes.

**Lisez et faites lire AE&S !**

# Sommaire

## Avant-propos

O. RÉCHAUCHÈRE (Rédacteur en chef) et M. BENOÎT (Président de l'Afa)

## Éditorial

B. DAVIRON, T. DORÉ, J.L. FORT, M.H. JEUFFROY et T. NESME (coordonnateurs du numéro)

## Etat des lieux des ressources concernées

P13- Agriculture et ressources naturelles : de quoi parlons-nous ?

T. NESME, T. DORÉ, D. LEENHARDT, S. PELLERIN

P23- Agriculture et économie : du solaire au minier... et retour ?

B. DAVIRON

## Contribution de l'agriculture à la raréfaction des ressources naturelles, évolution de l'activité agricole pour réduire cet impact, et solutions agronomiques pour faire face à cette raréfaction

P35- Une approche agronomique territoriale pour lutter contre le ruissellement et l'érosion des sols en Alsace

P. VAN DIJK, C. ROSENFELDER, O. SCHEURER, A. DUPARQUE, P. MARTIN, J. SAUTER

P49- Quelle(s) agriculture(s) pour une eau de qualité ?

S. FEUILLETTE, M. BENOIT

P59- Les bordures extérieures de champs en Beauce, des espaces à valoriser : ne laissons pas la biodiversité au bord du chemin

C. LE BRIS

P65- Vers des systèmes de grande culture moins dépendants des énergies fossiles

F. ANGEVIN, C. COLNENNE-DAVID, M.H. JEUFFROY, E. PELZER, T. DORÉ

P77- Avancées et perspectives sur l'amélioration de la disponibilité du phosphore dans les systèmes de culture

M.P. FAUCON, E. MICHEL, H. LAMBERS, D. HOUBEN

P87- Respect et valorisation des ressources naturelles et agriculture biologique : des principes forts se déclinant dans la conception et la gestion agronomique des systèmes de production

L. FOURRIÉ, B. LECLERC, A. CADILLON

P93- Agriculture biologique et ressources naturelles : pas si simple !

P. VIAUX

## Organisation de la conception des solutions

P99- Le recyclage agricole des résidus organiques : une ressource naturelle pour en préserver d'autres

T. WASSENAAR, J. QUESTE, J.M. PAILLAT

P109- Entretien avec A. Gosselin : clés de réussite pour une urbanisation équilibrée et durable préservant au mieux la ressource sol

A. GOSSELIN, T. DORÉ

P115-Regards croisés sur des démarches de protection de l'eau associant le monde agricole

F. BARATAUD, R. REAU, F. HELLEC

P127- Observatoire et tableau de bord pour un pilotage dynamique des pertes de nitrate dans une aire d'alimentation de captage

L. PAVARANO, L. PROST, R. REAU

P135- Biodiversité à l'échelle du paysage : plan d'aménagement dans l'AOC viticole Saumur-Champigny

G. PAIN, M. VAN HELDEN, J. PITHON

## Notes de lecture

P145- Nature à vendre – Virginie Maris

T. DORÉ

P147- Concevoir l'écosystème, un nouveau défi pour les agronomes – Elsa Berthet

T. DORÉ

P149- Agriculture et cycles biogéochimiques globaux : analyse des transformations des cycles de l'azote et du phosphore à des échelles spatiales larges, du territoire à la planète – Thomas Nesme

T. DORÉ

## Annexe

P151- Appel à contribution du numéro





## Biodiversité à l'échelle du paysage : plan d'aménagement dans l'AOC viticole Saumur-Champigny

*Biodiversity at landscape scale: a habitat  
creation strategy in the Saumur-Champigny  
AOC vineyard*

Guillaume PAIN<sup>1</sup> - Maarten VAN HELDEN<sup>2</sup> Jo-  
séphine PITHON<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unité de Recherche Paysage & Ecologie (UPE), Univ Bre-  
tagne Loire, École Supérieure d'Agricultures (ESA), 55 rue  
Rabelais, BP 30748, 49007 Angers Cedex, France.

<sup>2</sup>ISVV, Université de Bordeaux, Bordeaux Sciences Agro - 1, cours  
du Général de Gaulle, CS 40201 - 33175 Gradignan Cedex, France.

Auteur correspondant : Guillaume Pain - g.pain@groupe-esa.com

### Résumé

Des méthodes pour guider des actions collectives de maintien de la biodiversité agricole manquent. Nous présentons une expérience menée dans le cadre d'un projet de reconquête de la biodiversité viticole lancé par un collectif de viticulteurs de l'AOC Saumur-Champigny. En appliquant quelques règles simples issues de travaux en écologie du paysage, il a été possible d'élaborer un plan d'aménagement, permettant d'identifier des zones prioritaires pour des plantations d'arbres et d'arbustes. En cherchant à rompre l'homogénéité et à renforcer la continuité des milieux boisés, la mise en œuvre de cette stratégie a conduit à la plantation de 12,4 km de haies impliquant 66 viticulteurs et d'autres acteurs du territoire de l'AOC. La plupart des habitats créés se composent d'arbustes bas ou d'arbres fruitiers. Les conséquences écologiques de ces aménagements n'ont pas pu être évaluées directement, mais nous discutons des effets potentiels sur la flore, l'entomofaune et les oiseaux.

### Mots-clés

Viticulture, vallée de la Loire, écologie du paysage appliquée, lutte biologique par conservation et gestion des habitats, haies.

### Abstract

Although the benefits of increasing habitat heterogeneity in farmland are well documented and examples of action at farm level can be found, methods to guide collective action at landscape-scale are not widely available. We present an approach developed in the context of a biodiversity and landscape project launched by a group of viticulturists in the Loire valley (Saumur-Champigny controlled origin appellation (AOC)). This project aims to restore general vineyard biodiversity, to obtain conservation biological control of vine pests and to improve the AOC's commercial image. Monitoring of pest populations and their distributions has shown that certain species causing damage to grapes are sensitive to changes in landscape structure. By applying a set of relatively simple principles, it was possible to prioritize certain areas for hedgerow planting with the dual aims of increasing heterogeneity and enhancing connectivity of woodland habitats. The implementation of this plantation strategy was carried out by local agricultural advisors and led to a significant increase in planting rates. A total of 66 viticulturists planted 12.4 km of new hedgerow

and several other types of landowner were involved in planting. Most of the new habitats created were composed of low-growing shrubs, bushes and fruit trees; although the direct ecological benefits could not be measured, we discuss the possible consequences for plant, bird and invertebrate communities.

### Introduction

L'érosion de la biodiversité est un problème planétaire qui questionne les modes de développement des activités humaines et notamment de l'agriculture. En effet, au niveau mondial, 70% des pertes d'espèces seraient en lien avec l'activité agricole et son développement (sCBD, 2014). Au niveau européen, l'agriculture couvre 50% des terres (FAO, 2014) et les effets combinés de l'homogénéisation des paysages agricoles et de l'intensification des pratiques de production des dernières décennies ont contribué au déclin de la biodiversité agricole (Le Roux *et al.*, 2008).

Suite à la diffusion du concept de service écosystémique, cette biodiversité est devenue une ressource à gérer pour préserver un capital de services qualifiés de support, d'approvisionnement, culturels ou de régulation (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). L'activité agricole est doublement concernée car elle se doit, d'une part, de conserver - voire d'accroître ou de restaurer - la biodiversité liée aux processus écologiques qu'elle pense pouvoir mobiliser dans le cadre d'une intensification écologique (Griffon, 2007) ; d'autre part de contribuer à la préservation de la biodiversité générale (Bavard *et al.*, 2009) compte tenu de l'importance de son impact sur ce patrimoine commun (Stoate *et al.*, 2009).

Cette gestion de la biodiversité pour et par l'agriculture peut être abordée à des échelles spatiales et temporelles variables, définies en cohérence avec les processus écologiques pris en compte. Concernant les services de régulation liés aux fonctions de pollinisation ou de contrôle des bioagresseurs ou les services support ou culturel liés à la conservation de la biodiversité, l'échelle du paysage est particulièrement pertinente (Kremen *et al.*, 2002 ; Tscharrntke *et al.*, 2005 ; Le Roux *et al.* 2008 ; Mitchell *et al.*, 2013). Le renforcement de la contribution de la « matrice agricole » à la préservation de la biodiversité (Vandermeer et Perfecto, 2007 ; Scherr et McNeely, 2008) et la capacité à concevoir des modes de gestion à l'échelle des territoires et paysages (Gascuel-Odoux et Magda, 2015) sont aujourd'hui considérés comme des enjeux majeurs pour le développement de l'agro-écologie.

De nombreux travaux suggèrent qu'une plus grande hétérogénéité des paysages peut augmenter la biodiversité des espaces agricoles (Benton *et al.*, 2003) et mettent en avant l'intérêt de maintenir ou de créer des milieux semi-naturels au sein de la matrice agricole (Hietala-Koivu *et al.*, 2004 ; Tscharrntke *et al.*, 2005 ; Bianchi *et al.*, 2006). Dans cet esprit, un nombre croissant de viticulteurs s'intéressent à la question de la gestion de la biodiversité et des actions collectives émergent, visant à restaurer la biodiversité ou à promouvoir le verdissement au sein des vignobles (van Helden *et al.*, 2012 ; Gillespie et Wratten, 2012). En plus de la régulation naturelle des ravageurs espérée, les initiateurs de ces actions cherchent à bénéficier de toute une série de services tels que le contrôle des adventices, la conservation de la

flore et de la faune ou l'écotourisme (Fiedler *et al.*, 2008). Viers et ses collègues (2013), dans le cadre de leurs travaux sur la conservation de la biodiversité méditerranéenne dans les vignobles, vont jusqu'à proposer le développement d'une « Vinecology » visant à mieux intégrer les logiques de conservation et les logiques de production et de vente dans les paysages viticoles.

Des collectifs d'agriculteurs peuvent donc se constituer avec la volonté de préserver ou d'accroître la biodiversité du paysage qu'ils façonnent, mais les travaux développés aussi bien en lutte biologique par conservation qu'en écologie du paysage ne conduisent que rarement à la conception d'une démarche collective d'aménagement du paysage (mais voir par exemple le travail de Steingröver *et al.* (2010) et le numéro spécial de 2014 « *Integrating ecosystem services in landscape planning* » paru dans la revue *Landscape Ecology*).

Compte tenu du relatif consensus sur l'intérêt de conserver des paysages diversifiés, maintenir ou réaménager des milieux semi-naturels dans le paysage agricole pourrait être considéré comme une démarche à suivre. Mais pour aller au-delà du maintien de surfaces d'intérêt écologique au sein de chaque exploitation tel que l'impose la PAC, il est nécessaire de concevoir une stratégie collective d'action permettant de définir un projet commun d'aménagement orientant les actions individuelles.

Nous présentons ici une expérience d'aménagement mise en œuvre au sein d'une appellation viticole par le syndicat des producteurs dans le but de renforcer la biodiversité en augmentant la quantité et la qualité des milieux semi naturels. Après avoir précisé le contexte de cette expérience et la posture adoptée nous présenterons et discuterons les résultats correspondant d'une part à la démarche co-construite avec les producteurs, d'autre part aux réalisations mises en œuvre sur le terrain.

## Contexte local et démarches

### Site d'étude

Les terres de l'appellation d'origine contrôlée de Saumur-Champigny couvrent une surface d'environ 21 km<sup>2</sup> répartie sur neuf communes du Maine-et-Loire : Saumur, Dampierre-sur-Loire, Champigny, Parnay, Turquant, Montsoreau, Varrains, Chacé et Saint-Cyr-en-Bourg. Le vin Saumur-Champigny est un vin rouge produit à partir du cépage Cabernet franc. Les sols de l'appellation sont argilo-calcaires sur tuffeau. Ce sous-sol permet à la vigne de disposer, sans excès, d'une alimentation hydrique régulière. Ce territoire, situé à la limite Est de l'influence océanique, bénéficie d'une pluviosité faible et de la plus forte moyenne de température des Pays-de-la-Loire.

Le plateau viticole est délimité à l'Est par la rivière Thouet, au Nord par la Loire et au Sud par le massif forestier de Fontevraud. Les communes riveraines de la Loire font partie du site Val de Loire inscrit au patrimoine mondial de l'Unesco depuis le 30 novembre 2000 en tant que paysage culturel exceptionnel. Les neuf communes de l'appellation font partie du territoire du Parc naturel régional Loire-Anjou-Touraine. En 2008, les occupations du sol majoritaires sur les 51 km<sup>2</sup> du plateau sont : la vigne (33%), les espaces arborés (25%), les autres cultures (céréales essentielle-

ment) (20%) et les routes et surfaces bâties (10%) (Touzé, 2011).

Près de 130 exploitations viticoles se partagent les 16 km<sup>2</sup> de vignes de l'appellation et 90% des viticulteurs sont adhérents au Syndicat des producteurs de Saumur-Champigny.

### Projet collectif du syndicat des viticulteurs

L'élaboration du plan d'aménagement de l'AOC s'intègre dans un projet « biodiversité et paysage » porté par le syndicat des producteurs en partenariat avec des établissements d'enseignement supérieur et de recherche (Sigwalt *et al.*, 2012). L'objectif central de ce projet est de renforcer la biodiversité générale au sein du vignoble. L'effet attendu est de contribuer au maintien d'une flore et d'une faune spontanées avec l'espoir que celles-ci contribueront au contrôle des ravageurs de la vigne.

Il ne s'agit pas dans ce projet de mettre en place des aménagements ciblés pour renforcer certains taxons qualifiés de fonctionnels dans le service de régulation (Uyttenbroeck *et al.*, 2015). En effet, compte tenu de la complexité des agro-écosystèmes et des moyens disponibles, la posture choisie a été de considérer qu'une diversification des habitats dans l'espace de production pouvait avoir globalement un rôle positif sur les services de régulation (Bianchi *et al.*, 2006) et de conservation (Le Roux *et al.*, 2008).

Des espaces appelés « zones écologiques réservoirs » ont été aménagés sur les espaces interstitiels existants comme les tournières, talus, chemins, bords de routes, haies, murs, friches. Les aménagements proposés correspondent à des plantations d'espèces ligneuses indigènes, plus ou moins hautes, *a priori* non favorables aux ravageurs de la vigne, et sélectionnées dans une liste d'essences définie par le Conseil Général dans le cadre de sa politique de soutien à la plantation de haies. Les territoires des domaines viticoles sont très morcelés et imbriqués les uns aux autres ; il est donc nécessaire de mobiliser un nombre important de viticulteurs pour pouvoir mettre en place des aménagements au sein du vignoble. Le parti-pris du projet a donc été de proposer à l'ensemble des viticulteurs des actions d'envergure limitée, ne remettant pas en cause la gestion des parcelles, plutôt que de développer des opérations plus ambitieuses avec un petit nombre d'acteurs. Néanmoins, après trois campagnes de plantation, les aménagements proposés par des viticulteurs volontaires à des endroits choisis par eux, en fonction de critères liés à leurs seules aspirations, étaient dispersés et peu nombreux.

### Suivi des ravageurs et influence de la structure du paysage

Parallèlement, un réseau de 30 pièges attractifs a été mis en place, conçu pour suivre les populations des quatre principaux insectes ravageurs de la vigne : *Lobesia botrana* (eu-démis), *Eupoecilia ambiguella* (cochyliis), *Empoasca vitis* (cicadelle verte), *Scaphoideus titanus* (cicadelle de la Flavescence dorée). Le voisinage de chacun des pièges a été caractérisé par une quantification des proportions des différents types d'occupation du sol sous SIG (van Helden *et al.*, 2007). Dès les premières années de suivi, la distribution spatiale de certains insectes ravageurs semblait être influencée par le contexte paysager dans lequel se trouvaient les pièges. Les

individus de *Lobesia botrana* capturés étaient plus nombreux dans les pièges positionnés dans un contexte de vigne homogène que dans ceux positionnés dans un contexte de mosaïque d'occupation du sol plus diversifiée, par contre la réponse était inverse pour les individus d'*Empoasca vitis* (van Helden *et al.*, 2007 ; Pain *et al.*, 2010). Ces résultats contradictoires illustrent la difficulté de traduire ce type de résultats en préconisation d'aménagement. Dans le cadre de ce projet, et compte tenu du fait que *Lobesia botrana* inflige plus de dégâts qu'*Empoasca vitis* en Saumur-Champigny, l'objectif général d'introduction de milieux semi-naturels dans le vignoble n'a pas été remis en cause.

### Démarche d'élaboration d'un plan d'aménagement

Après trois ans, le projet montrait bien les limites d'une action organisée collectivement mais non pensée collectivement. Les aménagements mis en œuvre par chaque domaine viticole n'étaient pas mis en cohérence à l'échelle de l'appellation, l'inscription dans un projet collectif n'apportait donc pas de plus-value écologique. Pour accompagner les viticulteurs dans un raisonnement à l'échelle du paysage, une démarche simple et facilement appropriable a été co-construite par les acteurs scientifiques et techniques. Inspirée d'approches plus souvent développées en *landscape planning*, notamment dans des réflexions liées à l'urbanisme, celle-ci se base sur des règles générales inspirées des travaux d'écologie - notamment d'écologie du paysage - et traduites en concepts spatiaux (au sens d'Ahern, 2005) guidant les choix d'aménagement. Ce sont les résultats de cette deuxième phase - le plan et sa mise en œuvre - qui seront présentés et discutés dans la suite de cet article.

## Résultats

### Plan d'aménagement

Le plan élaboré suit trois grands principes utilisés comme trois hypothèses de travail et permettant de formuler des orientations d'aménagement : (i) diminuer l'homogénéité des espaces de production peut favoriser la biodiversité et limiter les risques de pullulation de ravageurs spécialistes (Gliessman, 2000) ; (ii) plus les espaces semi-naturels seront grands, plus ils pourront contribuer au maintien d'une diversité d'espèces spontanées (Forman, 1995) ; (iii) lorsqu'un milieu semi-naturel est fragmenté, renforcer les connexions pour favoriser les flux d'individus entre les fragments au sein du paysage augmente les chances de maintien des populations inféodées à ce milieu (Fry, 1994).

De ces principes découlent les orientations d'aménagement suivantes : (i) rompre l'uniformité des plus grands espaces viticoles continus en y insérant des espaces semi-naturels (zones écologiques réservoirs) ; (ii) implanter si possible des « taches » de milieux semi-naturels, les plus grandes possibles, en étendant par exemple des lambeaux existants (intérêt des milieux « âgés ») ; (iii) relier autant que possible les fragments entre eux, par des éléments linéaires ou des éléments relais ; (iv) l'ensemble des petits aménagements doit être perçu comme un réseau intégrant, ou reliant les plus grands espaces semi-naturels entre eux.

Pour mettre en œuvre ces orientations et hiérarchiser les actions, des zones d'intervention prioritaire ont été définies, correspondant aux espaces de monoculture de vigne éloi-

gnés de plus de 400 m d'un boisement. Ceci a été effectué sous SIG à partir de données géographiques du Parc Naturel Régional Loire Anjou Touraine permettant de localiser les boisements d'au moins 0,5 ha. La distance de 400 mètres a été choisie pour sélectionner en priorité les cœurs d'espaces de monoculture. Au total dix zones ont été identifiées couvrant approximativement un quart du vignoble (figure 1). Chacune de ces zones est alors considérée comme une unité cohérente d'aménagement dans laquelle le syndicat pourra effectuer un travail d'animation spécifique avec le groupe de viticulteurs concernés.

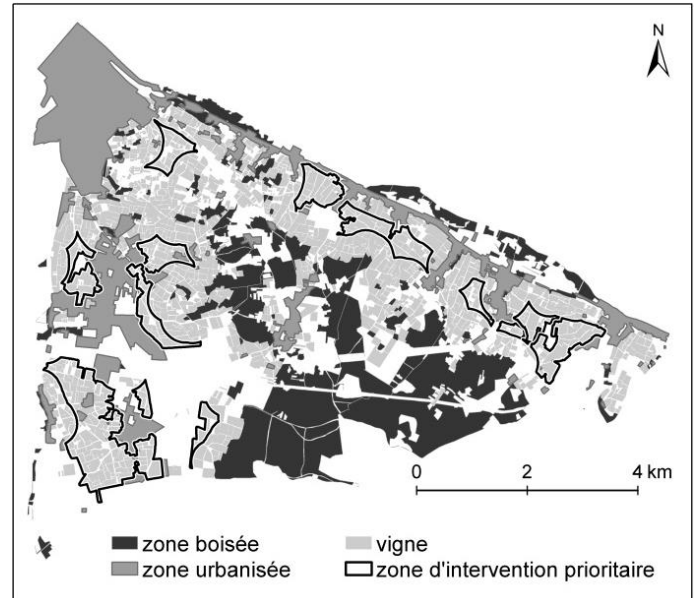


Figure 1 : zones d'intervention prioritaire définies dans le vignoble de Saumur-Champigny.

Figure 1: Priority areas defined in the Saumur-Champigny vineyard.

Une visite de terrain est effectuée par l'animatrice du syndicat dans chaque zone d'intervention pour inventorier les espaces non cultivés potentiellement aménageables sans interférer avec la gestion des parcelles. A partir de ces relevés, une stratégie d'aménagement est définie pour chaque zone en fonction de la configuration des milieux semi-naturels déjà présents et des opportunités d'aménagement relevées sur le terrain. Suivant les contextes, deux types de stratégie d'aménagement ont pu être proposés : (i) une stratégie axée sur la création de corridors entre les espaces semi-naturels existants, pouvant augmenter la connectivité du paysage pour tout un cortège d'espèces et/ou agir comme barrière limitant la propagation d'insectes ravageurs volant de parcelle à parcelle ; (ii) une stratégie axée sur la création ou le renforcement de taches de milieux semi-naturels non connectés les uns aux autres (*stepping stones*). Ces stratégies d'aménagement, correspondant à des schémas d'intention, sont ensuite traduites en plan d'aménagement dans lesquels des plantations sont proposées sur les sites potentiellement aménageables identifiés sur le terrain.

L'ensemble de ce travail – les propositions d'aménagement et leur justification – est alors présenté aux viticulteurs concernés lors d'une réunion organisée pour identifier les viticulteurs travaillant sur chaque zone d'intervention. Un rendez-vous est ensuite fixé avec chacun d'entre eux pour discuter du projet sur le terrain, avec une personne de la chambre d'agriculture en soutien technique. Si le viticulteur

est d'accord pour aménager certains espaces, un dossier est rempli avec toutes les informations concernant la localisation, le type d'aménagement et la liste des végétaux à planter. Les informations concernant l'ensemble des projets de plantations des viticulteurs volontaires sont regroupées à chaque saison pour permettre au syndicat et à la chambre d'agriculture de gérer l'approvisionnement en plants pour l'ensemble des chantiers. Parallèlement à ce travail d'animation auprès des viticulteurs, des réunions d'information sont faites dans les communes et auprès de certaines entreprises pour les informer et leur proposer de participer au projet en effectuant des plantations sur les terrains qu'ils gèrent.

### Nombre de sites et linéaire aménagés

Au cours des cinq campagnes de plantations organisées par le Syndicat des producteurs, 272 sites ont été aménagés,

Campagne	Nombre de sites	Nombre de planteurs	Longueur totale (m)	Longueur totale par phase du projet (m)
2005-2006	26	17	2172	7741
2006-2007	30	17	2036	
2007-2008	43	20	3533	
2008-2009	94	50	6336	12436
2009-2010	79	36	6100	
Total	272	81 différents	20177	

Tableau 1 : Bilan des plantations effectuées lors des cinq campagnes de plantations. La première phase précède l'élaboration du plan d'aménagement, la seconde correspond aux actions menées dans le cadre du plan d'aménagement.

Table 1: Results of the five planting campaigns. The first phase took place before the planting strategy was implemented, the second corresponds to actions resulting from this strategy.

### Nature des aménagements effectués

Trente-cinq plantes différentes parmi celles proposées par le Conseil Général ont été utilisées. En moyenne, chaque aménagement contient près de six espèces végétales distinctes. Les végétaux les plus employés sont majoritairement des arbrisseaux, arbustes et arbres fruitiers (11 829 plants). Viennent ensuite les plantes grimpantes, rampantes et les sous-arbrisseaux, de plus petite taille (4549 plants), et les arbres de plus grande taille conduits en haut-jet (453 plants). Les plantes les plus utilisées sont le troène commun (*Ligustrum vulgare*), le fusain d'Europe (*Euonymus europaeus*), la viorne lantane (*Viburnum lantana*), et le groseillier sauvage (*Ribes rubrum*). Ils sont tous présents dans plus de la moitié des aménagements. Soixante aménagements (soit 22 % d'entre eux) contiennent au moins un arbre de haut-jet.

La nature des aménagements a également évolué suite à la mise en œuvre du plan d'aménagement (figure 2). La part d'aménagements bas composés strictement de plantes grimpantes, rampantes et de sous-arbrisseaux, marginale durant les trois premières campagnes de plantations, a considérablement augmenté lors de la mise en œuvre du plan pour représenter près de 20% des aménagements. Les aménagements buissonnants (sans futurs hauts-jets et composés majoritairement d'arbrisseaux, arbustes et arbres fruitiers et ne devant pas dépasser deux mètres à terme) représentent plus de la moitié des aménagements plantés chaque année, et ont augmenté. Ceux comprenant au moins un arbre de haut-jet restent minoritaires malgré une légère augmentation dans le cadre de la mise en œuvre du plan d'aménagement.

totalisant plus de 20 km de linéaire et impliquant 81 planteurs différents (tableau 1). De 2005 à 2008, 38 planteurs différents ont planté un total de 7,7 km de linéaire. Lors de la mise en œuvre du plan d'aménagement, entre 2008 et 2010, 66 planteurs différents ont participé à la plantation d'un total de 12,4 km. Sur l'ensemble des deux périodes de plantations (avant et après élaboration du plan), 78 des 131 exploitants viticoles recensés par le syndicat ont participé aux plantations, ce qui représente un peu moins de 60 % d'entre eux. Trois communes se sont également impliquées en plantant au total 550 m de linéaire, ainsi qu'une entreprise (60 m) et un particulier (100 m). Au cours des cinq campagnes, chaque planteur a en moyenne permis la mise en place de 249 m de linéaire.

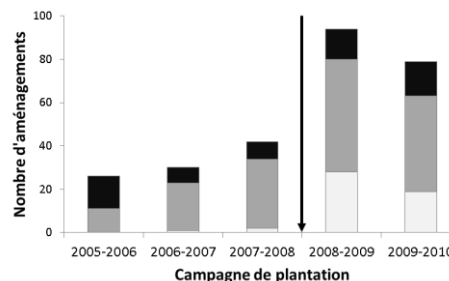


Figure 2 : Nombre d'aménagements réalisés pour chaque campagne, par strate de végétation. La flèche marque la mise en place du plan d'animation. En noir : aménagements contenant au moins un arbre de haut jet. En gris : aménagements arbusustif buissonnant pouvant atteindre au plus deux mètres. En gris pâle : couvert végétal bas composé de ligneux rampants et grimpants.

Figure 2: Number of habitats created during each campaign, per vegetation layer. The arrow marks the start of the strategy's implementation. In black, habitats containing at least one tall tree. In grey, shrubby or bushy habitats that will grow taller than 2m. In pale grey, low-growing plant cover composed of woody creepers or climbers.

### Distribution spatiale des aménagements effectués

Les aménagements, plus nombreux lors des deux dernières années, ont également été plus concentrés dans et autour des zones prioritaires. La coordination des aménagements dans le cadre de la mise en œuvre du plan a permis d'accroître la connectivité des espaces aménagés entre eux et avec les boisements préexistants (figure 3).



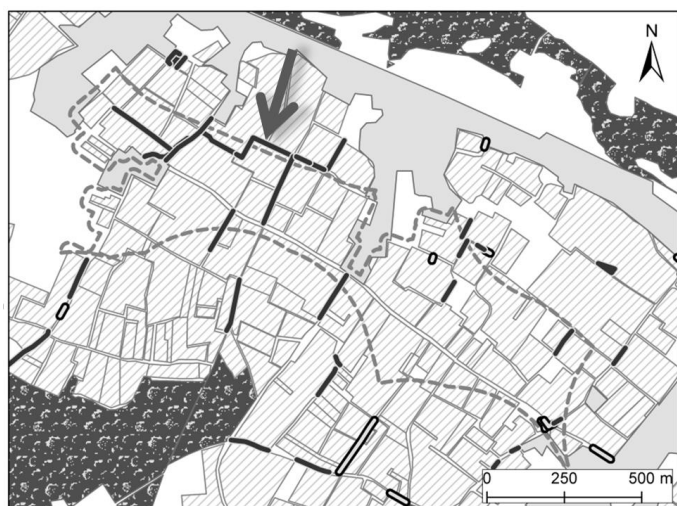


Figure 3 : Plantations effectuées dans une des dix zones d'intervention prioritaire. La première période correspond aux aménagements effectués avant la définition du plan d'aménagement ; la deuxième période correspond à la mise en œuvre du plan. L'ensemble continu de haies pointé par la flèche résulte de la mobilisation de quatre domaines viticoles différents.

Figure 3: Plantations undertaken in one of the ten priority areas. The first phase took place before the planting strategy was implemented, the second corresponds to actions resulting from this strategy. The continuous length of hedgerow indicated by the arrow is a result of the involvement of four different wine-growers.

## Discussion

### L'intérêt du plan

Lorsque l'on compare les résultats des trois premières campagnes de plantations à ceux obtenus lors des deux campagnes suivantes correspondant à la mise en œuvre du plan d'aménagement, on observe une nette augmentation du nombre de sites et du linéaire aménagés par an (environ 2,5 fois plus de chaque). De même, le nombre de structures mobilisées par an est passé de 38 à 66.

Le plan d'aménagement et l'animation qui l'accompagnait sa mise en œuvre ont donc eu un effet positif important sur le recrutement des planteurs et l'aménagement de sites. Deux raisons peuvent l'expliquer : soit la définition d'un plan d'aménagement, par le sens que celui-ci donne aux actions proposées, favorise l'appropriation du projet collectif par chaque viticulteur qui l'intègre dans sa façon de gérer ses bords de parcelles ; soit l'animation et le soutien logistique, développés sur chaque zone d'intervention, sont tels que les viticulteurs n'ont qu'à accepter que le syndicat implante des végétaux aux abords de leurs parcelles. Une série d'enquêtes sociologiques et agronomiques menées en 2009 a montré que les viticulteurs sont essentiellement préoccupés par les espaces productifs de leurs parcelles viticoles : les bordures de parcelles et les objets qui les composent ne sont pas évoqués spontanément, même lorsqu'ils viennent d'être plantés de haies. Lorsqu'ils participent au projet d'aménagement, le choix des espèces composant les plantations - voire de l'emplacement de celles-ci - est fréquemment délégué à des agents de développement (Sigwalt et al., 2012). Il semble donc que le plan et sa justification n'aient pas été pleinement partagés avec l'ensemble des viticulteurs qui ne considèrent pas ces espaces dans leur raisonnement agronomique de la conduite du vignoble. Néanmoins ce projet a modifié leurs regards sur les espaces interstitiels non productifs dont ils perçoivent maintenant l'intérêt potentiel.

Dans le cadre d'un projet d'aménagement du paysage, d'autres acteurs non agricoles peuvent intervenir. Le plan, de par le support cartographique qu'il produit, est intéressant car il permet d'identifier et de localiser précisément le type d'aménagements que des particuliers, des entreprises ou des collectivités peuvent mettre en place pour s'intégrer au projet.

La mobilisation dont les viticulteurs ont fait preuve est forte, plus de la moitié d'entre eux ayant effectué des plantations. Ceci montre qu'il est possible de concevoir et mettre en œuvre une action collective d'aménagement des bords de parcelles au sein d'un vignoble. A ce titre, ce projet peut être considéré comme une réussite collective. Néanmoins, compte tenu de la double motivation des viticulteurs portant d'une part sur le maintien de la biodiversité et le renforcement des services écologiques et d'autre part sur un accroissement de notoriété de l'appellation, il n'est pas possible de conclure sur la possibilité de mobiliser un collectif de producteurs dans le seul cadre d'un projet d'aménagement en faveur de la biodiversité. De même, le suivi des ravageurs, dans un réseau d'une trentaine de pièges, a pu être considéré comme une garantie par les viticulteurs, leur permettant de plus facilement s'engager malgré l'impossibilité de prédire avec certitude les effets du projet sur les populations d'insectes.

### Effet sur la biodiversité

Les aménagements sont majoritairement composés de haies arbustives pouvant atteindre deux mètres de hauteur et de couverts bas de ligneux rampant ou grimpant sur des talus ou murets existants. Ils sont implantés pour correspondre à des zones écologiques réservoir définies comme « des espaces non cultivés, sans apports de pesticides et de fertilisants (haies, abords enherbés, murets...) » dont l'intérêt est de « promouvoir et maintenir une diversité biologique, pour privilégier les mécanismes de régulation naturels au sein de l'agroécosystème viticole » (site internet du Syndicat des producteurs de Saumur-Champigny). La multiplication de tels espaces au sein du vignoble est intéressante car elle permet de maintenir des couverts végétaux permanents et peu perturbés potentiellement favorables à la préservation d'une flore et d'une faune spontanée.

Néanmoins, cet intérêt ne vaut que si ces aménagements ne sont pas mis en place aux dépens de couverts végétaux déjà en place et potentiellement riches. En effet, dans le cadre d'un projet de recherche du programme DIVA, des inventaires floristiques mis en œuvre dans 12 fenêtres de 1x1 km réparties sur l'ensemble du vignoble ont révélé la présence de 530 espèces de plantes dont 35 se trouvant sur liste rouge régionale. Une part importante de ces espèces se maintient dans les espaces interstitiels du vignoble pouvant correspondre aux sites aménagés dans le cadre du projet porté par le syndicat (Pithon et al., 2015). Ainsi, l'objectif d'aménagement du projet est certainement à questionner. En effet, la démarche mise en œuvre peut inciter les viticulteurs à planter un nouveau couvert végétal, y compris dans des espaces dans lesquels ils souhaitent conserver une végétation basse (contraintes liées aux passages d'engin, à la compétition avec la culture, aux relations de voisinage...). Dans ces cas il aurait été plus pertinent de modifier les pratiques de gestion du couvert, potentiellement riche, plutôt

que de le remplacer par une plantation de quelques essences ligneuses basses.

De même, une étude ornithologique, menée sur le territoire de l'AOC, a mis en évidence une forte richesse globale de la mosaïque paysagère mais un effet négatif de la vigne sur la grande majorité des 93 espèces présentes. La plupart des seulement 16 espèces d'oiseaux qui se trouvaient fréquemment dans les parcelles de vigne sélectionnaient majoritairement des habitats semi-naturels souvent arbustifs ou arborescents. Malgré la forte disponibilité de vignes, une seule espèce, l'alouette lulu *Lulula arborea*, sélectionnait positivement cet habitat ; trois autres spécialistes des milieux agricoles ouverts : le pipit farlouse *Anthus pratensis*, la linotte mélodieuse *Carduelis cannabina* et l'alouette des champs *Alauda arvensis* utilisaient indifféremment vignes et habitats semi-naturels (Pithon *et al.*, 2015). Ces résultats, et d'autres (Filippi-Codaccioni *et al.*, 2010) montrent que l'augmentation de l'hétérogénéité par la plantation d'arbustes et d'arbres favoriserait certainement des espèces généralistes mais pas nécessairement ces espèces spécialistes des milieux agricoles, qui sont globalement en déclin à l'échelle nationale et européenne. Certaines, comme l'alouette des champs, sont même négativement influencées par la présence de ligneux adjacents aux parcelles (Donald *et al.*, 2001).

Le suivi des ravageurs via le réseau de pièges permettra d'observer l'évolution de ces populations au fur et à mesure du développement et de la croissance des infrastructures écologiques nouvellement implantées. Cependant, il n'a pas été prévu d'évaluation directe de l'impact des aménagements sur des processus écologiques fins tels que la prédation des ravageurs par des organismes entomophages. Ceci peut être considéré comme une limite de la démarche mais permet une plus large prise en compte des enjeux liés à la préservation de la biodiversité dans les paysages agricoles tout en suivant les organismes qui impactent en premier lieu l'activité viticole : les ravageurs.

## Conclusion

Ce projet biodiversité et paysage, coordonné par le syndicat des producteurs de Saumur-Champigny, est une des premières, voire la première, initiative collective visant à implanter des aménagements en faveur de la biodiversité à l'échelle d'un paysage agricole couvrant l'ensemble d'une AOC.

Cette expérience montre qu'il est possible, sans rogner les parcelles, de mobiliser des espaces pour y implanter des couverts végétaux pérennes. Elle montre aussi qu'un collectif de producteurs peut se mobiliser pour cela, notamment si une animation et un accompagnement technique sont mis en œuvre et que des retombées positives en terme de promotion ou de suivi de ravageurs sont attendues. Enfin, elle illustre le bénéfice réciproque tiré d'une collaboration entre groupement de producteurs et enseignants-chercheurs.

La démarche générale et le plan élaboré ont pu être mobilisés par les agents de développement pour concentrer leur action et renforcer leur argumentaire. Par contre ce plan, et les principes qui ont été formulés pour le concevoir, semblent peu partagés avec les viticulteurs et ceux-ci présentent

des difficultés à intégrer la question de la gestion des bords de parcelles dans leurs raisonnements agronomiques.

Le fait de ne proposer que des actions d'aménagement de ligneux, sans effectuer d'inventaire floristique et sans aborder la question de la gestion des bordures de champs existantes peut, sur certains sites, conduire à un appauvrissement de la richesse floristique. De même, l'implantation d'arbres et d'arbustes dans le vignoble peut favoriser des espèces d'oiseaux généralistes au détriment d'espèces spécialistes des milieux agricoles.

Concernant l'effet des aménagements sur l'entomofaune et le contrôle des ravageurs de la vigne celui-ci est très difficile à évaluer car le paysage est le siège de nombreuses modifications non contrôlées et, de plus, aucun inventaire global n'a précédé le projet. Cependant on peut supposer que la diversification des habitats, et une meilleure connectivité des habitats semi-naturels (minoritaires dans une matrice de vigne) contribueront positivement au maintien de la biodiversité des arthropodes et du service de régulation biologique (Tscharrntke *et al.*, 2007).

Plus généralement, les effets d'un programme d'aménagement du paysage sur la biodiversité n'étant pas tous prévisibles, un état initial et un suivi à long terme sont nécessaires. Dans cette expérience un réseau de suivi des effectifs de ravageurs a été mis en place, qui se poursuit au sein de l'appellation, et pourra être mobilisé pour évaluer les effets des aménagements sur le service de régulation d'ici quelques années, lorsque les végétaux plantés se seront développés. Par contre l'absence de suivi de la biodiversité (état initial et évolution) ne permet pas d'évaluer le réel impact des aménagements sur cette ressource naturelle.

Enfin, en complément de ces réflexions centrées sur l'augmentation des milieux semi-naturels entre les parcelles de vigne, il serait également pertinent de prendre en considération la diversité des pratiques de production au sein des parcelles (e.g. : entretien du sol sur les inter-rangs). En effet la diversité de pratiques au sein de la mosaïque de culture peut avoir une influence sur la distribution des organismes (Vasseur *et al.*, 2013).

## Remerciements

Ces travaux ont bénéficiés de financements de la Région des Pays-de-la-Loire (appel à projets « Dynamiques de filières »), du Ministère en charge de l'écologie (Programme « DIVA : action publique agriculture et biodiversité ») et du soutien de l'École supérieure d'agriculture, d'AGROCAMPUS OUEST et du Syndicat des producteurs de Saumur-Champigny. Nous remercions Thierry Germain, Krishna Lester, Fredrick Filiatreau et tous les autres viticulteurs avec qui nous avons échangé, ainsi que Marie-Anne Simonneau, du syndicat des producteurs de Saumur-Champigny, Armelle Vinet de la Chambre d'agriculture du Maine-et-Loire et VITINNOV, ainsi que Robin Goffaux et Timothée Touzé.

## Références bibliographiques

Ahern, J., 2005. Theories, methods and strategies for sustainable landscape planning. In Tress, B., Tress, G., Fry, G., Opdam, P. (Eds). From landscape research to landscape planning: aspects of integration, education and application. *Wageningen UR Frontis Series* 12, 119-131.

- Bavard, D., Blandin, P., Chevassus au Louis, B., et al., 2009. *Stratégie nationale pour la biodiversité: propositions d'évolution du plan d'action "agriculture."* Conseil général de l'agriculture de l'alimentation et des espaces ruraux. Ministère de l'agriculture et de la pêche.
- Benton, T.G., Vickery, J.A., Wilson, J.D., 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology and Evolution* 18, 182-188.
- Bianchi, F.J.J., Booij, C.J., Tschamtkke, T., 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proc R Soc B Biol Sci* 273, 1715-1727.
- Donald, P.F., Evans, A.D., Buckingham, D.L., Muirhead, L.B., Wilson, J.D., 2001. Factors affecting the territory distribution of Skylarks *Alauda arvensis* breeding on lowland farmland. *Bird Study* 48, 271-278.
- FAO, 2014. *FAO statistical yearbook*. Europe and Central Asia food and agriculture. Food and agriculture organization of the United Nations. Regional office for Europe and Central Asia, Budapest.
- Fiedler, A.K., Landis, D.A., Wratten, S.D., 2008. Maximizing ecosystem services from conservation biological control: The role of habitat management. *Biological Control* 45, 254-271.
- Filippi-Codaccioni O., Devictor, V., Bas, Y., Clobert, J., Juillard, R., 2010. Specialist response to proportion of arable land and pesticide input in agricultural landscapes. *Biological Conservation* 143, 883-890.
- Forman, R.T.T., 1995. *Land Mosaics. The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press.
- Fry, G., 1994. The role of field margins in the landscape. In *British Crop Protection Council Monograph no.58*, 31-40.
- Gascuel-Oudou, C., Magda, D., 2015. Gérer les paysages et les territoires pour la transition agroécologique. *Innov Agron* 43, 95-106.
- Gillespie, M., Wratten, S.D., 2012. The importance of viticultural landscape features and ecosystem service enhancement for native butterflies in New Zealand vineyards. *J Insect Conserv* 16, 13-23.
- Gliessman, S.R., 2000. *Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture*. Lewis Publishers.
- Griffon, M., 2007. *Pour des agricultures écologiquement intensives*. Groupe ESA, Angers (France).
- Hietala-Koivu, R., Jarvenpaa, T., Helenius, J., 2004. Value of semi-natural areas as biodiversity indicators in agricultural landscapes. *Agric Ecosyst Environ* 101, 9-19.
- Kremen, C., Williams, N.M., Thorp, R.W., 2002. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proc Natl Acad Sci* 99, 16812-16816.
- Le Roux, X., Barbault, R., Baudry, J., Burel, F., Doussan, I., Garnier, E., Herzog, F., Lavorel, S., Lifran, R., Roger-Estrade, J., Sarthou, J.P., Trommetter, M. (Eds), 2008. *Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies*. Expertise scientifique collective, rapport INRA, France.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Mitchell, M.G.E., Bennett, E.M., Gonzalez, A., 2013. Linking Landscape Connectivity and Ecosystem Service Provision: Current Knowledge and Research Gaps. *Ecosystems* 16, 894-908.
- Pain, G., Pithon, J., van Helden, M., Simonneau, M.A., 2010. *The preservation of wine-growing areas in terms of sustainable agriculture, management of natural habitats and biodiversity conservation. An example: biodiversity in a wine-growing region*. VITOUR European World Heritage vineyards (Interreg IIIc), 2nd technical seminar, Krems (AUT).
- Pithon, J., Beaujouan, V., Daniel, H., Pain, G., Vallet, J., 2015. Are vineyards important habitats for birds at local and landscape scales? *Basic Appl Ecol*. doi: 10.1016/j.baae.2015.12.004.
- sCBD, 2014. *4ème édition des Perspectives mondiales de la diversité biologique*. Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, Montréal.
- Scherr, S.J., McNeely, J.A., 2008. Biodiversity conservation and agricultural sustainability: towards a new paradigm of "ecoagriculture" landscapes. *Philos Trans R Soc B Biol Sci* 363, 477-494.
- Sigwalt, A., Pain, G., Pancher, A., Vincent, A., 2012. Collective innovation boosts biodiversity in French vineyards. *Journal of Sustainable Agriculture* 36, 337-352.
- Steingröver, E.G., Geertsema, W., van Wingerden, W.K.R.E., 2010. Designing agricultural landscapes for natural pest control: a transdisciplinary approach in the Hoeksche Waard (The Netherlands). *Landsc Ecol* 25, 825-838.
- Stoate, C., Báldi, A., Beja, P., et al., 2009. Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe - A review. *J Environ Manage* 91, 22-46.
- Touzé, T., 2011. *Bilan des actions d'aménagement "Biodiversité & Paysage" menées dans l'AOC Saumur-Champigny*. Master 2 STUE-CBE, Université de Nantes.
- Tschamtkke, T., Bommarco, R., Clough, Y., Crist, T.O., Kleijn, D., Rand, T.A., Tylianakis, J.M., van Nouhuys, S., Vidal, S., 2007. Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale. *Biological Control* 43, 294-309.
- Tschamtkke, T., Klein, A.M., Kruess, A., Steffan-Dewentter, I., Thies, C., 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - ecosystem service management. *Ecology Letters* 8, 857-874.
- Uyttenbroeck, R., Hatt, S., Piqueray, J., Paul, A., Bodson, B., Francis, F., Monty, A. 2015. Creating Perennial Flower Strips: Think Functional! *Agric Agric Sci Procedia* 6, 95-101.
- Vandermeer, J., Perfecto, I., 2007. The Agricultural Matrix and a Future Paradigm for Conservation. *Conserv Biol* 21, 274-277.
- Van Helden, M., Guenser, J., Fulchin, E., 2012. Viticulture, Landscape and Functional Biodiversity: Agronomy, Ecology, Sociology and Economy. In Holland, J., Gerowitt, B., Alomar, O., Bianchi, F., Eggenschwiler, L., van Helden, M., Moonen, C., Poehling, H.M., Rossing, W. (Eds). *Landscape manage-*

ment for functional biodiversity. IOBC wprs Bulletin, Lleida, 207-211.

Van Helden, M., Pain, G., Pithon, J., 2007. Landscape characteristics influencing pest populations in viticulture. In Lozzia G.C., Lucchi, A., Ragusa di Chiara, S., Tsolakis, H. (Eds). *Integrated protection in viticulture*. IOBC wprs Bulletin, Marsala, 369-373.

Vasseur, C., Joannon, A., Aviron, S., Burel, F., Meynard, J.M., Baudry, J., 2013. The cropping systems mosaic: How does the hidden heterogeneity of agricultural landscapes drive arthropod populations? *Agric Ecosyst Environ* 166, 3-14.

Viers, J.H., Williams, J.N., Nicholas, K.A., *et al.* 2013. Viticulture: pairing wine with nature. *Conserv Lett* 6, 287-299.