Programme de recherche ITTECOP

INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS TERRESTRES, ECOSYSTEMES ET PAYSAGES

Rapport final d'activité

Date de remise : 27/12/15

IRCC – INTERFACES ROUTES-CHAMPS CULTIVES

LA GESTION DIFFERENCIEE DES BORDS DE ROUTE INDUIT-ELLE DES PROBLEMES PARTICULIERS D'ADVENTICES DANS LES CHAMPS CULTIVES ?

Responsable scientifique : Francesca DI PIETRO

UMR CITERES, Tours

Email : **dipietro@univ-tours.fr** Téléphone : **02 47 36 74 26**

Date d'engagement subvention : DATE
Montant du budget : 10.000 €
Participants au projet : C. Chaudron, F. Di Pietro

Résumé court

Les emprises des infrastructures linéaires de transport terrestre, soit l'ensemble de l'infrastructure proprement dite et de ses dépendances, jouent un rôle contradictoire sur la biodiversité. L'étude de ces influences s'est surtout focalisée sur le réseau routier et a conduit à l'émergence récente d'un champ disciplinaire : l'écologie des routes. Cette recherche porte sur la dimension transversale des continuités écologiques potentiellement apportées par les dépendances vertes des infrastructures linéaires de transport terrestre dans les paysages agricoles ; ses objectifs sont d'étudier les effets de la gestion de la végétation de l'interface route-champ cultivé sur la biodiversité végétale de cet espace, et d'élargir la réflexion aux emprises d'autres infrastructures linéaires de transport terrestre et notamment aux réseaux de transport d'énergie. Nos résultats montrent que la gestion de ces espaces est double -routière et agricole-, intense, et source de conflits latents ou exprimés. Les pratiques de gestion agricole en bord de route sont liées au paysage dans lequel les agriculteurs enquêtés travaillent et aux représentations de cet espace et de sa gestion routière. Les effets des opérations de gestion, et notamment de la fréquence et de la date de tonte, sur la diversité de la végétation sont contrastés ; les échanges transversaux potentiels des espèces végétales entre les bords de route et les champs cultivés adjacents sont peu connus. Certaines espèces végétales peuvent se développer indifféremment dans la bordure herbacée et dans le champ cultivé, constituant ainsi un risque malherbologique potentiel. Les emprises électriques, moins denses et plus dispersées dans les paysages agricoles que les bords de routes, pourraient constituer un corridor écologique discontinu, dit en « pas japonais », afin de renforcer la Trame Verte et Bleue. Des programmes de gestions efficaces sur une infrastructure linéaire de transport terrestre devraient donc être établis en fonction du paysage environnant, des effets potentiels sur la végétation des milieux adjacents et en association avec les riverains. Une recherche sur la contribution réelle et potentielle des emprises au réseau écologique permettrait de combler les lacunes sur l'insertion paysagère des infrastructures linéaires de transport terrestre.

Résumé

Les emprises des infrastructures linéaires de transport terrestre, soit l'ensemble de l'infrastructure proprement dite et de ses dépendances, jouent un rôle contradictoire sur la biodiversité. L'étude de ces influences s'est surtout focalisée sur le réseau routier et a conduit à l'émergence récente d'un champ disciplinaire : l'écologie des routes. Les routes et leurs abords sont considérées comme des barrières, mais aussi comme des habitats et des corridors pour les espèces car, par leur continuité et leur pérennité, elles représentent des habitats linéaires herbacés importants pour la conservation de la biodiversité, dans le contexte de raréfaction des habitats herbacés pérennes typique des régions de plaine cultivée, où la surface en prairie permanente diminue de façon continue depuis plusieurs décennies. Jusqu'à présent, l'écologie des routes s'est peu focalisée sur l'étude de la connectivité que peuvent introduire les bords des routes vis-à-vis des milieux adjacents, notamment des parcelles agricoles. C'est sur cette connectivité entre bords de route et parcelles agricoles que portent nos recherches, centrées sur la dimension transversale des continuités écologiques potentiellement apportées par les dépendances vertes des infrastructures linéaires de transport terrestre. Le projet IRCC (Interfaces Routes-Champs Cultivés) se focalise sur les paysages agricoles, qui représentent la majeure partie de l'espace rural. Les objectifs de ce projet exploratoire sont d'étudier les effets de la gestion de la végétation de l'interface route-champ cultivé sur la biodiversité végétale de cet espace, et d'élargir la réflexion engagée sur le réseau routier aux emprises d'autres infrastructures linéaires de transport terrestre et notamment aux réseaux de transport d'énergie. Les méthodes mises en œuvre sont issues de l'écologie végétale, des sciences sociales et de la géographie. Nos résultats montrent que la gestion de ces espaces est double -routière et agricole-, intense, et source de conflits latents ou exprimés. Les pratiques de gestion agricole en bord de route sont liées au paysage dans lequel les agriculteurs enquêtés travaillent et aux représentations de cet espace et de sa gestion routière. Les effets des opérations de gestion, et notamment de la fréquence et de la date de

tonte, sur la diversité de la végétation sont contrastés ; les échanges transversaux potentiels des espèces végétales, et en particulier des adventices des cultures, entre les bords de route et les champs cultivés adjacents, sont peu connus. A l'exception de quelques travaux, les effets des pratiques de gestion appliquées en bordure extérieure du champ sur la végétation de la bordure intérieure du champ cultivé ont été peu étudiés jusqu'à présent. Or, si une majorité d'espèces végétales sont caractéristiques de la bordure herbacée ou du champ cultivé, certaines d'entre elles peuvent se développer indifféremment dans ces deux habitats, constituant ainsi un risque malherbologique potentiel.
Les emprises électriques sont bien moins denses et plus dispersées dans les paysages agricoles que les bords de routes ; les rares études réalisées en paysage agricole, dans les régions Centre et Nord-Pas-de-Calais montrent qu'elles pourraient constituer un corridor écologique discontinu, dit en « pas japonais », afin de renforcer la Trame Verte et Bleue. Des programmes de gestions efficaces sur une infrastructure linéaire de transport terrestre devraient donc être établis en fonction du paysage environnant, des effets potentiels sur la végétation des milieux adjacents et en association avec les riverains. Une recherche sur la contribution réelle et potentielle des emprises au réseau écologique permettrait de combler les lacunes sur l'insertion paysagère des infrastructures linéaires de transport terrestre.

Abstract

Rights-of-way of linear transportation infrastructure play a contradictory role on biodiversity. The study of these influences has been especially focused on the road network and has led to the recent emergence of a disciplinary field: road ecology. Roads and their surroundings are considered as barriers, but also as habitats and corridors for several species because, by their continuity and permanence, they represent herbaceous linear habitats for the conservation of biodiversity, in the context of scarcity of perennial herbaceous habitats. This scarcity is characteristic of crop field regions, where the surface in permanent grassland decreases continuously for several decades. So far, the ecology of roads little focused on connectivity potentially provided by roads verges towards adjacent environments, particularly crop fields. Our research focuses on this connectivity between roadside and crop fields, and on the transversal dimension of the ecological continuities potentially provided by green rights-of-way of linear transportation infrastructure. The BRCF project (Boundaries Roads – Crop Fields) focuses on agricultural landscapes, which represent most of the countryside. This exploratory project aims at studying the effects of the vegetation management of the road-field boundary on plant biodiversity of this area; it aims also at expanding the thought started on the road network to the right-of-way of other linear transportation infrastructure, and particularly to energy transport networks. The methods implemented stem from plant ecology, social sciences and geography. Our results show that these areas are managed both by road services of local authorities and by farmers, the management operations are intensive and involving potential or proven conflicts. Agricultural management of roadside is linked to the landscape in which the surveyed farmers work and to the perceptions of the roadside.
The effects of management operations and particularly the frequency and the time of mowing, on the diversity of vegetation are controversial; potential exchanges of plant species, particularly weeds, between roadsides and adjacent cultivated fields, are little known. With the exception of some publications, the effects of management practices applied in outer field boundary on the vegetation of the inner field boundary were little studied so far. However, if most of plant species are characteristic of the herbaceous border or of the crop field, some of them can grow equally in these two habitats, thus constituting a potential weed risk.
Electric rights-of-way are less dense and more scattered in agricultural landscapes than roadsides; the few studies carried out in agricultural landscapes, in the Centre and Nord regions of France show that they could constitute a discontinuous ecological corridor, in order to strengthen the green network. Programs of effective management on a linear transportation infrastructure should therefore be established based on the surrounding landscape, the potential effects on the vegetation

of adjacent environments and should involve the farmers. A research focused on the present and the potential contribution of the rights-of-way to the ecological network would fill the gaps of the integration of the linear transportation infrastructures into the landscape.

I - Rappel des objectifs

I.1 - Dimensions théoriques

L'appréciation générale des effets écologiques des infrastructures linéaires de transport terrestre (ILTT) est contrastée. Des travaux soulignent les effets négatifs des ILTT sur la biodiversité, du fait de leur rôle dans la fragmentation des paysages qui empêche ou réduit la circulation de nombreuses espèces animales et végétales. Toutefois ces infrastructures sont accompagnées de dépendances végétalisées qui, de par leur couverture végétale permanente et leur structure linéaire, peuvent également représenter des infrastructures écologiques jouant un rôle d'habitat et de corridor préférentiel de circulation des espèces (de Redon, 2008). Les emprises des ILTT (ILTTe), soit l'ensemble de l'infrastructure proprement dite et de ses dépendances, jouent ainsi un rôle contradictoire sur la biodiversité.

L'étude de ces influences s'est surtout focalisée sur le réseau routier, dont l'expansion au cours des dernières décennies a été bien documentée (Mcgarigal et al., 2001), notamment dans le cadre de travaux sur l'évolution des paysages (Bender et al., 2005 ; Haase et al., 2007 ; Ellis et al., 2009). Forman (1998) a ainsi estimé que les routes et leurs abords couvraient de 1 à 2% de la surface nationale aux Etats-Unis, mais, de par leur caractère pénétrant, leur impact écologique toucherait de 15 à 20% de la surface nationale. Aux Pays Bas la surface perturbée par le réseau routier principal couvre entre 8% et 15% de la surface nationale, en fonction de la sensibilité des espèces (Reijnen et al., 1997). La notion de « zone d'effet de la route » (*road-effect zone*) est discutée par (van der Ree et al., 2015). Ces questionnements scientifiques ont conduit à l'émergence récente d'un champ disciplinaire : l'écologie des routes ou *road ecology* (Forman, 1998; Forman et Alexander, 1998; Coffin, 2007). Dans ce champ, les routes sont considérées comme des barrières, mais aussi comme des habitats et des corridors pour les espèces, ces dernières fonctions faisant partie des effets d'atténuation (*mitigation)* du réseau routier.

Les routes comme barrières. Depuis plusieurs décennies, de nombreuses études ont mis l'accent sur l'impact fragmentant des routes sur des habitats compacts ou des réseaux écologiques (Girvetz et al., 2008; Fu et al., 2010), notamment au sein des paysages boisés ou prairiaux. En fragmentant les paysages, les routes réduisent ou empêchent la connectivité transversale entre éléments du paysage ; cet effet, particulièrement influent dans le cas des autoroutes clôturées, est dit effet de barrière (Holderegger et Di Giulio, 2010).

L'impact direct des routes sur les populations animales est lié, d'une part, à la mortalité due aux collisions avec les véhicules et, d'autre part, au déficit de développement dû aux perturbations liées au trafic, le bruit notamment. Les effets sont ainsi très différents sur les oiseaux, surtout dérangés par le bruit de la circulation (Reijnen et al., 1997 ; Wiącek et al., 2015), sur les papillons (Skórka et al., 2013), et sur les différentes espèces de petits mammifères (voir par exemple Rytwinski et Fahrig, 2007; de Redon et al., 2015). Cette conséquence de l'effet de barrière a abouti à la conception de dispositifs aptes à reconnecter les habitats fragmentés par le passage d'une ILTT, dispositifs autorisant principalement le passage de la faune, notamment des vertébrés (D'Amico et al., 2015), mais aussi de dispositifs aptes à protéger les milieux adjacents du bruit, comme les barrières anti-bruit (Reijnen et al., 1997).

Les bords de routes comme corridors et habitats. Depuis quelques années, au-delà de l'effet barrière, les études réalisées se sont également intéressées à d'autres fonctionnalités écologiques des routes, liées à leurs dépendances végétalisées : celles de corridor et d'habitat pour la faune et la flore (de Redon et al., 2015). Ces fonctions écologiques des bords de route ont été principalement mises en évidence dans des paysages intensément anthropisés et pauvres en habitats herbacés et linéaires, tels que les agroécosystèmes céréaliers. En effet, dans ces paysages de plaines cultivées,

où les prairies permanentes ont connu une diminution de leurs surfaces (Xiao et al., 2015), les bords de route peuvent constituer un élément favorable pour de nombreuses espèces végétales.
Les bords de route constituent des **corridors** préférentiels de circulation pour différentes espèces (Holderegger et Di Giulio, 2010). Ils favorisent notamment la dispersion des espèces végétales prairiales (Tikka et al., 2001) et sont parfois accusés de faciliter la dispersion d'espèces invasives (Gelbard et Belnap, 2003 ; Flory et Clay, 2005; Valtonen et al., 2006), en particulier l'ambroisie (*Ambrosia artemisiifolia*) (Joly et al., 2011). D'autres travaux montrent toutefois que les bords de routes abritent des espèces végétales invasives sans pour autant en faciliter la dispersion (Kalwij et al., 2008). Par ailleurs, la dispersion de certaines espèces entre prairies est également favorisée par le déplacement des graines dans les machines agricoles de fauche et de broyage (Strykstra et al., 1997). En tant qu'**habitat**, les bords de routes sont par ailleurs des milieux souvent riches en espèces (Forman, 1998), pour de multiples espèces d'arthropodes (Samways et al., 1997; Stiles et Jones, 1998), notamment des pollinisateurs (Saarinen et al., 2005; Hopwood, 2008; Noordijk et al., 2009) et pour de nombreuses espèces végétales (Hogbin et al., 1998; Cousins et Eriksson, 2002; Spooner et al., 2004; Le Viol et al., 2008). Pour ces dernières les bords de routes peuvent notamment partiellement compenser la raréfaction des surfaces en prairies permanentes, et constituer des habitats de substitution (Tanghe et Godefroid, 2000; Jantunen et al., 2006), le rôle de refuge augmentant avec l'âge de la route (Zeng et al., 2011).

Ainsi les emprises routières, par leur continuité et leur pérennité, représentent des habitats linéaires herbacés importants pour la conservation de la biodiversité (Viles et Rosier, 2001 ; Jacot et al, 2012), dans le contexte de raréfaction des habitats herbacés pérennes typique des régions de plaine cultivée, où la surface en prairie permanente diminue de façon continue depuis plusieurs décennies.
Jusqu'à présent, l'écologie des routes s'est peu focalisée sur l'étude de la connectivité que peuvent introduire les bords des routes vis-à-vis des milieux adjacents, notamment des parcelles agricoles. **C'est sur cette connectivité entre bords de route et parcelles agricoles que portent nos recherches.**
Ce projet est centré sur la **dimension transversale** des continuités écologiques potentiellement apportées par les dépendances vertes des infrastructures linéaires de transport terrestre (ILTT), et notamment sur les échanges d'espèces végétales entre l'emprise et l'ensemble du **paysage** traversé par l'ILTT. Cette dimension transversale a été peu étudiée, contrairement aux effets longitudinaux des continuités écologiques (parallèles à l'ILTT). En outre IRCC se focalise sur les **paysages agricoles**, qui représentent la majeure partie de l'espace rural. Dans ce cadre, IRCC entend éclairer les termes du conflit latent entre une partie du monde agricole, qui accuse la gestion différenciée des emprises des ILTT, et notamment la tonte tardive des bords de route, d'être fauteur de risque malherbologique, et les pouvoirs publics, dans notre cas les services du conseil départemental, responsables de la gestion de la partie publique de cette interface (l'accotement et le talus). L'analyse des représentations de la dépendance verte qu'en ont les acteurs de ce conflit, agriculteurs et gestionnaires des ILTT, est ainsi une partie intégrante du projet.

I.2 - Objectifs du projet

Les objectifs du projet exploratoire **IRCC (Interfaces Routes-Champs Cultivés)** sont deux.
D'une part ce projet se propose, en articulation avec le projet IRMA (Interactions Routes Mosaïques Agricole, financé par la région Centre, responsable : F. Isselin, UMR CITERES)[1] d'étudier **les effets de la gestion de la végétation de l'interface route-champ cultivé sur la biodiversité végétale de cet espace**. Les attendus relatifs à cet objectif sont :

a) une connaissance fine des **modalités de la gestion des bords de routes départementales**, en ce qui concerne à la fois la gestion routière différenciée et conventionnelle, notamment sur

[1] Le projet IRMA, d'une durée de 3 ans, concerne aussi les graines, la faune, et les documents d'urbanisme, des dimensions absentes dans IRCC.

l'accotement et le talus (dates, moyens, largeur des coupes, devenir des produits de tonte) et la gestion agricole, mécanique et chimique, notamment sur le talus et la bordure intérieure du champ ;

b) des éléments scientifiques d'évaluation de l'effet de la gestion différenciée des bords de route sur cette végétation, en particulier pour les espèces adventices des cultures, qui comprendront un **état de l'art** de la recherche sur le sujet, dans la littérature nationale et internationale ;

c) une connaissance de la **dynamique de la végétation à l'interface route-champs cultivé, en particulier pour les espèces adventices des cultures**, dans le contexte d'un paysage de plaine cultivée caractérisé par une fragmentation forestière plus ou moins importante ; les principaux éléments influençant la végétation de l'interface route-champs cultivés, en particulier en ce qui concerne les espèces adventices des cultures, seront synthétisés.

D'autre part ce projet se propose d'aboutir à des **préconisations opérationnelles** sur la gestion des bords de route et des bords de champs en limite de route, et **d'élargir la réflexion engagée sur le réseau routier aux emprises d'autres infrastructures linéaires de transport terrestre et notamment aux réseaux de transport d'énergie**.

Ces éléments déboucheront sur des **perspectives scientifiques concernant l'élaboration d'un projet de recherche**, incluant un volet expérimental, sur la gestion des emprises des ILTT en zone de plaine cultivée, en partenariat avec l'Association Hommes et Territoires (Orléans).

II – Méthodes utilisées

Les travaux d'IRCC se sont superposés à la deuxième phase de terrain du projet IRMA, comprenant une deuxième campagne botanique et une campagne d'enquêtes auprès des agriculteurs (voir ci-dessous), tout en se prolongeant dans les préconisations opérationnelles et les perspectives scientifiques (extension aux emprises de transport d'énergie).

Il est à noter que le volet d'enquêtes auprès des acteurs (voir ci-dessous) était initialement centré uniquement sur les pratiques de gestion de l'interface route-champ cultivé ; une partie tournée vers les représentations des agriculteurs de cet espace et de sa gestion a été ajoutée par la suite.

L'interface entre la route et le champ cultivé constitue un écotone particulier, structuré en France en cinq compartiments qui sont, depuis la route goudronnée : (1) une bande de sécurité, (2) une berme (bande de sécurité et berme constituant l'accotement), (3) un fossé, (4) un talus, ou bordure extérieure du champ, et (5) une bordure intérieure du champ. La bande de sécurité est un habitat piétiné et géré très régulièrement pour assurer la visibilité tandis que le fossé est caractérisé par un niveau d'eau variable, présentant des conditions environnementales plus changeantes au cours de l'année. Ainsi, parmi ces compartiments, nous nous sommes focalisés sur la berme, le talus et la bordure intérieure du champ, trois compartiments présentant une végétation stable.

II.1 - Sélection des secteurs d'étude

A l'échelle du département d'Indre-et-Loire les secteurs d'étude ont été délimités auparavant en fonction de :

- l'existence de bermes tondues tardivement par les collectivités locales (pratique testée depuis 2009) et de bermes tondues de façon conventionnelle
- le gradient de fragmentation forestière du paysage traversé par les routes départementales
- l'existence d'un large panel de pratiques agricoles en parcelles cultivées.

Pour ce faire, nous avons tout d'abord étudié trois secteurs sélectionnés au début du projet IRMA, ce qui a impliqué (i) la cartographie de l'occupation du sol dans un *buffer* d'1 km autour des interfaces étudiées (logiciel Arcgis v10.3) ; (ii) l'étude approfondie du registre parcellaire cadastral, qui nous a permis d'identifier les agriculteurs possédant des parcelles en bord de route ; (iii) des visites de terrain, dans le but de vérifier les critères relevés lors de l'étude cartographique. Après une phase de recherche et d'approche des agriculteurs identifiés, et d'échanges avec les neuf

conseillers agricoles des GDA[2] des différents secteurs et la chambre d'agriculture du département, qui sont en contact direct avec les agriculteurs, deux secteurs sur trois se sont révélés inadaptés à notre projet, du fait d'une opposition de la part de certains agriculteurs, qui empêchait de récolter des informations sur les pratiques de gestion des bords de route. Des entretiens téléphoniques et directs avec une cinquantaine d'agriculteurs indiqués par les conseillers sur les 9 secteurs ont montré des éléments qui ont été pris en compte lors des enquêtes réalisées par la suite.

- la notion de « bordure de route » n'est pas comprise de la même façon par tous les agriculteurs, cela correspond pour la majorité d'entre eux à l'accotement ;
- les agriculteurs ne comprennent pas l'objectif ni l'intérêt de la tonte tardive des bords de routes, pour la plupart cela est lié à une restriction budgétaire des services publics ;
- certains agriculteurs gèrent eux-mêmes les bords de routes, mécaniquement ou chimiquement.

Des entretiens avec les cinq Services Territoriaux d'Aménagement (STA) dépendant du conseil départemental ont montré que le plan de gestion, défini par le conseil départemental, est ensuite adapté selon les contraintes de chaque STA. Ainsi, les pratiques de gestion diffèrent de façon non négligeable entre les différents STA.

Le Sud-Est du département d'Indre-et-Loire a finalement été retenu pour notre projet, car il présente un climat agricole favorable, est géré par un seul STA et comprend deux secteurs paysagers contrastés : l'un plutôt ouvert (11% de surface boisé) et l'autre plutôt boisé (22% de surface boisée). Ces secteurs ont donc été retenus pour la suite de l'étude de 2013 à 2015. Dans la suite du rapport, ces secteurs paysagers seront appelés « paysage ouvert » et « paysage boisé ».

II.2 - Collecte des données

Relevés botaniques

Une **première campagne** de relevés avait eu lieu en juin 2013 sur 40 bords de route (20 dans le paysage ouvert et 20 dans le paysage boisé) dont les parcelles étaient cultivées en céréales d'hiver (blé et orge, cultures dominantes dans le département). Sur chaque bordure, trois relevés ont été réalisés sur des placettes de 2m² (4 x 0.5 m) positionnées dans chacun des trois compartiments de l'interface route-champ cultivé, pour un total de 360 placettes (40 x 3 x 3, voir le détail du dispositif en annexe A). La densité moyenne de chaque espèce fut estimée en utilisant six classes d'abondance, en se basant sur une échelle initialement proposée par Barralis (1976) pour estimer l'abondance des espèces adventices en champs cultivés. Nous l'avons adaptée dans notre étude dans le but d'appliquer une seule échelle sur les trois compartiments : '+' 1 individu dans les $2m^2$, '1' <10 individus (7.5 en moyenne sur les $2m^2$) ; '2'10-25 individus (17.5 en moyenne sur les $2m^2$) ; '3' 25-50 individus (37.5 en moyenne sur les $2m^2$) ; '4' 50-75 individus (62.5 en moyenne sur les $2m^2$) ; '5' >75 individus (fixé à une moyenne de 87.5 individus sur les $2m^2$).

La **seconde campagne** botanique réalisée au cours du projet IRCC avait pour but d'échantillonner un plus grand nombre bords de route au sein des deux paysages.

A partir des 10 routes départementales présentes sur le territoire étudié (5 dans chaque paysage), nous avons échantillonné de façon exhaustive toutes les interfaces répondant aux critères suivant :

-présence d'un accotement, d'un talus (partie entre le fossé et le champ cultivé) et d'une bordure intérieure de champ cultivé en céréales d'hiver (blé, orge ou triticale)

-végétation de l'accotement et du talus non tondue à ras

-champ non moissonné.

Les relevés de végétation ont été effectués au sein de trois placettes positionnées sur chaque compartiment le long d'un transect perpendiculaire à la route (de la berme à la bordure intérieure de champ). Sur la berme, la placette fut positionnée sur la partie la moins susceptible d'être tondue : en bordure de fossé. La placette du talus fut placée sur la surface plane entre le fossé et la parcelle cultivée, la placette en bordure intérieure de champ fut placée à partir du bourrelet de culture (annexe B, figure B).

[2] Groupements de Développement Agricole.

Dans le but de limiter l'hétérogénéité entre les bords de route, nous avons étudié la même surface. Pour ce faire, deux critères caractérisant les compartiments ont été pris en compte :
1) la variabilité de leur dimension entre les bords de route,
2) le caractère étroit de certains compartiments (bordures de champ < 20 m de long, accotement et/ou talus < 0.1 m de large). Ainsi, une surface maximale de $10m^2$ a pu être étudiée sur l'ensemble des compartiments.
De plus, afin de limiter l'hétérogénéité entre compartiments au sein d'un bord de route, la dimension des trois placettes de relevé fut identique et définie à partir du compartiment le plus petit (annexe B, tableau B).
Nous avons attribué à chaque espèce une classe d'abondance en suivant l'échelle de Tansley : 1 (occasionnel), 2 (rare), 3 (fréquent), 4 (abondant), 5 (dominant). Afin que les relevés soient comparables entre les 3 compartiments, cette échelle fut appliquée en bordure intérieure de champ sans prendre en compte la culture (espèce dominante). Pour chaque placette, nous avons relevé le pourcentage de recouvrement : en espèces monocotylédones et dicotylédones, en sol nu, en débris et en mousse. Pour la bordure intérieure de champ, nous avons également précisé le pourcentage de surface échantillonnée en bords de route (aire entre le bourrelet de culture et le 1er rang de céréales) et celle échantillonnée en champ (à partir du 1er rang de culture).
La campagne botanique s'est déroulée de mai à juillet 2014. Au cours de cette période, les pratiques de tonte des agents territoriaux et des agriculteurs étant fréquentes, certains relevés en accotement et/ou talus ont été réalisés après la tonte. Un total de 192 interfaces a pu être étudié (97 dans le secteur boisé et 95 dans le secteur ouvert), nécessitant la mobilisation de 8 personnes : 7 stagiaires souhaitant se former en botanique et un coordinateur ayant des connaissances dans ce domaine (C. Chaudron). Afin de limiter les biais entre observateurs, la composition des équipes (2 ou 3 personnes) a été permutée chaque semaine. De plus, les compétences de chacun étant variables, il s'est avéré nécessaire d'identifier un grand nombre d'espèces à posteriori (identification de 5000 espèces d'août à décembre 2014). La retranscription et la correction de ces données est en cours.

Enquêtes

Une première prospection de terrain menée en 2013 avait permis de comprendre que les trois compartiments constituant le bord de route sont soumis à une double gestion entreprise par deux acteurs : une gestion routière effectuée par les Services Territoriaux d'Aménagement (STA) sur la berme et le talus, une gestion agricole effectuée par les agriculteurs potentiellement sur chaque compartiment. Le référent du STA du Sud-Est, en charge de l'organisation de l'entretien des routes départementales, nous a renseignées sur le planning de tonte des accotements et talus. Dans le but d'identifier les agriculteurs exploitant les bordures intérieures de champ dont la végétation a été relevée en 2013 et 2014, nous avons contacté la chambre d'agriculture, les conseillers de GDA, les maires ainsi que la Direction Départementale des Territoires. Les premiers agriculteurs enquêtés nous ont ensuite renseignées sur les autres personnes à contacter. Sur un total de 150 agriculteurs enquêtés de février 2014 à décembre 2015, 83 (55%) ont pu nous renseigner de façon satisfaisante pour les besoins de l'étude.
Un questionnaire a été renseigné par les agriculteurs lors d'entretiens directs, par voie électronique, par voie postale ou lors de réunions collectives. Ce questionnaire fut construit en deux parties dans le but de tester les hypothèses suivantes :

- les pratiques de gestion effectuées sur l'interface influencent les communautés végétales ;
- les pratiques de gestion agricoles sur la berme et le talus, sont liées à la représentation que les agriculteurs ont du bord de route et de sa gestion par le STA, ainsi qu'au contexte paysager dans lequel ils exercent leur métier.

La **première partie** était relative aux pratiques de gestion en berme, en talus et en champ, la deuxième comprenait deux questions relatives à la représentation du bord de route et de sa gestion. Un exemple de questionnaire est fourni en annexe C.
Pour tester la **deuxième hypothèse**, nous avons considéré un échantillon de 60 agriculteurs, 29 dans le paysage ouvert et 31 dans celui boisé. Sur ces 60 agriculteurs, 24 furent enquêtés par entretien

semi-directif dans le but d'identifier les caractéristiques principales des différentes représentations du bord de route et de sa gestion. L'entretien semi-directif étant une méthode qui se prête au « sens que les acteurs donnent à leurs pratiques et aux événements auxquels ils sont confrontés : leurs représentations sociales, leurs systèmes de valeurs, leurs repères normatifs, leurs interprétations conflictuelles ou non » (Van Campenhoudt & Quivy 2011), elle s'avère particulièrement nécessaire pour tester la deuxième hypothèse. Sur ces 24 agriculteurs, 12 ont été enquêtés dans le paysage boisé et 12 dans le paysage ouvert, ce sous-échantillon étant représentatif de l'agriculture du Sud-Est du département, à dominante céréalière (20 céréaliers, 4 en polyculture-élevage). Pour mener à bien ces entretiens, nous avons établi un guide d'enquête comprenant six volets (annexe D). Les entretiens, menés du 22 avril au 28 mai 2014, furent enregistrés puis retranscrits.
Du fait d'une contrainte de temps, les 36 agriculteurs restants furent enquêtés par questionnaire. Les réponses potentielles aux questions « Que pensez-vous du fauchage tardif ? » et « Associez 4 mots ou groupes de mots au bord de route », ont été conservées dans le but d'étudier si les différentes classes de représentations élaborées à la suite des entretiens étaient généralisables à un panel plus large d'agriculteurs.

Etude cartographique

Nous avons cartographié l'occupation du sol dans un *buffer* d'1km autour de chaque bord de route étudié en 2014, et ce en deux dates : 1980 (passé) et 2011 (actuel). Les données de base utilisées sont celles de 2011, issues de l'IGN (BD topo, BD ortho, BD parcellaire[3]) et du RPG[4], ainsi que les photographies aériennes de 1980.
Pour les **données passées**, nous avons adopté une méthodologie originale en 6 étapes (Tableau 1). Etant donné l'ampleur de la zone d'étude, nous avons utilisé une méthode semi-automatique de transformation des images rasters de l'IGN en fichiers vectoriels grâce au logiciel CorelDRAW (étape II/). Bien que rapide, il fut nécessaire de palier à un grand nombre d'imprécisions en effectuant des corrections manuelles (étapes IV/ et V/). Ces étapes de vérification étant coûteuses en temps, afin de couvrir la zone d'étude sans pour autant négliger une trop grande quantité de surfaces bâties, nous avons fait le choix à l'étape V/, de considérer uniquement les entités de plus de 0.5 ha.

Tableau 1 - Construction des couches issues des photographies aériennes passées

Etapes	Objectifs	Logiciels
I/ Géoréférencement des images rasters	Rattacher les données des photos aériennes à des coordonnées géographiques sur un référentiel appelé « système Lambert » (système RGF93_Lambert_93)	Arcgis v10.3 PhotoFiltre 7
II/ Digitalisation semi-automatique	Transformer les images géoréférencées en fichiers vectoriels	CorelDRAW X7
III/ Géoréférencement des images vectorielles	Rattacher les polygones vectorisés sur les images rasters géoréférencées	Arcgis v10.3
IV/ Regroupement des vecteurs	Réparer les géométries (supprimer les superpositions, compléter les trous, dissocier les entités multi-parties)	Arcgis v10.3
V/ Regroupement des entités de même type d'occupation du sol	Regrouper les entités de même type d'occupation du sol (découper des ilots de parcelles, combiner des parcelles divisées, regrouper des parcelles incomplètes, affiner les contours)	Arcgis v10.3
VI/ Couche routes et voies ferrées	Création d'une couche avec les routes primaires, secondaires et voies ferrées (BD topo 2011 + vérification sur la photo aérienne passée)	Arcgis v10.3

[3] de 2012 (celle de 2011 n'existant pas dans le département 37).
[4] Registre Parcellaire Graphique, Ministère de l'Agriculture, APS.

En ce qui concerne l'étude cartographique du **paysage actuel**, les surfaces des différentes entités ont tout d'abord été définies à partir des données de la BD topo, de la BD parcellaire et du RPG pour les cultures, puis à partir de la BD ortho pour les surfaces restant non définies : l'occupation du sol n'étant pas précisée pour toutes les entités, nous nous sommes servis des photographies aériennes pour la photo-interprétation. Afin de déterminer le type d'occupation du sol de chaque entité, les couches ont été utilisées dans l'ordre suivant : eau – route – bois – RPG – bâti.
Pour les deux dates, il fut possible de différencier 8 catégories d'occupation du sol : culture, maïs, prairie, verger et vigne, bois, zones bâties et eau. Nous précisons en annexe E, le type d'occupation du sol compris dans chaque catégorie, ainsi que quelques critères permettant la photointerprétation.

Les méthodes d'analyse des données sont décrites dans l'Annexe J.

II.3 - La gestion des emprises de transport d'énergie en plaine cultivée

Cette recherche bibliographique a été basée sur Google Scholar, ainsi que Web of Sciences, JSTOR, Open Editions, Persée et Cairn (accès via le CNRS), et les bases bibliographiques des principales maisons d'éditions (accès via l'Université) : Elsevier (Science direct), Springer (Springer Link), Wiley. Nous avons établi des équations de recherche à partir de mots clefs et d'opérateurs booléens sans limite de période. Aucun critère de sélection n'a été ajouté (type de document, auteur, langue…). Les équations utilisées et le nombre d'articles obtenus sont présentés dans l'Annexe I, tableau I. Des termes simplifiés concernant uniquement l'emprise (powerline, electricity, line, utility, right-of-way / pylône, énergie, électricité, électrique) ont été utilisées pour des bases de données à l'interface plus simple (Wiley, JStore, Open Editions, Cairn, Persée, Google Scholar). Deux articles ont été trouvés avec GScholar. Pour le taxon, le terme « plant », qui, en anglais, indique aussi une installation industrielle et nous conduisant à un grand nombre de références hors sujet, n'a finalement pas été retenu.
Nous avons complété notre recherche bibliographique en contactant différents partenaires : partenaires d'ITTECOP ainsi que nos propres partenaires (association Hommes et Territoires, Orléans). Ceci nous a permis d'ajouter 3 références (rapports) à la base bibliographique construite.

II.4 - Difficultés rencontrées

La <u>première difficulté</u> dans la réalisation d'études en conditions réelles de terrain réside dans la brièveté de la saison végétative, à laquelle la campagne botanique est possible (pour nous : d'avril-mai à début juillet). Cette contrainte nous a conduits à avoir recours à l'implication de 8 personnes pour les relevés botaniques dont 7 ayant peu de connaissances en botanique. Ainsi, pour que les données soient exploitables, il fut nécessaire d'identifier un grand nombre d'espèces à posteriori, reportant ainsi les phases de retranscription et de traitement des données. Cette campagne de relevés botaniques nous enseigne qu'il est nécessaire de mobiliser des botanistes compétents pour réaliser une étude à grande échelle en un temps raisonnable. De plus, une étude menée dans un territoire agricole géré par différents acteurs nécessite avant tout d'adapter le protocole aux pratiques de gestion des uns et des autres, ce qui rend la campagne compliquée. De ce fait, lors des relevés botaniques en 2014, certains bords de route n'ont pu être étudiés que partiellement (car tondus) et n'étaient donc pas exploitables pour notre étude (50 bords de route, 100 relevés).
La <u>seconde difficulté</u> de cette étude résida dans l'acquisition des données d'enquête. L'identification des agriculteurs exploitant les parcelles pris tout d'abord un temps considérable. L'envoi des questionnaires sans prise de contact ne donnant pas de résultats probants, il fut nécessaire de les contacter par téléphone pour une première présentation des objectifs de l'étude et une prise de rendez-vous chez eux selon leurs disponibilités. Tant la prise de contact téléphonique que la planification du rendez-vous nécessitèrent un grand nombre d'appels pour un même agriculteur, d'autant plus que certains étaient réticents à l'étude. Le territoire couvrant une large zone, dans le but d'obtenir un maximum de données dans un temps raisonnable, il était impératif de regrouper les rendez-vous, ce qui rendit compliquée la planification des journées d'enquêtes.

Nous présentons dans ce rapport certains résultats obtenus en 2014-2015, relatifs à la première campagne menée en 2013 dans une zone d'étude restreinte du Sud-Est du département. Au préalable de cette étude (2012-2013), nous avons tout d'abord du délimiter, à l'échelle du département Indre et Loire, le territoire agricole propice à l'étude, en effectuant un grand nombre d'enquêtes et de prospections de terrain (II.1). Cette première étape fut essentielle pour l'étude à grande échelle de 2014. Cependant, les difficultés rencontrées au cours de cette dernière soulignent que, pour mener une étude comparable à celle-ci dans de meilleures conditions, il est nécessaire de connaître, avant les périodes de relevés botaniques et d'enquêtes, l'ensemble des acteurs territoriaux.
En ce qui concerne l'étude cartographique, notre volonté de l'effectuer dans un rayon d'1 km autour des zones de relevés rendit le travail coûteux en temps (corrections manuelles suite à la digitalisation semi-automatique des photographies aériennes et photo-interprétation des deux dates). De plus, nous avons dû faire face à la faible précision des données passées disponibles ainsi qu'aux données actuelles se rapprochant parfois peu de la situation de terrain. Nous avons ainsi constaté que pour mener une étude similaire, une personne doit être mobilisée à temps complet sur une période de 6 mois.

III - Résultats de la recherche

III.1 - La gestion de la végétation de l'Interface Route-Champ Cultivé

L'interface route-champ cultivé est un écotone intensément géré. Elle est soumise à une double gestion : d'une part une gestion routière, effectuée par les services départementaux sur la berme et le talus ; et d'autre part une gestion agricole, effectuée par chaque agriculteur dans le champ cultivé adjacent et sa bordure. Deux acteurs participent ainsi à gérer cet espace : les gestionnaires des collectivités locales (Services Territoriaux d'Aménagement ou STA, désormais dépendants du Conseil Départemental) et les agriculteurs riverains.
La **gestion routière** consiste, le plus souvent, en une succession de tontes répétées chaque année et réalisées sur l'accotement et le talus, généralement effectuées par broyage sans export de biomasse, et complétées d'un passage d'herbicide limité dans l'espace (par exemple aux pieds de pylônes et des panneaux de signalisation). Ayant pour objectif affiché de promouvoir la biodiversité, une gestion alternative, se caractérisant par un retard et une diminution du nombre d'opérations de tonte sur la berme, est expérimentée en France dans plusieurs collectivités locales depuis plusieurs années (Le Bris, 2011). Dans le département d'Indre-et-Loire, 180 km de routes départementales font l'objet d'une telle gestion depuis 2009, représentant moins de 5% des 3.800 km de routes sous gestion départementale depuis 2006 (Le Bris, 2011). Sur notre site d'étude, les enquêtes et le travail de terrain montrent que les plannings de gestion des bords de route par les services départementaux sont souvent modifiés et adaptés aux fréquentes pannes du matériel de tonte, ainsi qu'aux demandes des riverains.
La **gestion agricole** de la bordure intérieure du champ cultivé comprend, outre le travail du sol, un traitement herbicide et plusieurs apports de fertilisants, pouvant induire une dérive involontaire des traitements sur la bordure herbacée extérieure, adjacente au champ (Kleijn et Snoeijing, 1997; de Snoo et van der Poll, 1999). Par ailleurs, une application herbicide ou, plus fréquemment, une ou plusieurs tontes, peuvent être conduites de manière volontaire par les agriculteurs riverains sur la bordure extérieure dans le but d'éviter une propagation de certaines adventices jusqu'au sein du champ cultivé (Kleijn et Verbeek, 2000). Cette pratique a également été observée sur notre site, la gestion agricole du bord de route variant considérablement, même au sein d'un même compartiment, allant de l'absence d'opération de gestion, à plusieurs tontes complétée d'une application herbicide.
L'ensemble des opérations de gestion, routières et agricoles, sur toute l'interface route-champ cultivé, apparait donc variable. A titre d'exemple, en Indre-et-Loire, nous constatons que, sur la berme, la gestion peut se limiter à une seule tonte, réalisée de manière précoce (en juillet) ou tardive

(en septembre), mais également être répétée au cours de l'été, voire inclure une application d'herbicide. Sur le talus, la gestion varie entre une et trois opérations de tonte, éventuellement accompagnées d'une application d'herbicide (Annexe F). Cette hétérogénéité de pratiques a pour conséquence d'influencer la composition des communautés végétales de ces habitats.

III.2 - Les représentations des bords de routes par les agriculteurs

Concernant le risque malherbologique, une étude sur la perception des bandes enherbées semées auprès de 51 agriculteurs montre que les deux tiers des agriculteurs questionnés estiment avoir des problèmes d'adventices sur leurs bandes enherbées, dont la moitié avec des risques de dispersion vers les parcelles voisines (Cordeau et al., 2009). Une étude analogue sur 29 agriculteurs montre que la perception du risque malherbologique est liée à la présence de certaines adventices compétitives (comme *Cirsium arvense*), et aux adventices anémochores (Asteracées notamment) (Cordeau et al., 2011b).

Les bords de routes peuvent être sources de différentes représentations (ensembles d'opinions, d'attitudes envers cet objet) de la part des agriculteurs, ceux-ci ayant des systèmes de valeurs, de pratiques, et donc des logiques de décisions différentes, surtout en ce qui concerne les problématiques liées au paysage agricole (Busck, 2002). Les représentations des agriculteurs influençant leurs pratiques de gestion (Friedberg, 1992; Michel-Guillou, 2006), nous avons émis l'hypothèse que les pratiques de gestion des bords de route sont liées aux représentations des bords de route par les agriculteurs riverains et au contexte paysager dans lequel ils exercent leur métier.

Les différentes analyses soulignent tout d'abord que les agriculteurs associent les bords de route à la gestion de cet espace par les services départementaux. Cinq classes de gestion des bords de route, en fonction de l'opération effectuée et du compartiment géré (Annexe G), et cinq classes de représentations, ont été mises en évidence (Di Pietro et al, soumis).

Nos analyses montrent que les pratiques de gestion sont liées aux représentations du bord de route et de sa gestion et au paysage dans lequel les agriculteurs enquêtés travaillent. En effet, dans le paysage ouvert, les agriculteurs pratiquant une gestion intensive du talus et de la berme associent la tonte tardive des bords de route à une surcharge de travail, à des motivations budgétaires et au problème d'obstruction des fossés d'écoulement. Dans le paysage boisé, les agriculteurs gérant uniquement le talus associent la tonte tardive à la protection de la faune.

L'analyse lexicale des discours indique que les agriculteurs considèrent le bord de route comme un élément du paysage source d'adventices problématiques (chardons, bromes) se propageant d'autant plus facilement que la tonte est réalisée tardivement au cours de la saison. Cet élément, mal entretenu, occasionnerait une surcharge de travail, des problèmes de sécurité routière, de coût et serait perçu comme inesthétique.

Dans le paysage ouvert, plus pauvre en habitats semi-naturels, nous pouvons supposer que les bords de route constituent une des principales sources d'adventices. Une représentation de la bordure adjacente au champ cultivé comme réservoir potentiel d'adventices est d'ailleurs partagée par les agriculteurs interrogés dans d'autres régions (Mante et Gerowitt, 2009; Cordeau, 2010). En revanche, dans le paysage boisé, où de multiples habitats semi-naturels peuvent constituer des sources potentielles d'adventices, nous pouvons penser que les bords de route et leur gestion seraient moins ressentis comme une menace particulière.

Une gestion attentive des bords de route par les services départementaux est ressentie par une majorité d'agriculteurs riverains comme une condition nécessaire pour tendre vers une gestion intégrée des adventices (Liebman et Gallandt, 1997), conduisant à une réduction de l'usage des herbicides dans le champ cultivé adjacent.

III.3 - La végétation de l'IRCC sous contrainte de gestion

<u>Effet de la gestion différenciée des bords de route sur la végétation : état des connaissances</u>

Si le contexte climatique joue un rôle sur les communautés végétales de ces zones (Milton et Dean, 1998), les perturbations anthropogéniques liées à la construction, à la gestion et à l'utilisation des

axes routiers influencent fortement la richesse végétale ainsi que la composition des communautés (Spooner et al., 2004 ; O'Farrell et Milton, 2006). En effet, à l'échelle locale, la végétation des bords de route est caractérisée par une nitrophilie décroissante avec la distance à la route, du fait des émissions automobiles (NO_x and NH_3) (Truscott et al., 2005 ; Bignal et al., 2007) ; cette nitrophilie est par ailleurs en augmentation au cours des dernières décennies (Sykora et al., 2002). De plus, la largeur de l'accotement a un impact sur la végétation (O'Farrell et Milton, 2006 ; Zeng et al, 2012). Par ailleurs, à une échelle paysagère, les caractéristiques des habitats environnants peuvent également influencer les espèces présentes dans les bordures (Le Coeur et al., 1997; Merckx et al., 2009; Aavik et Liira, 2010; Lindborg et al., 2014). A titre d'exemple, les milieux prairiaux adjacents aux bords de route ont tendance à promouvoir la richesse spécifique de ces derniers (Hovd et Skogen, 2005). Les paysages environnants peuvent régir, parfois pendant plusieurs décennies, la composition taxonomique de ces petits fragments de prairie permanente que représentent les bords de route (Cousins, 2006).

De ce fait, **la question de l'entretien des bords de routes a pris, depuis les années '80, la dimension d'un réel enjeu écologique**. Quelques expériences apparaissent en France à partir de 1986 (Bas-Rhin et Calvados notamment) puis en Suisse à la fin des années 1980 (AGPN, 1996) ; ces actions tendent à adopter une gestion différenciée des dépendances vertes en jouant principalement sur le nombre de tontes ainsi que sur la période de tonte. Aujourd'hui de nombreux départements français ont mis en place, de façon plus ou moins étendue, une gestion différenciée des bords des routes départementales (Association Hommes et Territoires, 2011).

En ce qui concerne les effets des pratiques de tonte sur la végétation, l'influence des pratiques de tonte sur les communautés végétales du bord de route a fait l'objet de nombreuses études depuis plusieurs décennies (Way, 1977 ; Auestad et al., 2011).

Concernant la fréquence de tonte, la diminution du nombre de tontes joue à la fois sur la diversité en espèces, la structure des communautés et leur fonctionnalité (De Redon, 2008). L'influence de la fréquence des tontes sur la structure et la composition taxonomique d'une communauté dépend avant tout du contexte biogéographique. A titre d'exemple, deux tontes annuelles sont préconisées aux Pays-Bas et au Royaume-Uni afin de promouvoir la biodiversité, tandis qu'en Finlande, une seule tonte par an apparait préférable (Parr et Way, 1988 ; Schaffers, 2002 ; Jantunen et al., 2007).

Par ailleurs, le choix de la gestion des résidus de tonte influence également la diversité végétale (Smith et al., 2010). A titre d'exemple, Valtonen et al. (2006) suggèrent qu'une tonte régulière et l'export de la biomasse limitent le développement des espèces envahissantes.

Outre la fréquence de tonte, la période de tonte influence également la structure et la composition taxonomique des communautés végétales (Köhler et al., 2005). Une récente méta-analyse souligne ainsi que le retard de la première date de tonte peut avoir des effets contrastés sur la richesse spécifique selon la période de tonte considérée. En effet, un décalage de la première tonte du printemps à l'été augmenterait la richesse spécifique, tandis qu'un décalage du début à la fin de l'été diminuerait plutôt celle-ci (Humbert et al., 2012).

Toutefois peu d'éléments ont été publiés sur la dynamique végétale de l'interface bords de route-champs cultivé et sur les échanges transversaux potentiels des espèces végétales (et en particulier des adventices des cultures) entre les bords de route et les champs cultivés adjacents.

En outre, tandis que de nombreuses études se sont intéressées aux effets des dérives de traitement sur les communautés végétales adjacentes aux champs cultivés, les effets des pratiques de gestion appliquées en bordure extérieure du champ sur la végétation de la bordure intérieure du champ cultivé semblent avoir été peu étudiés jusqu'à présent (Smith et al., 1999). Ces études apparaissent néanmoins nécessaires afin d'évaluer l'influence des pratiques de gestion des bords de route, et ceci d'autant plus que la gestion des bordures peut susciter une crainte de risque malherbologique par les agriculteurs (Mante et Gerowitt, 2009).

La dynamique de la végétation à l'interface route-champs cultivé

Malgré les différences entre ces compartiments que sont la berme d'une part, caractérisée par une végétation pérenne, et le champ cultivé d'autre part, caractérisé par une dominance d'espèces

annuelles, parmi lesquelles la plante cultivée et de nombreuses adventices, des échanges d'espèces peuvent s'effectuer. En effet, si une majorité d'espèces végétales sont caractéristiques de la bordure herbacée ou du champ cultivé, **certaines d'entre elles peuvent se développer indifféremment dans ces deux habitats** (Marshall, 1989; Theaker et al., 1995 ; Rew et al., 1996 ; Cordeau et al., 2012). Les populations adventices observées en bords de route peuvent provenir de multiples sources, qu'il s'agisse du champ cultivé adjacent, via le déplacement de débris lors du labour ou de graines adhérant aux machines agricoles au cours d'une intervention technique (Barroso et al., 2006; Heijting et al., 2009) ou des champs plus éloignés, via les remorques de transport de grains (Bailleul et al., 2012). Nos résultats dans ce domaine sont en cours de publications (voir ci-dessus, chapitre « Valorisation »).

Premiers éléments caractérisant le paysage actuel et passé

Sur l'ensemble des deux paysages, nous constatons un déclin de la surface en prairie entre 1980 et 2011 (perte de 1 116 ha soit une perte de 37% de la surface en prairie en 1980, Figure 1). Cette perte d'habitats semi-naturels semble être en partie due à une augmentation de la surface cultivée en maïs (gain de 3 471m^2). Nous remarquons également une augmentation de la taille des parcelles entre 1980 et 2011, et ce sur les deux paysages (annexe H). Ces premiers indicateurs serviront de base pour une étude plus approfondie.

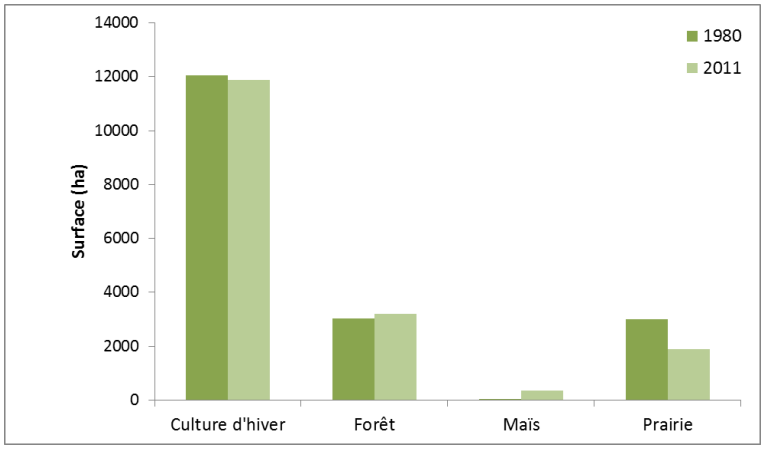


Figure 1. Evolution de la surface occupée par les catégories d'occupation du sol dominantes sur l'ensemble du secteur d'étude entre 1980 et 2011.

III.4 - La végétation des emprises électriques en paysage agricole

Emprise au sol des emprises de transport d'énergie

Les emprises des infrastructures linéaires de transport d'énergie couvrent une superficie considérable, d'une surface estimée comprise entre 2 et 3,2 millions d'hectares aux Etats-Unis, dépassant ainsi la superficie de presque tous les parcs nationaux, y compris de Yellowstone (Russell et al., 2005).

La surface des pieds de pylônes est faible mais dispersée dans les paysages cultivés, le réseau RTE HT ou THT comptant en France près de 270.000 pylônes, qui peuvent avoir un encombrement au sol allant de quelques m² à plus de 100 m², en fonction de la puissance de la ligne. En considérant une superficie moyenne de 30 à 35 m², leur surface cumulée atteint environ 1.000 ha ; toutefois l'emprise au sol du pylône occupe une superficie presque double de celle de l'encombrement de l'embase du pylône, comprenant l'embase proprement dite plus une bande environnante du fait que la valorisation du sol y est contrainte par les difficultés de progression des engins (Chevalier, 2014).

Etat des connaissances sur l'écologie végétale des emprises électriques

La plupart des études ayant porté sur la fonction d'habitat des emprises électriques ont été conduites dans des paysages forestiers. Jusqu'à présent, peu d'études ont concerné les emprises électriques

dans les paysages agricoles. Notre recherche bibliographique a montré que, sur 45 références récoltées (41 articles et chapitres de livre et 4 rapports ; voir Annexe I), 6 étaient hors sujet, deux sont très générale, et 37 concernent effectivement l'écologie végétale des emprises électriques. Sur ces 37 références, 15 sont centrées sur la faune et ne concernent la végétation que marginalement ; sur les 22 références restantes deux sont axées sur des moyens géomatiques de repérage et classification de la végétation. Les 20 références véritablement centrées sur la végétation des emprises électriques sont pour la plupart (12 références) axées sur les tranchées forestières, deux étudiant les paysages de tourbières et une les paysages de zone humide (Figure 2).

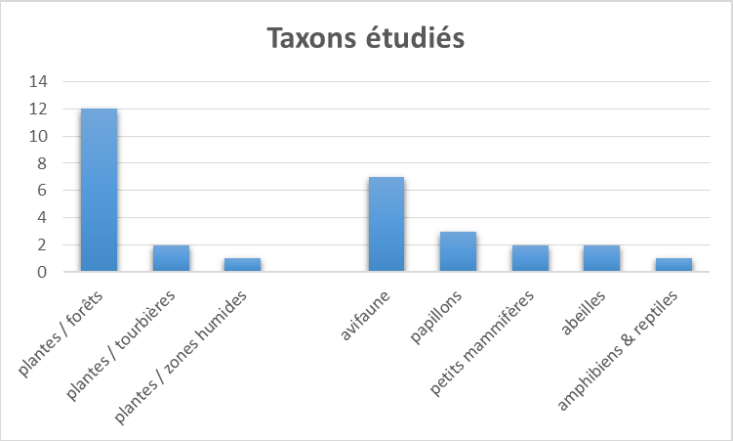


Figure 2. Nombre d'articles portant sur l'écologie des emprises électriques par taxon étudié.

Trois références, se situant à une échelle spatiale plus large, sont par ailleurs constituées de travaux sur des paysages mixtes, agricoles, urbains et forestiers, dont deux, des rapports d'activité, considèrent la végétation à proprement parler. En effet ces emprises sont peu denses comparées aux routes, mais elles peuvent couvrir de longues distances à travers un large panel de paysages (Latham et Boutin, 2015). Finalement, seulement 2 références sont centrées sur les emprises électriques dans les paysages agricoles et il s'agit uniquement de littérature « grise », c'est-à-dire de rapports d'activité sans valorisation permettant une diffusion plus large.

<u>Etat des connaissances sur l'écologie végétale des emprises électriques en paysage agricole</u>

Sur les quatre références, quatre rapports, véritablement centrés sur la végétation des emprises électriques en paysage agricole, trois sont issues d'un partenariat entre l'IRSTEA, RTE et Hommes et Territoires (Chevalier, 2014), (Le Bris, 2014), (Riviere, 2014), afin d'orienter RTE dans la gestion des pieds de pylônes, qui permettent l'accès des lignes électriques aux équipes de maintenance.

Le premier document a recensé, à partir de 2009, la végétation située en pied (embase) de pylône, sur 153 pylônes[5] de lignes de 400 kV, réparties de façon aléatoire sur trois régions naturelles du département du Loiret (45) ; parmi ces pieds de pylônes, 36% (55 pylônes) sont situés en paysage agricole. Chevalier (2014) montre que 461 espèces ont été répertoriées sur moins de 2 ha d'emprises de pylônes, gérés principalement par broyage. Cela représente un tiers de la flore actuelle du Loiret ; sans surprise, il s'agit d'une flore ordinaire, bien que 5 espèces aient un caractère patrimonial strict (chacune de ces espèces n'ayant été rencontrée qu'une fois et un seul pylône en comptant deux). Trois espèces invasives avérées et quatre potentiellement invasives ont été inventoriées. Selon cet auteur, le principal facteur qui commande la biodiversité de l'emprise du pylône est la formation végétale de son paysage immédiat, ainsi que l'influence de la distance au bosquet (d'au moins 20 m de largeur) le plus proche ; un seuil de 200 m a été identifié, au-dessous duquel la biodiversité est plus intéressante. Ce résultat, portant sur un facteur paysager à une échelle plus lointaine que le paysage immédiat du pylône, laisse penser qu'en paysages de cultures,

[5] Taille des placettes, date et méthodologie précises des relevés et des analyses inconnues.

l'emprise de pylône pourrait jouer un rôle de corridor écologique en pas-japonais. « *En plein champ, les emprises de pylônes pourraient constituer des petits réservoirs de biodiversité assez dynamiques et susceptibles d'alimenter des corridors en pas-japonais* » (Chevalier, 2014).
La flore des pylônes a été comparée, dans des placettes de taille équivalente, avec celle des cultures proches et celle d'autres éléments plus fréquents dans les paysages agricoles : les chemins non goudronnés de plein vent (sans haie) les plus proches de chacun des pylônes de plein champ étudiés. 63 couples pylône/chemin ont été échantillonnés selon quatre ensembles issus de la combinaison de deux facteurs : 1) le type de paysage (ouvert : grande plaine céréalière, Beauce et Gâtinais beauceron Vs boisé : Orléanais et Puisaye) et 2) la formation végétale de l'emprise du pylône (formations rudérales, y-compris les plantations horticoles Vs les formations pérennes spontanées). La biodiversité est sans surprise bien plus avantageuse en pied de pylône que dans la culture proche. En paysage boisé l'emprise du pylône n'apporte pas ou très peu d'avantages de biodiversité par rapport au chemin, contrairement au paysage céréalier, où le pylône procure un léger avantage de biodiversité floristique.
C'est pourquoi ce rapport se termine par la préconisation d'actions d'amélioration de la biodiversité au pied des pylônes de plein champ, en substituant des formations végétales pérennes spontanées aux formations rudérales, par le recours au semis artificiel d'espèces sauvages, et débouche sur le projet décrit dans les deux autres rapports mentionnés ci-dessus. Ceux-ci sont centrés sur une expérimentation de restauration écologique des pieds de pylônes situés en plein champ, en testant 6 mélanges d'espèces issues d'observations précédentes et triées en fonction de différents facteurs. Les auteurs (Le Bris, 2014), (Riviere, 2014) ont étudié, en 2013, la végétation de 3 placettes de 1m2 chacune, situées dans l'embase d'un pylône, pour 15 pylônes d'une taille variable de 16 à 370 m^2 situés dans trois départements beaucerons (28, 41, 45).
Toutefois RTE n'est pas propriétaire du foncier ; l'acceptabilité par le propriétaire est un levier important à maîtriser. Le rapport de Chevalier (2014) conclue sur la perspective de l'installation d'un réseau de pylônes de référence illustrant les bonnes et mauvaises pratiques de gestion des emprises de pylônes dans les plaines céréalières en France, dans l'objectif d'une vulgarisation auprès du monde agricole et d'observations de biodiversité, afin d'affiner les pratiques de contrôle de végétation au pied des pylônes les plus propices à la conservation et à l'amélioration de leur biodiversité (Chevalier, 2014).
Ces travaux ont eu lieu en région Centre. Par ailleurs, en région Nord-Pas-de-Calais, RTE a financé deux études sur la contribution des ILTT à la Trame Verte et Bleue réalisés par des partenaires naturalistes (dont le Conservatoire Botanique National de Bailleul et la Fédération Régionale de Chasse du Nord-Pas-de-Calais, qui a étudié l'avifaune de 56 pylônes associés à des îlots arbustifs : http://chasseurs-npdc.fr/eEtudes.html). Une première étude en 2013-2014 concluait sur le fait que les seules emprises de pylône ne peuvent constituer des points de relais suffisamment efficaces entre les réservoirs de biodiversité. Pour la deuxième plusieurs partenaires ont été associés afin de mutualiser les surfaces non utilisées et disponibles au niveau des infrastructures routières (Conseil général et Direction interrégionale des routes), fluviales (VNF), ferroviaires (RFF) et d'électricité (RTE) ; elle comparait 34 emprises de pylônes, 22 infrastructures linéaires (19 routes, deux voies ferrées, un canal), cinq parcelles propriétés de RFF et, comme témoins, cinq parcelles de culture de 25 m², cinq bords de route de 25 m² et cinq pylônes. Cette étude concluait sur le fait que la diversité est très faible dans les cultures, les pylônes permettent d'apporter une diversité floristique non négligeable aux cultures, et les bords de route sont les milieux qui abritent en moyenne le plus de diversité en contexte d'openfield (Conservatoire Botanique National, 2014).

<u>Ecologie végétale des emprises électriques en paysage forestier</u>
La plupart des travaux publiés concernent les tranchées forestières, où la végétation pose des problèmes de développement excessif, de risque d'incendie, et nécessite des opérations intensives de gestion. Un symposium abordant les questions environnementales en matière de gestion et de planification d'emprises par les professionnels de l'environnement et de la gestion d'emprises de différents organismes, industries et organisations académiques, a lieu à tous les 3 à 5 ans depuis

près de 40 ans (Environmental Concerns in Rights of Way Management). Ces travaux ont lieu principalement en Amérique du Nord (Canada et Etats-Unis) et en Scandinavie, puis en Australie et dans d'autres pays européens (Pologne, Espagne, France).
Les tranchées forestières des lignes à haute tension constituent des habitats à des stades pionniers de la succession écologique, pour de nombreuses espèces animales et végétales (Wagner et al., 2014). La gestion de ces tranchées forestières et ses conséquences sur la flore et la faune ont donc fait l'objet de plusieurs publications. Aux Etats-Unis la gestion de ces tranchées forestières par les compagnies d'électricité a évolué, depuis la tonte régulière vers l'utilisation d'herbicides sélectifs associée à l'abattage des arbres et au débroussaillage, tous les 4 ou 5 ans (Russell et al., 2005). La gestion des emprises électriques en Australie a connu une évolution analogue, depuis la tonte manuelle vers des traitements larges et locaux par herbicides, associés au défrichement, sur un cycle plus court, tous les 3 ans, complété d'un passage local d'herbicides sur les jeunes plants entre les opérations de débroussaillage (Clarke et White, 2008).
Les emprises électriques gérées uniquement par la tonte ont une plus forte proportion de couvert arborescent que les emprises gérées aussi par une application locale d'herbicides, bien que ces deux types de gestion n'aient pas de conséquences sur le recouvrement en espèces ligneuses, ou sur la richesse en espèces envahissantes (Wagner et al., 2014). En général les études préconisent un régime de tonte à faible fréquence des tranchées forestières, afin de promouvoir la diversité des communautés végétales (Clarke et White, 2008), et des invertébrés tels que les fourmis rouges (Stiles et Jones, 1998).
Comparant la flore des emprises électriques et de la forêt environnante, une étude a montré que la richesse spécifique moyenne pour les espèces végétales est significativement plus élevée dans les emprises électriques, en particulier celles incluant des surfaces piétinées ou une part de sol nu. La comparaison des compositions et richesses taxonomique de la strate herbacée dans les corridors formés par ces ouvrages électriques, ainsi que dans les milieux adjacents, forestiers et humides, souligne que ces corridors jouent principalement un rôle d'habitat refuge, davantage que de foyer d'invasion pour des espèces exotiques (Rubino et al., 2002).

Dans tous les types de paysage les emprises électriques pourraient constituer des habitats promouvant la diversité spécifique dans le paysage ; elles pourraient aussi constituer un corridor écologique discontinu, dit en « pas japonais », la distance optimale entre chaque « pas » étant une variable discriminante selon les espèces (Schmitt et al., 2014).
Quant à la végétation des emprises ferroviaires, elle a été étudiée principalement en milieu urbain (Westermann et al., 2011), (Penone et al., 2012), à une remarquable exception près, axée sur un paysage prairial (Tikka et al., 2001).

IV - Perspectives opérationnelles et scientifiques

IV.1 – Préconisations opérationnelles et recommandations

Nos résultats sur la gestion de la végétation de l'interface route-champ cultivé sont généralisables à d'autres ILTTe traversant les paysages agricoles, comme les bords de voies ferrées (Westermann et al., 2011 ; Penone et al., 2012) et surtout les emprises des infrastructures linéaires de transport d'énergie : les pieds de pylônes. Ils ouvrent donc sur des recommandations pour l'action publique mais aussi pour des gestionnaires privés.

<u>Lier les ILTT et le paysage agricole</u>
Tout d'abord, au-delà des rôles de corridor et d'habitat, les ILTTe peuvent assurer une **connectivité avec les milieux adjacents**, que sont, dans les paysages agricoles, les champs cultivés. Cette connectivité transversale à l'infrastructure linéaire de transport, qui permet à de multiples espèces de se diffuser dans les milieux adjacents et de pénétrer dans le paysage au-delà de la simple emprise, représente une richesse, mais constitue également une contrainte associée à ces

infrastructures linéaires. Etant lié aux spécificités des paysages traversés, **les ILTTe devraient être gérés comme un sous-système de ce paysage** (Pauwels et Gulinck, 2000), non seulement parce que les ILTT sont des éléments sur lesquels peut s'appuyer la Trame Verte et Bleue, comme l'indiquent des collectivités locales (Schmitt et al., 2014), mais aussi parce que les effets des modalités de gestion sur la végétation dépendent du contexte paysager, comme l'ont confirmé nos travaux.

Des paramètres structurels : la largeur des emprises

Doté d'une continuité linéaire, le bord de route est le plus souvent réduit à quelques mètres de largeur, déterminés par des choix opérés au moment de la planification des routes. Bien que l'aménagement des routes fasse l'objet d'une planification à large échelle, la largeur des bords de routes, qui a un impact sur la végétation (O'Farrell et Milton, 2006 ; Zeng et al, 2012), reste cependant limitée à une bande de terre relativement étroite dans de nombreux pays européens. A titre d'exemple : 1,9 m en moyenne en Norvège (Hovd et Skogen, 2005) et au Danemark (Henriksen et Langer, 2013), entre 1,1 et 6,7 m en Pologne (Skórka et al., 2013), 6 m en moyenne pour les routes rurales en Finlande (Saarinen et al., 2005), et aux Pays-Bas (Vermeulen, 1993), moins de 10 m en Ecosse (Truscott et al., 2005). La largeur des bords de route est plus variable en Chine : entre 6 et 12 m (Zeng et al., 2011) ; en Afrique du Sud : de 3,7 à 31,7 m (Tshiguvho et al., 1999) ; et aux Etats-Unis : entre 2 et 14 m dans l'Utah (Gelbard et Belnap, 2003), entre 4,8 et 32 m dans le Wisconsin (Hawbaker et al., 2004), entre 18 et 84 m au Kansas (Hopwood, 2008). Dans le cadre de notre étude, la largeur des bords de routes est comprise entre 0,80 m et 3,5 m.

En milieu agricole, l'une des alternatives à des bords de route très étroits serait ainsi de semer, entre le talus et le champ cultivé, des bandes enherbées ayant pour but de contenir le risque malherbologique et d'éviter l'entrée des adventices au sein du champ cultivé. Cependant, ce rôle de barrière à la dispersion dépend fortement de l'espèce adventice considérée (Cordeau et al., 2011 ; Cordeau et al., 2012).

Associer tous les acteurs de la gestion différenciée des ILTTe

Enfin, la connectivité transversale et le rôle d'habitat des ILTTe sont influencés par les pratiques de gestion, celles-ci étant d'autant plus cruciales qu'il s'agit d'un espace interstitiel étroit et conflictuel mêlant différents acteurs. Des pratiques de gestions alternatives sont expérimentées sur une large palette d'ILTTe afin de promouvoir la biodiversité de ces espaces. Cependant, tant la synthèse bibliographique que nos recherches suggèrent que cette gestion peut présenter des effets inattendus sur les parcelles agricoles adjacentes, et éventuellement promouvoir le développement de certaines espèces adventices, concernant alors de multiples acteurs aux points de vue potentiellement divergents. Cette opposition de points de vue et d'objectifs peut se traduire par des conflits larvés ou ouverts conduisant potentiellement à une inefficacité des dispositifs de gestion alternative expérimentés. Nous avons vu que l'implication des riverains dans la mise au point de programmes de gestion alternatifs est une condition de l'application effective du régime de gestion choisi, faute de quoi les agriculteurs riverains compensent le défaut de gestion publique par une gestion agricole de ces espaces d'interface.

Dans notre étude les agriculteurs et le STA ont proposé différentes solutions dans le but d'apaiser ces tensions et de trouver des compromis entre les objectifs et les contraintes de chacun (Tableau 2). Certaines de ces solutions ne sont pas réalisables à l'heure actuelle, pour des contraintes humaines, matérielles et financières, mais l'idée principale est d'engager le dialogue entre les acteurs et tendre vers un compromis. Le travail mené par les enquêtes auprès des agriculteurs est un premier pas dans ce sens.

Tableau 2 – Solutions proposées afin de réduire le risque malherbologique relatif à la tonte tardive des bords de route (source : Rongère, 2014)

Type de solution	Solutions proposées	Proposées par
Solutions	Broyer avant chaque épiaison	Agriculteurs

techniques	Broyer le talus en même temps que l'accotement	
	Ramasser les résidus de fauche	
	Imposer une bande non cultivée entre le talus et la culture à entretenir par les agriculteurs	STA et quelques agriculteurs
Solutions organisationnelles	Diffuser le planning de fauche (sur un site internet)	Agriculteurs
	Augmenter les effectifs du STA en Mai/Juin/Juillet et organiser les journées de fauche en 2 × 8	
	Ou faire appel à des entreprises privées	
	Déléguer officiellement une partie de la gestion des dépendances vertes aux agriculteurs, contre rémunération	
Solutions relationnelles	Organiser des réunions d'information sur le fauchage tardif, ses impacts (avec des résultats d'études scientifiques en appui)	Agriculteurs
	Organiser une concertation autour du problème des mauvaises herbes des bordures et de leur gestion avec tous les acteurs concernés (agriculteurs, chambre d'agriculture, STA, conseil départemental, maires des communes, scientifiques ayant travaillé sur le sujet…	

En **conclusion**, la bordure route-champs cultivés est un espace étroit sujet à des interactions entre acteurs et entre espèces végétales ; nous avons montré que :

- la composition taxonomique de la bordure diffère entre les paysages
- dans le paysage ouvert les agriculteurs gèrent la berme et le talus
- sur les bermes du paysage ouvert la tonte précoce augmente la richesse spécifique
- sur les bermes des deux paysages la tonte tardive augmente l'abondance de certaines espèces adventices en bord de champ.

Les programmes de gestions sur une ILT devraient donc être établis :
- en fonction du paysage environnant (effet du paysage sur les communautés végétales présentes)
- en y associant les riverains (agriculteurs)
- en fonction des effets potentiels sur la végétation des milieux adjacents (adventices des cultures).

IV.2 - Perspectives scientifiques

Les préconisations d'IRCC concernent aussi les connaissances que pourrait développer l'action publique et les perspectives scientifiques.

Nous avons vu que peu d'études ont été conduites sur la gestion des pieds de pylônes dans un territoire agricole de plaine cultivée ; les seules études spécifiques concernent des tests expérimentaux de semis, qui nécessiteront, dans le futur, une gestion appropriée. La gestion de la végétation des emprises électriques en paysage agricole ne fait l'objet que des études récentes et peu étayées par des méthodes scientifiques et des publications largement diffusables.

Ces emprises électriques étant en contact direct avec les champs cultivés, la mise en place des pratiques de gestion devrait tenir compte des échanges d'espèces à l'interface emprise-champ cultivé. Tout comme les bords de route, étant donné l'ampleur grandissante de ces infrastructures de transports d'énergie en plaine cultivée, notre recherche met en évidence la nécessité de multiplier les études sur ce type de territoire, en particulier du fait de l'écotone conflictuel qu'elles sont susceptibles de générer.

En collaboration avec les partenaires concernés, et notamment RTE et SNCF-Réseau, une recherche sur la contribution réelle et potentielle des ILTTe au réseau écologique analyserait les déterminants locaux et paysagers de la végétation des emprises électriques et ferroviaires en paysage agricole. A l'aide d'outils de mesure de la connectivité écologique (Graphab), elle permettrait d'estimer la distance inter- pylônes optimale pour différentes espèces et permettrait de définir des préconisations

de gestion, de restauration écologique et d'aménagement de l'espace. Elle contribuerait à combler les lacunes sur l'insertion paysagère des ILTT, tant dans sa dimension longitudinale que transversale. Cette recherche serait conduite en partenariat avec les acteurs travaillant ou ayant travaillé sur ces sujets, et notamment l'IRSTEA (site de Nogent-sur-Vernisson) et l'association Hommes et Territoires (Orléans), avec lesquels nous sommes en relation ; elle comprendrait un volet d'observation sur un large panel de sites, ainsi qu'un volet expérimental sur des terrains plus ciblés, dans le sillon des expériences de restauration écologique par le semis de mélanges d'espèces, actuellement en cours.

V - Valorisation des travaux

Articles dans des revues à comité de lecture

[1] DI PIETRO F., CHAUDRON C. & PERRONNE R. (soumis) L'interface route-champ cultivé : un écotone conflictuel, *Vertigo*, Numéro spécial 'Infrastructures de transports, territoire et opérationnalités : enjeux méthodologiques et positionnements de recherche'

[2] CHAUDRON, C., PERRONNE, R., BONTHOUX, S. & DI PIETRO, F. (en revision) Influence of management practices on plant assemblages of road-field boundaries in two agricultural landscape. *Applied Vegetation Science*

Colloques et séminaires

[3] DI PIETRO F. & CHAUDRON C. (2015) Interfaces routes-champs cultivés : la gestion différenciée des bords de routes induit-elle des problèmes particuliers d'adventices dans les champs cultivés ? communication orale et affichée, Colloque ITTECOP (Infrastructures de Transport Terrestres, ECOsystèmes et Paysages), Nice (France), 1-2 Octobre 2015 http://www.ittecop.fr/index.php/valorisation/les-journees-ittecop/175-documents-colloque-ittecop-2015

[4] CHAUDRON C, PERRONNE R, BONTHOUX S & DI PIETRO F (2015) Influence des pratiques de gestion sur l'assemblage des communautés végétales de l'interface 'route-champ cultivé', communication affichée, Colloque Empirisme et Théorie en Écologie et Évolution, Gif-sur-Yvette, 28-30 Septembre 2015

[5] CHAUDRON C., RONGERE F. & DI PIETRO F. (2014). Gestion et perception de l'interface route-champ cultivé dans deux paysages agricoles, communication orale, *Paysage, territoire et agroécologie : des processus à la concertation entre acteurs, 7èmes Journées françaises de l'Ecologie du Paysage*, Dijon (France), 27-30 Octobre 2014

[6] PERRONNE R., CHAUDRON C., DI PIETRO F., ISSELIN F. & LE CORRE V. (2014). Colonisation des paysages agricoles par les espèces des bordures adjacentes : apports de l'approche fonctionnelle, communication affichée, *Paysage, territoire et agroécologie : des processus à la concertation entre acteurs, 7èmes Journées françaises de l'Ecologie du Paysage*, Dijon (France), 27-30 Octobre 2014

[7] CHAUDRON, C., DI PIETRO, F. & ISSELIN-NONDEDEU, F. (2014) Effet de la gestion du bord de route sur la végétation de l'interface route-champs cultivés, communication orale, 2ème séminaire du Groupe Technique National Agrifaune « Bords de Champs », Dry, France, Octobre 2014

[8] CHAUDRON C., DI PIETRO F. & ISSELIN-NONDEDEU F. (2014) Effet de la gestion du bord de route sur la végétation de l'interface route-champs cultivés en fonction du contexte paysager, communication orale, *Colloque ECOVEG 10, Ecologie des Communautés Végétales*, Lyon (France), 9-11 Avril 2014

[9] CHAUDRON C., DI PIETRO F. & ISSELIN-NONDEDEU F. (2013) Interactions bords de Routes et Mosaïques Agricoles. Effet des modalités de gestion et du paysage sur la dispersion de la végétation de l'interface route-champs cultivés, communication affichée, *Colloque ECOVEG 9, Ecologie des Communautés Végétales*, Tours (France), 3-5 Avril 2013

Articles en prévision

- Contribution de la bordure route-champs à la flore régionale (Symbioses)
- Influence des facteurs paysagers actuels et passés sur la végétation de la bordure route-champ (Journal Vegetation Sciences, Ecography)
- Influence des facteurs paysagers actuels et de la gestion sur la végétation de la bordure route-champ (Agriculture, Ecosystems and Environment)
- Influence des pratiques de gestions sur la composition fonctionnelle des communautés dans deux contextes paysagers (Applied Vegetation Science).

Bibliographie citée

Aavik, T., Liira, J., 2010. Quantifying the effect of organic farming, field boundary type and landscape structure on the vegetation of field boundaries. Agric. Ecosyst. Environ. 135, 178–186.

Auestad, I., Rydgren, K., Austad, I., 2011. Road Verges: Potential Refuges for Declining Grassland Species Despite Remnant Vegetation Dynamics. Ann. Bot. Fenn. 48, 289–303. doi:10.5735/085.048.0401

Bailleul, D., Ollier, S., Huet, S., Gardarin, A., Lecomte, J., 2012. Seed Spillage from Grain Trailers on Road Verges during Oilseed Rape Harvest: An Experimental Survey. PLoS One 7.

Barroso, J., Navarrete, L., Sanchez Del Arco, M., Fernandez-Quintanilla, C., Lutman, P., Perry, N., Hull, R., 2006. Dispersal of Avena fatua and Avena sterilis patches by natural dissemination, soil tillage and combine harvesters. Weed Res. 46, 118–128.

Bender, O., Boehmer, H.J., Jens, D., Schumacher, K.P., 2005. Analysis of land-use change in a sector of Upper Franconia (Bavaria, Germany) since 1850 using land register records. Landsc. Ecol. 20, 149–163.

Bignal, K.L., Ashmore, M.R., Headley, A.D., Stewart, K., Weigert, K., 2007. Ecological impacts of air pollution from road transport on local vegetation. Appl. Geochemistry 22, 1265–1271. doi:10.1016/j.apgeochem.2007.03.017

Busck, A., 2002. Farmers' landscape decisions: Relationships between farmers' values and landscape practices. Sociol. Rural. 233–249.

Chevalier, R., 2014. Note de synthèse des travaux IRSTEA 2009-2013 sur la gestion de la biodiversité au pied des pylônes des lignes électriques à haute et très haute tension, IRSTEA. IRSTEA.

Clarke, D.J., White, J.G., 2008. Towards ecological management of Australian powerline corridor vegetation. Landsc. Urban Plan. 86, 257–266. doi:10.1016/j.landurbplan.2008.03.005

Coffin, A.W., 2007. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. J. Transp. Geogr. 15, 396–406.

Conservatoire Botanique National, B., 2014. Rapport d'activités 2014. Conservatoire botanique national de Bailleul.

Cordeau, S., 2010. Conséquences de la mise en place des bandes enherbées sur l'évolution de la flore adventice. Thèse de doctorat en agronomie et écologie, Université de Bougogne.

Cordeau, S., Gibot-Leclerc, S., Chauvel, B., 2009. MISE EN PLACE DES BANDES ENHERBÉES: QUELS RESSENTIS ET QUELLES CRAINTES MALHERBOLOGIQUES DE LA PART DES AGRICULTEURS, in: 13ème Colloque International Sur La Biologie Des Mauvaises Herbes, Dijon, 8-10 Septembre 2009. pp. 16–27. doi:10.1017/CBO9781107415324.004

Cordeau, S., Petit, S., Reboud, X., Chauvel, B., 2012. The impact of sown grass strips on the spatial distribution of weed species in adjacent boundaries and arable fields. Agric. Ecosyst. Environ. 155, 35–40.

Cordeau, S., Petit, S., Reboud, X., Chauvel, B., 2011a. Sown grass strips harbour high weed diversity but decrease weed richness in adjacent crops. Weed Res. 52, 88–97.

Cordeau, S., Reboud, X., Chauvel, B., 2011b. Farmers' fears and agro-economic evaluation of sown grass strips in France. Agron. Sustain. Dev. 31, 463–473. doi:10.1007/s13593-011-0004-6

Cousins, S.A., Eriksson, O., 2002. The influence of management history and habitat on plant species richness in a rural hemiboreal landscape, Sweden. Landsc. Ecol. 17, 517–529.

Cousins, S.A.O., 2006. Plant species richness in midfield islets and road verges – The effect of landscape fragmentation. Biol. Conserv. 127, 500–509.

D'Amico, M., Román, J., de los Reyes, L., Revilla, E., 2015. Vertebrate road-kill patterns in Mediterranean habitats: Who, when and where. Biol. Conserv. 191, 234–242.

de Redon, L., 2008. Intérêts écologiques des bords de route en milieu agricole intensif. Thèse de doctorat en écologie, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

de Redon, L., Le Viol, I., Jiguet, F., Machon, N., Scher, O., Kerbiriou, C., 2015. Road network in an agrarian landscape: Potential habitat, corridor or barrier for small mammals? Acta Oecologica 62, 58–65.

de Snoo, G.R., van der Poll, R.J., 1999. Effect of herbicide drift on adjacent boundary vegetation. Agric. Ecosyst. Environ. 1–6.

Ellis, E.C., Neerchal, N., Peng, K., Xiao, H.S., Wang, H., Zhuang, Y., Li, S.C., Wu, J.X., Jiao, J.G., Ouyang, H., Cheng, X., Yang, L.Z., 2009. Estimating Long-Term Changes in China's Village Landscapes. Ecosystems 12, 279–297.

Flory, S.L., Clay, K., 2005. Invasive shrub distribution varies with distance to roads and stand age in eastern deciduous forests in Indiana, USA. Plant Ecol. 184, 131–141.

Forman, R.T.., 1998. Road ecology: a solution for the giant embracing us. Landsc. Ecol. 13, iii–v.

Forman, R.T.T., Alexander, L.E., 1998. Roads and their major ecological effects. Annu. Rev. Ecol. Syst. 29, 207–231.

Friedberg, C., 1992. Représentation, classification: comment l'homme pense ses rapports au milieu naturel, in: Jollivet, M. (Ed.), Sciences de la nature, sciences de la société. CNRS Éditions, pp. 357–373.

Fu, W., Liu, S., Dong, S., 2010. Landscape pattern changes under the disturbance of road networks. Procedia Environ. Sci. 2, 859–867.

Gelbard, J.L., Belnap, J., 2003. Roads as conduits for exotic plant invasions in a semiarid landscape. Conserv. Biol. 17, 420–432.

Girvetz, E.H., Thorne, J.H., Berry, A.M., Jaeger, J.A.G., 2008. Integration of landscape fragmentation analysis into regional planning: A statewide multi-scale case study from California, USA. Landsc. Urban Plan. 86, 205–218.

Haase, D., Walz, U., Neubert, M., Rosenberg, M., 2007. Changes to Central European landscapes—Analysing historical maps to approach current environmental issues, examples from Saxony, Central Germany. Land use policy 24, 248–263.

Hawbaker, T.J., Radeloff, V.C., Hammer, R.B., Clayton, M.K., 2004. Road Density and Landscape Pattern in Relation to Housing Density, and Ownership, Land Cover, and Soils. Landsc. Ecol. 20, 609–625. doi:10.1007/s10980-004-5647-0

Heijting, S., Van Der Werf, W., Kropff, M., 2009. Seed dispersal by forage harvester and rigidtine cultivator in maize. Weed Res. 49, 153–163.

Henriksen, C.I., Langer, V., 2013. Road verges and winter wheat fields as resources for wild bees in agricultural landscapes. Agric. Ecosyst. Environ. 173, 66–71.

Hogbin, P.M., Ayre, D.J., Whelan, R.J., 1998. Genetic variation and reproductive success of road verge populations of the rare shrub Grevillea barklyana (Proteaceae). Heredity (Edinb). 80, 180–186.

Holderegger, R., Di Giulio, M., 2010. The genetic effects of roads: A review of empirical evidence. Basic Appl. Ecol. 11, 522–531.

Hopwood, J.L., 2008. The contribution of roadside grassland restorations to native bee conservation. Biol. Conserv. 141, 2632–2640.

Hovd, H., Skogen, A., 2005. Plant species in arable field margins and road verges of central Norway. Agric. Ecosyst. Environ. 110, 257–265.

Humbert, J.-Y., Pellet, J., Buri, P., Arlettaz, R., 2012. Does delaying the first mowing date benefit biodiversity in meadowland? Environ. Evid. 1, 9.

Jantunen, J., Saarinen, K., Valtonen, A., Saarnio, S., 2007. Flowering and seed production success along roads with different mowing regimes. Appl. Veg. Sci. 10, 285–292.

Jantunen, J., Saarinen, K., Valtonen, A., Saarnio, S., 2006. Grassland vegetation along roads differing in size and traffic density. Ann. Bot. Fenn. 107–117.

Joly, M., Bertrand, P., Gbangou, R.Y., White, M.-C., Dubé, J., Lavoie, C., 2011. Paving the Way for Invasive Species: Road Type and the Spread of Common Ragweed (Ambrosia artemisiifolia). Environ. Manage. 48, 514–522.

Kalwij, J.M., Milton, S.J., McGeoch, M.A., 2008. Road verges as invasion corridors ? A spatial hierarchical test in an arid ecosystem. Landsc. Ecol. 23, 439–451.

Kleijn, D., Snoeijing, G.I.J., 1997. Field Boundary Vegetation and the Effects of Agrochemical Drift: Botanical Change Caused by Low Levels of Herbicide and Fertilizer. J. Appl. Ecol. 34, 1413–1425.

Kleijn, D., Verbeek, M., 2000. Factors affecting the species composition of arable field boundary vegetation. J. Appl. Ecol. 37, 256–266.

Köhler, B., Gigon, A., Edwards, P.J., Krüsi, B., Langenauer, R., Lüscher, A., Ryser, P., 2005. Changes in the species composition and conservation value of limestone grasslands in Northern Switzerland after 22 years of contrasting managements. Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst. 7, 51–67.

Latham, A.D.M., Boutin, S., 2015. Impacts of Utility and Other Industrial Linear Corridors on Wildlife, in: Handbook of Road Ecology. pp. 228–236. doi:10.1002/9781118568170.ch27

Le Bris, C., 2014. Restaurations des bordures de champs et pieds de pylônes, par semis de fleurs sauvages. Compte-rendu d'activités 2013, Hommes & Territoires. Association Hommes et Territoires, 24 p.

Le Bris, C., 2011. Gestion des dépendances routières et bordures de champs à l'échelle de la région Centre, dans le cadre du Grenelle de l'environnement et de la Trame Verte et Bleue. Association Hommes et Territoires, 79 p.

Le Coeur, D., Baudry, J., Burel, F., 1997. Field margins plant assemblages: variation partitioning between local and landscape factors. Landsc. Urban Plan. 37, 57–71.

Le Viol, I., Julliard, R., Kerbiriou, C., de Redon, L., Carnino, N., Machon, N., Porcher, E., 2008. Plant and spider

communities benefit differently from the presence of planted hedgerows in highway verges. Biol. Conserv. 141, 1581–1590.

Liebman, M., Gallandt, E., 1997. Many little hammers: ecological management of crop–weed interactions, in: Jackson, L.E. (Ed.), Ecology in Agriculture. Academic Press, San Diego, USA, pp. 291–343.

Lindborg, R., Plue, J., Andersson, K., Cousins, S.A.O., 2014. Function of small habitat elements for enhancing plant diversity in different agricultural landscapes. Biol. Conserv. 206–213.

Mante, J., Gerowitt, B., 2009. Learning from farmers' needs: Identifying obstacles to the successful implementation of field margin measures in intensive arable regions. Landsc. Urban Plan. 93, 229–237. doi:10.1016/j.landurbplan.2009.07.010

Marshall, E.J.P., 1989. Distribution patterns of plants associated with arable field edges. J. Appl. Ecol. 247–257.

Mcgarigal, K., Romme, W.H., Crist, M., Roworth, E., 2001. Cumulative effects of roads and logging on landscape structure in the San Juan Mountains, Colorado (USA). Landsc. Ecol. 327–349.

Merckx, T., Feber, R.E., Dulieu, R.L., Townsend, M.C., Parsons, M.S., Bourn, N. a. D., Riordan, P., Macdonald, D.W., 2009. Effect of field margins on moths depends on species mobility: Field-based evidence for landscape-scale conservation. Agric. Ecosyst. Environ. 129, 302–309.

Michel-Guillou, E., 2006. Représentations sociales et pratiques sociales: l'exemple de l'engagement pro-environnemental en agriculture. Rev. Eur. Psychol. Appliquée/European Rev. Appl. Psychol. 56, 157–165.

Noordijk, J., Delille, K., Schaffers, A.P., Sýkora, K. V., 2009. Optimizing grassland management for flower-visiting insects in roadside verges. Biol. Conserv. 142, 2097–2103.

Parr, A.T.W., Way, J.M., 1988. Management of Roadside Vegetation: The Long-Term Effects of Cutting. J. Appl. Ecol. 25, 1073–1087.

Pauwels, F., Gulinck, H., 2000. Changing minor rural road networks in relation to landscape sustainability and farming practices in West Europe. Agric. Ecosyst. Environ. 77, 95–99.

Penone, C., Machon, N., Julliard, R., Le Viol, I., 2012. Do railway edges provide functional connectivity for plant communities in an urban context ? Biol. Conserv. 148, 126–133.

Reijnen, R., Foppen, R., Veenbaas, G., 1997. Disturbance by traffic of breeding birds: evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. Biodivers. Conserv. 6, 567–581.

Rew, L., Froud-Williams, R., Boatman, N., 1996. Dispersal of Bromus sterilis and Anthriscus sylvestris within arable field margins. Agric. Ecosyst. Environ. 107–114.

Riviere, L., 2014. Valorisation des bordures de chemins et des pieds de pylones par semis de fleurs sauvages en plaine cerealiere. Master ECOCAEN « Gestion et valorisation agri-environnementales » Institut de Biologie Fondamentale et Appliquée, Université de Caen Basse Normandie.

Rubino, D.L., Williams, C.E., Moriarity, W.J., 2002. Herbaceous layer contrast and alien plant occurrence in utility corridors and riparian forests of the Allegheny High Plateau. J. Torrey Bot. Soc. 129, 125–135.

Russell, K.N., Ikerd, H., Droege, S., 2005. The potential conservation value of unmowed powerline strips for native bees. Biol. Conserv. 124, 133–148.

Rytwinski, T., Fahrig, L., 2007. Effect of road density on abundance of white-footed mice. Landsc. Ecol. 22, 1501–1512.

Saarinen, K., Valtonen, A., Jantunen, J., Saarnio, S., 2005. Butterflies and diurnal moths along road verges: Does road type affect diversity and abundance? Biol. Conserv. 123, 403–412.

Samways, M.J., Osborn, R., Carliel, F., 1997. Effect of a highway on ant (Hymenoptera: Formicidae) species composition and abundance, with a recommendation for roadside verge width. Biodivers. Conserv. 6, 903–913.

Schaffers, P., 2002. Soil, biomass, and management of semi-natural vegetation. Plant Ecol. 158, 247–268.

Schmitt, G., Franchomme, M., Hinnewinkel, C., 2014. Réseau électrique et réseau écologique: contraintes et opportunités dans un paysage fragmenté (Nord-Pas-de-Calais). Proj. paysage Publié le.

Skórka, P., Lenda, M., Moroń, D., Kalarus, K., Tryjanowski, P., 2013. Factors affecting road mortality and the suitability of road verges for butterflies. Biol. Conserv. 159, 148–157.

Smith, H., Feber, R.E., Morecroft, M.D., Taylor, M.E., Macdonald, D.W., 2010. Short-term successional change does not predict long-term conservation value of managed arable field margins. Biol. Conserv. 143, 813–822.

Smith, H., Firbank, L.G., Macdonald, D.W., 1999. Uncropped edges of arable fields managed for biodiversity do not increase weed occurrence in adjacent crops. Biol. Conserv. 107–111.

Spooner, P.G., Lunt, I.D., Okabe, A., Shiode, S., 2004. Spatial analysis of roadside Acacia populations on a road network using the network K-function. Landsc. Ecol. 19, 491–499.

Stiles, J.H., Jones, R.H., 1998. Distribution of the red imported fire ant, Solenopsis invicta, in road and powerline habitats. Landsc. Ecol. 13, 335–346.

Strykstra, R., Verweij, G., Bakker, J., 1997. Seed dispersal by mowing machinery in a Dutch brook valley system. Acta Bot. Neerl. 46, 387–401.

Sykora, K., Kalvij, J., Keizer, P.-J., 2002. Phytosociological and floristic evaluation of a 15-year ecological management of roadside verges in the Netherlands. Preslia (Prague) 421–436.

Tanghe, M., Godefroid, S., 2000. Road verge grasslands in southern Belgium and their conservation value. Fragm. Florist. Geobot. 45, 147–163.

Theaker, A., Boatman, N., Froud-Williams, R., 1995. Variation in Bromus sterilis on Farmland: Evidence for the Origin of Field Infestations. J. Appl. Ecol. 47–55.

Tikka, P.M., Högmander, H., Koski, P.S., 2001. Road and railway verges serve as dispersal corridors for grassland plants. Landsc. Ecol. 16, 659–666.

Truscott, A.M., Palmer, S.C.F., McGowan, G.M., Cape, J.N., Smart, S., 2005. Vegetation composition of roadside verges in Scotland: the effects of nitrogen deposition, disturbance and management. Environ. Pollut. 136, 109–18.

Tshiguvho, T.E., Dean, W.R.J., Robertson, H.G., 1999. Conservation value of road verges in the semi-arid Karoo, South Africa: ants (Hymenoptera: Formicidae) as bio-indicators. Biodivers. Conserv. 8, 1683–1695.

Valtonen, A., Jantunen, J., Saarinen, K., 2006. Flora and lepidoptera fauna adversely affected by invasive Lupinus polyphyllus along road verges. Biol. Conserv. 133, 389–396.

van der Ree, R., Smith, D.J., Grilo, C., 2015. The Ecological Effects of Linear Infrastructure and Traffic, in: Handbook of Road Ecology. pp. 1–9. doi:10.1002/9781118568170.ch1

Vermeulen, H.J.., 1993. The composition of the carabid fauna on poor sandy road-side verges in relation to comparable open areas. Biodivers. Conserv. 331–350.

Wagner, D.L., Metzler, K.J., Leicht-Young, S. a., Motzkin, G., 2014. Vegetation composition along a New England transmission line corridor and its implications for other trophic levels. For. Ecol. Manage. 327, 231–239. doi:10.1016/j.foreco.2014.04.026

Way, J., 1977. Roadside verges and conservation in Britain: a review. Biol. Conserv. 65–74.

Westermann, J.R., von der Lippe, M., Kowarik, I., 2011. Seed traits, landscape and environmental parameters as predictors of species occurrence in fragmented urban railway habitats. Basic Appl. Ecol. 12, 29–37.

Wiącek, J., Polak, M., Kucharczyk, M., Bohatkiewicz, J., 2015. The influence of road traffic on birds during autumn period: Implications for planning and management of road network. Landsc. Urban Plan. 134, 76–82.

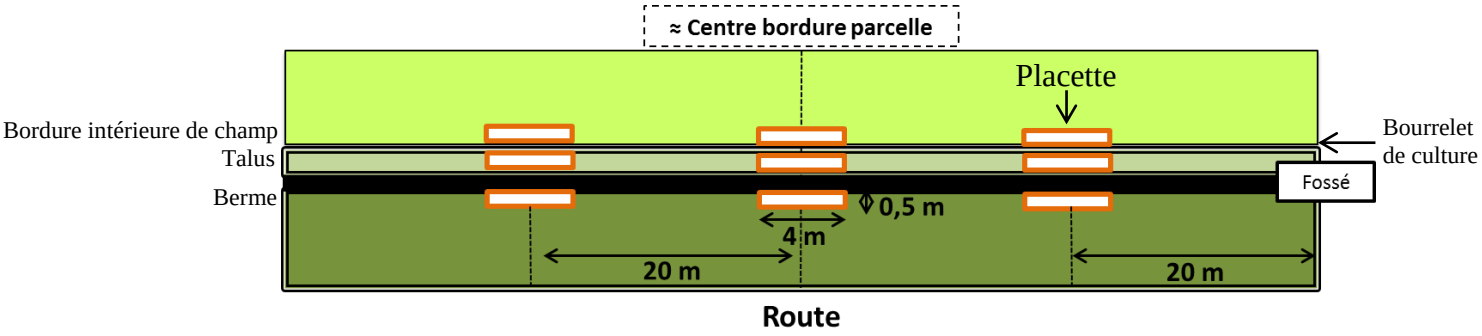
Xiao, Y., Mignolet, C., Mari, J.-F., Benoît, M., 2015. Characterizing historical (1992–2010) transitions between grassland and cropland in mainland France through mining land-cover survey data. J. Integr. Agric. 14, 1511–1523.

Zeng, S.-L., Zhang, T.-T., Gao, Y., Ouyang, Z.-T., Chen, J.-K., Li, B., Zhao, B., 2011. Effects of road age and distance on plant biodiversity: a case study in the Yellow River Delta of China. Plant Ecol. 212, 1213–1229.

ANNEXES

Annexe A - Dispositif de la campagne de relevés botaniques en 2013
Annexe B - Dispositif de la campagne de relevés botaniques en 2014
Annexe C - Questionnaire d'enquête avec les agriculteurs
Annexe D - Guide d'entretien approfondi avec les agriculteurs
Annexe E - Catégories d'occupation du sol
Annexe F - Pratiques de gestion
Annexe G - Gestion du bord de route par les agriculteurs
Annexe H - Occupation du sol des paysages ouvert et boisé en 1980 et 2011
Annexe I - Equations de recherche utilisées pour les emprises électriques
Annexe J - Analyse des données

Annexe A - Dispositif de la campagne de relevés botaniques en 2013



Figue A. Exemple de dispositif utilisé sur une interface lors de la campagne de relevés botaniques en 2013.

Annexe B - Dispositif de la campagne de relevés botaniques en 2014

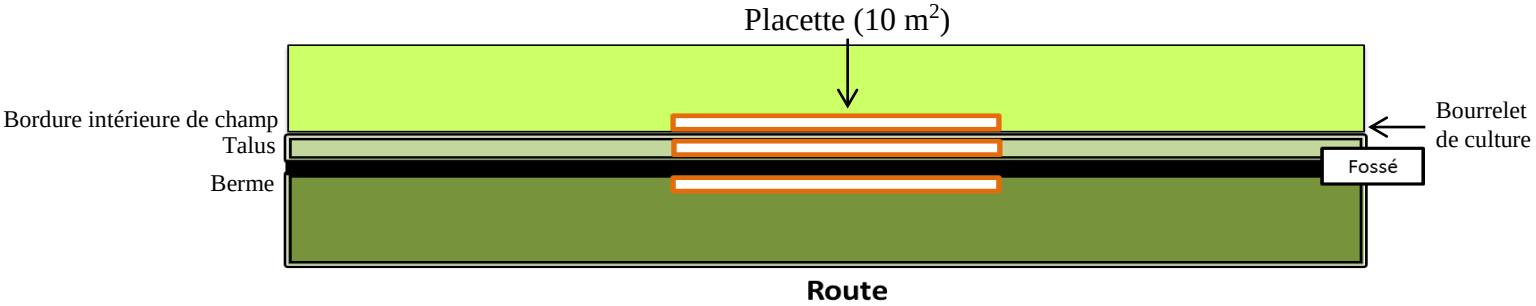


Figure B. Exemple de dispositif utilisé sur une interface lors de la campagne de relevés botaniques en 2014.

Tableau B. Dimension des placettes de relevé.

Largeur (m)	Longueur (m)
0,5	20
0,45	23
0,40	25
0,35	30
0,30	33
0,25	40
0,20	50
0,15	67
0,10	100

Annexe C - Questionnaire d'enquête avec les agriculteurs

Présentation de l'étude :

Une étude sur la végétation des bords de route est actuellement en cours dans le Sud-est du département d'Indre-et-Loire. Un des buts de cette étude est de comprendre la dispersion des mauvaises herbes dans les cultures depuis le bord de route. Pour ce faire, nous aurions besoin de connaître vos pratiques agricoles sur les parcelles en bordures de certaines routes départementales du secteur (les RD 760, RD 9, RD 12, RD 81 et RD 775). Nous nous intéressons seulement aux parcelles en céréales d'hiver cette année (blé ou orge d'hiver).

Ci-joint à ce questionnaire, une photo aérienne du secteur de votre exploitation. Les parcelles en bordure des routes départementales sélectionnées pour l'étude sont numérotées.

Nom de l'agriculteur : Structure juridique et nombre d'UTH : SAU : Production dominante :

1. Veuillez, s'il vous plait, reporter les numéros des parcelles que vous cultivez en céréales d'hiver cette année dans le tableau ci-dessous et y renseigner les informations sur les itinéraires techniques.

NuméroParcelle :	Culture 2013	Culture 2014	Rotation habituelle	Travail du sol	Fertilisation : Nombre d'apports	Fertilisation : Dose en UN/Ha	Herbicide : Noms des différents produits	Herbicide : Doses des différents produits

2. Pour les parcelles que vous venez d'identifier (si l'entretien est différent en fonction de la parcelle, précisez le):

2.2. Entretenez-vous les bordures de ces parcelles situées en bord de route ? (Bande entre le dernier rang de votre culture et le talus/fossé du bord de route)

Si oui, quel type d'entretien ?

Fauchage Broyage Pulvérisation d'herbicide

Et à quelle fréquence ? 1, 2, 3 fois par an ?

2.3. Entretenez-vous l'accotement de la route ?

Si oui, quel type d'entretien et à quelle fréquence ?

3. Connaissez-vous le fauchage tardif pratiqué sur certaines routes départementales ?

Si oui, qu'en pensez-vous ?

4. Pour finir, donner 4 mots ou groupes de mots que vous associez aux bords de route :

Annexe D - Guide d'entretien approfondi avec les agriculteurs

1- Données sur le système de production
Pouvez-vous me décrire en quelques mots votre système d'exploitation ? *Tableau à remplir*

2- Parcelles en céréales d'hiver adjacentes aux bords de route
Appliquez-vous un itinéraire technique différemment d'une parcelle à une autre pour une même culture ou avez-vous un itinéraire technique général ?
Quel est votre itinéraire technique sur les parcelles qui sont au bord de la route en particulier ?
Montrer sur une carte avec photo la parcelle en question et remplir le tableau des pratiques et demander les raisons de leurs choix techniques pour chaque parcelle en céréales d'hiver en bord de route
Si non, itinéraire technique général sur toutes les parcelles en blé ou orge
Quels avantages ou inconvénients y-a-t- il dans le fait que ces parcelles soient en bordure de la route ? Cela induit-il des différences dans vos pratiques agricoles par rapport aux parcelles en céréales qui ne sont pas bordées par une route ?

3- Bord de parcelle
Distinction bord de champ/bord de route : On définit le bord de route par l'espace de la route jusqu'au talus
Avez-vous des bordures de champ, c'est-à-dire des zones non cultivées autour de vos parcelles ? *Si oui, détail structure + gestion*
Si non : on va alors parler des bordures interne de vos parcelles, c'est-à-dire le premier mètre à l'intérieur de la parcelle
Quelles sont vos pratiques de gestion des bordures internes des parcelles ?
(C'est-à-dire de la limite interne des champs, soit le dernière mètre de la parcelle, montrer sur un schéma si besoin)
Pourquoi utilisez-vous cette technique ?
(Par exemple le désherbage chimique plutôt que le fauchage, broyage ou aucune gestion)
Gérez-vous différemment la bordure du champ qui est en bord de route par rapport aux autres bordures de la parcelle ? *Schéma + Détaillez les différences de gestion*
Vous arrive-t-il d'étendre vos pratiques au-delà de vos parcelles situées en bord de route, jusqu'au talus voir l'accotement ? Si oui, quelles pratiques d'entretien et pourquoi ?

4- Gestion différenciée
Connaissez-vous la gestion différenciée pratiquée sur certaines routes ? (Si non évoquée avant)
Qu'en pensez-vous ?
Pouvez-vous me lister les adventices présentes sur votre exploitation ? Classées selon la plus problématique
Quelles sont les adventices qui viennent selon vous, des bords de route ? Questions à poser lorsque le sujet des adventices est abordé

5. Liens/relations avec les agents de la STA
Les services territoriaux d'aménagement (STA) sont en charge de l'entretien des bords de routes départementales, êtes-vous en lien avec eux ? Quelles relations entretenez-vous avec eux ? Pouvez-vous me décrire en détail ces relations ? *(origine, historique, objet source des tensions ?)*

(Si non précisé, êtes-vous en contact direct avec les agents de la STA ? Dans quel cadre vous rencontrez-vous ?)
Que pensez-vous de leurs pratiques d'entretien des bords de route ?
Si la végétation du bord de route vous pose des difficultés à un moment donné, comment réagissez et agissez-vous ? Faites-vous appel à une personne tierce ? *(Agit seul, fait remonter le problème au maire, à un référent agricole, à la STA directement ?)*
Quelles solutions voyez-vous pour améliorer la situation ? En termes de relations avec la STA et en termes de gestion des bords de route ?

6. Résumé perception du bord de route

Pour résumer notre discussion sur les bords de route, pouvez-vous me citer 4 mots qui vous viennent à l'esprit, que vous associez, au terme « bord de route » ?
Quels rôles attribuez-vous au bord de route ?
Si non évoqué : les bords de routes sont des espaces d'interface entre votre exploitation et l'espace public. Qu'en pensez-vous ? Apportez-vous une signification particulière à ces bords de routes ?

Annexe E - Catégories d'occupation du sol

différenciées lors de l'étude cartographique

Tableau E. Catégories d'occupation du sol et critères déterminants.

Catégories	**Occupation**	**Critères**
Culture	surface cultivée en céréale d'hiver ou colza	1980 : très clair
Maïs		-Rampes d'irrigation visibles -Texture moutonnante -Bords nets 1980 : plus foncé que les prairies
Prairie	temporaire ou permanente	1980 : nuance de gris
Verger et vigne		Tracé très régulier
Bois	bosquet, forêt, haies, arbre isolés	
Zones bâties	maisons isolées, village, angar, cour de ferme	
Eau	mare, ruisseau, rivière, étang	1980 : bords arrondis, surface sombre
Route	nationale, départementale, communale, autoroute	
Autre	petites surfaces : bords de champ, haies, espaces entre les buffers…	

Annexe F - Pratiques de gestion

caractérisant les 40 bords de route étudiés

Tableau F. Caractérisation des pratiques de gestion sur chaque compartiment de l'interface au sein des deux paysages.

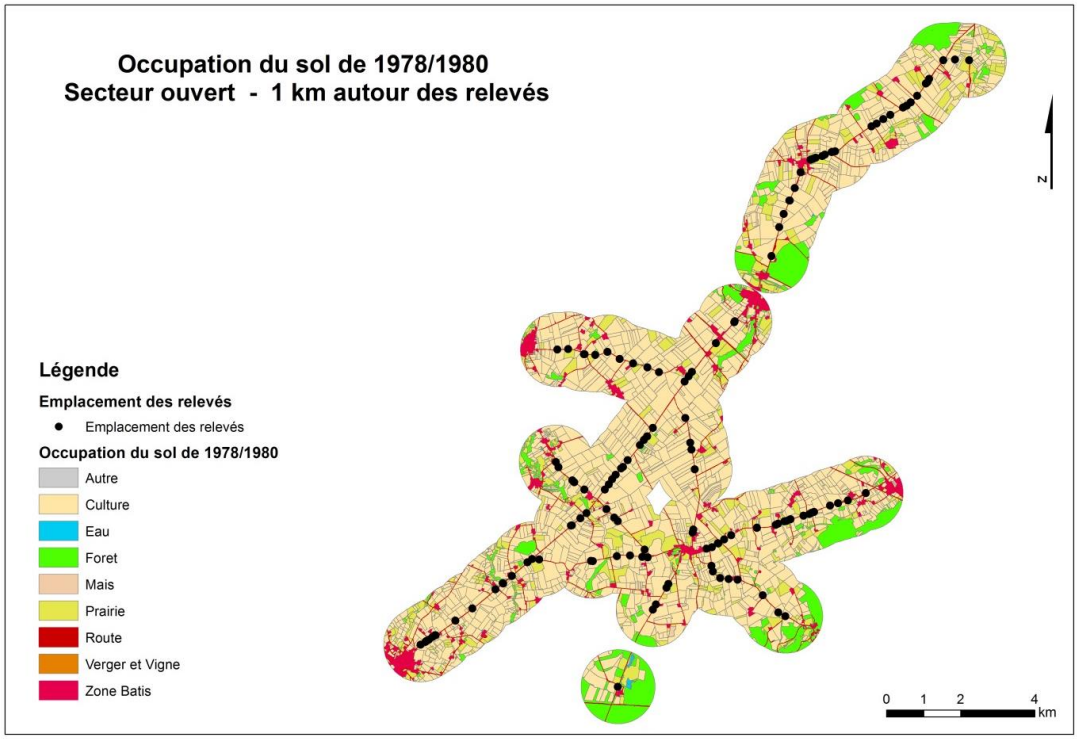
Pratiques de gestion	Niveau ou gamme de valeur	Nombre de placettes dans le paysage ouvert ou moyenne±SD	Nombre de placettes dans le paysage boisé ou moyenne±SD
Tonte de la berme	eS: 1 coupe début d'été lS: 1 coupe fin d'été 2C: 2 coupes estivales >2C: plus de 2 coupes estivales	15 12 15 9	12 27 15 .
Tonte du talus	1-3: nombre de coupe par an	1.94±0.73	2.22±0.63
Traitement herbicide du talus	0: absence de traitement 1: presence de traitement	18 33	54 0
Traitement herbicide en bord de champ	IFTH: Indice de Fréquence de Traitement Herbicide	2.19±0.72	1.99±0.56
Apport de nitrates en bord de champ	N: Unité d'azote apporté à l'hectar	183±19	169±18

Annexe G - Gestion du bord de route par les agriculteurs

Tableau G. Classes de gestion des bords de route par 60 agriculteurs

Compartiment géré	**Opération de gestion** (nombre d'agriculteurs)	**Classes de gestion** (nombre d'agriculteurs)
Aucun	0 (6)	**G0** (6)
Talus ou berme	1 coupe (20)	**G1** (20)
Talus	>1 coupe (11)	**G2** (15)
	1 coupe + 1 passage d'herbicide (3)	
	>1 coupe + 1 passage d'herbicide (1)	
Talus et berme	1 coupe (4)	**G3** (4)
	>1 coupe (10)	**G4** (15)
	1 coupe + 1 passage d'herbicide (2)	
	>1 coupe + 1 passage d'herbicide (3)	

Annexe H - Occupation du sol des paysages ouvert et boisé en 1980 et 2011



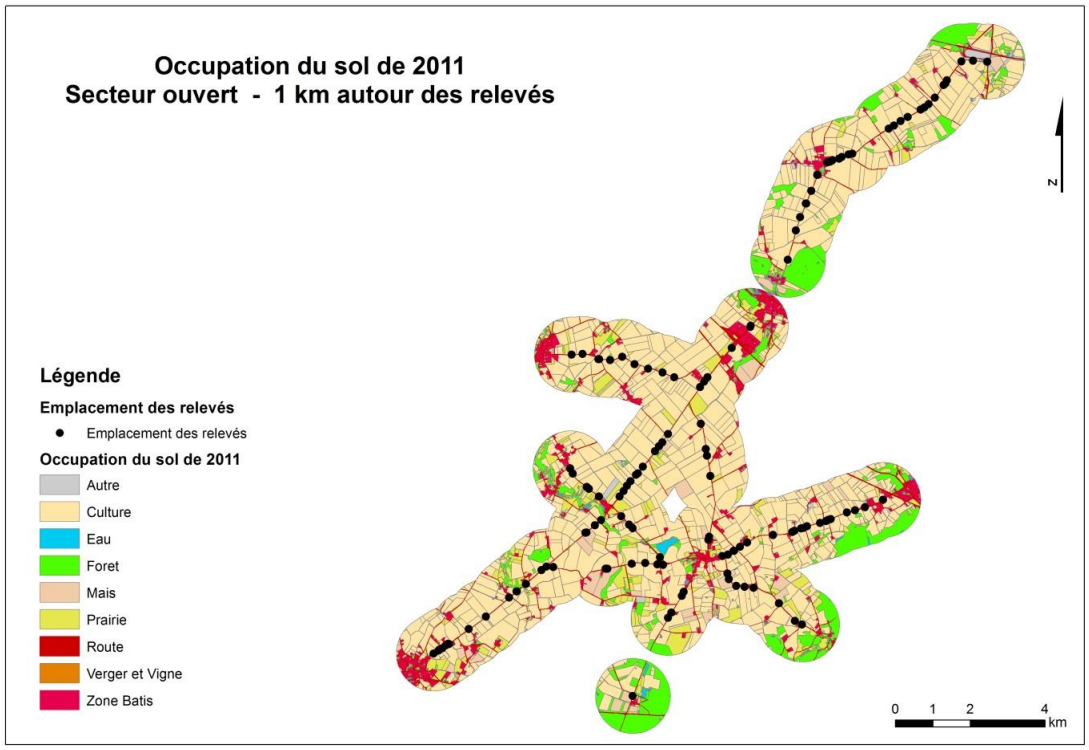
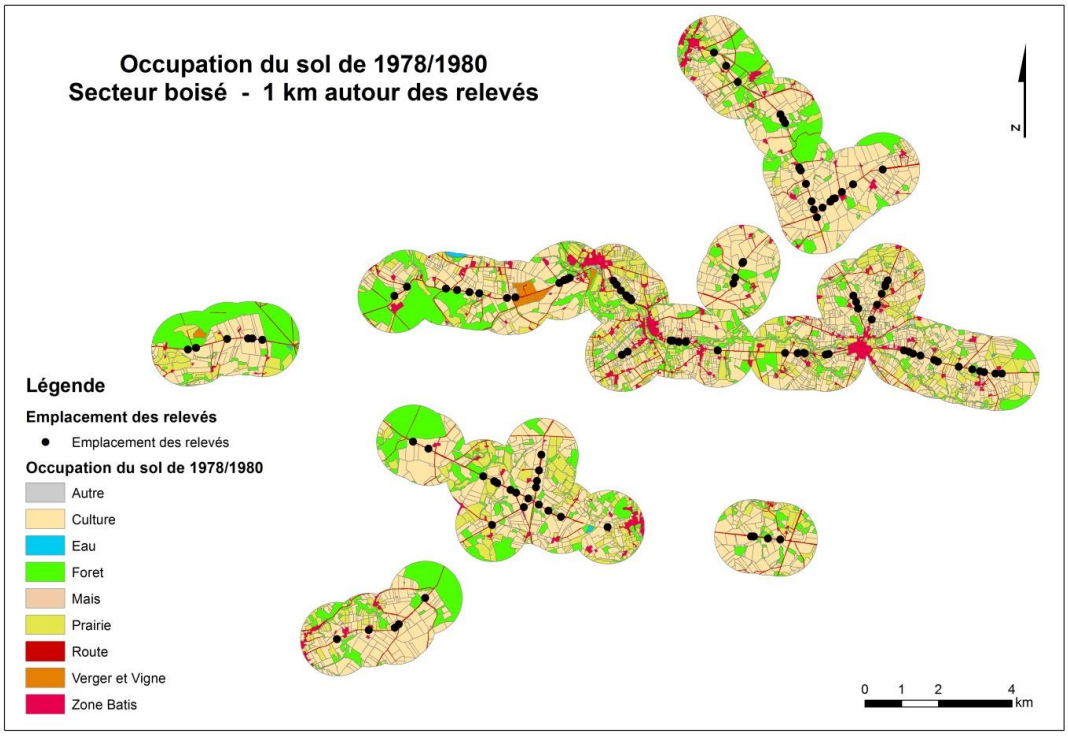


Figure H1. Occupation du sol du paysage ouvert en 1980 et 2011.



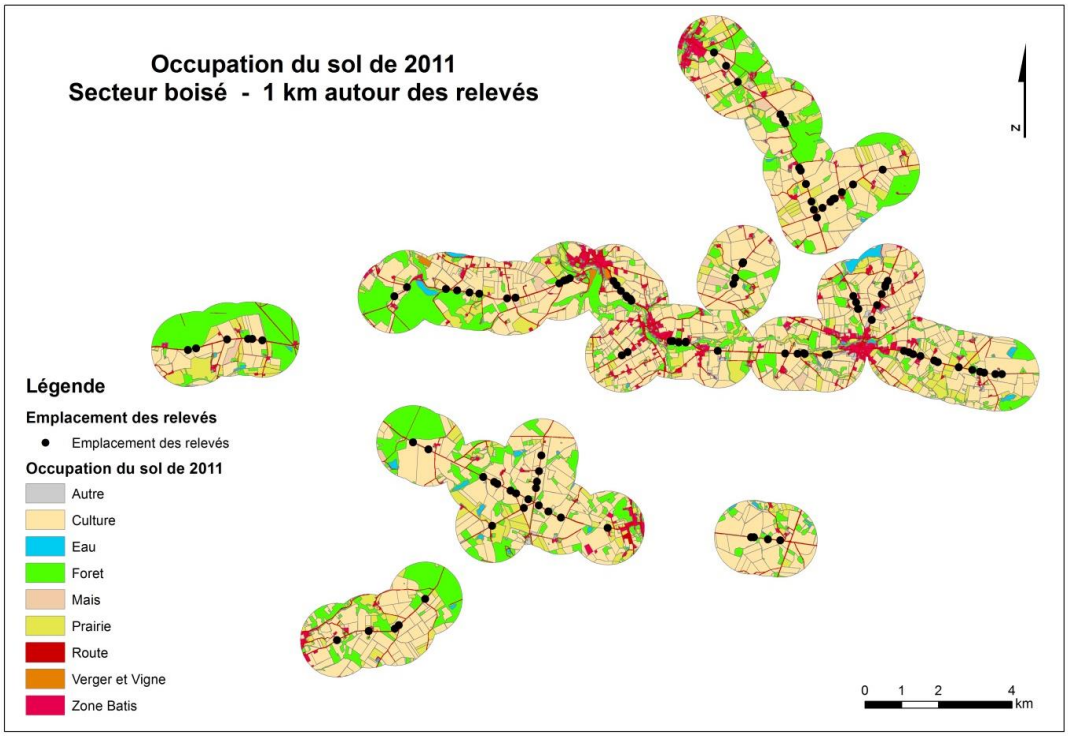


Figure H2. Occupation du sol du paysage boisé en 1980 et 2011.

Annexe I - Equations de recherche utilisées pour les emprises électriques

Tableau I. Nombre d'articles issus des équations de recherche utilisées

Termes utilisés		Bases de données bibliographiques	Equations utilisées	Nombre d'articles
Emprise	**Taxon**			
Powerline (power line, power-line), electricity pylon, transmission line, right-of-way, utility corridor	vegetation	**WOS (Web of Science)**	TS=(powerline* OR "power line*" OR "power-line*" OR "right-of-way" OR "electricity pylon*" OR "utility corridor*" OR "transmission line*") AND TS=vegetation* Refined by: RESEARCH AREAS: (PLANT SCIENCES OR BIODIVERSITY CONSERVATION)	41
			TS=(emprise OR "emprise* électrique*" OR "transport d'énergie" OR "pied* de pylone*" OR "réseau* électrique*" OR "ligne* électrique*") AND TS=(végétation OR plante*)	1
		SD (ScienceDirect)	tak (emprise OR "emprise électrique" OR "transport d'énergie" OR "pied de pylone" OR "réseau électrique" OR "ligne électrique") AND tak (végétation OR plante)	2
Emprise électrique, ligne électrique, réseau électrique, pylône, transport d'énergie	végétation, plante		tak (powerline OR "power line" OR "right-of-way" OR "electricity pylon" OR "utility corridor" OR "transmission line") AND tak vegetation	0
		SL (SpringerLink)	powerline "power line" "right-of-way" "electricity pylon" "utility corridor" "transmission line" + title vegetation	39
			emprise "emprise électrique" "transport d'énergie" "pied de pylone" "réseau électrique" "ligne électrique" + title végétation plante	0

Annexe J - Analyse des données

Flore caractérisant l'interface route-champ cultivé et influence des pratiques de gestion

Ces analyses ont été effectuées en 2015 à partir des relevés botaniques effectués sur 40 bords de route.

La variation de la composition taxonomique entre les secteurs d'étude et les compartiments fut testée par une analyse en composante principale. Les données d'abondance d'espèces furent au préalable transformées selon la méthode d'Hellinger, permettant de donner moins de poids aux espèces rares (Legendre & Gallagher 2001). Chaque placette fut caractérisée en fonction du paysage dans lequel elle se trouvait (boisé ou ouvert) et du compartiment concerné (accotement, talus ou bord de champ), donnant 6 combinaisons possibles. Afin d'évaluer l'influence potentiel de la combinaison sur la composition taxonomique des placettes, nous avons appliqué une méthode de permutations. Nous avons randomisé les dénominations des combinaisons et comparé la moyenne des distances par paire observées parmi la position des centroides, avec la distribution de la moyenne des distances par paire selon l'hypothèse nulle obtenue après 10000 permutations en utilisant un test bilatéral. Le seuil significatif fut de 2.5%. Une déviation de l'hypothèse nulle significative indiquerait alors que les combinaisons résultent soit d'une plus grande similarité compositionnelle, soit d'une plus grande dissimilarité compositionnelle entre les placettes de combinaisons différentes (c'est-à-dire 2.5% et 97.5% respectivement).

Dans le but d'expliquer l'influence des pratiques de gestion locales sur la flore, nous avons ensuite effectué les analyses dans chaque paysage séparément, ce qui permettait de prendre en compte l'influence de différences compositionnelles potentielles entre pools d'espèces capable de conditionner la diversité locale observée sur les compartiments.

Nous nous sommes intéressés à l'influence des pratiques de gestion suivantes : fréquence et période de tonte de l'accotement, fréquence de tonte du talus, présence de traitement herbicide sur le talus, fréquence de traitement herbicide en bord de champ et quantité d'azote apporté en bord de champ (annexe F).

Dans un premier temps, nous avons testé l'influence potentielle de ces pratiques sur la richesse spécifique et l'équitabilité de Simpson de chaque compartiment en appliquant un modèle linéaire mixte. Les variables de gestion furent exprimées entant que facteurs fixes et le numéro de la parcelle comme facteur aléatoire, c.à.d. une ordonnée à l'origine aléatoire, permettant ainsi de prendre en compte le design emboîté du protocole. Nous avons ensuite calculé les estimations et les erreurs standards de chaque variable de gestion à partir d'un modèle moyen ("model averaging procedure", Burnham & Anderson 2002).

Dans un deuxième temps, nous avons étudié si les pratiques de gestion influencent l'abondance en bord de champ d'espèces fréquemment recensées sur les trois compartiments (espèces généralistes de la bordure). La fréquence relative de chaque espèce sur chaque compartiment a été calculée en suivant la méthode proposée par Dufrêne and Legendre (1997). Nous avons ensuite retenu celles dont la fréquence était au minimum de 0.25 et comparable sur les trois compartiments.

L'ensemble des analyses fut effectué grâce au logiciel R v3.0.2.

Pratiques de gestion des agriculteurs en bord de route et représentations.

- Identification des différentes représentations que les agriculteurs ont du bord de route et de sa gestion sur la base des entretiens approfondis :

Nous avons tout d'abord rassemblé les agriculteurs ayant le même avis sur la tonte tardive et ses effets en effectuant une analyse thématique de contenu. Cette méthode consiste à repérer

et classer les unités sémantiques dans chaque discours, puis à rassembler les agriculteurs sur la base de thématiques évoqués dans les discours (présence/absence des thématiques).
Nous avons ensuite analysé le vocabulaire employé par les agriculteurs pour parler des bords de route à partir de l'ensemble des discours retranscrits et du test d'assemblage de mots autour du thème du bord de route. Pour cela, nous avons analysé la fréquence de chaque terme utilisé (nombre d'agriculteurs ayant employé le même terme et nombre de fois que le terme est employé chez tous les agriculteurs confondus) en utilisant Iramuteq (interface du logiciel de traitements statistiques R qui utilise la méthode Alceste).

- Identification des classes de gestion et de représentations des agriculteurs sur l'ensemble des enquêtes :

Sur la base de la fréquence des mots utilisés par chaque agriculteur pour répondre aux questions « que pensez-vous du fauchage tardif » et « associez 4 mots au thème des bords de route », nous avons effectué une classification hiérarchique ascendante en utilisant Iramuteq. Cette méthode qui consiste à produire des classes les plus contrastées du point de vue du vocabulaire, sépare tout d'abord l'ensemble des segments de texte (1 segment de texte = 1 agriculteur) en deux classes de vocabulaire contrasté. La classe la plus importante (en termes de nombre de mots) est ensuite re-divisée en deux en cherchant les oppositions à partir du vocabulaire utilisé. La procédure s'arrête une fois que le nombre de classe est stable.
Les classes de gestion du bord de route ont été établies en fonction du nombre de compartiment géré, du type de gestion (tonte et/ou herbicide) et de la fréquence de l'intervention (annexe G).
Une analyse des correspondances multiples (ACM) réalisée sous XLStat, nous a permis d'étudier le lien entre les pratiques de gestion du bord de route, les représentations des agriculteurs concernant le bord de route, et le paysage dans lequel ils travaillent.

Caractérisation du paysage actuel et passé

A partir du travail réalisé sous Arcgis, nous avons tout d'abord étudié la composition du paysage en 1980 et 2011 sur l'ensemble des deux paysages. Pour ce faire, le premier indice calculé fut la surface occupée par les catégories dominantes. Nous avons ensuite assigné une couleur à chaque catégorie d'occupation du sol dans le but de décrire de façon visuelle l'évolution des paysages boisé et ouvert entre 1980 et 2011.
Nous avons ensuite pour objectif de quantifier de façon plus précise la composition et la configuration du paysage passé et actuel autour de chaque interface étudiée.
Nous envisageons de calculer deux indices de composition : la diversité d'habitat de Shannon (calculée à partir de la proportion d'aire occupée par 5 types d'occupation du sol : culture, maïs, prairie, verger et vigne, bois), le nombre et la proportion d'habitats naturels et semi naturels.
La configuration (grain) définit la texture d'un environnement. Nous projetons de calculer un indice de fragmentation reflétant à la fois le morcellement et la forme des patchs (périmètre de l'ensemble des patchs d'une classe rapporté au périmètre minimal si les patchs étaient toua agrégés et de forme compact).

Influence des facteurs paysagers sur la richesse spécifique de l'interface

Dans la suite de l'étude, nous analyserons l'influence de la composition du paysage actuel et passé sur les données floristiques. Nous envisageons de répondre à deux questions en particulier :

- Quelle relation existe-t-il entre la richesse spécifique de la bordure route-champs et la surface en habitats semi-naturels actuelle et passée ?
- Cette relation est-elle la même pour chaque compartiment ?

Afin de répondre à ces deux questions, nous effectuerons des modèles linéaires mixtes pour chaque date séparément.
Les modèles relatifs à la question 1) comprendront les variables suivantes :
-variable à expliquer : richesse spécifique à l'échelle de la bordure,
-variable explicative : surface en habitats semi-naturels (forêt + prairies),
-variables aléatoires : compartiment et paysage (ouvert/boisé).
Les modèles relatifs à la question 2) comprendront les variables suivantes :
-variable à expliquer : richesse spécifique d'un compartiment,
-variable explicative : surface en habitats semi-naturels (forêt + prairies),
-variable aléatoire : paysage (ouvert/boisé).

NOTE DE BILAN

Le processus de sélection

Il m’a semblé assez ouvert.

La subvention allouée

Ce serait bien que les frais liés aux colloques et réunions soient pris par l’APR, car nous ne les avions pas prévus dans la subvention ni dans sa distribution sur les différents postes (fonctionnement, salaires etc.)

Contraintes administratives

Surtout de la part de l’Université…

Mise en réseau

La mise en réseau a été particulièrement appréciable lors du colloque ITTECOP 2015 (Nice), et lors des échanges précédents avec l’équipe d’animation, concernant le projet lui-même, la revue systématique et l’atelier « paysage agricole » de IENE.

Suites à donner aux projets

Quels seraient les critères qui feraient qu'après un PExplo l'équipe ne voudrait pas donner suite ?

Nous ne voudrions pas donner suite si le projet exploratoire :

- n’avait pas mis en évidence des axes à développer et des lacunes à combler
- avait impliqué des contraintes trop difficilement surmontables (voir chapitre « Difficultés rencontrées » de la partie « Méthodes »).

Les projets exploratoires

Sont-ils vraiment exploratoires ? Quelle est la différence selon vous par rapport à d'autres projets de recherche ? Quelles limites intellectuelles ?

Dans notre cas le projet exploratoire est dans le sillon d’un projet précédent (IRMA), mais il nous a vraiment permis d’explorer l’extension de la démarche engagée sur les bords de route à d’autres ILTT, et de réfléchir à des préconisations.

Commentaires libres

Bravo pour l’animation de cet APR très stimulant.