



Mémoire de 2<sup>ème</sup> année de Master Sciences De l'Univers, Environnement, Écologie (SDUEE)  
Spécialité Écologie, Biodiversité, Évolution (EBE)  
Parcours Ingénierie Ecologique et Gestion des écosystèmes (IEG)

Soutenu le 27 septembre 2013

## LA GESTION DIFFERENCIEE DES BORDS DE ROUTES DEPARTEMENTAUX EN REGION PICARDIE :

Indicateurs, protocole de suivi et évaluation de son impact sur la flore



**Maxime LANCIAUX**

Conservatoire botanique national de Bailleul – Antenne Picardie  
Sous la direction de Timothée PREY



## REMERCIEMENTS

Je tiens tout particulièrement à remercier Timothée PREY du Conservatoire botanique national de Bailleul de m'avoir choisi et accordé sa confiance pour la réalisation de ce travail. Je le remercie sincèrement pour sa patience et son encadrement tout au long du stage et pour ses compétences qu'il m'a fait partager sur le terrain.

Je remercie également toute l'Antenne Picardie du CBNBI : Jean Christophe Hauguel, Aymeric Watterlot, Vincent Lévy et Rémi François pour m'avoir accueilli, pour leur disponibilité, leur aide ainsi que pour leurs « quizz botaniques » réguliers.

Ces remerciements s'adressent également à l'ensemble du personnel du CBNBI pour leur accueil et leur gentillesse.

Pour finir, je remercie ma famille pour leur soutien durant ce stage et tout au long de ses cinq années d'études.

# SOMMAIRE

<b>Remerciements .....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
1. Routes et Biodiversité : les enjeux .....	5
2. La gestion différenciée .....	6
3. Historique de la gestion différenciée des abords routiers .....	7
4. Situation en région Picardie .....	8
<b>PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL .....</b>	<b>10</b>
<b>I. LA GESTION DIFFERENCIEE APPLIQUEE AUX BORDS DE ROUTES .....</b>	<b>11</b>
1. Physionomie type d'un bord de route .....	11
2. Objectifs et principes généraux.....	12
2.1. Objectifs de la démarche sur la végétation.....	12
2.2. Les grandes mesures de la gestion différenciée en bord de route .....	12
<b>II. SELECTION DE BORDS DE ROUTES ET ELABORATION D'UNE METHODE DE SUIVI.....</b>	<b>15</b>
1. Sélection de bords de routes.....	15
1.1. Identification des bords de routes à enjeu patrimonial .....	15
1.2. Sélection définitive des bords de routes .....	15
2. Choix d'indicateurs .....	17
2.1. Pourquoi un suivi ? .....	17
2.2. Historique en Europe et en France.....	17
2.3. Indicateurs.....	18
3. Méthodologie de récolte des données .....	20
3.1. Choix de la zone de suivi .....	21
3.2. Choix de la surface et inventaire des espèces.....	21
3.3. Appréciation du recouvrement .....	22
4. Autres éléments importants pour le suivi .....	22
5. Critiques de la méthodologie mise en place depuis 2010 par le CBNBl.....	23
<b>III. METHODES D'ANALYSE .....</b>	<b>24</b>
1. Analyse de la richesse spécifique .....	24
1.1. Richesse spécifique estimée et taux de détection .....	24
1.2. Analyse statistique de l'évolution de la richesse spécifique .....	25
2. Analyse statistique de l'évolution des traits fonctionnels .....	26

<b>IV. RÉSULTATS .....</b>	<b>28</b>
1. Constitution du réseau de bords de routes à enjeux .....	28
2. Évaluation de l'impact de la gestion différenciée sur la flore .....	28
2.1. Taux de détection .....	29
2.2. Évolution de la richesse spécifique .....	30
2.3. Évolution des traits fonctionnels .....	31
<b>V. DISCUSSION .....</b>	<b>35</b>
1. Sélection et prospections des bords de routes .....	35
2. Protocole de suivi .....	35
3. Indicateurs et impact de la gestion différenciée sur la flore .....	36
3.1. Le cas de Thury-sous-Clermont .....	36
3.2. Considérations générales .....	37
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>38</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>39</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>45</b>

# INTRODUCTION

## 1. Routes et Biodiversité : les enjeux

Au cours de ce XXI<sup>ème</sup> siècle, l'érosion de la biodiversité s'accélère provoquant la raréfaction et la disparition de nombreuses espèces animales et végétales. La fragmentation des habitats a notamment été identifiée comme une des causes majeures de cette érosion (WILCOVE *et al.*, 1986 ; IUCN, 2004 ; MEA, 2005). Cette fragmentation s'exprime par le morcellement de l'espace qui perturbe la circulation des espèces et provoque l'isolement des habitats. Les routes jouent un rôle important dans ce processus de fragmentation des habitats. L'effet « barrière » des routes a été mis en évidence comme responsable d'un impact démographique et génétique important sur les populations : mortalité directe par collision et isolement (FORMAN, 1998 ; SHERWOOD *et al.*, 2002). De plus, elles représentent une source de pollution pour les nappes phréatiques et les sols, notamment par les métaux lourds issus des gaz d'échappement (LEHARNE *et al.*, 1992) et les sels de déneigement (TROMBULAK & FRISSEL, 2001).

Néanmoins, les routes ne doivent pas être perçues comme des éléments uniquement négatifs. Un aspect généralement méconnu des routes, plus précisément des bords de routes, est leur capacité à abriter une flore riche et diversifiée (HENDOUX *et al.*, 1992 ; DONEA, 1995 ; FRANCOIS *et al.*, *in prep*). Cette particularité est la résultante de la gestion exportatrice qui y fut pratiquée durant de nombreux siècles leur conférant généralement un caractère oligotrophe (BOULLET, 1988) et qui a provoqué le développement d'une flore et d'une faune caractéristiques. En effet, les bords de routes ont été, comme les prairies ou les coteaux calcaires, le lieu de pratiques agropastorales en étant pâturés par des troupeaux mobiles ovins ou caprins.

Cependant, le caractère oligotrophe de ces abords routiers, synonyme d'une flore riche et diversifiée, est à l'heure actuelle de moins en moins répandu. Cette raréfaction est provoquée, d'une part, par les apports massifs d'azote dans les écosystèmes (fertilisants agricoles et déposition atmosphérique ; BOUWMAN *et al.*, 2002) et d'autre part, par le changement de gestion survenu dans la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle. En effet, les pratiques agropastorales et manuelles ont été abandonnées et remplacées par une gestion mécanique et systématique. Les résidus sont alors laissés sur place et le milieu s'eutrophise progressivement par l'apport de matière organique. De plus, le passage à la gestion mécanique a considérablement intensifié la gestion dans un objectif à la fois « esthétique » et sécuritaire

pour les usagers de la route. Cette gestion intensive s'exprime notamment par un nombre de fauchages élevé (jusqu'à 5 passages par an entre mars et septembre) et une utilisation massive de produits phytosanitaires rendant ces espaces très peu propices à la biodiversité en perturbant notamment le cycle de reproduction de nombreuses espèces.

Au-delà de la flore riche et diversifiée que peuvent abriter les abords routiers, ils peuvent également constituer un habitat refuge pour la faune et la flore. Cela est d'autant plus vrai dans les régions de grandes cultures où les pratiques intensives (mécanisation, suppression des haies...) ont considérablement impacté la biodiversité (REDON, 2008). Les abords routiers représentent alors une véritable zone de repli pour les espèces. De plus, ces espaces peuvent remplir une fonction de corridors écologiques en participant au déplacement de certaines espèces (FORMAN, 1998 ; SCHMIDT, 1989) et pourraient ainsi être considérés comme des entités à ne pas négliger au sein d'un réseau de Trame Verte et Bleue.

Il apparaît donc essentiel d'engager une gestion adaptée de ces abords routiers afin qu'ils puissent assurer la sécurité des usagers tout en favorisant la biodiversité. Cette nécessité apparaît encore plus fortement lorsqu'on évoque la surface considérable occupée par ces bords de routes. En effet, les bords de routes occupent en France métropolitaine près de 3400 km<sup>2</sup>, soit environ la surface occupée par les parcs nationaux (MEEDDM, 2013).

## 2. La gestion différenciée

Gérées intensivement depuis la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle, les routes départementales (dont la gestion dépend des services des Conseils généraux) voient leurs objectifs de gestion évoluer depuis quelques années. Les élus départementaux souhaitent désormais engager une politique routière en accord avec les fondements du développement durable. En outre, le contexte économique actuel pousse les services de gestion des dépendances vertes routières à revoir leurs pratiques dans le but de réaliser des économies et la gestion différenciée s'impose là aussi comme une bonne alternative. Le concept de gestion différenciée, aussi appelée gestion harmonique, a été clairement formalisé dans les années 1990 avec la montée du développement durable. Ce mode de gestion  **vise à adapter les pratiques d'entretien au type d'espace vert de façon à répondre aux enjeux environnementaux tout en considérant les enjeux sociaux, culturels et économiques** (NORD NATURE CHICO MENDES, 2009). Ainsi, elle ne consiste pas seulement en une désintensification des pratiques permettant de favoriser la biodiversité. Elle cherche également à rationaliser les moyens affectés à la gestion et à favoriser la perception du public vis-à-vis de ces espaces (INRA, 1994). Concrètement, elle peut se traduire par un fauchage tardif ou encore par un arrêt de l'utilisation de produits phytosanitaires.

### 3. Historique de la gestion différenciée des abords routiers

En Europe, les britanniques sont les premiers à avoir pris conscience de l'intérêt que représentaient les bords de routes pour la conservation de leur patrimoine naturel. Cette prise de conscience est amorcée par le « Nature Conservancy » qui réalise, en 1967, une étude sur la diversité floristique des bords de routes montrant que près de 45 % des espèces végétales du territoire britannique se retrouvent sur les bords de route (WAY, 1969). Dès 1970, de nombreux secteurs abritant des espèces remarquables sont ainsi sélectionnés pour leur intérêt patrimonial et scientifique : « Special Roadside Verges ». Les premières mesures de protection apparaissent en 1994 avec la création des « Roadside Nature Reserves » dans le comté du Kent (134 réserves de bords de routes sont aujourd'hui dénombrées dans le Kent).

Très vite, l'intérêt porté aux bords de routes, et plus généralement aux dépendances vertes, va s'étendre à d'autres pays européens. Les Pays-Bas, la Suède, la Suisse ou encore la Wallonie mettent en place des opérations visant à étudier les bords de routes afin d'y établir une gestion adaptée (AGPN, 1996 ; GODEFROID, 1998 ; SYKORA, 2002).

En France, c'est au début des années 1990 qu'apparaissent les premières expériences de gestion différenciée dans les départements du Calvados et de la Mayenne notamment sous l'impulsion d'associations de protection de la nature. Aujourd'hui, 24 Conseils généraux ont mis en place, la gestion différenciée de leurs bords de routes départementaux, soit de façon systématique sur l'ensemble des bermes départementales, soit de manière localisée, notamment dans le cas où l'objectif est tourné vers la préservation de secteurs à fort enjeu patrimonial (**Annexe 1**). Pour certains Conseils généraux, la gestion différenciée figure même dans l'Agenda 21 départemental.

Sur les bords de routes, la gestion différenciée peut avoir plusieurs objectifs et être appliquée à plusieurs échelles. Elle peut être localisée sur certains secteurs, généralement sélectionnés pour leur intérêt patrimonial majeur. L'objectif est alors tourné vers leur conservation et chaque secteur sera géré de façon différente et adaptée à la problématique en question (pas uniquement un fauchage tardif). La seconde possibilité est d'appliquer cette gestion sur l'ensemble des bermes routières comme le pratiquent déjà certains Conseils généraux. L'objectif est alors de considérer la biodiversité dans sa globalité (tant patrimoniale qu'« ordinaire »). Toutefois, il ne s'agit alors plus d'appliquer une gestion différente pour chaque bord de route mais plutôt de réaliser un fauchage tardif systématique sur l'ensemble du réseau routier. Ces deux objectifs peuvent également être appliqués de manière conjointe.

#### 4. Situation en région Picardie

Le Conservatoire botanique national de Bailleul (CBNBI) intervient depuis 2009 pour assister les Conseils généraux dans la mise en place d'une gestion différenciée des bords de routes départementaux à forte valeur patrimoniale. Elle a été amorcée dans l'Oise (60), suite à la découverte d'une station de Limodore à feuilles avortées (*Limodorum abortivum* (L.) Swartz ; **Figure 1**), orchidée protégée en région Picardie, située en bord de route sur la commune de Thury-sous-Clermont. Une discussion a alors été engagée avec le Conseil général pour suggérer une coopération dans la gestion de ce bord de route. La réceptivité des services de gestion a très vite encouragé le CBNBI à étendre ces pratiques à d'autres secteurs et à reproduire cela dans les deux autres départements, l'Aisne (02) et la Somme (80).



**Figure 1** - Limodore à feuilles avortées  
(*Limodorum abortivum*)  
Cliché A. WATTERLOT

La première étape à laquelle s'est associé le Conservatoire d'espaces naturels de Picardie (CenP), a donc été de cibler des secteurs prioritaires pour la mise en place de cette gestion différenciée. Ainsi, depuis 2010, 10 secteurs ont été sélectionnés (5 dans l'Oise, 2 dans la Somme et 3 dans l'Aisne) et la gestion différenciée se met en place au fur et à mesure de la sélection de nouveaux tronçons. La deuxième étape a consisté à échanger avec les responsables des services de gestion de la voirie et également les techniciens, pour leur exposer l'intérêt, les objectifs et les nouvelles pratiques à mettre en œuvre sur chacun des tronçons. Par ailleurs, le Conseil général de la Somme a décidé, à partir de 2013, de mettre en place un plan de fauchage tardif sur la totalité de ces bernes routières départementales tout en procédant à des actions ciblées sur les secteurs à forts enjeux patrimoniaux. Les Conseils généraux souhaitent désormais étendre ce réseau de bords de routes sur lesquels sont portées les actions de gestion différenciée en prenant en compte la répartition spatiale des secteurs (jusqu'alors inégale). Ce souhait s'explique par la volonté de sensibiliser un maximum de monde en visant aussi bien les agents gestionnaires des bords de routes ainsi que les usagers vis-à-vis de leur patrimoine local. Cette attente des Conseils généraux en matière de sélection des bords de routes constitue le premier objectif de ce travail.

Le second et principal objectif de ce travail se structure autour de la question de l'évaluation de l'impact de cette gestion. C'est autour de cette question que sera construit le présent rapport : **quel est l'impact de la gestion différenciée sur la flore des bords de routes ?**

Cette problématique met en avant deux autres questions sous-jacentes auxquelles nous tenterons d'apporter des réponses : **comment évaluer l'impact de la gestion différenciée sur la flore et les végétations des bords de routes ? Quels sont les indicateurs pertinents pour l'évaluation et quel protocole doit être mis en place ?**

Afin de structurer notre raisonnement, nous commencerons en premier lieu par détailler les différentes actions de gestion différenciée qui peuvent être réalisées sur un bord de route et pour quels objectifs. Un certain nombre d'indicateurs sera ensuite proposé et une méthodologie de suivi permettant de récolter les données nécessaires à ces indicateurs sera détaillée. Une méthodologie d'analyse statistique de ces données sera également présentée. Enfin, les premiers résultats seront présentés et ceux-ci seront discutés.

## PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

Le Conservatoire botanique national de Bailleul (CBNBI) est l'un des 10 Conservatoires botaniques nationaux en France métropolitaine, membre de la Fédération des Conservatoires botaniques nationaux. Ces derniers sont des organismes agréés par le Ministère, chargés de la protection de la nature et dont l'objectif est tourné vers la réalisation de missions d'expertises et de services publics dans le domaine de la botanique. Les origines du CBNBI remontent à l'année 1987, date à laquelle les professeurs Jean-Marie GÉHU et Jeanne GÉHU-FRANCK créent le Centre régional de phytosociologie (CRP) en tant qu'association loi 1901. En 1991, ce dernier est agréé « **Conservatoire botanique national** » par le Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire. Son territoire d'agrément s'étend sur le quart nord-ouest de la France métropolitaine, soit les régions Nord-Pas de Calais, Picardie et Haute Normandie.

Dès lors, le CBNBI va structurer ses actions autour de quatre grandes missions :

- la **connaissance** et l'**inventaire** de la flore sur le territoire d'agrément pour recenser et cartographier les espèces végétales ;
- assurer la **conservation** d'espèces menacées ou en voie d'extinction ;
- l'**assistance** et le **conseil** auprès des décideurs (État, collectivités, organismes publics...) pour les accompagner dans la mise en place des politiques d'aménagement du territoire et de conservation du patrimoine naturel végétal ;
- l'**éducation**, la **formation** et l'**information** des particuliers et professionnels sur les notions de biodiversité et de gestion des habitats naturels.

C'est dans la thématique « assistance et conseil » auprès des Conseils généraux que s'intègrent les travaux relatifs à la gestion différenciée des bords de routes. Néanmoins, les autres thématiques sont également concernées, notamment les missions « conservation », par une gestion adaptée des bords de routes à fort enjeu patrimonial, et « connaissance et inventaire » par la démarche de prospection de nouveaux tronçons.

Pour mener à bien ses différentes missions, le CBNBI peut notamment s'appuyer sur son centre de ressources, la Bibliothèque botanique et phytosociologique de France qui est l'une des plus riches de France dans les domaines de la botanique et de la phytosociologie. De plus, la base de données informatique Digitale2, renseignée par les différentes missions menées par les botanistes du conservatoire, permet un accès à l'information sur la flore et la végétation.

Le CBNBI est composé d'un pôle central situé à Bailleul en charge de la région Nord-Pas de Calais et deux antennes en charge des régions Picardie et Haute-Normandie. Le présent stage s'est déroulé au sein de l'antenne Picardie du CBNBI.

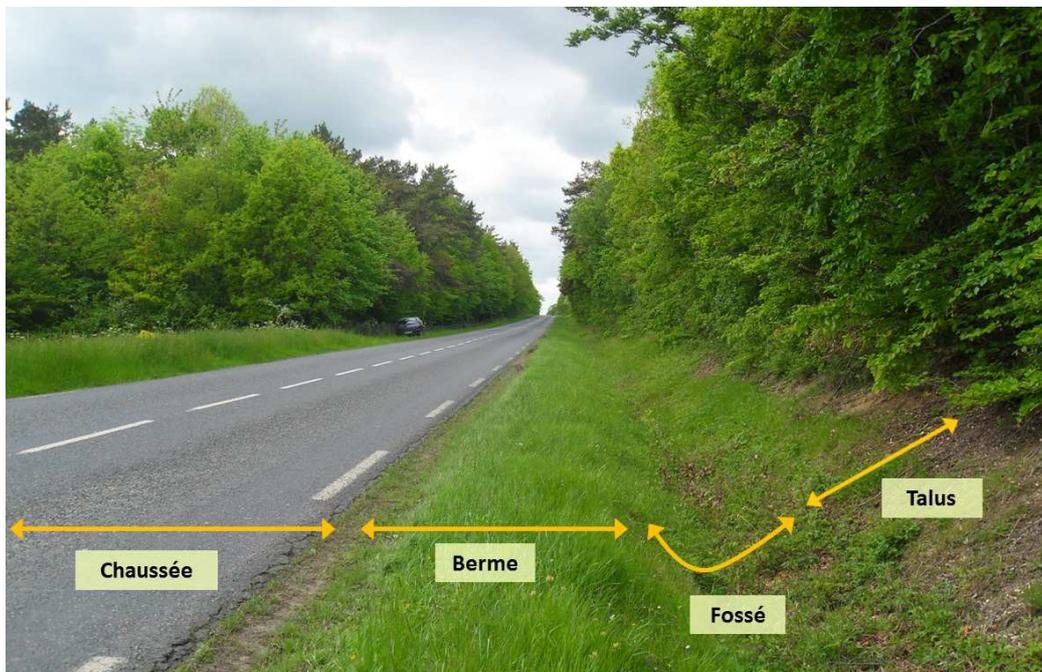
## I. LA GESTION DIFFÉRENCIÉE APPLIQUÉE AUX BORDS DE ROUTES

### 1. Physionomie type d'un bord de route

Les infrastructures routières sont composées typiquement de quatre grands éléments :

- la **chaussée** goudronnée sur laquelle circulent les véhicules ;
- la **berme** ou **accotement** est l'élément situé à proximité immédiate de la route. Sa largeur peut être très variable mais elle est toujours présente (notamment pour permettre le stationnement temporaire de véhicules) ;
- le **fossé** est l'élément destiné à la collecte et à la circulation des eaux qui ruissèlent sur les éléments adjacents (chaussée, berme et talus) ;
- le **talus** assure généralement la transition entre l'infrastructure routière et le milieu voisin.

La berme, le fossé et le talus sont les trois éléments qui composent ce qu'on appelle communément le « bord de route » (**Figure 2**).



**Figure 2** - Illustration des différents éléments d'un bord de route

Les termes « dépendance verte routière » ou « berme routière » sont également utilisés pour désigner cet ensemble. Néanmoins, il s'agit d'une description générale et l'ensemble de ces éléments n'est pas toujours présent (le fossé et/ou le talus peuvent être absents).

## **2. Objectifs et principes généraux**

### **2.1. Objectifs de la démarche sur la végétation**

Actuellement, les bords de routes sont gérés de manière « intensive » avec 3 à 5 fauchages lors de la saison de végétation. La gestion différenciée s'inscrit comme une alternative en proposant de nouvelles méthodes de gestion. L'élaboration de notre protocole de suivi de la végétation, sous l'effet de la gestion différenciée, passe par une définition claire des objectifs de la démarche en se focalisant notamment sur ceux qui concernent la végétation. D'une manière générale, deux grands objectifs peuvent être identifiés en ce qui concerne la végétation :

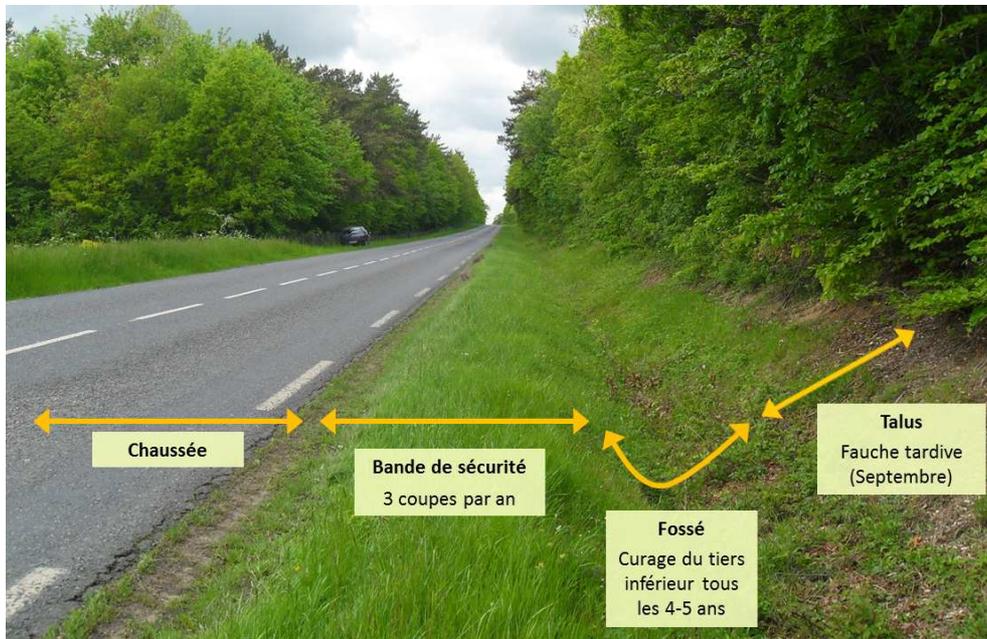
- permettre aux espèces de réaliser leur cycle de reproduction complet : le but est de permettre la pérennité et la diversité des populations d'espèces. *A contrario*, la gestion classique favorisera une banalisation du cortège à quelques espèces très résistantes aux fauches répétées. Cet objectif est également bénéfique aux organismes en interaction avec ces espèces végétales (entomofaune) ;
- augmenter la diversité spécifique et fonctionnelle (on vise ici un optimum au niveau local) de la végétation des bords de routes qui participe de façon non négligeable aux processus fonctionnels : support pour les pollinisateurs, épuration des eaux...

### **2.2. Les grandes mesures de la gestion différenciée en bord de route**

Bien que le principe de la gestion différenciée est qu'elle soit adaptée au type de milieu sur lequel elle est pratiquée, il est tout de même possible d'en dégager des grandes lignes. Les différentes mesures de gestion explicitées ci-dessous sont issues d'un travail de synthèse bibliographique réalisée à la fois sur la littérature scientifique et les retours d'expériences de divers organismes qui les pratiquent.

Les routes sont utilisées chaque jour par une majorité de la population et la sécurité des usagers doit rester un objectif primordial notamment en leur assurant une bonne visibilité et en leur permettant de s'arrêter en cas d'urgence. Ainsi, sur un bord de route fauché tardivement, l'accotement immédiat de la route (1 mètre, soit environ la largeur d'une barre de coupe) continuera d'être fauché intensivement (3 fois par an) : c'est la passe de sécurité obligatoire. De plus, à proximité de zones dangereuses telles que des carrefours, la passe de

sécurité sera progressivement élargie depuis une cinquantaine de mètres du point dangereux jusqu'à celui-ci, pour permettre une visibilité optimale (SETRA, 1994 ; **Annexe 2**). Le fauchage tardif sera donc effectif sur le reste de la berme et sur le talus s'il est présent (**Figure 3**).



**Figure 3** - Illustration des principes généraux de gestion différenciée sur un bord de route (d'après PREY, 2011)

La hauteur de coupe est également un point important et dans l'idéal, elle ne doit pas être inférieure à 10 cm de façon à ne pas mettre à nu le sol (si cela n'est pas souhaité dans certains cas particuliers), ce qui pourrait favoriser la prolifération de plantes « indésirables » ou encore endommager les parties souterraines des espèces vivaces. L'objectif est ici de permettre à un maximum d'espèces de fleurir (et donc de réaliser leur rôle de plantes hôtes pour l'entomofaune) et d'accomplir leur cycle de reproduction.

En ce qui concerne l'entretien du fossé, la gestion différenciée s'applique par le curage du tiers inférieur (BLONDEL et *al.*, 2011) et la végétation sur les berges sera fauchée en alternance d'une année sur l'autre. L'objectif est notamment de maintenir le rôle fonctionnel de la végétation sur ce milieu (rôle d'épuration, d'écoulement des eaux, lutte contre l'érosion...).

La gestion des espèces exotiques envahissantes est un aspect important car elles peuvent représenter une menace notamment lorsqu'elles se trouvent à proximité de populations d'espèces patrimoniales (ombrage, concurrence...). Une action ciblée permettant d'affaiblir ou d'éliminer ces espèces peut alors s'avérer décisive pour assurer l'objectif de conservation. D'autres espèces, non exotiques mais jugées « indésirables », doivent recevoir

une attention particulière. C'est par exemple le cas des espèces du genre *Cirsium* communément appelées « chardons ». Une seule espèce de ce genre semble réellement être problématique en bord de route : il s'agit du Chardon des champs (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) qui peut devenir localement très envahissant formant de véritables « taches ». Le risque est qu'il se propage depuis le bord de routes vers les cultures agricoles puisque la mise en place d'un fauchage tardif permet aux espèces d'accomplir complètement leur cycle de reproduction et donc de produire des graines. Ainsi, un effort de fauche localisé devra être réalisé en juin (avant la floraison) sur ces « taches » de chardons pour empêcher leur propagation.

Enfin, dans le cadre de la mise en œuvre de la gestion différenciée, l'utilisation de produits phytosanitaires (comme c'est le cas par exemple au pied des panneaux de signalisation) doit être proscrite. Elle peut être remplacée par l'emploi de méthodes alternatives plus respectueuses de la biodiversité : débrousailluse, plaques anti-herbes autour des panneaux, paillis (**Figure 4**)...



**Figure 4** - Illustration d'un paillis autour d'un poteau routier, Cliché T. PREY

## **II. SÉLECTION DE BORDS DE ROUTES ET ÉLABORATION D'UNE MÉTHODE DE SUIVI**

### **1. Sélection de bords de routes**

Depuis 2009, le Conservatoire botanique national de Bailleul et le Conservatoire d'espaces naturels de Picardie ont prospecté différents tronçons routiers afin de mettre en avant les bords de routes départementaux à fort enjeu pour la préservation de la biodiversité. Jusqu'alors le choix de ces secteurs s'est fait sans protocole réellement établi, notamment par des prospections à « vue » et également sur des bords de routes connus depuis longtemps pour leur patrimoine naturel. Ainsi, une méthode a été élaborée pour compléter le réseau déjà existant de bords de routes patrimoniaux.

#### **1.1. Identification des bords de routes à enjeu patrimonial**

Un bord de route est considéré comme « patrimonial » lorsqu'une ou plusieurs espèces floristiques patrimoniales sont présentes sur ce bord de route. La définition d'espèce patrimoniale considérée ici est celle définie par HAUGUEL & TOUSSAINT en 2012 pour la région Picardie (**Annexe 3**).

Le réseau routier départemental en Picardie s'étendant sur plusieurs milliers de kilomètres, il était impossible de prospecter visuellement l'ensemble de ces bermes afin d'identifier les tronçons patrimoniaux. Il a donc été nécessaire de procéder à une première sélection des bermes susceptibles d'héberger des espèces patrimoniales. Cette sélection s'est appuyée sur la base de données Digitale2 qui regroupe notamment l'ensemble des informations disponibles sur la localisation des espèces de plantes sauvages sur le territoire d'agrément du CBNBI.

Une extraction de cette base de données a permis, dans un premier temps, de ne garder que les données concernant les espèces patrimoniales. Dans un second temps, un croisement entre les couches de localisation de plantes patrimoniales et celles du réseau routier a permis d'obtenir une couche unique des pointages d'espèces patrimoniales des bords de route. Le logiciel de cartographie QGis a pour cela été utilisé.

#### **1.2. Sélection définitive des bords de routes**

Devant le nombre assez conséquent de pointages obtenus par le croisement de couches, un choix a dû être fait afin de sélectionner un nombre plus restreint de secteurs à prospecter. Les secteurs sélectionnés ont donc été retenus sur la base de plusieurs critères :

- se concentrer sur les **espèces vivaces** (les espèces annuelles ayant moins de chance d'être retrouvées d'une année sur l'autre) et les espèces prioritaires en fonction du degré de menace indiqué par la liste rouge régionale (HAUGUEL & TOUSSAINT, 2012) ;
- **répartir de façon spatialement homogène les tronçons sélectionnés** en fonction des unités de gestion départementale de la voirie (de façon à ne pas déséquilibrer leurs charges de travail respectives) tout en ayant au moins un secteur par unité de gestion départementale. Dans chaque département, le service en charge de l'entretien et de l'aménagement des routes est en effet divisé en plusieurs unités ayant chacune en charge la gestion d'une portion du territoire départemental.

Il est apparu, suite à la première sélection réalisée, que la répartition homogène sur l'ensemble des unités de gestion souhaitée par les Conseils généraux n'était pas respectée. En effet, cette première approche laissait apparaître des zones dans lesquelles aucun bord de route d'enjeu patrimonial n'a pu être identifié. La pression de prospection et donc le niveau de connaissance ne sont pas homogènes sur l'ensemble de la région. De plus, le territoire n'est pas spatialement homogène en terme de richesse patrimoniale. C'est le cas par exemple des grandes plaines agricoles. Néanmoins, les bords de routes localisés dans ces secteurs ne sont pas pour autant à délaissier car ils peuvent notamment y constituer des zones refuges pour la flore et la faune sauvage.

Ainsi, de manière à identifier dans ces zones, des bords de routes présentant un enjeu particulier au niveau de leur diversité floristique, une seconde approche centrée sur le type de végétation a été testée. Celle-ci s'appuie sur la notion d'espèces typiques des végétations développée par BERNARD en 2011 et particulièrement sur leur caractère indicateur de la qualité floristique de l'habitat. Ce travail a donné lieu à la définition d'une liste d'espèces typiques par grand type d'habitat. Pour cette approche en bords de routes, trois grands types de végétation en régression à l'échelle régional (CATTEAU *et al.*, *in prep*) ou pouvant abriter une flore diversifiée ont été retenus : pelouses calcicoles, ourlets acidiphiles et mégaphorbiaies.

Sur la base de ces listes d'espèces, un nouveau croisement entre la carte de localisation de ces espèces et la carte du tracé routier a été effectué.

## **2. Choix d'indicateurs**

### **2.1. Pourquoi un suivi ?**

Si la gestion différenciée est généralement perçue comme une alternative positive à la gestion intensive pratiquée jusqu'ici, peu d'études ont réellement montré scientifiquement les effets de cette gestion sur le milieu, notamment le cortège floristique. Il est donc apparu nécessaire, suite à la mise en place de cette gestion sur certains bords de routes en région Picardie, de réaliser un suivi pour mesurer les effets de ces nouvelles pratiques de gestion. Le but est notamment d'apprécier leur efficacité et de pouvoir les optimiser. De plus, la gestion différenciée, notamment le fauchage tardif, ne fait pas toujours l'unanimité auprès des usagers de la route qui mettent en avant le caractère non esthétique de bords de routes non fauchés à ras. Il est donc nécessaire pour les Conseils généraux de disposer d'arguments pour justifier le changement de gestion et montrer les bénéfices sur le patrimoine naturel local. C'est donc pour répondre à ces différentes interrogations et attentes qu'il a semblé indispensable de mettre en place un suivi sur les bords de routes faisant l'objet de ces nouveaux modes de gestion.

### **2.2. Historique en Europe et en France**

Si peu de travaux ont cherché à étudier les effets de la gestion différenciée sur la végétation et sur la biodiversité en général, certains travaux scientifiques se doivent d'être mentionnés car ils ont permis d'apporter des éléments déterminants lors de la réflexion. Les expériences de suivis les plus élaborées ont été réalisées à l'étranger et notamment chez nos voisins européens qui possèdent un recul plus important puisque la gestion différenciée des bords de routes est parfois mise en place depuis les années 1970. L'étude pionnière en la matière a été réalisée en Angleterre et a consisté à comparer les effets, sur la végétation de onze modes de gestion différents des bords de route (PARR & WAY, 1988) : la date de fauchage, la fréquence annuelle de coupe, le type de machine et l'exportation ou non des déchets de broyage. Par la suite, d'autres études ont été réalisées aux Pays-Bas (SYKORA, 2002), en Suède (AUESTAD, 2011) et en Belgique (GODEFROID, 2005).

En France, les recherches menées à ce sujet sont plus tardives. L'étude qui fait figure de référence a été réalisée dans le cadre d'un doctorat au Muséum national d'histoire naturelle de Paris par Louis de REDON. L'un des objectifs de cette étude, réalisée de 2006 à 2008, était de comparer le fauchage tardif (1 coupe en fin d'été) au fauchage traditionnel (3 coupes par an) et notamment leurs effets sur la végétation et l'entomofaune. En terme de protocoles de

suivi, il s'agit certainement de l'étude scientifique la plus aboutie et la plus rigoureuse sur ce sujet.

### **2.3. Indicateurs**

L'objectif était, face à notre interrogation, de pouvoir disposer de résultats clairs et communicables, obtenus à partir de données facilement récoltables sur le terrain et qui soient scientifiquement valides. Le choix a donc été fait d'évaluer l'impact de la gestion différenciée par le biais d'indicateurs. Si les indicateurs, d'une manière générale, ne sont pas des outils qui permettent de résoudre la complexité des écosystèmes (JAVELLE *in* BERNARD, 2011), ils constituent un bon compromis entre rigueur scientifique et compréhension par le plus grand nombre de personnes (POPY, 2011 ; CARIGAN & VILLARD, 2002).

#### **2.3.1. Quels indicateurs pour un suivi de la végétation ?**

La particularité d'un suivi de végétation est que l'étude de sa dynamique se fait à l'échelle des communautés végétales et non pas par une approche « espèce centrée ». Néanmoins, l'approche « espèce centrée », notamment pour les espèces à fort enjeu de conservation, pourra être menée conjointement.

Les indicateurs sélectionnés doivent donc permettre d'apporter des réponses sur la dynamique de la communauté. Ainsi, cette étude sur la communauté devra se focaliser en grande partie sur l'aspect fonctionnel de celle-ci et plus seulement sur la base de critères taxonomiques. En effet, dans une communauté végétale, certaines espèces possèdent des traits fonctionnels équivalents (REDON, 2008) et se focaliser uniquement sur des critères taxonomiques (notamment la richesse spécifique) induirait alors une perte d'informations conséquente (EVINER, 2004). De plus, l'étude des traits fonctionnels des espèces représente de bons indicateurs de la dynamique d'une communauté végétale (LAVOREL & GARBIER *in* REDON, 2008).

Un autre élément important à prendre en compte lors de l'étude de la dynamique d'une communauté végétale est que la réponse de celle-ci suite au changement de gestion n'est pas instantanée et nécessite un suivi sur plusieurs années afin de ne pas engendrer de conclusions erronées. En effet, le changement du mode de gestion entraîne généralement un changement du cortège d'espèces (certaines espèces disparaissent et sont remplacées par d'autres) et celui-ci doit être totalement stabilisé pour effectuer une comparaison entre les deux modes de gestion. PAAR et WAY (1988) ont montré qu'un pas de temps de cinq ans après le changement de gestion était nécessaire pour que la communauté végétale retrouve une stabilité. Le suivi devra donc être répété chaque année et ce pendant un pas de temps d'au moins 5 années après la mise en place des nouvelles mesures de gestion.

### 2.3.2. Indicateurs sélectionnés

Sur la base de ces différents critères, six indicateurs ont pu être sélectionnés pour apporter des réponses sur l'impact de la gestion différenciée sur la flore des bords de route. Cette sélection d'indicateurs a également permis de déterminer le type de données à récolter et a ainsi conditionné le protocole à mettre en place.

#### Indicateurs taxonomiques et démographiques

- **Richesse spécifique :** l'objectif de cet indicateur est de pouvoir mesurer l'évolution du nombre d'espèces floristiques et pouvoir effectuer des comparaisons entre années. Elle permettra de savoir quel mode de gestion (traditionnel ou différencié) permet une expression optimale de la richesse spécifique floristique d'un bord de route donné. S'il existe des indices qui permettent de caractériser la diversité spécifique entre sites différents, ici l'étude de la richesse spécifique est suffisante car aucune comparaison entre site ne sera effectuée (voir III).
- **Espèces à fort enjeu de conservation :** cet indicateur ne sera pas utilisé systématiquement. En effet, il s'appliquera uniquement sur des bords de routes qui représentent un enjeu majeur pour la conservation d'une plante. C'est par exemple le cas d'un bord de route situé dans l'Oise (Route Départementale 508) sur la commune de Parnes. Ce bord de route représente un très fort enjeu pour la conservation de la Coronille naine (*Coronilla minima* L. ; **Figure 5**) car il s'agit de la seule station récente pour toute la Picardie. Plus largement, il s'agira des espèces dont le statut de la liste rouge régionale est en danger d'extinction (EN) ou en danger critique d'extinction (CR). Cet indicateur consistera à évaluer la surface d'occurrence de l'espèce chaque année selon une méthodologie développée par le CBNBI pour le suivi d'espèces de la Directive habitats (LEVY, 2010 ; **Annexe 4**). Cet indicateur permettra de déterminer si la gestion mise en œuvre permet de pérenniser ces populations.



**Figure 5** - Coronille naine (*Coronilla minima*), Cliché T. PREY

## Indicateurs fonctionnels

Les différents indicateurs fonctionnels présentés ici ont été retenus en raison de leur pertinence vis-à-vis de nos objectifs et des résultats issus des études citées précédemment. Pour chaque espèce, chaque indicateur a pu être renseigné grâce aux bases de données « Baseflor » (JULVE, 1998) et « Flora indicativa » (LANDOLT, 2010).

Ces différents indicateurs ont été développés pour répondre à l'objectif de « diversification fonctionnelle » de la végétation visé par la gestion différenciée. Chaque indicateur peut prendre plusieurs valeurs (**Tableau 1**). La répartition du caractère et son évolution dans la communauté en fonction des années suite au changement de gestion seront étudiées en termes de recouvrement selon la méthode développée par REDON (2008) qui utilise pour chaque espèce une valeur de recouvrement moyenne calculée à partir de l'indice d'abondance de Braun-Blanquet (PYSEK, 2004).

**Tableau 1** - Indicateurs fonctionnels sélectionnés pour le suivi

Indicateurs	Valeurs
Type biologique	Annuelle Bisannuelle Pérenne
Dissémination du pollen	Anémogame Autogame Entomogame
Dissémination des graines	Anémochore Barochore Zoochore
Tolérance à la fauche	Gradient de 1 (peu tolérante) à 5 (très tolérante)

Remarques : La valeur « autogame » de l'indicateur « dissémination du pollen » comprend également les espèces apogames. La valeur « barochore » de l'indicateur « dissémination des graines » comprend les espèces autochores.

### 3. Méthodologie de récolte des données

Afin de disposer des données nécessaires à la construction des différents indicateurs présentés précédemment, une méthodologie adaptée de leur récolte sur le terrain a été élaborée.

La méthodologie mise en place devra donc permettre de récolter les données suivantes :

- inventaire exhaustif des espèces sur la zone de suivi,
- appréciation de leur recouvrement.

La zone sur laquelle est réalisé le suivi est également un élément important à prendre en compte.

### **3.1. Choix de la zone de suivi**

Il est important que le suivi de la gestion différenciée sur un bord de route soit réalisé sur une zone fixe bien délimitée. En effet, sur un bord de route, même si la végétation est généralement assez homogène, il n'en est pas de même pour d'autres éléments tels que la topographie. Ainsi, afin de ne pas engendrer de biais dans les données, une zone la plus homogène possible (végétation, topographie...) doit être délimitée et fixe. De plus, l'emplacement de la placette doit être choisi avec précaution. Elle doit être disposée sur une seule entité de l'accotement routier : la berme, le talus ou le fossé (pas à cheval sur deux d'entre elles).

Ensuite, il faut s'assurer que la zone choisie pour le suivi est adéquate vis-à-vis des deux modes de gestion que nous souhaitons comparer, notamment pour ce qui est du fauchage. En effet, certains talus sur lesquels la végétation est peu vigoureuse, ou alors situés très en retrait par rapport à la route, sont déjà fauchés tardivement et ne font pas l'objet d'une fauche intensive (au moins deux passages par an) comme le reste des bords de route. Ainsi, mettre en place une placette de suivi sur ces zones serait une erreur car cela ne permettrait pas de mettre en avant une évolution de la végétation suite à un changement de gestion.

### **3.2. Choix de la surface et inventaire des espèces**

La surface de cette zone de suivi est définie conformément à l'aire minimale nécessaire dans le cadre d'un inventaire de la flore. Cette zone à prospecter est fonction du type de formation végétale inventoriée (GORENFLOT & DE FOUCAULT, 2005 ; DELPECH, 2006). DELPECH (2006) préconise, en ce qui concerne les formations herbacées linéaires (comme c'est le cas des bords de routes), de choisir une zone comprise en 10 et 50 mètres de longueur.

Ainsi, l'opérateur devra délimiter une zone linéaire d'une cinquantaine de mètres qui devra demeurer la même d'une année sur l'autre. Des repères précis permettront à l'opérateur de retrouver facilement celle-ci : borne kilométrique, panneaux de signalisation... Sur cette zone, l'ensemble des espèces floristiques sera inventorié. Le référentiel taxonomique utilisé

est la Nouvelle Flore de Belgique, du G.D du Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines (LAMBINON & VERLOOVE, 2012).

### 3.3. Appréciation du recouvrement

Afin d'obtenir une donnée de recouvrement plus précise des espèces, celui-ci sera estimé à partir de la méthode des quadrats. Elle permet d'obtenir une précision supplémentaire que ce soit en terme d'inventaire ou d'appréciation de leur recouvrement (STOHLGREN *et al.*, 1998). L'ensemble des espèces est inventorié exhaustivement dans le quadrat. L'appréciation du recouvrement par type de formation végétale se fait par l'étude d'une surface comprise entre 2 et 10 m<sup>2</sup> (CBNBI, 2005). De plus, ces quadrats seront utilisés comme des répliques lors de l'analyse statistique des données. Concrètement, cinq quadrats de 1 m<sup>2</sup> seront répartis de façon homogène sur la zone linéaire de 50 mètres (**Figure 6**).



**Figure 6** - Illustration de la placette de suivi et les quadrats

## 4. Autres éléments importants pour le suivi

Le test du protocole sur le terrain a permis de mettre en évidence certains éléments qui devront être respectés pour permettre un suivi le plus fiable possible :

- les relevés devront être réalisés sur la période juin-juillet de façon à détecter un maximum des espèces présentes sur le milieu (TURCATI, 2011) ;
- à chaque pas de temps, le suivi devra être effectué à la même période de l'année (précision de l'ordre de la quinzaine de jours) de façon à ne pas induire de biais temporel ;

- avant d'engager un suivi, une réunion sur le terrain avec les agents de la voirie est indispensable pour faire le point sur les mesures jusqu'alors appliquées sur le bord de route (notamment pour évaluer la pertinence du suivi) et expliciter les nouvelles mesures de gestion différenciée à mettre en œuvre et juger ensemble de leur faisabilité ;
- il est important de réaliser le suivi pendant au moins 5 ans après la mise en place de la nouvelle gestion, les premières années de suivi (au minimum deux années) correspondent à l'état de référence.

## **5. Critiques de la méthodologie mise en place depuis 2010 par le CBNBI**

En 2010, une première réflexion avait été menée sur la question du suivi de la gestion différenciée des bords de route. Deux méthodologies de suivi avaient, à l'époque, été retenues et testées sur un bord de route (la RD89 de Thury-sous-Clermont). Néanmoins, aucune réflexion sur des indicateurs n'avait été menée et le devenir des données n'avait pas été abordé. La première méthodologie consistait à effectuer un inventaire de la flore sur une zone homogène d'environ 50 m<sup>2</sup>. L'inconvénient de cette méthodologie est qu'un seul relevé était effectué par an, le nombre de données était trop faible pour être analysable notamment sur une période de 5 ans (une seule donnée générée par an). La seconde méthodologie s'est révélée assez proche de celle définie dans le cadre de ce travail. Elle consistait en effet à réaliser cinq quadrats de relevé de la végétation sur une zone homogène du bord de route. Ainsi, cette deuxième méthodologie qui permettait de récolter les données nécessaires à nos indicateurs nouvellement définis a servi de base lors de l'élaboration de ce nouveau protocole de suivi. Ce dernier a permis notamment de bien cadrer des éléments déterminants pour le suivi comme le choix de la zone de suivi ou encore la nécessité de connaître la gestion passée.

### III. MÉTHODES D'ANALYSE

L'objectif est ici de présenter une démarche permettant d'analyser statistiquement les données qui seront issues du suivi mis en place sur les bords de route. L'objectif de l'analyse de ces données permettra d'apporter des éléments de réponse vis-à-vis de notre problématique de départ.

Plusieurs éléments permettent d'effectuer un premier cadrage quant aux méthodes d'analyses qui sont envisagées. Ces analyses seront adaptées au protocole élaboré. L'analyse menée ne pourra pas être multi-sites. En effet, la mise en place de la gestion différenciée en Picardie s'est faite en premier lieu par une approche patrimoniale qui a conduit à sélectionner des bords de routes dans diverses zones géographiques. Une forte hétérogénéité a ainsi été induite sur plusieurs points :

- chaque bord de route possède des conditions de milieu différentes : climat, topographie, exposition, habitats adjacents (REDON, 2008), substrat géologique...
- hétérogénéité de la gestion : sur chaque bord de route géré de façon différenciée, les mesures mises en œuvre sont adaptées à la problématique locale et sont donc différentes pour chacun d'entre eux.

La démarche d'analyse présentée ici devra donc être menée indépendamment pour chaque site ayant fait l'objet d'un suivi. La démarche présentée ici sera mise en pratique dans la partie résultats où les données issues des suivis sur le bord de route de la RD89 située sur la commune de Thury-sous-Clermont seront analysées.

Les différentes analyses statistiques présentées dans ce document ont été réalisées à partir du logiciel R (R Core Team, 2013).

#### 1. Analyse de la richesse spécifique

Il s'agit ici d'étudier l'évolution de la richesse spécifique sur la zone de suivi suite au changement de gestion.

##### 1.1. Richesse spécifique estimée et taux de détection

La richesse spécifique est déterminée sur le terrain grâce à l'inventaire exhaustif des espèces sur les quadrats. Cette valeur correspond à la richesse spécifique « observée ». À partir de celle-ci, il est nécessaire de passer par le calcul d'une richesse spécifique dite « estimée » de manière à corriger les biais, notamment ceux induits par l'observateur (expérience de terrain, concentration lors du relevé...). Notre protocole d'échantillonnage

(méthode des quadrats) nous permet d'apporter des corrections adaptées aux données de terrain par des méthodes de capture-marquage-recapture (CMR) en jouant le rôle de reliquats spatiaux. Cela permet alors de déduire, pour chaque année, un taux de détection des espèces et de vérifier que celui-ci n'a pas changé.

Le calcul de cette richesse spécifique estimée se fait à partir d'un estimateur nommé « Jackknife » (HELTSHE & FORRESTER, 1983). Cet estimateur dit « de 1<sup>er</sup> ordre » est basé sur le nombre d'espèces uniques dans nos unités d'échantillonnage (espèces présentes dans un seul des cinq quadrats). Le calcul de l'estimateur est effectué par la formule suivante :

$$S_{\text{Jackknife}} = S_{\text{obs}} + \left( \frac{n-1}{n} \right) \cdot k$$

$S_{\text{Jackknife}}$  : richesse spécifique estimée  
 $S_{\text{obs}}$  : richesse spécifique observée  
 $n$  : nombre de quadrats  
 $k$  : nombre d'espèces uniques

Pour chacun de nos sites, une richesse estimée peut être calculée à l'aide du logiciel ComDyn (HINES *et al.*, 1999) qui utilise un Jackknife de 5<sup>ème</sup> ordre (BURNHAM & OVERTON, 1979) prenant en compte le nombre d'espèces présentes dans 1, 2, 3, 4 et 5 quadrats.

Les taux de détection ( $S_{\text{Jackknife}} / S_{\text{obs}}$ ) pour chaque communauté peuvent être déduits afin de contrôler si une variation significative de ceux-ci a eu lieu (auquel cas un biais a été engendré). Cette méthode de calcul de la richesse estimée émet l'hypothèse que les probabilités de détection entre les espèces sont hétérogènes.

## 1.2 . Analyse statistique de l'évolution de la richesse spécifique

Afin de pouvoir tirer des conclusions statistiques sur l'évolution de la richesse spécifique, des analyses adaptées au jeu de données doivent être menées. Plusieurs éléments détermineront le choix du test. Le nombre de données et la distribution de la variable (étude statistique et graphique) permettront d'orienter l'analyse vers un test statistique paramétrique (test de Student), un modèle linéaire généralisé (GLM) ou vers un test statistique non paramétrique (test de Wilcoxon ou test de Kruskal-Walis).

Quel que soit le test statistique réalisé, l'évolution de la richesse spécifique sera testée en fonction de la variable « année » et surtout de la variable « gestion » afin d'en déduire un éventuel effet de celle-ci et apporter un élément de réponse face à notre problématique initiale.

## 2. Analyse statistique de l'évolution des traits fonctionnels

Quatre indicateurs fonctionnels ont été sélectionnés et chaque indicateur peut prendre plusieurs valeurs (traits fonctionnels), ce qui induit donc un nombre important de variables. Pour analyser statistiquement l'évolution des différents traits fonctionnels de la communauté végétale du bord de route, il est choisi ici de recourir à une approche multivariée dans un premier temps. La méthode choisie est l'Analyse en Composantes Principales (ACP). Cette méthode fait partie du champ des analyses descriptives et va nous permettre de structurer et simplifier nos données. Concrètement, elle va nous permettre de résumer à quelques axes orthogonaux un espace avec un nombre important de dimensions. Elle permettra d'observer des tendances et d'analyser ensuite plus précisément l'évolution d'un trait fonctionnel pour lequel des tendances auraient été observées. Ce focus sera réalisé par la même méthodologie d'analyse que celle utilisée pour la richesse spécifique.

L'analyse de l'évolution de ces différents traits fonctionnels est effectuée ici par l'intermédiaire de leur recouvrement sur la zone de suivi. Ce recouvrement, exprimé en pourcentage, est calculé à partir de l'indice d'abondance de Braun-Blanquet déterminé sur chacun des quadrats. Concrètement, le coefficient d'abondance-dominance est converti en une valeur de recouvrement moyen selon une échelle développée par PYSEK en 2004 (**Tableau 2**).

**Tableau 2** - Échelle de recouvrement moyen (PYSEK, 2004)

Coefficient Braun Blanquet	Recouvrement moyen
r	0,1 %
+	1 %
1	2.5 %
2	15 %
3	37,5 %
4	62,5 %
5	87,5 %

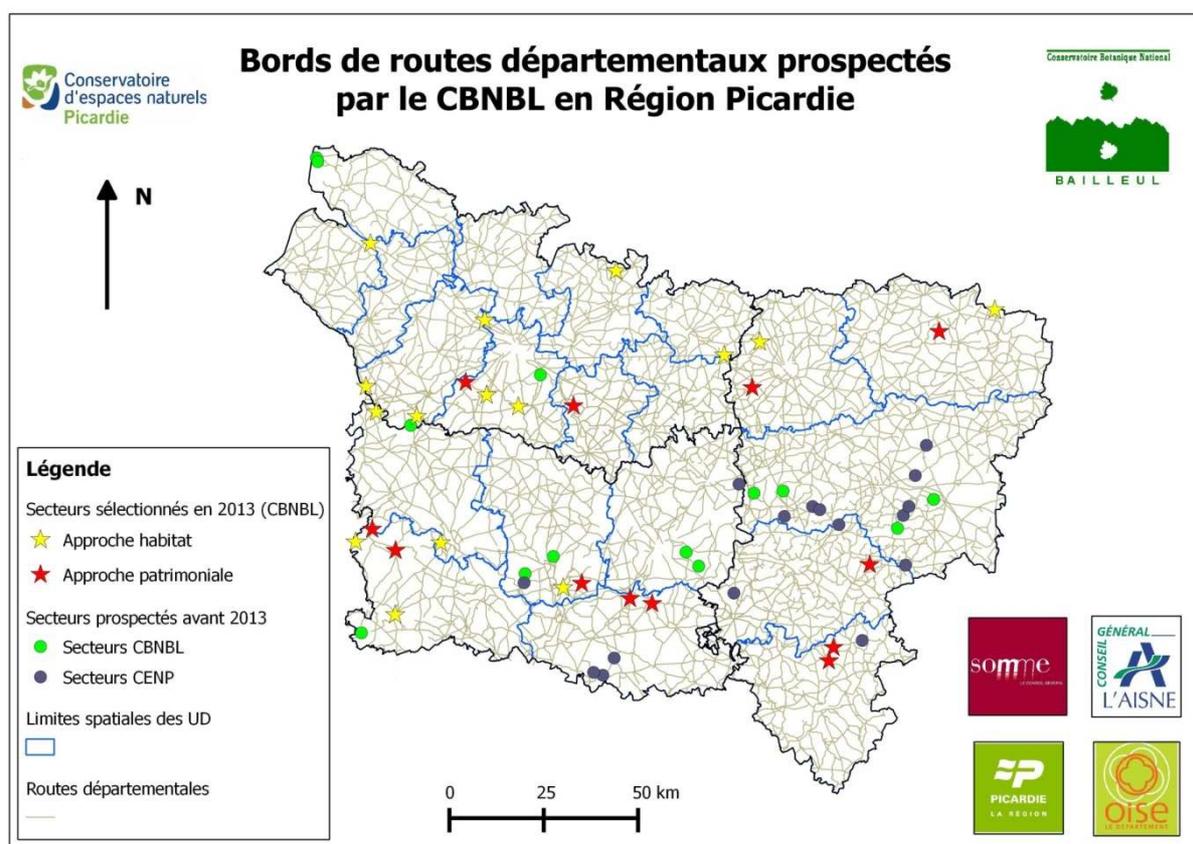
Afin d'obtenir un tableau de données analysable par l'ACP, il a été nécessaire d'élaborer plusieurs matrices. La première étape est la constitution d'un tableau dit de contingence où un coefficient Braun-Blanquet est affecté à chaque espèce de chaque quadrat. La deuxième étape correspond à la construction d'une matrice où les différents traits fonctionnels sont affectés à chaque espèce. Par exemple, l'Épiaire droite (*Stachys recta* L.) est une espèce entomogame, zoochore et vivace. Pour finir, le croisement des deux matrices précédentes permet d'en obtenir une troisième où chacun des traits fonctionnels possède une valeur de recouvrement.

La réalisation de l'ACP s'est faite à partir de la fonction `dudi.pca` issue du package `ade4` (R Core Team, 2013).

## IV. RÉSULTATS

### 1. Constitution du réseau de bords de routes à enjeux

La méthodologie élaborée a permis de sélectionner 27 bords de routes (**Figure 7**) répartis dans les unités de gestion départementale. L'approche « habitat » est venue compléter l'approche « patrimoniale ».



**Figure 7** - Cartographie des bords de routes sélectionnés

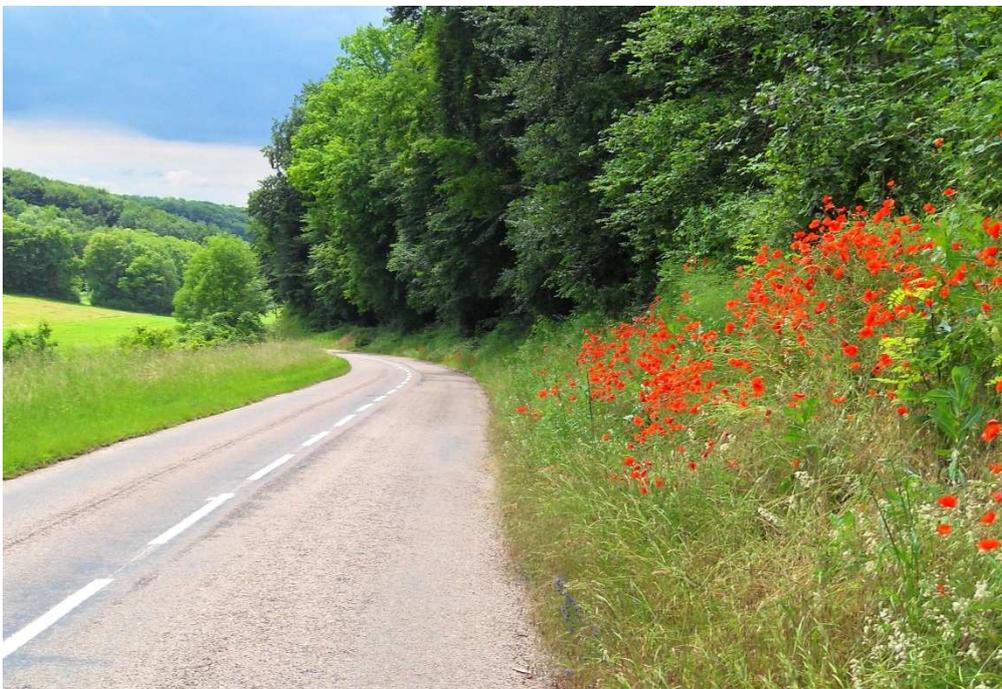
Sur chacun de ces bords de routes (linéaire quelques centaines de mètres en général), un diagnostic initial (inventaire floristique complet) a été réalisé dans le but de cibler les enjeux et certains d'entre eux ont fait l'objet de la mise en place de la méthodologie de suivi présentée ci-dessus.

### 2. Évaluation de l'impact de la gestion différenciée sur la flore

Les résultats présentés ici sont issus des données du bord de route de la RD89 à Thury-sous-Clermont (**Figure 8**) dans l'Oise sur lequel plusieurs méthodologies de suivi étaient

testées depuis 2010. L'une des méthodologies s'étant révélée, suite à ce travail, conforme en ce qui concerne la récolte des données, il est aujourd'hui possible de mettre en pratique la démarche d'analyse explicitée plus haut. Néanmoins, il conviendra d'être prudent sur les conclusions qui pourront en être tirées. Il a été mis en évidence que cinq années de suivi étaient nécessaires suite à la mise en place de nouvelles mesures de gestion pour évaluer des effets sur la flore. Ainsi, les tendances qui seront observées devront être vérifiées avec quelques années de suivi supplémentaires.

Sur ce bord de route, la gestion différenciée a été mise en place à partir de 2012, soit deux années où le suivi s'est apparenté à un état initial. La gestion différenciée consistait notamment à appliquer un fauchage tardif sur la berme et également à mener une lutte ciblée contre le Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia* L.) qui figure par ailleurs dans la liste des espèces exotiques envahissantes en Picardie (KREBS, 2012).



**Figure 8** - La RD 89 à Thury-sous-Clermont, Cliché M. LANCIAUX

### **2.1. Taux de détection**

Dans le cas du bord de route de la RD89, une richesse estimée a été calculée pour chaque année, les probabilités de détection ont été déduites (**Annexe 5**). Il a ainsi pu être vérifié que les taux de détection n'ont pas changé au cours des années ( $\chi^2 = 0.46$ ,  $P = 0.92$ ). Il est donc possible d'affirmer que les changements survenus dans cette communauté végétale ne sont pas dus à des problèmes dans la détection des espèces.

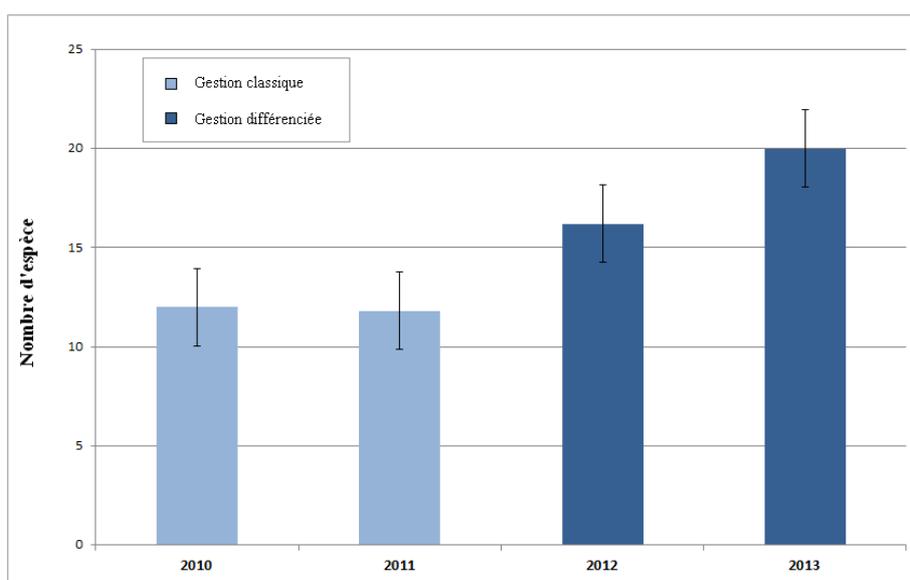
## 2.2. Évolution de la richesse spécifique

### 2.2.1. Distribution de la variable

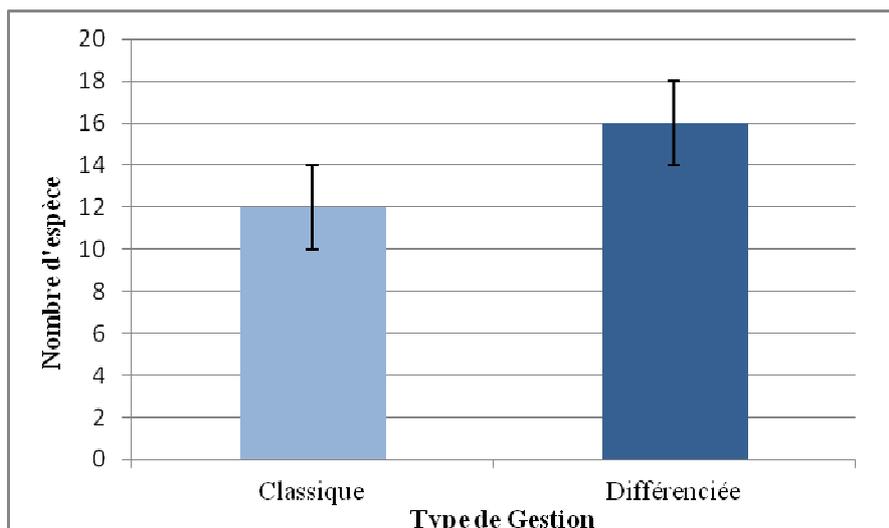
Les prospections de terrain ont permis d'obtenir cinq données de richesse spécifique par an pendant 4 ans. Afin d'orienter le choix du test statistique à utiliser, la distribution de la variable richesse a été étudiée graphiquement et statistiquement (**Annexe 5**). Le test de Shapiro nous indique que la distribution n'est pas différente d'une distribution normale ( $W = 0.91$ ,  $P = 0.067$ ). La valeur est néanmoins limite (intervalle de confiance fixé à 0.05) et incite donc à la prudence. Pour obtenir plus d'éléments, une seconde approche graphique par étude de « boîtes à moustaches » a été menée. Les « notchs » (McGILL, 1978) représentées sur ces « boîtes à moustaches » mettent en avant des défauts au niveau de la distribution. Face à ses éléments, il a semblé plus prudent de recourir à un test non paramétrique de Kruskal-Wallis.

### 2.2.2. Test statistique

Un test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour tester les différences entre valeurs de richesse spécifique en fonction des deux variables « année » et « gestion ». Le test indique une richesse spécifique significativement différente en fonction des années (Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 11.30$ ,  $P = 0.01$ ) au risque de 5 %. En comparant deux à deux les moyennes de chaque année, à l'aide d'un test de Wilcoxon, l'année 2013 semble être différente des années 2010 et 2011. Le test de Kruskal-Wallis indique également une différence significative de la richesse spécifique en fonction du mode de gestion (Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 9.56$ ,  $P = 0.0019$ ). Il est alors possible de représenter graphiquement la richesse spécifique en fonction de ces deux variables (**Figures 9 et 10**).



**Figure 9** - Évolution de la Richesse spécifique en fonction des années sur la RD89



**Figure 10** - Évolution de la Richesse spécifique en fonction de la gestion sur la RD89

Ces résultats mettent en évidence que la richesse spécifique semble augmenter suite au changement de gestion. Cela nous permet d’apporter un premier élément de réponse quant à notre problématique initiale.

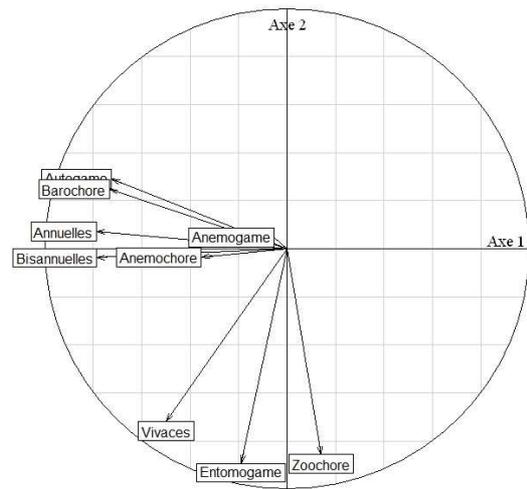
### 2.3. Évolution des traits fonctionnels

L’analyse présentée ici a été menée sur les trois indicateurs « Type biologique », « Pollinisation » et « Dissémination des graines ». L’indicateur « Tolérance à la fauche » n’y figure pas.

Les relevés phytosociologiques réalisés dans les quadrats ont permis d’obtenir pour chaque année un tableau de contingence (**Annexe 7.1**) où chaque espèce possède un coefficient d’abondance-dominance ensuite remplacé par une valeur moyenne en pourcentage. La matrice croisée avec celle des traits fonctionnels (**Annexe 7.2**) a permis d’obtenir la matrice finale où chaque trait fonctionnel est associé à un recouvrement sur les quadrats (**Annexe 8**).

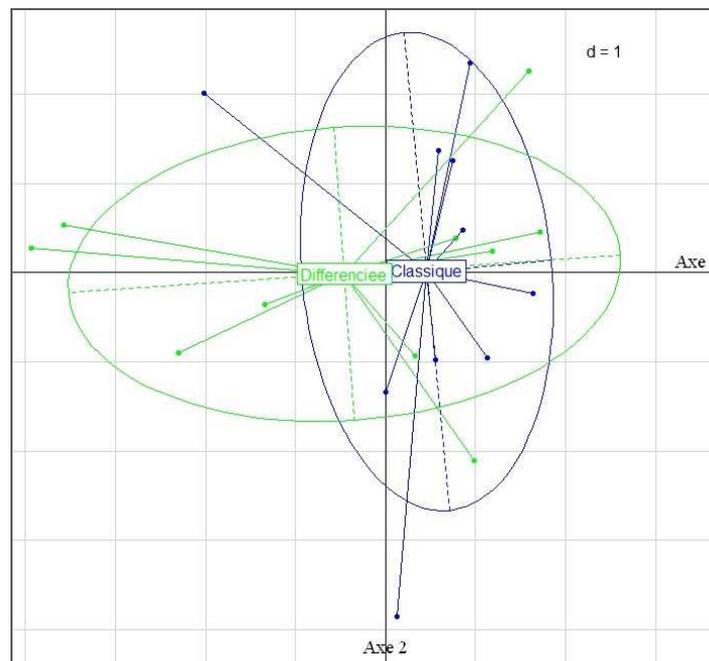
La conduite de l’Analyse en Composante Principale (ACP) sur ces données associées aux variables « année » et « gestion » nous a permis de représenter un jeu de données à dimensions multiples (ici nos 9 traits fonctionnels) dans un espace à trois dimensions. En effet, les trois premiers axes de l’ACP représentent plus de 76 % de l’inertie totale de nos données (**Annexe 9.1**). Ces trois dimensions sont représentées par des axes qui correspondent à la combinaison de nos variables fonctionnelles. Nous nous sommes concentrés ici sur les deux axes principaux. Le premier axe représente 30,5 % de l’inertie totale des données et le second 24,5 %. Ces deux axes constituent le premier plan factoriel qui représente donc 55 % de l’inertie totale.

La répartition de nos variables à ces axes permet de repérer lesquelles sont les plus corrélées (**Figure 11**). Ici, il s'agit des variables « annuelle » et « bisannuelle » qui sont fortement corrélées à l'axe 1 et les variables « entomogame » et « zoochore » à l'axe 2 (**Annexe 9.2**).

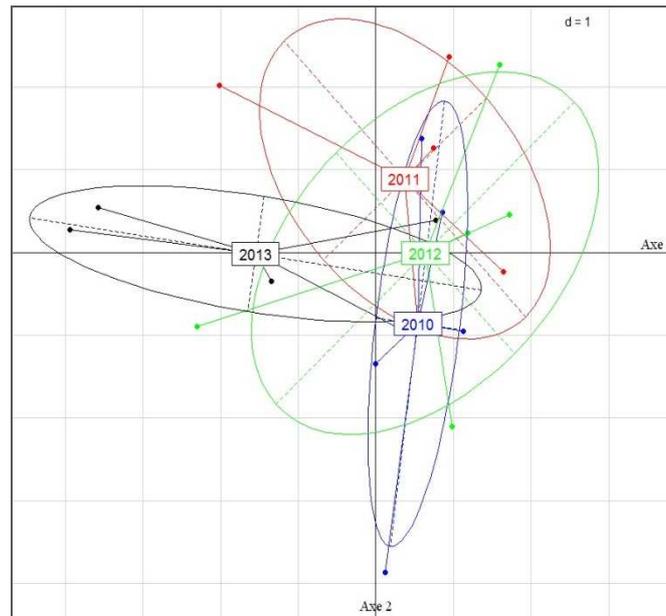


**Figure 11** - Cercle de corrélation des traits fonctionnels aux axes de l'ACP

Chaque quadrat est alors réparti le long de ces deux axes principaux. Il est ensuite possible de les distinguer en représentant les valeurs de nos deux variables « année » et « gestion ». Nous pouvons alors voir comment se répartissent les valeurs de ces deux variables et tracer une ellipse permettant de visualiser la position de celles-ci (**Figure 12 et 13**).



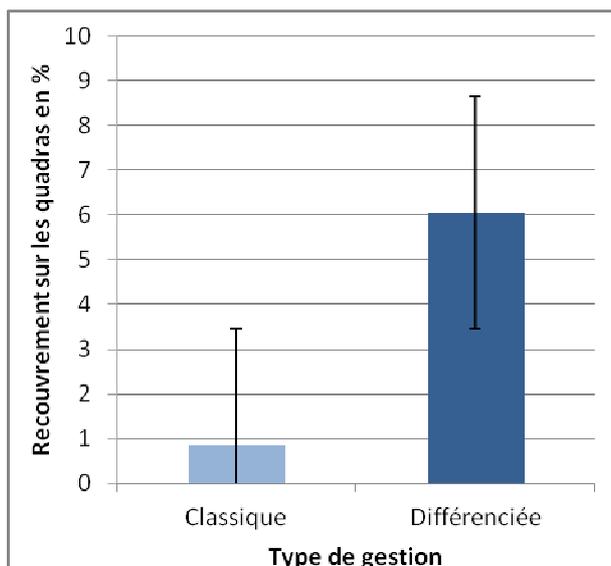
**Figure 12** - Évolution des fonctionnalités de la communauté en fonction de la gestion



**Figure 13** - Évolution des fonctionnalités de la communauté en fonction de l'année

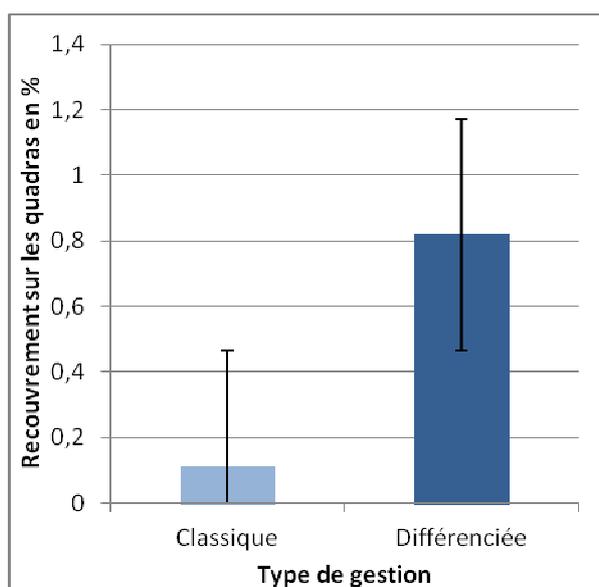
Il est difficile de dégager un effet année lorsque l'on s'intéresse à la fonctionnalité de la communauté sur les quadrats inventoriés, même si l'année 2013 semble évoluer vers la gauche de l'axe 1. En ce qui concerne la gestion, une évolution est marquée plus nettement. La gestion différenciée semble être corrélée à l'axe 1 alors que la gestion classique semble être corrélée à l'axe 2. Néanmoins, il est important de noter que la corrélation de la gestion classique avec la partie basse de l'axe 2 apparaît assez fortement influencée par la présence d'un seul point à l'extrémité du nuage. La communauté semble donc se déplacer vers la gauche de l'axe 1 (corrélée aux traits fonctionnels « Annuelles » et « Bisannuelles ») suite au changement de gestion.

Afin d'avoir plus d'éléments sur la relation entre la gestion et ces variables « Annuelles » et « Bisannuelles », elles ont été extraites de la matrice globale pour être testées. L'étude de leur distribution a mis en évidence de sérieux défauts par rapport à la loi normale (Shapiro :  $W = 0.635$ ,  $P = 6.97 \times 10^{-6}$  et  $W = 0.62$ ,  $P = 5.36 \times 10^{-6}$ ). Un test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour tester les différences de recouvrement entre ces deux modes de gestion. La représentation graphique a également été réalisée (**Figures 14 et 15**). Le test indique un recouvrement significativement différent des espèces annuelles en fonction du mode de gestion (Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 8.078$ ,  $P = 0.0044$ ) au risque de 5 %.



**Figure 14** - Recouvrement des espèces annuelles en fonction du type de gestion

De même, le test indique un recouvrement significativement différent des espèces bisannuelles en fonction du mode de gestion (Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 4.038$ ,  $P = 0.044$ ).



**Figure 15** - Recouvrement des espèces bisannuelles en fonction du type de gestion

Ces résultats mettent en évidence le fait que le recouvrement des espèces annuelles et bisannuelles semble augmenter sur les quadrats suite au changement de gestion. L'effet semble néanmoins beaucoup plus fort sur les espèces annuelles. Cela nous permet d'apporter un élément de réponse supplémentaire vis-à-vis de notre problématique initiale.

## V. DISCUSSION

### 1. Sélection et prospections des bords de routes

La méthodologie choisie pour la sélection de bords de routes patrimoniaux a permis de remplir l'objectif de constitution d'un réseau réparti de façon homogène sur le territoire. L'approche basée sur les espèces indicatrices de la qualité floristique de l'habitat a permis de retrouver plusieurs stations d'espèces patrimoniales en bords de routes (11 bords de routes sur 15 sélectionnés par cette approche se sont révélés « patrimoniaux »).

### 2. Protocole de suivi

Le protocole élaboré a permis de récolter les données nécessaires aux indicateurs sélectionnés et a donné de bons résultats quant à la détection des espèces. Suite au test du protocole sur le terrain, il a été mis en évidence que le choix de l'emplacement de la zone de suivi était déterminant car des éléments sur certains bords de route sont déjà gérés de manière différenciée. Cela renforce également le fait que la mise en place d'un tel protocole de suivi sur un bord de route ne peut se faire sans une réunion sur le terrain avec les services de gestion de la voirie. Il est en effet, indispensable de pouvoir expliciter clairement aux agents la gestion à mettre en œuvre sur un bord de route et d'obtenir leurs avis sur la faisabilité des opérations.

L'une des critiques qui peut être faite au protocole de suivi élaboré est que la comparaison des deux types de gestion (classique et différenciée) se fait à des périodes temporelles différentes. Cela induit de prendre en compte l'impact sur nos indicateurs des aléas climatiques certaines années. L'optimum aurait été d'avoir, sur chaque bord de route, une placette témoin dans des conditions très proches et sur laquelle la gestion classique aurait perduré. Néanmoins, les échanges réalisés avec les services de la voirie ont mis en évidence la complexité pour les agents d'appliquer des mesures de gestion différentes sur un même tronçon routier, notamment en ce qui concerne le fauchage.

Plusieurs points permettent néanmoins de s'affranchir en partie des phénomènes climatiques. Si l'analyse des données sera toujours effectuée en comparant les deux types de gestion, il sera toujours indispensable d'étudier également l'évolution de nos indicateurs en fonction des années (comme cela a été fait pour les données de Thury-sous-Clermont), ce qui permet de décomposer l'évolution et de mieux l'analyser. Enfin, le choix d'étudier au maximum l'évolution par des indicateurs qui s'intéressent à la communauté végétale dans son ensemble et non à des indicateurs monospécifiques permet de minimiser ce genre d'aléas.

### 3. Indicateurs et impact de la gestion différenciée sur la flore

#### 3.1. Le cas de Thury-sous-Clermont

Des éléments de réponse vis-à-vis de notre problématique initiale ont pu être apportés par l'analyse des données du bord de route de Thury-sous-Clermont. Il convient de rappeler que sur la zone de suivi, les mesures de gestion différenciée appliquées et évaluées correspondaient à un fauchage tardif (une seule coupe en septembre contre trois coupes en mai, juillet et septembre auparavant).

Grace à ces analyses, il a tout d'abord été mis en évidence une augmentation significative de la richesse spécifique sur ce bord de route. Cette tendance confirme les résultats obtenus par REDON (2008). Néanmoins, il convient d'être prudent vis-à-vis de cette augmentation notamment avec cette vision à court terme. En effet, d'un point de vue dynamique de la végétation, il est logique d'entrevoir une augmentation de la richesse spécifique. Il est probable que les cortèges floristiques soient différents en fonction de la gestion et cette vision de la richesse spécifique deux ans après le changement de gestion pourrait correspondre à un instant où le cortège est dans un état intermédiaire et capitalise donc un maximum d'espèces (persistance des espèces associées à la fauche intensive et développement des espèces sensibles à la fauche). Une vision à plus long terme permettra d'apporter plus d'éléments.

En ce qui concerne les traits fonctionnels, les résultats sont compliqués à analyser du fait que ces indicateurs sont basés sur le recouvrement. En effet, d'importantes variations au niveau du recouvrement seront visibles à plus long terme qu'une variation du nombre d'espèces. Néanmoins, une augmentation significative du recouvrement des espèces annuelles et bisannuelles a été mise en évidence. Plusieurs raisons peuvent expliquer ce phénomène. D'une part, chez ces espèces, le cycle est plus court et leur permet donc un développement plus rapide. D'autre part, ces espèces sont certainement les plus impactées par la gestion classique, notamment pour les espèces annuelles, étant donné que leurs parties souterraines ne leur permettent pas de survivre à la période hivernale et que les fauches répétées et précoces empêchent la production de leurs graines. De plus, il est probable également que cette augmentation du recouvrement des espèces annuelles soit temporaire et qu'elle soit remplacée à long terme par d'autres types biologiques.

Aucun élément de réponse n'a pu être apporté concernant le fait que la gestion différenciée permette de favoriser la progression d'espèces floristiques favorables à l'entomofaune (espèces entomogames ou zoochores). Cette tendance devra également être confirmée à plus long terme. De plus, des indicateurs sur la floraison telle que la période de

floraison pourraient être intéressants dans cette optique mais difficiles à élaborer (les sources bibliographiques apportent généralement des informations variables sur ce point).

### 3.2. Considérations générales

Comme nous l'avons précisé, ces résultats ne sont valables que pour ce bord de route et pas transposables aux autres bords de routes. Pour cela, il aurait été nécessaire de choisir un nombre important de bords de routes homogènes au niveau géographique mais aussi des conditions écologiques (conditions édaphiques, topographie, substrat géologique), ce qui était difficilement réalisable avec le choix de l'approche patrimoniale. Le but n'était pas ici d'apporter une réponse globale à cette problématique mais plutôt d'apporter des éléments de réponse, au niveau local, qui permettent d'évaluer la gestion différenciée sur un bord de route donné. Un jugement global pourra néanmoins être mené lorsqu'un nombre plus important de suivis aura été mis en œuvre.

Notre choix d'évaluer des mesures de gestion différenciée sur des zones « patrimoniales » peut être sujet à une interrogation : cela ne risque-t-il pas d'induire des effets moins visibles ? La réponse qui peut être apportée face à cette interrogation est que la zone choisie pour le suivi, sur laquelle sont réalisés les relevés, ne correspond pas à la zone où les espèces patrimoniales sont présentes. En effet, lors de la mise en place du protocole sur le terrain, il a pu être noté que les espèces patrimoniales se retrouvaient généralement dans les zones où la gestion classique n'est pas appliquée. Il peut s'agir par exemple d'une zone de la berme très en recul par rapport à la chaussée ou encore le haut d'un talus qui sont des zones déjà gérées de façon différenciée (fauchage tardif une seule fois par an). Cela donne donc tout son sens de mettre en place le suivi à proximité de ces zones d'intérêt patrimonial et non directement centré sur celles-ci.

Une vision du suivi à long terme permettra d'apporter plus d'éléments, notamment au niveau de la richesse spécifique, pour voir si le changement de gestion n'entraîne pas seulement l'apparition d'une communauté différente mais pas plus riche. Ce point pourrait alors apporter des arguments en faveur d'autres mesures de gestion, notamment au niveau du fauchage. En effet, aujourd'hui le fauchage tardif est perçu comme la mesure phare de la gestion différenciée des bords de routes. Néanmoins, il pourrait être intéressant de comparer celui-ci à un fauchage « différencié » qui consisterait à alterner le mode de fauche selon les années pour maintenir constamment différentes communautés végétales sur le bord de route et donc favoriser différentes fonctionnalités.

La question de l'exportation des déchets du fauchage n'a pas été soulevée au cours de ce travail. Cette mesure permettrait peut-être d'obtenir des résultats encore plus favorables

que ce que la gestion différenciée actuelle laisse entrevoir. Elle permettrait notamment de freiner l'eutrophisation du sol qui impacte généralement fortement la communauté végétale puis, par répercussion, la faune. La mise en place de cette mesure entraînerait un lourd changement de matériel mais poserait surtout la question du devenir des déchets. Le développement récent des unités de méthanisation pourrait être un élément clé et éventuellement une source de revenus pouvant être allouée à des mesures plus ciblées de conservation de la biodiversité en bord de route.

## CONCLUSION

Au cours de ce travail, 27 bords de routes présentant un intérêt particulier au niveau de leur diversité floristique ont été prospectés afin de mettre en avant les enjeux de chacun d'entre eux et d'envisager la mise en place de mesures de gestion différenciée. Sur certains d'entre eux, le protocole de suivi élaboré permettra d'évaluer la pertinence de la gestion mise en place. Ce suivi, et notamment son emplacement, devront être présentés, discutés et validés par une réunion sur place avec les services de gestion de la voirie, acteur principal de la réussite de ce genre de travaux.

La définition d'indicateurs et l'élaboration d'un protocole de suivi adapté ont permis de répondre aux attentes en terme de moyens d'évaluation des impacts.

Concernant les résultats de cette évaluation, les données récoltées depuis 2010 sur le secteur test de la route départementale 89 ont apporté des éléments de réponse. Même si effectuer des conclusions à ce stade serait trop hâtif, il apparaît que la mise en place d'un fauchage tardif sur ce bord de route semble avoir entraîné une augmentation de la richesse spécifique et un changement au niveau des groupes fonctionnels de la communauté végétale. Il est nécessaire d'avoir une vision à plus long terme pour confirmer ces tendances.

Il est important de préciser que cette étude s'est focalisée essentiellement sur la composante floristique du bord de route mais l'étude sur d'autres groupes que la flore permettrait une évaluation plus précise et plus complète de l'impact de la gestion différenciée sur un bord de route. De plus, certains bords de routes qui ne présenteraient pas forcément un intérêt majeur au niveau de la flore pourraient se révéler très intéressants pour les autres composantes de la biodiversité, notamment en termes de corridors écologiques. Ces études permettraient également d'appuyer et de mettre en avant l'intérêt que représentent les bords de routes pour la conservation de la biodiversité.

## BIBLIOGRAPHIE

**AGPN**, 1996. - Protection de la Nature et entretien des talus des bords de route et des cours d'eau, Résultats de 5 années d'action. 56 p.

**AREHN**, 2003. - La gestion différenciée des bords de route. Agence régionale de l'environnement de Haute Normandie. 4 p.

**AUESTAD, I., RYDGREN, K. & AUSTAD I.**, 2011. - Road verges : potential refuges for declining grassland species despite remnant vegetation dynamics. *Ann. Bot. Fennici*. n° 48, p. 289–303.

**BERNARD, C.-E.**, 2011. - Définition d'indicateurs floristiques de l'évolution des milieux naturels et semi-naturels de Picardie, Proposition d'un indicateur de qualité floristique des pelouses calcicoles de la région. Rapport de stage de fin d'étude. 71 p.

**BLONDEL, C., BOISSEL, C., CORNIER, T. & VALET, J.-M.**, 2011. - Mise en place du suivi de la gestion différenciée des bords de route du département du Pas-de-Calais. Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul, pour le Conseil général du Pas-de-Calais. 277 p. Bailleul.

**BOULLET, V.**, 1988. - Éléments pour une gestion intégrée des bords de routes. 1<sup>ère</sup> phase. Axe 1. Le bord des routes : une vitrine des paysages traversés et un espace de nature. Pour le Département du Nord, direction de la voirie et des infrastructures, 41 p., Bailleul.

**BOUWAN, A.F., VAN VUUREN, D.P., DERWENT R.G., POSCH M.**, 2002. - A Global Analysis of Acidification and Eutrophication of Terrestrial Ecosystems. *Water, Air, and Soil Pollution*. Volume 141, Issue 1-4, p. 349-382.

**BURNHAM, K.-P., OVERTON, W.-S.**, 1979. - Robust estimation of population-size when capture probabilities vary among animals. *Ecology*. n°60, p. 927–936.

**CARIGAN, V. & VILLARD, M.-A.**, 2002. – Selecting Indicator Species to Monitor Ecological Integrity : A Review. *Environmental Monitoring and Assessment*. n°78. p. 45-61.

**CATTEAU, E. et al., in prep.** - Inventaire des végétations de la région Picardie. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul.

**CORBIN D.**, 2009. - La gestion différenciée des bords de route dans le département de la Loire, Bilan 2008. FRAPNA Loire. 33 p.

**CORBIN D.**, 2013. - La gestion différenciée des bords de route dans le département de la Loire, Bilan 2012. FRAPNA Loire. 52 p.

**DAMARAD, T. & BEKKER, G.J.**, 2003. - Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure: Findings of the COST Action 341. Office for official publications of the European Communities, Luxembourg.

**DELPECH, R.**, 2006. - La phytosociologie. Site internet disponible à l'adresse < [http://www.tela-botanica.org/page:menu\\_407](http://www.tela-botanica.org/page:menu_407) > (consulté le 25 juillet 2013).

**DONEA**, 1995. - La vie sauvage emprunte aussi nos routes. Brochure du service documentation et communication de la Direction générale des ressources naturelles et de l'environnement. 12 p.

**EVINER**, 2004. - Plant traits that influence ecosystem processes vary independently among species. *Ecology*. n° 85, p. 2215-2229.

**FORMAN, R.T.T. & ALEXANDER, L.E.**, 1998. - Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*. n° 29, p. 207-231.

**FRANÇOIS, R., PREY T., WATTERLOT A., HAUGUEL J.-C., LANCIAUX M., MESSEAN, A., GERARD, T. & MEIRE G.**, *In prep.* - Premier aperçu sur la flore rare et menacée des bords de routes en Picardie, Enjeux patrimoniaux et de fonctionnalité comme corridors (Trame Verte).

**GODEFROID, S., TANGHE M. & VANCRAENENBROECK, M.**, 2005. – Flore et végétation des bords de routes en Wallonie. Ministère de la Région wallonne, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement. 150 p.

**GORENFLOT, R & de FOUCAULT, B.**, 2005. - Biologie végétale, Les Cormophytes, 7<sup>ème</sup> édition. DUNOD. 594 p. Paris.

**HAUGUEL, J.-C. & TOUSSAINT, B.**, 2012. - Inventaire de la flore vasculaire de la Picardie (Ptéridophytes et Spermatophytes) : raretés, protections, menaces et statuts. Version n°4d – novembre 2012. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, Société Linnéenne Nord-Picardie, mémoire n.s. n°4, 132 p. Amiens.

**HENDOUX, F., BOULLET, V & GÉHU, J.-M.**, 1992. - Inventaire floristique et phytosociologique des bords de routes des Flandres : 1. État initial et Propositions. Pour le Conseil général du Nord, Direction de la voirie et des infrastructures, 124 p. + annexes.

**HINES, J.-E., BOULINIER, T., NICHOLS, J.-D., SAUER, J.-R., POLLOCK, K.-H.**, 1999. – COMDYN : Software to study the dynamics of animal communities using a capture-recapture approach. *Bird Study*. n°46, p. 209-217.

**INRA**, 1994. - La gestion différenciée des espaces verts. *Courrier de l'Environnement de l'INRA*. n° 24, p. 79-82.

**IUCN**, 2004. - The IUCN Red List of Threatened Species, A Global Species Assessment. IUCN Publications Services. 217 p. Cambridge.

**JARRI, B.**, 2004. Biodiversité et talus routiers. Mayenne Nature Environnement. La revue de la Nature en Mayenne. n° 22, p. 2-11. Laval.

**JULVE, P.**, 1998. - Baseflor : Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : 25/07/2013. Site internet disponible à l'adresse < <http://perso.wanadoo.fr/philippe.julve/catminat.htm> > (consulté le 25 juillet 2013).

**KREBS, E., LEVY, V., WATTERLOT, A., HAUGUEL, J.-C., TOUSSAINT, B.**, 2012. - Liste hiérarchisée des plantes exotiques considérées comme envahissantes avérées et potentielles en Picardie, Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul.

**LAMBINON, J & VERLOOVE, F.**, 2012. - Nouvelle Flore de la Belgique, du G.-D. de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions Voisines. Édition du Jardin botanique national de Belgique : 6<sup>ème</sup> éd. 1195 p. Meise.

**LANDOLT, E., BÄMLER, B., ERHARD, A., HEGG, O., KLÖZLI, F., LÄMMLER, W., NOBIS, M., RUDMANN-MAURER, K., SCHWEIGRUBER, F., THEURILLAT, J.-P., URMI, E., VUST, M. & WOHLGEMUTH, T.**, 2010. - Flora indicativa, Haupt, Editions des Conservatoire et Jardin Botaniques de la ville de Genève. 376 p.

**LE BRIS, C.**, 2011. - Gestion des dépendances routières et bordures de champs à l'échelle de la région Centre. Hommes et Territoires / DREAL Centre. 79 p.

**LEGRAND, P.**, 1994 - Courrier de l'Environnement de l'INRA n°24. Colloque européen sur la gestion différenciée des espaces verts. Strasbourg.

**LEHARNE S, CHARLESWORTH D, CHOWDHRY, B.**, 1992. - A survey of metal levels in street dusts in an inner London neighbourhood. Environment International. n°18, p. 263-270.

**LEVY, V.**, 2010. - Déclinaison pour les plantes présentes en Picardie / Proposition de déclinaison à l'échelle du territoire d'agrément du CBNBI. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul.

**McGILL, R., TUKEY, J. & LARSEN, W.**, 1978. - Variations of Box Plots. The American Statistician, Volume 32, n°1, p. 12-16.

**MEUNIER, F., GAURIAT, C., VERHEYDEN, C. & JOUVENTIN, P.**, 1998. - Vegetation of motorway verges : influence of extensive management and adjacent habitats. Rev. Ecol. (*Terre Vie*). Volume 53, p. 97-121.

**MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA)**, 2005. - Current state and trends assessment, Washington D.C., Island Press.

**MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER**, 2012. – Chiffres clés du transport, Edition 2012. Site internet disponible à l'adresse < [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rep\\_transports\\_2012.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rep_transports_2012.pdf) > (consulté le 25 juillet 2013).

**NAVEAU F.**, 2007. - La sauvegarde de la biodiversité passe aussi par la gestion des bords de route. *Mouvement communal*. p. 30-35.

**NORD NATURE CHICO MENDÈS**, 2009. - La gestion différenciée des linéaires : état des lieux. Étude réalisée dans le cadre de la mission gestion différenciée Nord-Pas de Calais et du projet « Landscape and Nature For All » avec le Parc naturel régional des caps et marais d'Opale.

**PARENDES L.A., JONES J.A.**, 2000. - Role of light availability and dispersal in exotic plant invasion along roads and streams in the HJ Andrews experimental forest, Oregon. *Conservation Biology*. n° 14, p. 64-75.

**PARR, T.W. & WAY, J.M.**, 1988. - Management of roadside vegetation : the long-term effects of cutting. *Journal of Applied Ecology*. n° 25, p. 1073-1087.

**POPY, S.**, 2011. – Les indicateurs entre science et politique. *Espaces Naturels*. n°33, p. 22-23.

**PREY, T., HAUGUEL, J.-C. & VALET, J.-M.**, 2011. - Outil pour l'évaluation de l'impact de la gestion différenciée des bords de routes. Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul, pour la Direction régionale de l'environnement, le Conseil régional de Picardie, les Conseils généraux de l'Oise, l'Aisne et la Somme. 1 vol. 30 p. Bailleul.

**PYŠEK P., CHOCHOLOUŠKOVÁ Z., PYŠEK A., JAROŠÍK V., CHYTRÝ M, TICHÝ L.**, 2004. - Trends in species diversity and composition of urban vegetation over three decades. *Journal of Vegetation Science*. n° 15, p.781-788.

**PYWELL, R.F., BULLOCK, J.M., ROY, D.B., WARMAN, L.I.Z, WALKER, K.J. & ROTHERY, P.**, 2003. - Plant traits as predictors of performance in ecological restoration. *Journal of Applied Ecology*. n°40, p. 65-77.

**R Core Team**, 2013. – R : A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL : .

**REDON, L. (de)**, 2008. - Intérêts écologiques des bords de route en milieu agricole intensif. Thèse du Muséum national d'histoire naturelle, spécialité écologie. 178 p. Paris.

**SCAFFERS, A.P., VESSEUR, M.C. & SÝKORA, K.V.**, 1998. - Effects of delayed hay removal on the nutrient balance of roadside plant communities. *Journal of Applied Ecology*. p. 349-364.

**SCHMIDT, W.**, 1989. - Plant dispersal by motor cars. *Vegetation*. n° 80, p. 147-52.

**SETRA**, 1994. - La gestion extensive des dépendances vertes routières - Intérêts écologiques, paysagers et économiques. Ministère de l'Environnement. 118 p. Paris.

**SHERWOOD B., CUTLER D., BURTON J.**, 2002. - Wildlife and roads, The ecological impact. Imperial College Press. London.

**STOHLGREN, T. J., BULL K. A., OTSUKI Y., VILLA C. A. & LEE M., 1998.** - Riparian zones as havens for exotic plant species in the central grasslands. *Plant ecology*. p. 113-125.

**SÝKORA K. V., KALWIJ J. M. & KEIZER P.-J., 2002.** - Phytosociological and floristic evaluation of a 15-year ecological management of roadside verges in the Netherlands. *Preslia*. n° 74, p. 421–436. Prague.

**THEMA ENVIRONNEMENT, 2010.** - La gestion durable des dépendances - Analyse environnementale des sites et expérimentation de modes de gestion. Conseil général d'Ille et Vilaine. 172 p.

**THEMA ENVIRONNEMENT, 2012.** - La gestion durable des dépendances - Suivi 2011, Bilan et préconisations. Conseil général d'Ille et Vilaine. 163 p.

**TOUSSAINT, B., MERCIER, D., BEDOUE, F., HENDOUX, F. & DUHAMEL, F., 2008.** - Flore de la Flandre Française. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul. 556 p. Bailleul

**TROMBULAK, S.C. & FRISSEL C.A., 2000.** - Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation biology*. n° 14, p. 18-30.

**TURCATI, L., 2011.** - Mesurer la biodiversité pour comprendre l'effet des perturbations sur les communautés végétales : apport des caractéristiques écologiques et évolutives des espèces. Thèse de l'Université Pierre et Marie Curie, spécialité écologie. 264 p. Paris.

**WAY, J.M., 1969.** - Research on management for amenity and wildlife. *In* : Symposium Road verges : their function and management. 7 p. London.

**WILCOVE, D.S., MCLELLAN C.H., & DOBSON. A.P., 1986.** - Habitat fragmentation in the temperate zone. *Conservation Biology : Science of Scarcity and Diversity*. M. Soulé éditions, Sinauer Associates. Sunderland.



## **ANNEXES**

**ANNEXE 1 - Tableau synthétique récapitulant les expériences de gestion différenciée par les Conseils généraux en France**

<b>Organisme</b>	<b>Projet</b>	<b>Mesures mises en œuvre</b>	<b>Secteurs concernés</b>	<b>Autres</b>	<b>Suivis</b>
<b>CG Mayenne et MNE</b>	Gestion raisonnée des bords de routes dans des secteurs « patrimoniaux »	Première fauche des bermes en septembre  Fauche de l'ensemble bermes-fossés-talus en hiver	1994 : expérimentation sur quelques tronçons  2006 : concerne 34 tronçons de routes départementales  2012 : expérimentation broyage avec exportation et valorisation des résidus.	Broyage préventif en cas de difficultés avec chardon et rumex	Suivis botaniques réalisés depuis 1994 sur certaines zones.  Suivis du test d'exportation des produits de fauche
<b>CG Isère et Gentiana</b>	Projet « Fauchage raisonné, nature protégée » sur les bords des routes	Avant mi-juillet : un à deux passages sur la bande de sécurité  Septembre : un passage sur la totalité de l'accotement	Expérimentée en 2005 puis généralisée sur l'ensemble du département en 2008.	Usage de pesticides très limité  Hauteur de coupe 10 cm	
<b>CG Haute-Savoie et FRAPNA</b>	Projet de fauchage raisonné pour préserver les cycles biologiques et mettre en valeur de la flore	Mai : fauchage de la bande de sécurité (accotement)  Juin-juillet : fauchage partiel (bande de sécurité et fossé)  Après le 15 août : fauchage total (accotement, fossé, talus)	Testé sur la D908A puis étendu sur un linéaire de 200 km à partir de 2010	Hauteur de coupe > 9 cm  Pesticides à proscrire	Inventaire approfondi de la végétation (par Apollon 74 et le SIAV)  Suivi des espèces invasives

<b>Organisme</b>	<b>Projet</b>	<b>Mesures mises en œuvre</b>	<b>Secteurs concernés</b>	<b>Autres</b>	<b>Suivis</b>
<b>CG Loire et FRAPNA</b>	Gestion différenciée des bords des routes départementales (depuis 2008)	Préconisations de gestion par secteurs (adaptées au type de milieu)	Mise en place sur les tronçons « prioritaires » (patrimoniaux) déterminés à partir d'un diagnostic floristique	Hauteur de coupe > 10 cm Création d'un outil simple d'évaluation de la qualité écologique des bords de routes	Suivi de l'impact prévu au bout de quelques années
<b>CG Indre et Loire et PNR Loire Anjou Touraine</b>	Gestion extensive et fauchage raisonné des bords de routes	Avril-juin : coupe de sécurité, une seconde coupe de sécurité est facultative (en juin-juillet) Septembre-octobre : coupe totale	Mise en place de secteurs tests depuis 2008 (180 km)	Hauteur de coupe 7-8 cm	Mise en place d'un suivi scientifique de l'efficacité du mode de gestion en 2010
<b>CG Eure et Loir et Eure et Loir Nature</b>	Gestion différenciée du bord des routes	Avril et juillet : deux passes de sécurité Mi-août à mars : une fauche totale (débroussaillage)	Test sur une commune en 2000 puis deux en 2007. Généralisé à l'ensemble du réseau routier en 2008. 2009 : test d'exportation des résidus avec valorisation	Hauteur de coupe 9 à 12 cm	Suivis naturalistes engagés depuis 2007

Organisme	Projet	Mesures mises en œuvre	Secteurs concernés	Autres	Suivis
<b>CG Indre</b>	Fauchage tardif étudié sur 5 ans afin de mesurer l'impact des changements de gestion sur la flore	Mai-juin : deux passes de sécurité (1,20 m)  Début de l'automne : Débroussaillage total	Six tronçons concernés depuis 2008 (soit 51 km)	Hauteur de coupe 5 à 15 cm	Suivi botanique précis depuis 2008 avec état des lieux (Thema Environnement)
<b>CG Loiret</b>	Fauchage tardif/modéré des bords de routes	Avril à juillet : deux passes de sécurité (2 m maximum)  Septembre : fauche totale	2009 : test sur deux tronçons de routes départementales 2010 : trois nouveaux tronçons concernés	Hauteur de coupe 9 cm	Pas de suivis engagés
<b>CG Yonne</b>	Projet de fauchage tardif généralisé sur les bords des RD (« Moins d'herbe coupée = nature protégée »)	Mai à fin août : une passe de sécurité (1 mètre) ; puis une seconde jusqu'au bord du fossé.  Septembre : le fauchage des fossés, talus et débroussaillage	2009 : 22 sections concernées (100 km de RD)  2011 : généralisation à l'ensemble du réseau routier départemental.	Hauteur de coupe 10 cm	
<b>CG Loir et Cher</b>	Expérimentation de gestion différenciée des bords de routes	Avril à août : deux passes de sécurité.  Septembre : débroussaillage total	2006-2007 : 12 sites expérimentaux concernés (167 km) puis étendu en 2008  Expérience finalement abandonnée courant 2008		

<b>Organisme</b>	<b>Projet</b>	<b>Mesures mises en œuvre</b>	<b>Secteurs concernés</b>	<b>Autres</b>	<b>Suivis</b>
<b>CG Cher et Nature 18</b>	Expérimentations de fauchage raisonné des bords de routes et évaluation de l'intérêt sur la biodiversité	Avril-mai : fauchage de sécurité (une largeur d'outil) Juillet-août : fauchage de sécurité (1 à 2 largeurs) Septembre-octobre : fauchage total (fossés et talus)	2007 à 2009 : sélection de 10 tronçons de 200 m (la moitié en fauchage raisonné et l'autre en zone témoin) 2010 : extension à d'autres secteurs	Hauteur de coupe 10 cm	Réalisation d'inventaires lépidoptères et floristiques (sauf graminées)
<b>CG Côtes d'Armor</b>	Fauchage tardif pour accroître l'espace "refuge" pour la faune et la flore, et limiter l'érosion des talus	Passage de sécurité au printemps et en été Débroussaillage des fossés et talus à l'automne	Depuis 2001 : expérimentations de fauchage tardif menées sur 3 sites 2008 : appliqué à toutes les routes départementales	Hauteur de coupe entre 8 et 10 cm Limitation au maximum des pesticides	Inventaires entomologiques et floristiques pour recenser la biodiversité sur le bord des routes
<b>CG Ile et Vilaine</b>	Gestion durable des bords de routes départementales	Fauchage de sécurité sur 1 mètre en avril ou mai Fauchage total (accotements, fossés, talus) du 15 août au 15 septembre	2009 : expérimentations menées sur 10 sites. 2012 : testé sur l'ensemble du réseau routier	Hauteur de coupe 9 cm Zéro pesticides	Inventaires floristiques et entomologiques en 2009 (état initial) puis à nouveau en 2011 selon la même méthode (Théma Environnement)
<b>CG Doubs et CREN FC</b>	Application d'une gestion différenciée des talus	Mi-mai : passe de sécurité puis une seconde si nécessaire (entre juin et septembre) Passe d'entretien en septembre (totalité de l'accotement)	2006 : une zone est testée sur 40 km Extension sur un linéaire de 800 km	Hauteur de coupe 10 cm	Inventaire des espèces en présence

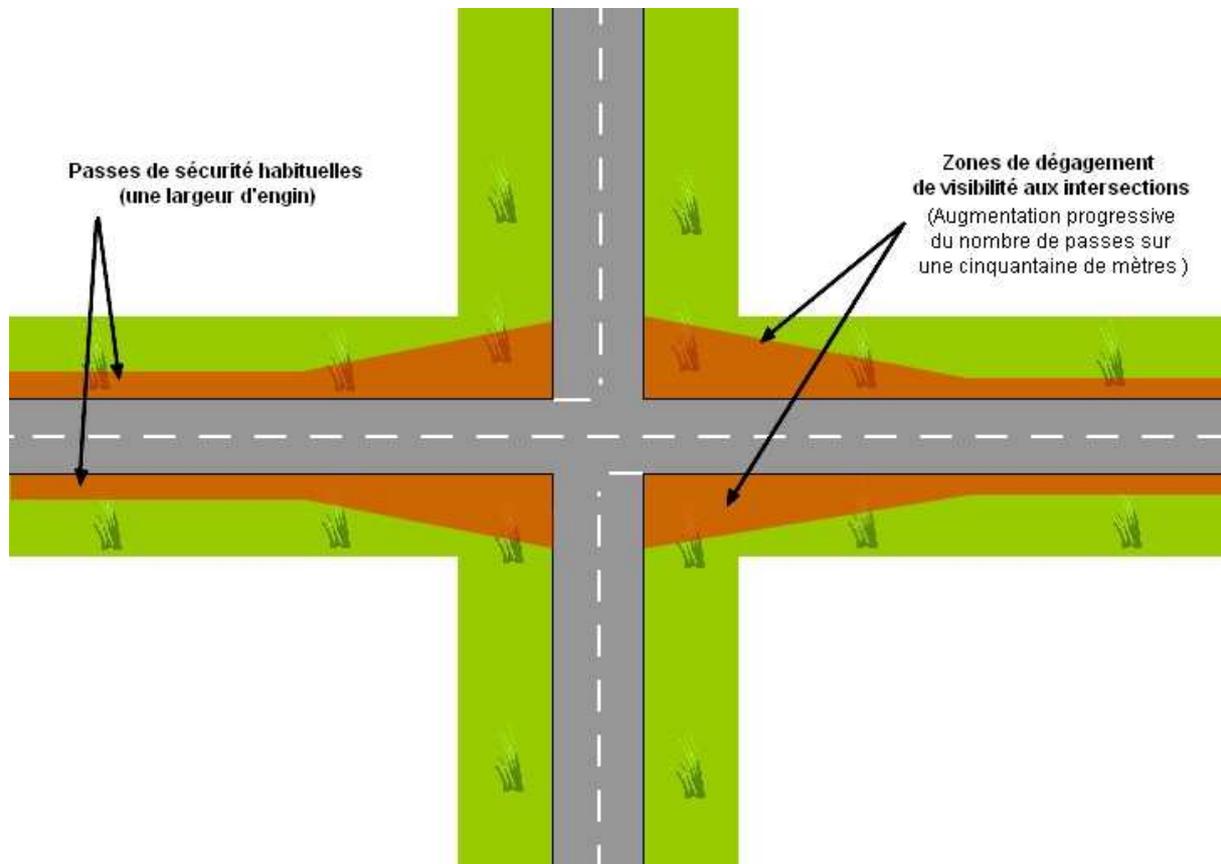
<b>Organisme</b>	<b>Projet</b>	<b>Mesures mises en œuvre</b>	<b>Secteurs concernés</b>	<b>Autres</b>	<b>Suivis</b>
<b>CG Bas-Rhin et PNR Vosges du Nord</b>	Gestion raisonnée des extensions routières		1989 : première expérience  Actuellement : 150 km de linéaires concernés		
<b>CG Sarthe</b>	Gestion différenciée des dépendances vertes routières		Initiée en 2000 sur 12 km de linéaires situés en ZNIEFF		
<b>CG Seine maritime</b>	Fauchage raisonné de talus routiers («Fauchage différé, nature préservée »)	Mai et juillet : deux passes de sécurité  Septembre : fauchage de la totalité de l'emprise	2001 : démarche expérimentale de fauchage retardé de certains talus (8 sites soit 11,5 km)		
<b>CG Loire atlantique</b>	Fauchage raisonné des accotements routiers	Bords de routes fauchés deux fois par an	Expérimentations en 2004 et 2005. Actuellement étendu à l'ensemble des accotements routiers départementaux	Produits phytosanitaires proscrits	

Organisme	Projet	Mesures mises en œuvre	Secteurs concernés	Autres	Suivis
<b>CG Dordogne</b>	Fauchage raisonné (« Faucher moins, Faucher mieux ») sur des stations « patrimoniales »	Avril-mai : première intervention de sécurité Avant le 14 juillet : seconde passe de sécurité (fauche de tout l'accotement et du fossé). Août à mars : débroussaillage du talus	2005 : cinq stations sont concernées 2011 : 30 stations (notamment orchidées et tulipes sauvages)	Hauteur de coupe 8 cm	Suivi des populations sur les stations remarquables
<b>CG Lot et Garonne et CPIE 47</b>	Gestion différenciée de l'ensemble du réseau routier départemental	Deux coupes de printemps sur l'accotement (sécurité) Une coupe d'automne pour l'ensemble des zones	Totalité du réseau routier départemental dès 2010	Hauteur de coupe 10 cm Suppression totale des pesticides	Inventaires des espèces en 2012 pour recenser la biodiversité des bords de route
<b>CG Nièvre</b>	Gestion raisonnée des dépendances vertes	Avant le 15 mai : passage de sécurité (une largeur d'engin) Après le 15 juillet : passage sur deux largeurs d'engins Septembre-octobre : débroussaillage au-delà de l'accotement	2010 : gestion raisonnée généralisée	Hauteur de coupe entre 8 et 10 cm	

<b>Organisme</b>	<b>Projet</b>	<b>Mesures mises en œuvre</b>	<b>Secteurs concernés</b>	<b>Autres</b>	<b>Suivis</b>
<b>CG Pyrénées-Atlantiques</b>	Fauchage raisonné des bords de routes et zéro « phyto »		2007 : test de fauchage tardif sur 3 zones dans le département		
<b>CG Haut-Rhin et Conservatoire des Sites Alsaciens</b>	Nouvelles pratiques de fauchage de certains accotements « patrimoniaux »	À partir de mai : 2 à 3 passes de sécurité (largeur de 1,5 m) Fin juillet : fauche totale de l'accotement Septembre : débroussaillage du talus tous les 2 à 3 ans	1986 : quelques accotements « patrimoniaux » sont concernés  Fauchage différencié généralisé en 2011		
<b>CG Pas de calais et Conservatoire botanique national de Bailleul</b>	Gestion différenciée des bords de routes	Mai à août : fauche de sécurité deux à trois fois sur 1 m de large  Mi-août : fauche de l'ensemble des accotements (voire 1 fois tous les 2 ans)	2008 : fauche tardive généralisée des bords de routes dans le département	Hauteur de coupe > 10 cm	2010 : mise en place d'un suivi botanique sur 30 placettes pour évaluer l'impact (+ expérience de ramassage des produits de fauche)

Organisme	Projet	Mesures mises en œuvre	Secteurs concernés	Autres	Suivis
<b>CG Calvados et Université de Caen (Laboratoire de phytogéographie)</b>	Programme de gestion des bords de routes « Moins d'herbe coupée, nature protégée »	Fauchage en trois bandes : dégagement de sécurité le long de la route, fauchage tardif sur la bande située en arrière, au-delà gestion tous les deux ou trois ans	1989 : mise en place sur quelques secteurs  Abandonné quelques années plus tard sous la pression d'élus et d'agriculteurs		
<b>GG Meurthe-et-Moselle</b>	Fauche raisonné des bords de routes départementales	Mai et juin : fauchages de sécurité sur l'accotement proche de la route  Août : fauche d'entretien de l'ensemble du bord de route	2011 : test de fauchage « raisonné » sur 3 routes départementales pilotes		

## ANNEXE 2 - Méthodologie pour l'adaptation du fauchage aux abords des carrefours dans le cadre de la gestion différenciée



(Schéma M. LANCIAUX d'après SETRA, 1994)

### **ANNEXE 3 - Taxon floristique d'intérêt patrimonial en Picardie** (d'après HAUGUEL, J.-C. & TOUSSAINT, B., 2012)

Sont considérés comme d'intérêt patrimonial à l'échelle régionale :

1. **les taxons bénéficiant d'une PROTECTION légale** au niveau international (annexes II et IV de la Directive Habitats, Convention de Berne), national (liste révisée au 1<sup>er</sup> janvier 1999) ou régional (arrêté du 1<sup>er</sup> avril 1991), ainsi que les taxons bénéficiant d'un arrêté préfectoral de réglementation de la cueillette. Ne sont pas concernés les taxons dont le statut d'indigénat est C (cultivé), S (spontané) ou A (adventice) ;

2. **les taxons déterminants de ZNIEFF** (liste régionale élaborée en 2005) ;

3. **les taxons dont l'indice de MENACE** est égal à **NT** (quasi menacé), **VU** (vulnérable), **EN** (en danger), **CR** (en danger critique d'extinction) ou **CR\*** (préssumé éteint) en Picardie ou à une échelle géographique supérieure ;

4. **les taxons LC ou DD dont l'indice de RARETÉ** est égal à **R** (rare), **RR** (très rare), **E** (exceptionnel), **RR?** (préssumé très rare) ou **E?** (préssumé exceptionnel) pour l'ensemble des populations de statuts I et I ? de Picardie.

Par défaut, on affectera le statut de plante d'intérêt patrimonial à un taxon insuffisamment documenté (menace = DD) si le taxon de rang supérieur auquel il se rattache est d'intérêt patrimonial.

## ANNEXE 4 - Suivi des espèces à fort enjeux de conservation

La méthodologie présentée ici est issue du protocole de suivi des plantes vasculaires inscrites au titre de la directive Habitats-Faune-Flore du Nord-Ouest de la France (LEVY, 2011).

### 1. DÉFINITION DE L'AIRES DE PRESENCE

Afin de faciliter l'évaluation des surfaces occupées par une espèce, une méthode basée sur l'identification de « surfaces continues » a été adoptée. Elles sont l'équivalent d'un herbier en milieu aquatique ou d'une « tache » en milieu terrestre et sont nommées **Aires de Présence (AP)**. Elles représentent donc une surface (exprimée en m<sup>2</sup>) dans laquelle l'espèce faisant l'objet du suivi est présente. Il s'agit d'une unité de mesure de terrain ne représentant pas exactement la surface occupée par une espèce (recouvrement) mais permettant de comparer de façon interannuelle sa répartition sur le site.

Afin de limiter les contraintes de mesures sur le terrain et le biais d'observation (biais issu de l'interprétation personnelle de chaque observateur), une distance de 4 mètres (définie à partir des tests sur le terrain) entre ce qu'il faut considérer comme représentant deux AP.

### 2. LOCALISATION DES AIRES DE PRESENCE

Chaque AP est localisée à l'aide de mesures GPS :

- les AP dont la surface semble visuellement inférieure à 20 m<sup>2</sup> sont localisées à l'aide d'un pointage GPS effectué au centre de celles-ci;
- les AP de classe dont la surface est visuellement supérieure à 20 m<sup>2</sup> sont matérialisées sur le terrain à l'aide de marques détournant les groupes d'individus et formalisées à l'aide d'une série de mesures GPS prises sur le périmètre de l'AP. Les points GPS sont exportés sous SIG et reliés afin de créer des polygones **sans indentations ni encoches**. Sur les cartes produites, chaque polygone représente ainsi une aire de présence (AP) de l'espèce concernée à laquelle est affectée une surface (en m<sup>2</sup>) et un coefficient. Ces données sont recueillies dans une fiche de suivi permettant d'affecter ces deux paramètres à un point ou une série de points GPS dans le cas de polygones.

Classe de taille de l'Aire de Présence	1	2	3	4	5	6
Surface	0-1m <sup>2</sup>	1- 5 m <sup>2</sup>	5-20m <sup>2</sup>	20-50m <sup>2</sup>	50-100 m <sup>2</sup>	>100m <sup>2</sup>

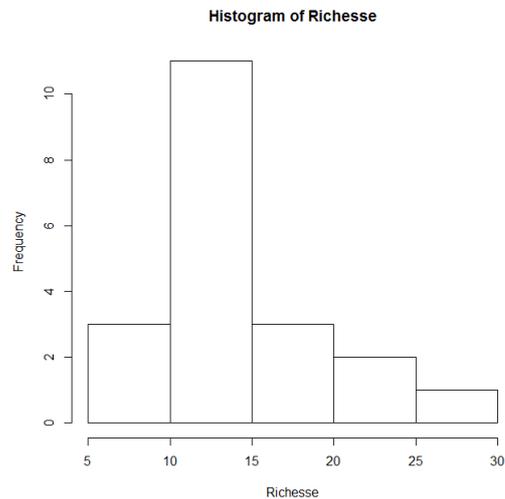
## ANNEXE 5 - Taux de détection sur la RD 89

Année	S observée	S estimée	Taux de détection
2010	24	31	0,774193548
2011	25	34	0,735294118
2012	48	75,23	0,638043334
2013	43	65,27	0,6588019

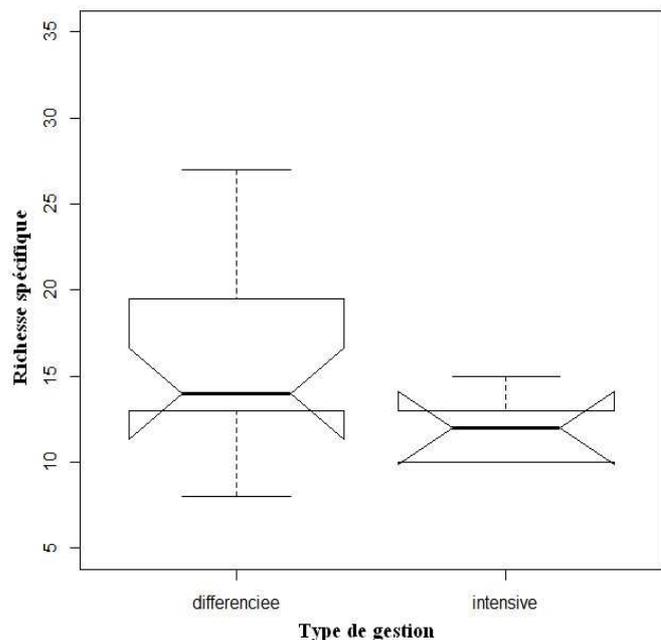
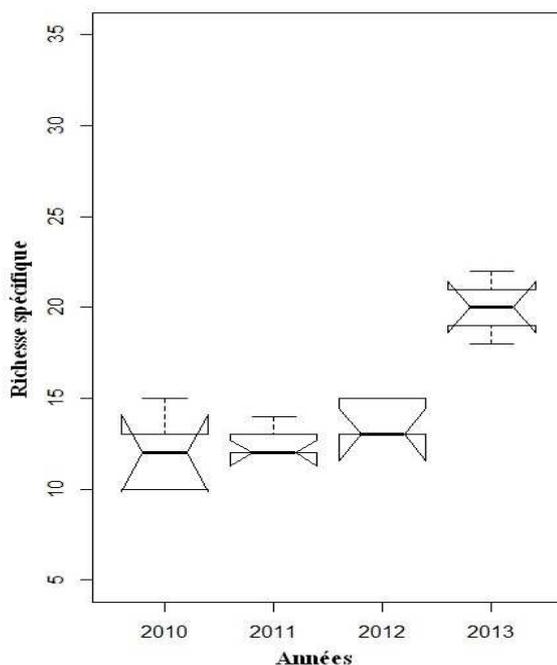
## ANNEXE 6 - Étude graphique de la variable richesse spécifique

Les prospections de terrain ont permis d'obtenir cinq données de richesse spécifique par an pendant 4 ans

Gestion	Année	Richesse
Classique	2010	10
Classique	2010	15
Classique	2010	10
Classique	2010	13
Classique	2010	12
Classique	2011	13
Classique	2011	12
Classique	2011	12
Classique	2011	14
Classique	2011	8
Differenciee	2012	13
Differenciee	2012	15
Differenciee	2012	27
Differenciee	2012	13
Differenciee	2012	13
Differenciee	2013	21
Differenciee	2013	18
Differenciee	2013	20
Differenciee	2013	22
Differenciee	2013	19



**Approche graphique par les « notchs »** (McGILL, 1978) : Les « notchs » correspondent à des encoches au niveau des médianes qui permettent de donner une indication sur la distribution des variables (si les « notchs » dépassent le 75<sup>ème</sup> percentile ou le 25<sup>ème</sup> percentile, il y a de fortes chances que la distribution présente de sérieux défauts).



## ANNEXE 7 - Matrice de contingence et des traits fonctionnels

### 7.1 Exemple de tableau phytosociologique obtenu pour l'année 2010

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) Beauv.		r		2+	2
<i>Bromus sterilis</i> L.			+	+	
<i>Catapodium rigidum</i> (L.) C.E. Hubbard	+				
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.		r			
<i>Convolvulus arvensis</i> L.		+		+	
<i>Eryngium campestre</i> L.	r	r			2
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	+		+	+	+
<i>Euphorbia seguieriana</i> Neck.					2
<i>Festuca lemanii</i> Bast.			1	1	1
<i>Galium verum</i> L.	1	1+		+	+
<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Mill.	1	2			
<i>Hypericum dubium</i> Leers			r		
<i>Koeleria macrantha</i> (Ledeb.) Schult.	1+		+		2+
<i>Papaver dubium</i> L.	1+			r	
<i>Poa pratensis</i> L. subsp. <i>angustifolia</i> (L.) Gaudin	1	2	2	2	2
<i>Potentilla neumanniana</i> Reichenb.	3	2			
<i>Prunus spinosa</i> L.		3		1	1
<i>Quercus robur</i> L.				2	
<i>Rosa</i> L.					r
<i>Seseli annuum</i> L.				2	2
<i>Stachys recta</i> L.			1+		r
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.		+	3		
<i>Thuidium abietinum</i> (Hedw.) Br. Eur.	1	1			
<i>Thymus praecox</i> Opiz					3

### 7.2 Matrice des traits fonctionnels pour les espèces de l'année 2010

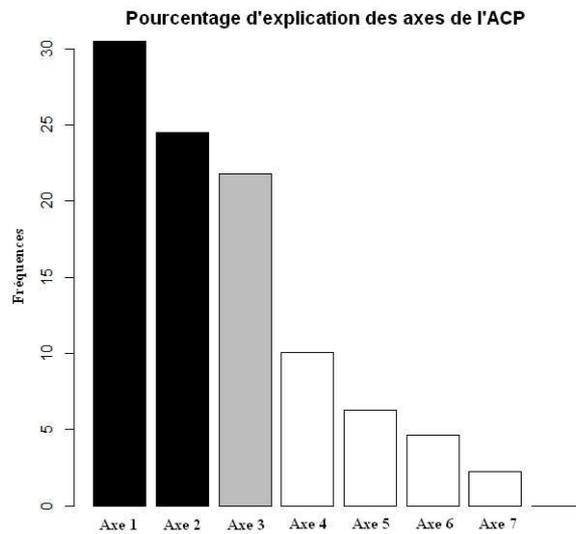
Espèces	Pollinisation	Dissémination des graines	Type biologique
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) Beauv.	anémogame	zoochore	Vivace
<i>Bromus sterilis</i> L.	anémogame	zoochore	Annuelle
<i>Catapodium rigidum</i> (L.) C.E. Hubbard	anémogame	zoochore	Annuelle
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	anémogame	zoochore	Annuelle
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	entomogame	barochore	Vivace
<i>Eryngium campestre</i> L.	entomogame	zoochore	Vivace
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	entomogame	zoochore	Vivace
<i>Euphorbia seguieriana</i> Neck.	entomogame	zoochore	Vivace
<i>Festuca lemanii</i> Bast.	anémogame	zoochore	Vivace
<i>Galium verum</i> L.	entomogame	barochore	Vivace
<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Mill.	entomogame	zoochore	Vivace
<i>Hypericum dubium</i> Leers	entomogame	anémochoire	Vivace
<i>Koeleria macrantha</i> (Ledeb.) Schult.	anémogame	zoochore	Vivace
<i>Papaver dubium</i> L.	entomogame	anémochoire	Annuelle
<i>Poa pratensis</i> L. subsp. <i>angustifolia</i> (L.) Gaudin	anémogame	barochore	Vivace
<i>Potentilla neumanniana</i> Reichenb.	autogame	barochore	Vivace
<i>Prunus spinosa</i> L.	entomogame	zoochore	Vivace
<i>Quercus robur</i> L.	anémogame	zoochore	Vivace
<i>Rosa</i> L.	entomogame	zoochore	Vivace
<i>Seseli annuum</i> L.	entomogame	barochore	Vivace
<i>Stachys recta</i> L.	entomogame	zoochore	Vivace
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	entomogame	zoochore	Vivace
<i>Thymus praecox</i> Opiz	entomogame	zoochore	Vivace

**ANNEXE 8 - Matrice de Recouvrement de chaque trait fonctionnel  
sur les quadrats**

Quadra	Annuelles	Bisannuelles	Vivaces	Anemogame	Entomogame	Autogame	Anemochore	Barochore	Zoochore
Q1-2010	0,035	0	0,486	0,06	0,086	0,375	0,025	0,035	0,461
Q2-2010	0,011	0	0,897	0,177	0,581	0,15	0,01	0,335	0,563
Q3-2010	0,01	0	0,756	0,345	0,421	0	0,001	0,16	0,605
Q4-2010	0,011	0	0,7	0,495	0,216	0	0,001	0,32	0,39
Q5-2010	0	0	1,182	0,31	0,872	0	0	0,31	0,872
Q1-2011	0	0	0,777	0,175	0,442	0,16	0,15	0,046	0,581
Q2-2011	0	0,01	0,865	0,4	0,09	0,385	0,01	0,77	0,095
Q3-2011	0	0	0,617	0,375	0,217	0,025	0	0,42	0,197
Q4-2011	0,01	0	0,551	0,15	0,386	0,025	0	0,045	0,516
Q5-2011	0	0	0,495	0,4	0,045	0,025	0,025	0,4	0,07
Q1-2012	0,01	0	0,537	0,16	0,366	0,021	0,171	0,03	0,346
Q2-2012	0,01	0	0,875	0,31	0,55	0,025	0,02	0,085	0,78
Q3-2012	0,046	0,025	0,811	0,075	0,772	0,035	0,237	0,455	0,19
Q4-2012	0,01	0	0,49	0,2	0,275	0,025	0	0,06	0,44
Q5-2012	0,02	0	0,311	0,201	0,105	0,025	0,01	0,185	0,136
Q1-2013	0,19	0,01	0,825	0,22	0,42	0,385	0,18	0,545	0,3
Q2-2013	0,065	0,025	0,685	0,195	0,42	0,17	0,03	0,225	0,52
Q3-2013	0,055	0,01	0,735	0,445	0,335	0,02	0,03	0,07	0,7
Q4-2013	0,205	0,02	0,865	0,36	0,33	0,4	0,055	0,545	0,49
Q5-2013	0,055	0	0,45	0,02	0,465	0,02	0,215	0,03	0,26

## ANNEXE 9 - Axes de l'ACP et corrélation des variables étudiées

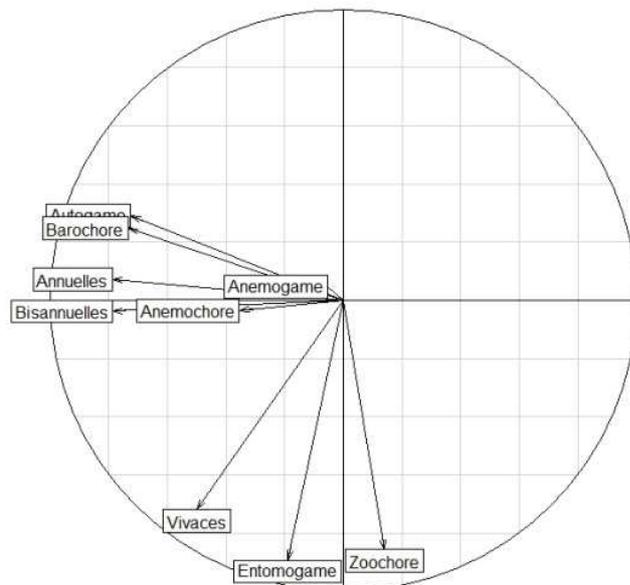
### 9.1 Explication des données par les axes de l'ACP



### 9.1 Contribution aux axes des différentes variables

	Axe 1
Bisannuelles	0,62221644
Annuelles	0,62043296
Barochore	0,53970814
Autogame	0,52485001
Vivaces	0,2511251
Anemochore	0,12557383
Zoochore	0,01992897
Anemogame	0,00294984
Entomogame	0,00120798

	Axe 2
Entomogame	0,79832193
Zoochore	0,73357983
Vivaces	0,51811121
Anemogame	0,51811121
Autogame	0,08436974
Barochore	0,06127529
Annuelles	0,00513294
Bisannuelles	0,00141601



Cercle de corrélation des variables de l'ACP

## Résumé

Les bords de routes sont, bien souvent, des entités ignorées lorsqu'il est question de conservation de la biodiversité ou du patrimoine naturel. Pourtant, leur contribution est loin d'être négligeable, tant par le patrimoine naturel qu'ils hébergent que par les fonctionnalités écologiques qu'ils remplissent. C'est pourquoi, les gestionnaires des routes œuvrent de plus en plus à mettre en place une gestion adaptée prenant en compte ces éléments.

Depuis 2009, le Conservatoire botanique national de Bailleul (Antenne Picardie) intervient auprès des Conseils généraux de l'Oise, l'Aisne et la Somme (gestionnaires des routes départementales) afin de les assister dans la mise en place d'une gestion différenciée de leurs bords de routes. Dans chaque département, des bords de routes ont été sélectionnés pour leur intérêt patrimonial et différentes mesures de gestion différenciée ont été mises en œuvre.

L'objectif de ce travail est d'aborder la question du suivi, en se focalisant sur la flore, de façon à évaluer l'impact de la gestion différenciée mise en œuvre sur ces bords de routes. Dans un premier temps, différents indicateurs ont été sélectionnés pour rendre compte de ce suivi. Ensuite, une méthodologie pour la récolte des données sur le terrain a été conçue. Une démarche d'analyse des données a été élaborée et la mise en pratique de cette démarche sur les données du secteur test de la RD 89 à Thury-sous-Clermont (Oise) a permis d'apporter les premiers éléments sur l'impact de cette gestion.

**Mots clés :** gestion différenciée, bords de routes, flore, suivi, fauche tardive.

## Abstract

Roadsides verges are elements often omitted when it comes to biodiversity conservation and natural heritage. However, their contribution is far from negligible as the natural heritage they host in terms of their ecological features. Therefore, road managers work more and more to implement appropriate management and takes into account its elements.

Since 2009, the Bailleul National Botanical Conservatory works with the Oise, Aisne and Somme counties (managers counties roads) to assist in the implementation of a roadsides verges ecological management. In each county, roadsides have been selected for their ecological interest and different ecological management measures are implemented.

The objective of this work is to address the issue of monitoring, focusing on the vegetation, in order to assess the impact of ecological management on the roadsides verges. Firstly, various indicators have been selected to give full account this monitoring. Then, a methodology for collecting data was designed. An approach of data analysis has been developed and this approach used on data of the roadside test of the RD 89 to Thury-sous-Clermont (Oise) to provide evidence on the impact of management.

**Keywords :** ecological management, roadsides verges, vegetation, monitoring, single mowing.