



HAL
open science

Etude de la biodiversité végétale dans un fossé agricole en région méditerranéenne

Fabrice Vinatier, Alice François

► **To cite this version:**

Fabrice Vinatier, Alice François. Etude de la biodiversité végétale dans un fossé agricole en région méditerranéenne. Biodiversité et Ecologie. 2018. hal-04808631

HAL Id: hal-04808631

<https://hal.inrae.fr/hal-04808631v1>

Submitted on 28 Nov 2024

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Alice FRANCOIS
M1 IEGB

UMR LISAH
2 Place Pierre Viala
34060 Montpellier cedex 1

03 Avril au 14 Août 2018

Etude de la biodiversité végétale dans un fossé agricole en région méditerranéenne

Organisation spatiale et
fonctionnement des paysages cultivés

Sous la direction de
Fabrice VINATIER

LISAH
Laboratoire d'étude des Interactions
Sol - Agrosystème - Hydrosystème

 **INRA**
SCIENCE & IMPACT

 **fos**
FACULTÉ DES SCIENCES
MONTPELLIER

 **MASTER
IEGB**

 **SupAgro**
Montpellier

 **IRD** Institut de Recherche
pour le Développement
FRANCE



Remerciements :

Je tiens dans un premier temps à remercier tout particulièrement et à témoigner toute ma reconnaissance aux personnes suivantes, pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'elles m'ont fait vivre durant ces quatre mois et demi au sein du laboratoire LISAH :

Monsieur Fabrice VINATIER, chercheur, pour m'avoir intégrée rapidement au sein de l'organisme et m'avoir accordée toute sa confiance ; pour le temps qu'il m'a consacrée tout au long de cette période, sachant répondre à toutes mes interrogations ; sans oublier sa participation au cheminement de ce rapport.

Ainsi que l'ensemble du personnel du LISAH pour leur accueil sympathique et leur coopération professionnelle tout au long de cette période de stage.
Je remercie également Olivier HUTTEL pour l'aide et les conseils concernant les missions évoquées dans ce rapport, qu'il m'a apporté lors des différents suivis.

Je tiens également à remercier tout le personnel pédagogique de la Faculté Des Sciences en charge de la formation IEGB et les intervenants professionnels responsables de la formation, pour avoir assurés la partie théorique de celle-ci.

Table des matières

Préambule :	7
I. INTRODUCTION	11
II. MATERIELS ET METHODES	25
1. Présentation de la zone d'étude	25
a. Localisation du site	25
b. Présentation du fossé d'étude	25
2. Méthode de relevé	27
a. Digitalisation des relevés botaniques sur un support numérique	27
b. Déroulement des inventaires	29
c. Analyses	31
III. RESULTATS	35
1. Analyse statistique	35
a. Diversité beta des espèces par sections	35
b. Nombre d'espèces sur zone par rapport aux relevés précédents	35
c. Comparaison de la diversité d'espèces en fonction des pratiques d'entretien	37
d. Données quantitatives, qualitatives	37
IV. Discussion	39
Bibliographie	45
Résumé :	51
Abstract :	51
Mots clés :	51

Préambule :

Le Laboratoire d'étude des **I**nteractions **S**ol **A**grosystème **H**ydrosystème (LISAH) est une unité mixte de recherche mise en place en 2003, né de la fusion de deux unités de recherche, sous tutelle de l'Institut National de la Recherche Agronomique, de l'Institut de Recherche pour le Développement ainsi que de SupAgro. En tant que regroupement de trois organismes différents, le LISAH ne présente pas de statut juridique propre. Cependant, ses organismes fondateurs possèdent différents statuts juridiques. L'INRA et l'IRD sont des Etablissements Publics à caractère Scientifique et Technologique (EPST), tandis que SupAgro est considérée comme un Etablissement Public National Scientifique, Culturel et Professionnel.

Dès sa création, le LISAH a eu pour objectif de mieux appréhender, connaître, comprendre et modéliser les enjeux liés à l'eau et au sol dans les paysages cultivés. En partageant les compétences et connaissances complémentaires de leur institution d'origine notamment en matière d'hydrologie, agronomie, science du sol, pédologie et cartographie. Le laboratoire est principalement structuré autour de trois équipes de recherche : "Eau et polluants en bassins versants cultivés", "Érosion et transport solide", "Organisation spatiale et fonctionnement des paysages cultivés". Jérôme MOLEINAT est directeur de recherche à l'INRA et responsable du laboratoire. Il encadre une équipe composée de 25 chercheurs et enseignants chercheurs, doctorants et post doctorants, mais aussi 17 techniciens, assistantes, informaticiens, et de nombreux stagiaires au fil de l'année (Cf figure 1). Le laboratoire connaît des enjeux d'actualité environnementaux mais aussi agronomiques dans le but de faire face à l'augmentation des besoins de production de l'agriculture en France, et d'améliorer la productivité de façon durable et respectueuse des ressources naturelles.

Partant de ce constat, la démarche scientifique du LISAH repose sur des études et expérimentations hydrologiques de terrain, des recherches méthodologiques pour l'acquisition et le traitement des données spatialisées concernant le sol et le paysage, et enfin le développement d'approches de modélisation hydrologique distribuée comme outils d'analyse de risques et d'évaluation de scénarios de gestion et d'utilisation des milieux cultivés.

Le budget alloué au laboratoire avoisine les 670 000 €, répartis dans les différents services. La construction du budget tel qu'il est défini au sein du laboratoire est basée sur la mutualisation des ressources non contractuelles des différentes tutelles de l'UMR pour le fonctionnement

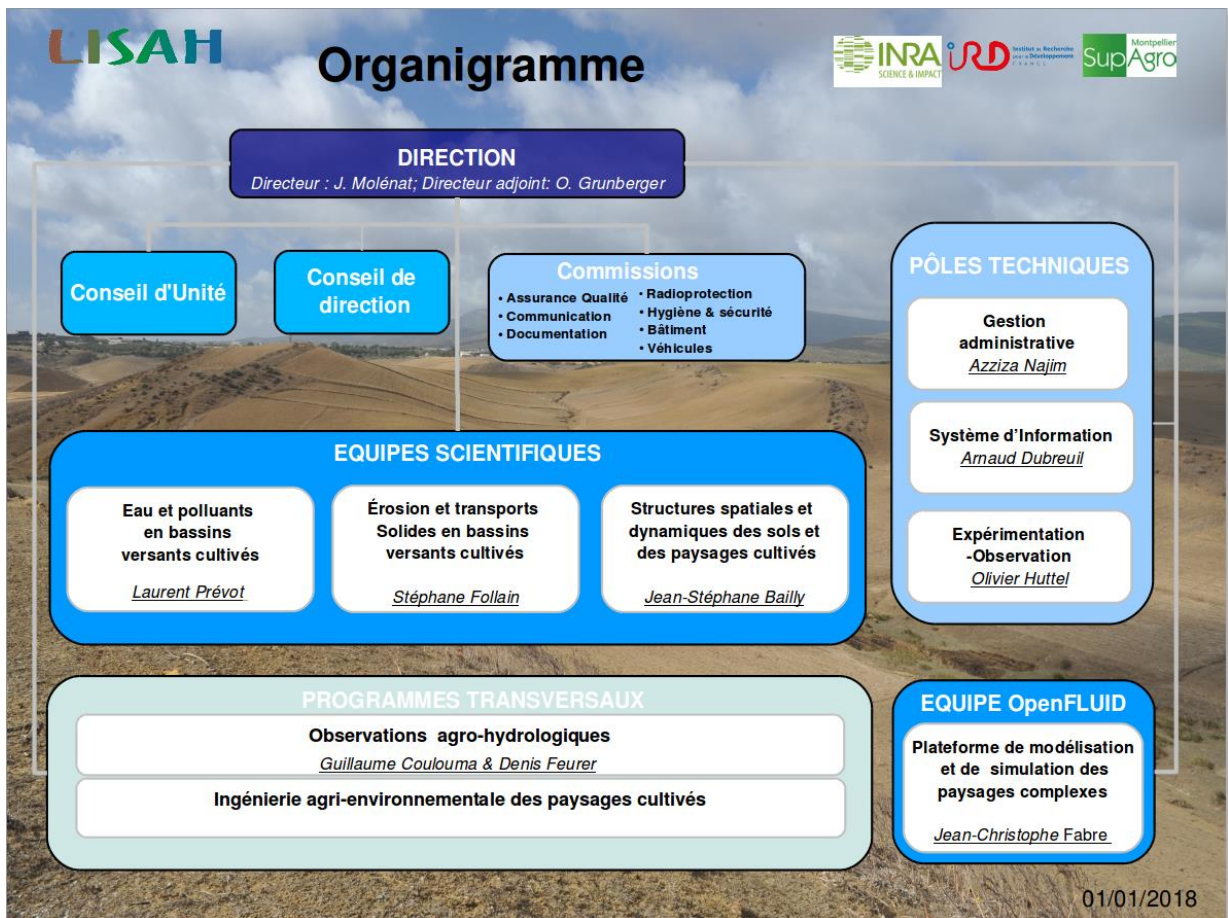


Figure 1 : Organigramme du LISAH, INRA, 2018

général du laboratoire et le soutien aux activités scientifiques du projet d'unité. Les contrats contribuent à hauteur de 15 % de leur budget (hors coût de personnel) au fonctionnement du labo.

Les trois principes de construction du budget explicités ci-dessous contribuent à maintenir la cohérence de l'unité, une pérennité des infrastructures et une solidarité sur les moyens :

- Utilisation pleine et entière des ressources des tutelles.
- Prélèvement d'une fraction des crédits contractuels pour contribuer au fonctionnement du laboratoire et aux activités scientifiques et soutenir un mécanisme de solidarité vis à vis d'activités et de collègues bénéficiant de peu de ressources contractuelles.
- Nécessité d'un travail en amont dans la construction des projets contractualisés, avec discussions collectives dans l'unité.

L'équipe de recherche à laquelle je suis affectée est "Organisation spatiale et fonctionnement des paysages cultivés". Mon encadrant et maître de stage, Mr Fabrice VINATIER, est chercheur. Ses principaux travaux s'effectuent autour de la compréhension et la modélisation de l'organisation et du fonctionnement des agrosystèmes afin de comprendre et d'optimiser les services écosystémiques qu'ils produisent à l'échelle paysagère. La thématique qui m'a été attribuée concerne l'étude de la biodiversité végétale dans les fossés agricoles en région méditerranéenne sur la commune de Roujan, plus précisément sur un site particulier comprenant un tronçon de fossé de 100 mètres en bordure de parcelle viticole. Attirée de par ma formation au taxon botanique, ce stage représente une découverte pour moi au niveau de la recherche. Je serai amenée à travers ce sujet à réaliser de nombreux inventaires floristiques dans l'objectif d'obtenir un inventaire exhaustif, de la préparation en amont des sorties (cartes, matériel) à l'identification des végétaux et la réalisation d'un herbier de référence pour le laboratoire. A la suite de cela, si les résultats sont exploitables en fonction des conditions météorologiques particulières cette année, j'effectuerai une modélisation des données sur le logiciel Qgis, puis si le temps le permet sur le logiciel R dans l'objectif d'avoir un inventaire exhaustif de la végétation.

I. INTRODUCTION

Ces dix dernières années, l'Union Européenne a perdu plus de la moitié de ses zones humides et habitats d'intérêt, qui avaient autrefois une diversité biologique extrêmement riche. Or l'Homme dépend de cette biodiversité par les services essentiels qu'elle fournit : l'air pur, l'eau douce et des sols fertiles mais aussi la nourriture, certains composés actifs permettant la création de médicaments, les matières premières et encore d'autres biens et services. Les forêts, par exemple, nous fournissent du bois, oxygènent l'air, préviennent de l'érosion et des inondations, tempèrent le climat, transforment les déchets en nutriments ou en matières premières. Les experts estiment la valeur financière des biens et services fournis par les écosystèmes à quelques 26 000 milliards d'euros par an, soit près de deux fois la valeur de ce que produisent les humains chaque année. (Commission européenne, 2004)

La moitié des espèces de plantes à fleurs et les deux tiers des poissons d'eau douce observés en zone méditerranéenne ne sont présents nulle part ailleurs. La pollution de l'eau, la surexploitation (chasse, pêche ou récolte), la compétition avec les espèces exotiques envahissantes, ou encore l'augmentation de fréquence des sécheresses sont d'autres menaces majeures à la disparition. La biodiversité est menacée partout dans le monde. Cependant, certaines zones et milieux de la planète abritent une biodiversité importante avec un fort taux d'espèces endémiques, on les nomme points chauds ou hot spots (Cf Figure 2). La notion de point chaud a été proposée en 1988 par Norman Meyer (Université d'Oxford). 34 points chauds sont recensés actuellement dont le bassin méditerranéen. Celui-ci est le troisième hotspot le plus riche du monde en diversité végétale (Mittermeier *et al.* 2004). On y trouve environ 30.000 espèces de plantes, dont plus de 13.000 endémiques.

Le climat méditerranéen est caractérisé par des étés très chauds et secs et par de fortes pluies en automne et printemps. C'est un des plus menacé et des plus remarquable qui s'étend de la péninsule ibérique à la Turquie et du Maroc à la Jordanie. Malheureusement, le bassin méditerranéen est aussi le plus dégradé des 34 points chauds et conserve moins de 5 % de son couvert végétal initial.

Dans ce bassin méditerranéen, l'arrière-pays que constituent les plaines du Bas-Languedoc, est progressivement vallonné. C'est un territoire comprenant majoritairement des vignobles, des oliveraies, des vergers et des garrigues. L'oléiculture et la viticulture symbolisent une part importante du patrimoine et de l'art de vivre méditerranéen.

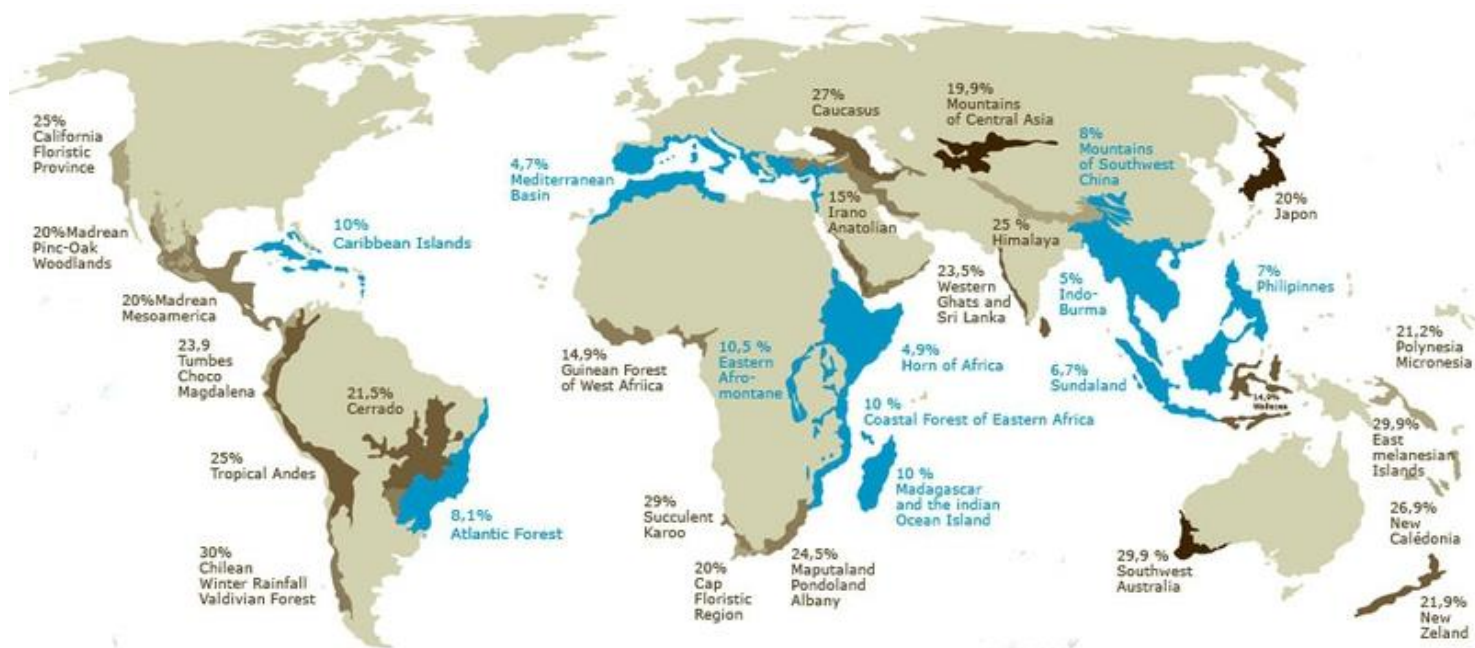


Figure 2 : Carte mondiale des hot spot. Source : La planète revisitée, Muséum National d'Histoire Naturelle

Les écosystèmes agricoles sont définis comme l'ensemble des parcelles étant dédiées à la production de la biomasse agricole. Ces parcelles sont de différentes compositions végétales, configurées et également gérées par les agriculteurs qui décident dans leurs pratiques de production les différents apports d'intrants exogènes (INRA, 2018).

Dans le Languedoc, le département de l'Hérault compte, en 2007, près de 11 000 exploitations agricoles, dont presque 5 000 sont professionnelles. L'agriculture de l'Hérault a évolué rapidement au cours des dernières années. Les actifs agricoles qui présentaient moins de 12 % entre 2000 et 2007, et le nombre des exploitations moins de 29 % entre 2000 et 2007 pour l'ensemble des exploitations, dont moins 15 % pour les professionnels, a fortement baissé, mais les structures sont également devenues plus grandes avec plus de 12 hectares de surface moyenne en 5 ans. (Etat des lieux Diagnostic bassin versant Lez Mosson Etangs Palavasiens).

Pour limiter la dégradation, la conservation de la biodiversité et de son potentiel d'évolution passe notamment par la prise en compte d'une trame verte et bleue composée de cœurs de natures et de corridors écologiques intégrés tant au paysage rural qu'urbain (Errol Vela). Ces corridors sont essentiels à la protection des processus et des liens nécessaires aux différentes espèces menacées, en particulier pour l'adaptation à long terme aux changements climatiques. Ils sont indispensables à la résilience des écosystèmes en leur permettant de fournir des services essentiels aux communautés naturelles et humaines. Ces écosystèmes se composent en effet d'un ensemble d'entités, biotiques ou abiotiques et de différents processus biophysiques en interaction, dépendant de la structure propre de chaque écosystème (Vinatier et al, 2016) et desquels l'Homme peut tirer ces avantages. Celui-ci, tenant compte de l'état des entités détermine le régime des processus écologiques comme la dynamique des populations, la compétition, ou autre. Ainsi, on montre, par exemple, que l'abondance et la diversité des auxiliaires des cultures jouent simultanément sur trois services écosystémiques : pollinisation, régulation des graines d'adventices et régulation des insectes ravageurs (INRA, 2016). En effet, les processus tels que la prédation ou encore le parasitisme déterminent l'état et la structure des communautés de bio agresseurs. A leurs tours, les bio agresseurs déterminent le régime de ces processus et le niveau de dommages causés sur la biomasse agricole. Parmi les éléments du milieu agricole, on retrouve les fossés agricoles, et nous porterons une attention particulière sur les fossés enherbés. Ceux-ci connaissent une place importante au niveau de la biodiversité en tant que zone tampon et trame entre les milieux agricoles. (Dollinger et al, 2015)

Les fossés en réseau, notamment agricoles, sont des écosystèmes que l'on peut qualifier de corridors biologiques. Ces fossés sont des excavations du sol, à l'intersection des parcelles cultivées. Ils ont pour principale vocation d'assurer le drainage des eaux excédentaires lors notamment d'épisodes cévenols en contexte méditerranéen ou encore de limiter le ruissellement et l'érosion des sols ou assainir les parcelles agricoles (Dollinger *et al.*, 2015). Ils font ainsi partie intégrante du réseau hydrographique et de par leur positionnement en tête de ce réseau, ils constituent l'une des principales interfaces entre les parcelles agricoles et les milieux aquatiques de surface. Le fossé se distingue en effet du cours d'eau par le fait qu'il s'agit d'un aménagement d'origine purement anthropique et qui ne provient pas d'une source.

Lorsqu'ils sont enherbés, ces fossés jouent aussi bien le rôle de trame verte grâce à l'ensemble de la végétation qui les compose (Van Dijk *et al.*, 2013), que de trame bleue en récupérant justement les eaux de drainage et de ruissellement (Liao et Lin, 1995; Li *et al.*, 2014). Ces fossés abritent une diversité floristique et faunistique spécifique pouvant y être extrêmement riche (amphibiens, renoncules, prêle, menthe aquatique etc.). Les fossés enherbés forment des écosystèmes complexes soumis à très forte sélection et constituent une banque de semences importante pour le maintien de la biodiversité (Dijk *et al.*, 2014; van Dijk *et al.*, 2013). Les fossés agricoles possèdent donc des écosystèmes dynamiques avec une richesse spécifique très importante (Lindemann-Matthies et Bose, 2007), et ayant un fort potentiel de recolonisation (Nathan *et al.*, 2003), constituant des zones où tous les modes de dispersion des semences se rencontrent (Van Dijk *et al.*, 2013, Ma *et al.*, 2010).

Par ailleurs, les réseaux de fossés participent à plusieurs services écosystémiques (Dollinger *et al.*, 2014) à l'origine de différents avantages matériels ou encore immatériels, tels que les services socio-économiques (Costanza et al, 1997) auxquels s'ajoutent un intérêt pour la faune et la flore en tant que formation d'habitats naturels puisqu'ils ont en effet un double rôle dans la circulation de l'eau (Cf figure 3). Les fossés végétalisés permettent justement d'améliorer les services écosystémiques tels que la limitation de l'érosion des berges, des pesticides et permettent de recharger les eaux souterraines (Rudi *et al*, 2018). En contrepartie, il existe aussi des effets plus négatifs tels que la dégradation du réseau de transport de l'eau, ou encore une augmentation de la dispersion des mauvaises herbes. L'estimation des services fournis par les réseaux de fossés nécessite de caractériser la distribution spatio-temporelle de la flore le long des réseaux (Rudi *et al*, 2018). Pourtant, il existe encore peu de données sur le lien entre la biodiversité végétale des fossés et les différents facteurs de sa répartition dans l'espace, d'où l'intérêt de constituer un inventaire de la diversité végétale à plusieurs échelles spatiales.

Services écosystémiques	Facteur limitant
Pollinisation des espèces cultivées	Biotique
Régulation des graines d'adventices	
Régulation insectes ravageurs	
Stabilisation des sols	Abiotique
Contrôle de l'érosion	
Structuration des sols	
Stockage et restitution de l'eau	
Fourniture d'azote minéral	
Fourniture de nutriments	
Atténuation naturelle des pesticides par les sols	
Régulation de la qualité de l'eau vis à vis de l'azote, phosphore et carbone organique	
Régulation du climat global par atténuation des gaz à effet de serre et stockage du carbone	

Figure 3 : Services écosystémiques et leurs caractéristiques abiotiques et biotiques, liste non exhaustive, ciblée sur la problématique (INRA, 2016)

Les fossés de la zone d'étude sont donc de véritables zones tampon, évitant les inondations, limitant la perte des cultures pour les agriculteurs et attirant une faune spécifique grâce à sa végétation aquatique. Les fossés jouent donc un rôle important au sein des parcelles agricoles pour les bienfaits cités précédemment.

De plus, le renforcement du sol par les racines de la végétation joue un rôle important dans la stabilité des sols et des pentes de fossés. De nos jours, il y a un manque de connaissance certain quant à l'utilité et au rôle des racines des plantes dans le renforcement des pentes et des berges. (Abernethy et Rutherford, 2001). Cette théorie est appuyée par les travaux de Langohr, avançant le fait que les fossés, présentant des pentes abruptes de 40° mais avec un sol humide et une couverture végétale continue, peuvent rester stables longtemps. Au contraire, ceux présentant des pentes légères de 5°, dénuées de végétation, vont subir les effets de l'érosion (Langohr, 2000). La biodiversité végétale est perturbée par le fonctionnement hydrologique des fossés du fait de la présence régulière de l'eau dans ces fossés agricoles, on y constate plusieurs adaptations de la végétation. Celles-ci ont pour but de lutter contre les conséquences physiologiques et physiques dues aux flux d'eau sur les plantes (Liao et Lin, 1995) et aux conditions structurelles et pédologiques du fossé (Du *et al.*, 2012).

Cependant, la biodiversité des fossés agricoles perturbe également le fonctionnement hydraulique de ceux-ci, la végétation de fond de fossé montrant un effet perturbateur sur les flux d'eau dans les canaux (Li *et al.*, 2014).

La compréhension de l'hydrologie des bassins agricoles méditerranéens est un enjeu important quant aux nombreuses problématiques agricoles concernant la ressource en eau, mais aussi par rapport aux pesticides, les inondations, l'érosion des sols. L'étude des communautés végétales de ces fossés, influant sur la biodiversité et la structure du sol, a un intérêt scientifique, permettant la mise en relation d'une dépendance entre l'hydrologie des fossés à la flore présente et l'étude des services écosystémiques. L'interaction entre l'eau, présente une partie de l'année et en périodes de pluie, et les végétaux dans les fossés va affecter la structure de la végétation, en agissant sur le transport et la libération des semences (Johansson *et al.*, 1996; Van Dijk *et al.*, 2013), mais aussi la structure des plantes en réaction au flux d'eau (Ancelin *et al.*, 2004). En effet, les fossés enherbés, régulièrement soumis aux inondations, forment des corridors de migration pour les espèces végétales s'y trouvant, ces espèces étant principalement hydrochores. Ceci explique les successions rapides de végétation dans les fossés agricoles (Merritt et Wohl, 2002).

De plus, les inondations peuvent avoir des effets dévastateurs pour les vignes. D'après certains travaux, la végétation soumise à un flux d'eau connaît de nombreuses réactions physiologiques. Les principaux effets physiologiques sont développés en réponse à la teneur en eau du sol. L'inondation du sol peut entraîner des conséquences néfastes sur les plantes non adaptées aux écosystèmes régulièrement immergés. Si le sol se trouve saturé en eau durant une période trop grande on assiste à un phénomène d'hypoxie du sol, soit un manque d'oxygène, qui entraîne un stress de la zone racinaire, induisant un ralentissement du métabolisme de la plante et de son développement (Liao et Lin, 1995; Du *et al.*, 2012). L'immersion des ceps peut aller jusqu'à provoquer la mort de la plante, et les raisins peuvent également pourrir ou éclater. Un risque sanitaire non négligeable est également possible en cas d'inondation, car l'eau recouvrant les terres peut être facteur de microbes et maladies pour les ceps et la végétation attenante. La végétation des fossés est donc un habitat pour de nombreuses espèces floristiques et faunistiques, pouvant être perturbée par le fonctionnement hydraulique de ceux-ci.

Pour éviter les perturbations, les agriculteurs entretiennent les fossés par différentes pratiques (Cf figure 4). La principale raison de l'entretien courant est principalement d'éviter la création d'embâcles pendant les pluies. Celles-ci provoqueraient le débordement du fossé et finalement un ravinement dans la parcelle concernée, ou encore le développement de la végétation qui pourrait porter atteinte au bon fonctionnement hydraulique du fossé et à son bon état biologique. Les autres motivations de cet entretien courant sont de maintenir les bords de parcelle propres, d'assurer la visibilité du fossé, d'assurer le passage des engins et enfin de contenir les invasives (cannes, ronces, etc.). L'entretien des fossés est primordial pour que toutes les différentes fonctions, vues précédemment, soient assurées. Cet entretien va avoir un impact sur les couvertures végétales des fossés et donc sur les processus hydrologiques dans lesquels cette végétation intervient. L'entretien des fossés a aussi un rôle sur la biodiversité des fossés (Blomqvist *et al.*, 2006; Manhoudt *et al.*, 2007).

Dans une optique de gestion adaptée, les différentes méthodes d'entretien doivent donc répondre à certains critères de préservation de la stabilité des berges, et de limitation de l'érosion en faveur de la biodiversité végétale et animale. L'entretien courant consiste périodiquement à enlever les embâcles, branches d'arbres, amas de graviers, ou tout autre obstacle à l'écoulement.

Méthode d'entretien	Dans quel cas l'utiliser	Les +	Les -
Curage mécanique	Cette technique est plus particulièrement adaptée aux fossés provisoires réalisés dans le cadre de chantiers de longue durée (plusieurs mois voire années) ou aux fossés permanents (des Touches & Anras, 2005).	<ul style="list-style-type: none"> • Economique (réduction du coût d'environ 40 % comparé aux méthodes traditionnelles) (358€ contre 216€) • Réduit le temps consacré à l'entretien des fossés, tant en termes de fréquence que de durée des travaux de curage • Réduit la quantité de résidus de curage à gérer d'environ 60 % • Maintien des fonctions d'évacuation hydraulique des fossés • Maintien des fonctions protectrices et épuratrices de la végétation • Maintien de la capacité d'accueil des fossés pour la faune et la flore 	Inadapté aux fossés trop incisés ou obstrués demandant un reprofilage complet
Désherbage chimique		<ul style="list-style-type: none"> • Peu couteuse, • Permet d'intervenir là où le passage mécanique est trop compliqué, 	Responsable de pollutions diffuses, Effet négatif sur la microfaune du sol, Risque de pollution par infiltration dans le sol et nappe, Risque de photo toxicité sur les cultures.
Le brûlage	technique la plus artisanale et traditionnelle dans les zones méditerranéennes	<ul style="list-style-type: none"> • Simple à mettre en place, • Peu couteux, • Ne requiert pas de matériel particulier, 	Normes de sécurité à respecter, peu vite mal tourner, nécessite des conditions météorologiques favorables à savoir une végétation sèche et pas de vent.
Fauche		<ul style="list-style-type: none"> • Rapide mais opération récurrente dans le temps. 	Demande du matériel

Figure 4 : Comparatif des différentes méthodes d'entretien

Pour ce, il existe différentes méthodes d'entretien, nous nous concentrerons sur quatre types d'entretien : le curage, la fauche, le désherbage chimique et enfin le brûlage. Les tronçons de fossés curés par les agriculteurs répondent à certaines attentes. En effet, certaines techniques de curage sont à éviter tels que le reprofilage des berges ou encore le décapage des végétaux présents et de la couche superficielle du sol. La gestion pratiquée doit permettre la recolonisation par la végétation de la partie mise à nue, le fossé ne doit pas être surcreusé afin de respecter le calibre des fossés dans sa largeur et sa profondeur naturelle. Les premiers centimètres de couche superficielle doivent être ré-étalés pour réensemencer les graines, boutures et micro faunes contenus dans cette vase. Le curage est majoritairement réalisé en sous-traitance, par un tractopelle. Il peut néanmoins être réalisé manuellement à la pelle dans certains cas (Levavasseur, 2012). La fauche est une autre méthode de gestion, réalisée avec une épareuse, ou à l'aide d'une débroussailleuse thermique. Le désherbage chimique est lui réalisé à la machine à dos ou au pulvérisateur tracté. Enfin, le brûlage est une technique simple à mettre en place, utilisée en Février jusqu'à Avril, après quoi il est interdit. Le brûlis reste la technique la plus artisanale et traditionnelle dans les zones méditerranéennes et ne nécessite qu'une allumette et des conditions favorables, à savoir une végétation sèche ainsi que l'absence de vent.

Concernant le brûlage, celui-ci doit être maîtrisé, et les normes de sécurité respectées (Cf figure 5). Du 16 Octobre au 15 Mars, le brûlage est autorisé, du 16 Mars au 15 Juin la période est considérée comme dangereuse et est soumise à autorisation préalable en mairie, enfin du 16 Juin au 31 Aout, les brûlages sont totalement interdits. La vitesse du vent est également un élément qui rentre en compte dans les autorisations puisqu'au-delà de 40km/h, tout brûlage est interdit (Calendrier annuel des périodes d'incinération de végétaux et d'emploi du feu, Préfecture de l'Hérault).

La réglementation indique que tout riverain est tenu de maintenir le libre écoulement des eaux sur sa propriété (article 640 et 641 du Code Civil), interdisant de conserver des obstacles, embâcles naturels ou anthropiques, pouvant empêcher ou nuire au libre écoulement des eaux dans les fossés. En restaurant le libre écoulement des eaux, les agriculteurs contribuent donc à gérer la problématique d'inondation des parcelles et limitent les pertes de surface exploitable. Conformément au code de l'environnement, et à l'article R216-13 de celui-ci, est puni de l'amende prévue pour les contraventions de 5^{ème} classe le fait de détruire totalement ou de manière partielle des conduites d'eau ou fossés évacuateurs, ou encore d'apporter

Propriétaires ou ayants-droit	Vent > 40 km/h	du 1er janvier au 31 décembre				
	Incinération de végétaux coupés	du 1er janvier au 15 mars	du 16 mars au 15 juin		du 1er octobre au 15 octobre	du 16 octobre au 31 décembre
	Incinération de végétaux sur pied	du 1er janvier au 15 mars	du 16 mars au 15 juin		du 1er octobre au 15 octobre	du 16 octobre au 31 décembre
Autres usagers Tout public		du 1er janvier au 31 décembre				

Figure 5 : Tableau des périodes et obligations pour le brûlis,
Source : Préfecture de l'Hérault

de manière volontaire tout obstacle qui nuirait au libre écoulement des eaux. La loi sur l'eau indique que l'entretien des fossés n'est soumis ni à déclaration ni à autorisation, contrairement aux rivières et aux cours d'eau. En revanche, la différence entre les deux ouvrages est parfois confuse. Il est dit dans la réglementation que la distinction entre fossé et rivière peut se faire à partir d'une carte IGN, le premier ouvrage n'étant pas indiqué, contrairement aux rivières. Pour cela, l'analyse devra porter sur la totalité ou du moins un linéaire suffisant afin de comprendre le fonctionnement écologique et hydraulique de l'ensemble de l'ouvrage. A cela s'ajoute l'observation et le bon sens, les cartes n'étant pas toujours mises à jour, la différence peut donc parfois porter à confusion. Néanmoins, les fossés, en collectant les ruissellements d'eau, alimentent les cours d'eau situés en aval. C'est pourquoi leur entretien doit être réalisé dans un esprit de préservation de la qualité de l'eau, afin de ne pas dégrader les cours d'eau qu'ils alimentent.

Les différentes communautés végétales, présentes aux abords directs ainsi que dans les fossés d'étude, et leur structuration, sont le reflet des activités agricoles et pratiques viticoles du milieu, des caractéristiques pédoclimatiques locales du fossé, mais aussi des conditions hygrométriques liées aux écoulements des eaux pluviales. Les fossés agricoles constituent donc des éléments importants du paysage et du fonctionnement des parcelles adjacentes.

Il est nécessaire d'analyser les assemblages de végétaux qui s'y trouvent pour permettre de renseigner les types écologiques représentés dans ces écosystèmes (Laberche, 2004), et d'en connaître le type de végétation dominante. Grâce aux différentes méthodes de gestion des fossés, il serait possible d'étudier et d'établir un lien entre la biodiversité végétale et les pratiques d'entretien des fossés. Ceci nous amène à la problématique suivante :

Quels liens peuvent être établis entre biodiversité végétale et différentes pratiques d'entretien des fossés ?

Pour répondre à cette problématique, ce rapport présentera un protocole adapté aux fossés méditerranéens pour l'étude de la biodiversité végétale. Dans une première partie sera présenté le protocole terrain, puis sa représentation numérique, enfin son analyse statistique pour aboutir sur les résultats.

II. MATERIELS ET METHODES

1. Présentation de la zone d'étude

a. Localisation du site

Le site d'étude est situé dans le bassin versant de Bourdic, en France, dans le département de l'Hérault sur une surface de 0,91 km² (Cf figure 6).

Le climat du site est de type méditerranéen sub-humide, avec une saison sèche prolongée. La pluviométrie annuelle médiane calculée sur vingt ans est de 634 mm d'eau et l'évapo-transpiration annuelle moyenne est de 1102 mm avec des sols majoritairement calcaires et limoneux. La pluviométrie annuelle est de 321 mm de pluie en 2017, avec un pic important en hiver et au printemps.

Le site est fortement marqué par l'activité humaine depuis plusieurs millénaires, avec une occupation du sol principalement agricole, plus précisément viticole. Les versants pentus du bassin ont été aménagés en terrasses, et un vaste réseau de fossés sillonne le site.

b. Présentation du fossé d'étude

La zone d'étude concerne un fossé mitoyen de deux parcelles viticoles (Cf figure 1), conséquence en amont d'un large réseau de fossés exutoire de crues. Le fossé étudié, d'une longueur de 220 mètres, d'une profondeur moyenne de 54 centimètres et d'une largeur de fond de 64 cm a été divisé en 20 sections représentant de manière alternée les différentes pratiques de gestions agricoles des fossés, comprenant entre chaque part une zone tampon, ainsi que d'une zone de coupure de 20 mètres. Chacune des 20 sections étudiées mesure 5 mètres de long sur en moyenne 2 mètres de large. Le premier quadrat de chaque réplique est une zone non gérée. Puis, de l'amont vers l'aval, les quadrats sont curés, fauchés, brûlés et désherbés chimiquement (Cf figure 7). Le fossé étudié est soumis à des pressions hydrauliques durant plusieurs mois de l'année, notamment à la suite d'importants épisodes cévenols. Le fossé d'étude reçoit à la fois le drainage (eau souterraine flux d'exfiltration) et les eaux de ruissellement vignobles arrondis (Dollinger *et al*, 2017). La végétation qui se développe dans ce fossé est représentative d'un milieu héliophile et hydrophile au sein du climat méditerranéen.

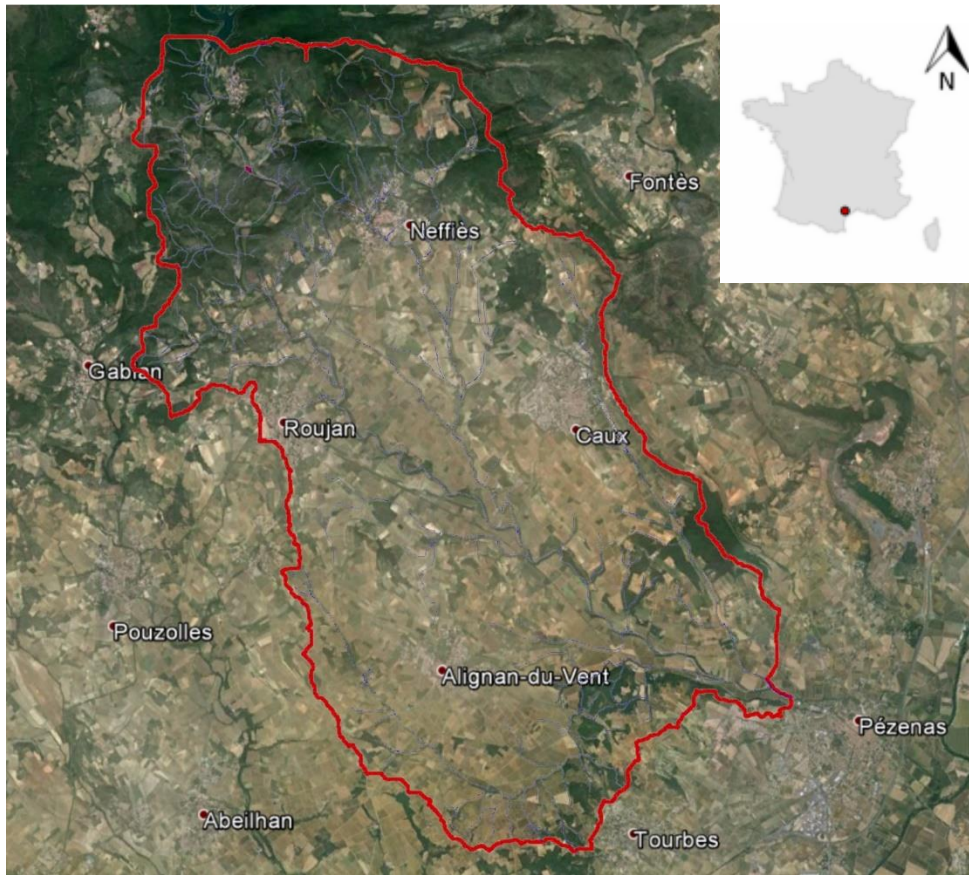


Figure 6 : Localisation du bassin du Bourdic

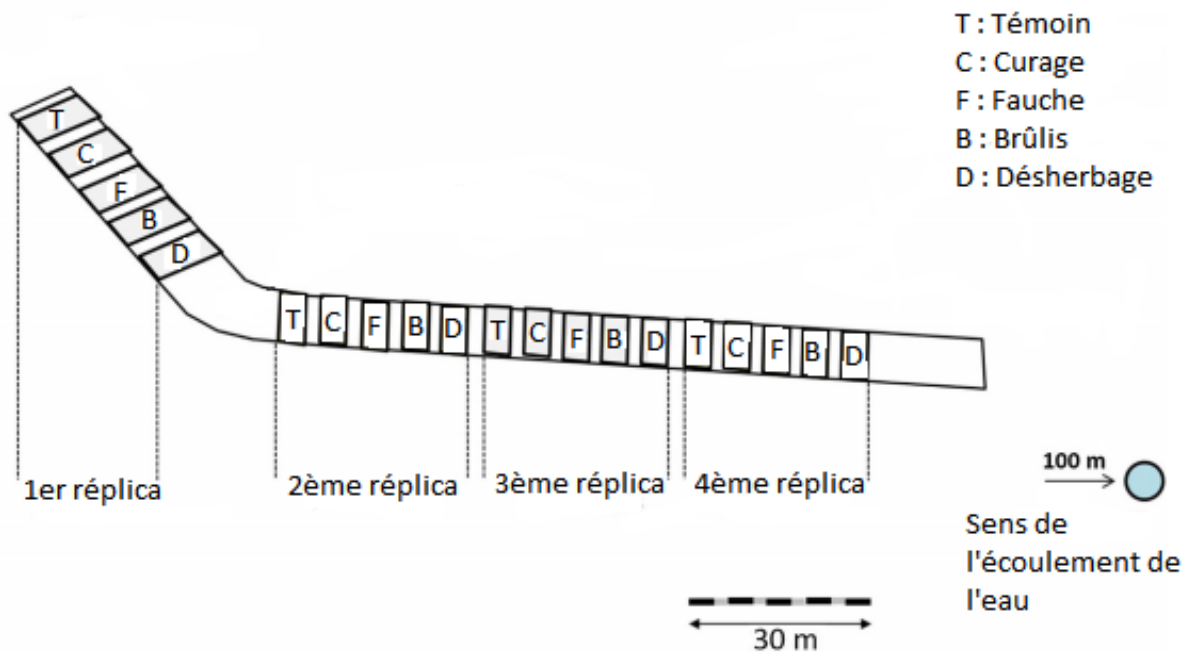


Figure 7 : Zone d'étude selon les différentes méthodes d'entretien

Dans le cadre de cette étude, les curages sont réalisés en Avril/Mai, selon l'humidité, pour éviter le décapage des berges. La fauche est réalisée vers le mois de Juin, quand la végétation a effectué son cycle, puis en Septembre, pour une fauche tardive ou un complément de fauche. Le désherbage chimique est réalisé en Avril, avec du Roundup. Le brûlis est réalisé en Février/Avril selon les années et l'avancement de la végétation au vu des conditions météorologiques. En 2017, un vigneron a choisi le brûlis comme méthode de gestion aux alentours des fossés utilisés comme zone d'étude. Le feu s'est malheureusement propagé, ce qui a eu pour conséquence de propager le feu jusqu'au tronçon de fossé étudié.

L'étude sur le tronçon de fossé a débuté en 2014. Ces trois dernières années, l'étude a donc été menée sur ce réseau de fossés à la période printanière, lors de l'épiaison des végétaux, donnant lieu à trois relevés botaniques. Pour assurer un relevé exhaustif de la flore du site, l'ensemble du réseau de fossés étudié a été marqué tous les mètres par des piquets comprenant un numéro, permettant de se repérer sur chaque tronçon. Sur chaque zone, 5 piquets étaient donc installés à 1 mètre de distance respectif en tant que repère et également de manière à faciliter visuellement des quadrats pour les relevés (Cf figure 8). Chaque quadrat permet de prendre en considération une petite portion du fossé, et permet de mieux inventorier les espèces végétales qui s'y trouvent.

2. Méthode de relevé

a. Digitalisation des relevés botaniques sur un support numérique

Les documents et supports finaux servent de références pour une comparaison des structures des communautés végétales d'une année sur l'autre en fonction des types de gestion du tronçon de fossé. La première phase consiste en la collecte, la détermination et la caractérisation de la diversité végétale des fossés agricoles. Une détermination a été effectuée après une collecte de végétaux présents sur le terrain, ainsi que des différents herbiers réalisés par le laboratoire auparavant. Par la suite, les déterminations ont été validées par des botanistes, à savoir Yves Caraglio (CIRAD), Guillaume Fried (Anses) et Pascal Marnotte (CIRAD). Les noms d'espèces, genres et familles ont ensuite été répertoriés et ajoutés à la base de données actuelle du LISAH (Cf figure 9). Des photos de différentes espèces ont été ajoutées à la base de données. Cela dans le but de réaliser une bibliothèque regroupant l'ensemble des plantes récoltées, pour faciliter par la suite l'identification par des non botanistes.

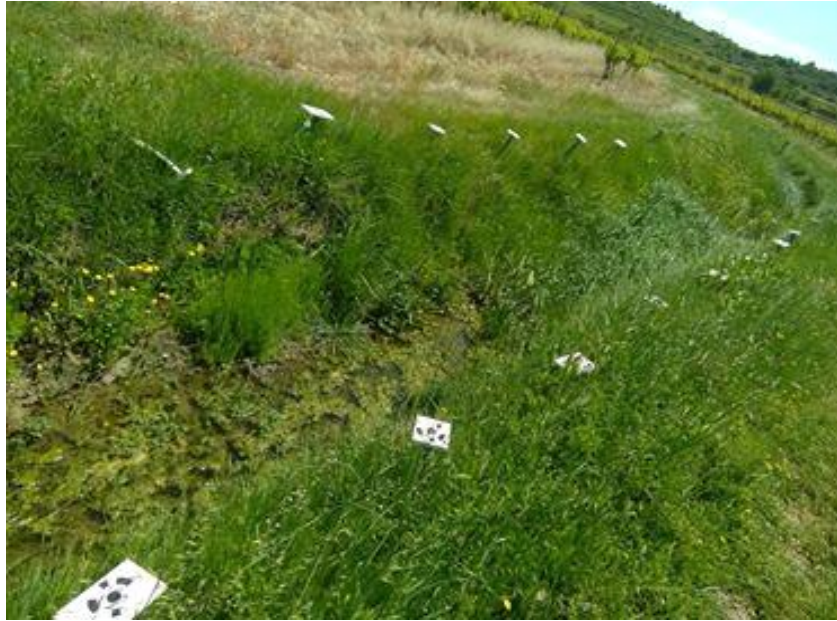



Figure 8 : Photographie d'une section du fossé d'étude présentant les piquets utilisés pour les quadrats


Nom vernaculaire
Mouron des champs

Famille
Primulaceae

Nom scientifique
Anagallis arvensis

Identifiant herbier
ID75





Caractéristiques climatiques

Humidité atmosphérique: 0-100 (point à 50)

Continentalité: 0-100 (point à 50)

Température: 0-100 (point à 50)

Lumière: 0-100 (point à 50)

Caractéristiques du sol

Matière organique: 0-100 (point à 50)

Texture: 0-100 (point à 50)

Réaction du sol (pH): 0-100 (point à 50)

Humidité édaphique: 0-100 (point à 50)

Type biologique: test

Formation végétale: thérophytaie

Dissémination:




Figure 9 : Page de l'herbier du LISAH

Auparavant, l'herbier du laboratoire contenait 102 espèces, auxquelles se sont rajoutées par la suite des relevés 9 nouvelles espèces qui n'avaient pas encore été identifiées et intégrées à l'herbier. Au vu de la diversité pouvant être rencontrée au sein des écosystèmes de fond de fossés, il est nécessaire de connaître précisément la composition de la communauté végétale du site d'étude. Une étape préliminaire de récolte et d'identification des espèces végétales présentes, a donc précédé la recherche de caractéristiques des espèces se retrouvant dans les fossés enherbés.

La détermination des espèces végétales collectées a été réalisée à l'aide de l'ouvrage de détermination « Flora Gallica » écrit par Jean Marc TISON et Bruno DE FOUCAULT, du site internet Tela botanica: <http://www.tela-botanica.org>, ainsi que du guide « Fleurs sauvages » de Gérard GUILLOT et Guillaume Eyssartier. Chacun des végétaux identifiés s'est vu attribuer une fiche descriptive ainsi qu'un identifiant. Ces identifiants serviront par la suite lors des inventaires de terrain pour éviter d'annoter trop de noms de végétaux sur la cartographie. Il a fallu vérifier la correspondance des identifiants sur chaque planche, l'espèce, la famille, les classer et compléter l'herbier informatisé. L'herbier numérique réalisé comptabilise cent onze espèces, répertoriées, classées, photographiées. Sur le terrain, il suffit alors de repérer une espèce présente, l'identifier et enfin de chercher son numéro d'identification pour la spatialiser.

b. Déroulement des inventaires

Cinq relevés ont été effectués, entre le mois d'Avril et le mois de Juillet, sur une période en effet relativement étendue, du fait des conditions météorologiques exceptionnelles. Le fossé d'étude étant encore en eau jusqu'à fin Juin, la végétation ne s'est pas développée uniformément et certaines espèces tardives ont rendu l'inventaire plus compliqué. Les relevés ont été réalisés durant des sorties de 3 heures à 5 heures, le temps de relevé d'une espèce allant de 15 minutes à 45 minutes selon la visibilité et le nombre d'individus par espèce.

Pour la réalisation des inventaires, des photographies aériennes ont été prises à l'aide d'une perche et d'un appareil photo déclenché à distance, dans le but d'obtenir une vue panoramique du fossé et de la végétation présente à cette période (Cf figure 10). Par la suite, ces photographies ont été imprimées en format A3, pour être directement utilisées pour les relevés sur le terrain, permettant de se repérer avec plus de précision sur chaque tronçon ainsi que de spatialiser précisément chaque espèce végétale (Cf figures 11 & 12).

Les inventaires de la totalité du fossé se déroulaient tronçon par tronçon.

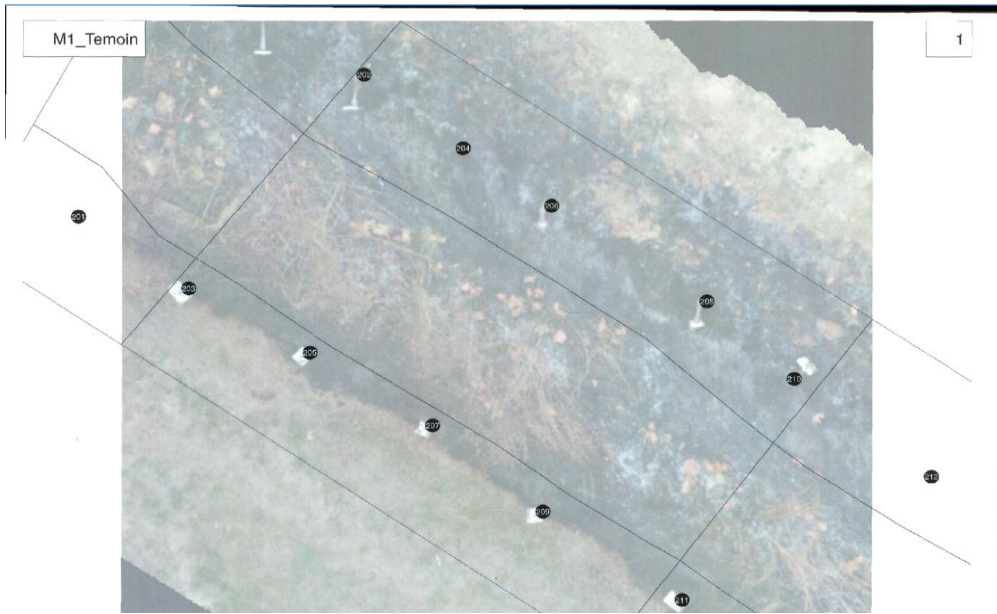


Figure 10 : Photographie aérienne type, de la zone témoin 1

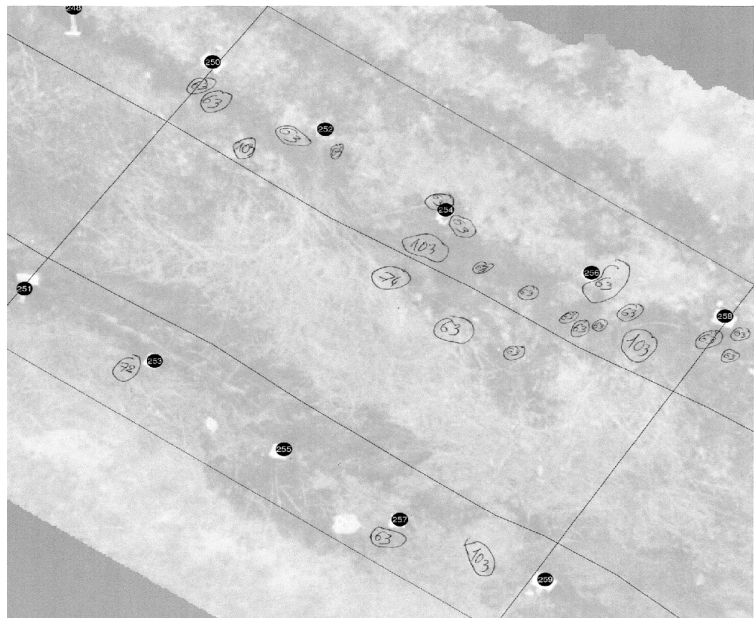


Figure 11 : Relevés sur orthoplan

Chaque espèce végétale était alors identifiée, son numéro d'identifiant herbier était apposé, puis le recouvrement du talus ou de la formation était reportée sur les feuilles A3. Les plans des 20 portions de fossés ont donc été imprimés et posés au sol devant chaque tronçon. Dans chaque tronçon, l'observateur se positionnait entre deux piquets, de manière à avoir face à lui un quadrat. Plante par plante, la prospection est réalisée en annotant le plus précisément possible sur chaque quadrat la position exacte de chaque pied ou patch des végétaux présents. Chaque nouvelle espèce rencontrée le long des différents quadrats et qui n'était pas présente lors des premières prospections ces dernières années, a été prélevée pour être ajoutée à herbier. Au fur et à mesure des différents inventaires sur le terrain, des orthophotos ont continué à être prises pour la digitalisation des données. Elles ont également servi à la comparaison et la correction éventuelle du positionnement relatif des polygones de végétation tracés par rapport aux relevés précédents et à l'orthophoto initiale de la zone au début de la période végétative avant inventaires.

La digitalisation des relevés botaniques s'est alors faite sur un support numérique dans le but, toujours, de comparer les résultats 2018 avec les données des années précédentes. Le logiciel utilisé pour la digitalisation des données est QGIS Version 2.18, un logiciel libre de système d'information géographique. Pour ce faire, à la suite de la phase de relevés, les feuilles A3 ont été scannées. Après l'exportation de ces fichiers au format PDF sur QGIS, un géo-référencement a dû être effectué, pour replacer chaque scanner des 20 tronçons de fossés à sa localisation précise. A la suite de cela, grâce aux annotations et aux relevés de terrain effectués directement sur la cartographie scannée, il a suffi de créer des couches vectorisées pour chaque espèce végétale présente (Cf figures 12 & 13).

c. Analyses

Par la suite, une analyse sera effectuée, notamment par rapport à la richesse spécifique. On appelle richesse spécifique d'un écosystème ou d'une communauté le nombre d'espèces ou de taxons que l'on y recense quel que soit le nombre d'individus ou la masse que représente chaque taxon. Les comparaisons de cette richesse effectuées se font au regard des inventaires réalisés en 2017, qui contiennent les données les plus récentes et les plus complètes. La richesse spécifique sera également comparée entre chaque méthode d'une même année. La moyenne de la richesse spécifique de chaque zone est étudiée en fonction de la méthode d'entretien. Cette moyenne sera utilisée pour effectuer un test de Student, dans le but de démontrer une différence

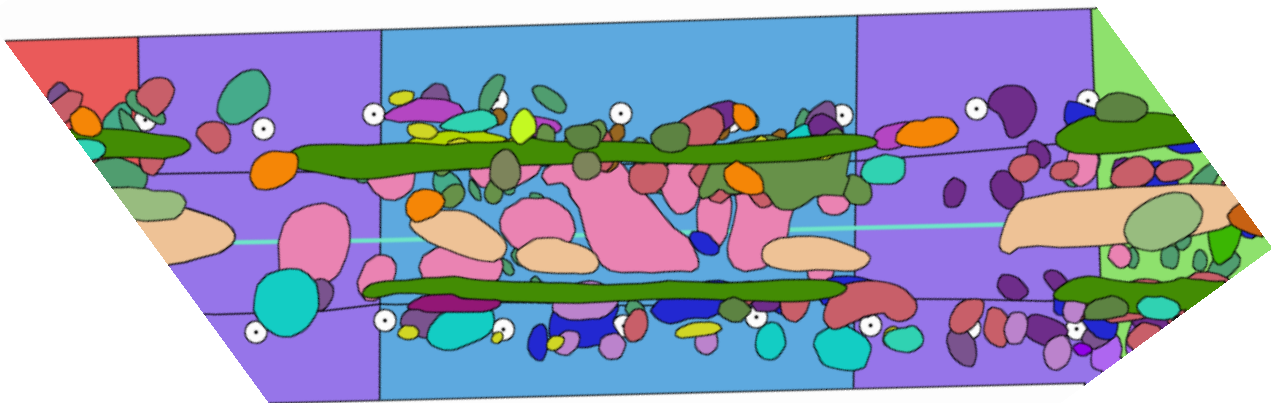


Figure 12 : Zoom sur une zone, où les différentes espèces sont spatialisées

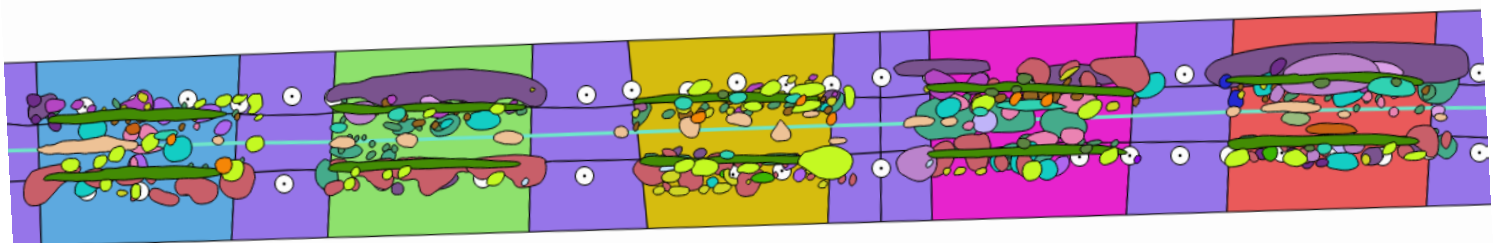


Figure 13 : Zoom sur un réplique des cinq méthodes utilisées et des zones tampon intermédiaires et des espèces végétales présentes

significative dans les méthodes d'entretien d'une année sur l'autre.

Pour être en mesure d'estimer la diversité des espèces par section, un test de diversité bêta sera réalisé. La richesse bêta correspond au taux de remplacement des espèces dans une zone géographique donnée.

Pour calculer cette richesse, dans chaque ensemble de zones soumises au même traitement, le nombre d'espèces différentes a été relevé, dans le but d'effectuer le calcul de diversité beta (Cf schéma du calcul de la diversité bêta).

De plus, la composition spécifique des espèces inventoriées a été relevé dans le but de déterminer si le cortège d'espèces diffère selon les méthodes.

Enfin, le nombre de talle par quadra a été également relevé, dans le but de comparer les résultats avec l'année 2017.

2017	
Zones	Richesse spécifique
Témoin	39 espèces
Curage	33 espèces
Fauche	39 espèces
Brûlis	37 espèces
Désherbage	34 espèces

$$\gamma = 55$$

$$\alpha = (39+33+39+37+34)/5$$

$$\beta_m = 55/36,4 = 1,51$$

$$1 < \beta_m < 10$$

2018	
Zones	Richesse spécifique
Témoin	32 espèces
Curage	29 espèces
Fauche	30 espèces
Brûlis	27 espèces
Désherbage	34 espèces

$$\gamma = 40$$

$$\alpha = (32+29+30+27+34)/5$$

$$\beta_m = 40/30,4 = 1,316$$

$$1 < \beta_m < 10$$

Schéma du calcul de la diversité bêta

III. RESULTATS

1. Analyse statistique

a. Diversité beta des espèces par sections

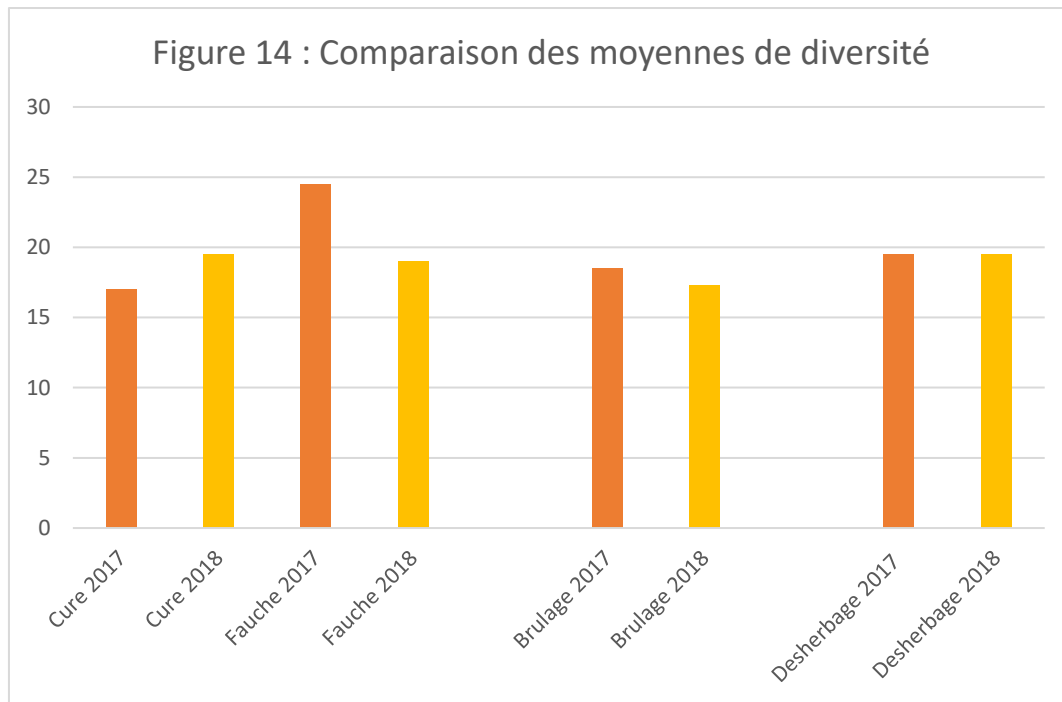
La diversité bêta pour l'année 2017 est donc de 1,51, et de 1,32 pour l'année 2018. La diversité bêta tendant vers 0, les échantillons partagent donc en majorité les mêmes espèces.

b. Nombre d'espèces sur zone par rapport aux relevés précédents

Une comparaison des moyennes a été effectués entre la diversité des relevés de 2017 et ceux de 2018 (Cf figure 14).

- Témoin 2017 / Témoin 2018 : La diversité moyenne est plus élevée de 1,25 en 2018.
- Cure 2017 / Cure 2018 : La diversité moyenne est plus élevée, avec une augmentation de 2,5 dans la moyenne en 2018.
- Fauche 2017 / Fauche 2018 : Sur cette méthode d'entretien, la tendance est en baisse en 2018 avec une perte de 5,5 espèces sur la moyenne, comparé à 2017.
- Brulage 2017 / Brulage 2018 : La moyenne de diversité sur le brulage de 2018 diminue de 1,25 par rapport à 2017.
- Désherbage 2017 / Désherbage 2018 : La moyenne de diversité pour les zones gérées par désherbage chimique est similaire sur les deux années.

Les relevés de 2017 ont été réalisés similairement à la même période. Cependant, on peut constater que même si les richesses spécifiques par zones d'entretien varient légèrement, le nombre de végétaux inter espèces inventoriés en 2018 semble supérieur aux relevés de 2017 (Cf figure 15). Il faut alors tester ces différences grâce au test de Student, pour voir si ces tendances sont significatives.



Zone \ Année	2017	2018
Témoin 1	22	84
Cure 1	33	57
Fauche 1	66	108
Brulage 1	32	92
Désherbage 1	59	104
Témoin 2	23	62
Cure 2	55	75
Fauche 2	64	71
Brulage 2	40	65
Désherbage 2	58	94
Témoin 3	33	50
Cure 3	37	68
Fauche 3	69	71
Brulage 3	35	74
Désherbage 3	61	100
Témoin 4	48	87
Cure 4	59	85
Fauche 4	65	84
Brulage 4	36	65
Désherbage 4	68	93

Figure 15 : Tableau de la richesse spécifique par zone et par année

c. Comparaison de la diversité d'espèces en fonction des pratiques d'entretien

Les comparaisons et analyses ont montré que les pratiques d'entretien sont favorables à certaines espèces. En effet, plusieurs espèces n'ont été relevés que dans les zones ayant un entretien similaire (Cf figure 15). Certaines espèces ne sont en effet présentes que sur une à plusieurs zones présentant la même méthode d'entretien, sûrement favorable à leur développement.

Un test de Student a été réalisé dans le but de comparer les différentes méthodes d'entretien. Ce test permet de mesurer la significativité statistique des différences entre deux moyennes.

Le seuil de la p-value a été fixé à 5%. D'après les résultats (Cf figure 17), seuls les zones bénéficiant d'un entretien de type fauche présentent une différence significative avec une p-value de 0,04.

La comparaison entre chaque méthode d'entretien sur les deux années a également démontré une différence entre la technique de fauche et le brulage de 2017 avec une p-value de 0,02. Concernant les autres résultats, la différence observée entre les moyennes n'est pas significative.

d. Données quantitatives, qualitatives

Les résultats au niveau du nombre de végétaux toutes espèces confondues est significativement plus important en 2018.

TYPE DE TRAITEMENT	ID INRA	NOM VERNACULAIRE	NOM LATIN
ZONE TEMOIN	53	Gaillet gratteron	Galium aparine
	52	Ronce commune	Rubus fruticosus
ZONE CURAGE	35	Salicaire	Lythrum salicaria
ZONE FAUCHE	98	Silène des prés	Silene pratensis
	79	Morgeline	Stellaria media
ZONE BRULAGE	16	Bourrache officinale	Borago officinalis
ZONE DESHERBAGE	210	Fenouil commun	Foeniculum vulgare
	83	Caille lait blanc	Galium mollugo
	72	Muscari à grappe	Muscari negletum

Figure 16 : Liste des végétaux présents uniquement sur une ou des zones présentant la même méthode d'entretien

2017		2018	
Méthodes comparées	P-value	Méthodes comparées	P-value
Témoin / cure	0,649988954	Témoin / cure	0,091721113
Témoin / fauche	0,060706151	Témoin / fauche	0,296689367
Témoin / brulage	0,277873132	Témoin / brulage	0,881952749
Témoin / désherbage	0,308659204	Témoin / désherbage	0,200976226
Cure / fauche	0,077792777	Cure / fauche	0,76883731
Cure / brulage	0,511737621	Cure / brulage	0,266456826
Cure / désherbage	0,513004427	Cure / désherbage	1
Fauche / brulage	0,016276603	Fauche / brulage	0,132841841
Fauche / désherbage	0,099668599	Fauche / désherbage	0,604181304

Figure 17 : Test de Student entre les différentes méthodes d'entretien pour les années 2017 et 2018

IV. Discussion

D'après les tests et analyses vus précédemment, les résultats observés pour nos différentes zones ne permettent pas d'affirmer que les méthodes d'entretien soient significativement différentes. L'incendie involontaire du fossé par un agriculteur voisin en 2017 a pu modifier la repousse de l'année et potentiellement modifier la diversité floristique sur certaines zones, différentes espèces présentes l'année précédente n'ayant pas été observées. Il est à préciser que nombre d'espèces par zone peut varier en fonction de la période d'inventaire dû à la phénologie de chaque espèce ainsi que de la période d'entretien, plus ou moins rapprochée des inventaires, qui varie légèrement d'une année sur l'autre.

Enfin, les situations météorologiques particulières de l'année 2018, qui ont pu influencer sur le développement et la répartition de certaines espèces au sein de chaque zone. Ceci peut donc appuyer l'hypothèse d'un développement de la végétation affecté par les conditions météorologiques, ou encore des inventaires plus précoces ou tardifs dans la saison. Cela peut aussi dépendre de l'avancement de la végétation en termes de développement et de recouvrement.

L'herbier de référence sur lequel se basait les chercheurs du laboratoire n'étant pas à jour les résultats ont pu comprendre quelques erreurs au niveau de la détermination des espèces. De plus, d'un inventaire à l'autre, différents scientifiques ont effectué les relevés. Le biais observateur est important, d'autant plus lors d'inventaires aussi précis sur des surfaces restreintes, annotés sur un ortho plan tenant peu compte de la pente effective du fossé, pouvant donc engendrer certaines erreurs de visualisation spatiale lors des relevés d'une personne à une autre. Ce biais peut amener certaines différences de résultats. En effet, certains végétaux peuvent être annotés de plusieurs manières différentes, choix laissé libre à l'observateur. Selon les cas, certains relèveront plusieurs fois la même espèce, relativement proche, d'autres décideront de ne tenir compte que d'un patch, ce qui peut expliquer certaines différences significatives sur le nombre de végétaux inter et intra espèces relevées.

Il pourrait être intéressant à l'avenir de mettre en place un site d'étude présentant des répliquas sur de plus grande zone, de manière que la végétation présente soit plus représentative que sur de petites zones. Il serait également avantageux dans le cadre de ce travail de recherche de pouvoir étudier l'enracinement des végétaux en fonction des différentes zones par rapport notamment à la pente du fossé et aux techniques d'entretien, pour analyser si un lien peut être

établi avec les différents types de systèmes racinaires des végétaux et leur localisation spatiale sur les répliquas.

L'ensemble des inventaires ayant été réalisé sur un fossé de 220 m situé à Roujan, la diversité floristique inventoriée y est donc restreinte. En effet, les espèces contactées ne sont représentatives que de la commune. Pour avoir une idée du comportement des fossés à l'échelle du bassin méditerranéen il faudra alors étendre les inventaires à d'autres communes.

Cependant, conformément aux résultats attendus, la flore des fossés enherbés présente une importante biodiversité, pouvant aller jusqu'à 40 espèces sur un tronçon, à la période d'inventaire. Les observations et la diversité végétale déterminée fait de ce réseau de fossés un milieu favorable à la biodiversité, grâce notamment aux nombreuses cohabitations (Lindemann-Matthies et Bose, 2007).

Une explication possible de cette diversité provient du fait que les fossés sont des écosystèmes régulièrement soumis à des perturbations : désherbage chimique, curage, inondation, brûlis. Selon l'hypothèse des perturbations intermédiaires, à chaque perturbation il est possible de constater la libération de certaines niches écologiques précédemment occupées. Le maintien de l'écosystème à un état intermédiaire, assure un maximum de diversité. La recolonisation du milieu se faisant grâce aux semences contenues dans le sol, à l'apport de nouvelles semences par l'eau circulant dans le fossé (Johansson *et al.*, 1996) ou à la repousse des individus déjà présents avant traitement du fossé.

La grande majorité des espèces répertoriées appartient à l'embranchement des spermaphytes, donc plantes à graines. Les seuls représentant d'autres embranchements comme les Ptéridophytes sont les prêles (*Equisetum hyemale* et *telmateia*). Si ces semences restent au sol, elles assureront le renouvellement de la végétation annuelle les années suivantes puisqu'en cas de précipitation et lors d'épisodes cévenols, le réseau de fossé agira comme une trame bleue, et l'eau circulante pourra disséminer les semences qui s'y trouvent.

La sécheresse du climat rencontré en Languedoc Roussillon peut être à l'origine de ce phénomène. Les spermaphytes possèdent la particularité de s'être affranchis de l'eau pour leur reproduction par l'apparition des graines formant un tissu de résistance et permettant le maintien de l'embryon en vie ralenti jusqu'à ce que les conditions soient plus favorables. La présence d'un tel nombre d'espèces de plantes à graines permet de considérer le fossé comme une banque

de semence. L'ensemble de ces semences, si elles ne sont pas dispersées au moment de leur libération, se retrouvent déposées dans la vase.

Compte tenu de tous ces éléments de discussion, il serait intéressant de réitérer cette expérience, d'une part pour le suivi annuel, mais d'autre part pour palier à tous ces problèmes techniques et obtenir plus de résultats.

Ce dossier, synthèse des données de cette étude sur le fossé du bassin du Bourdic de l'année, sera réutilisé par la suite dans les travaux de recherche du laboratoire.

Bibliographie

- Abernethy B., Rutherford I.D. ; 2001. *The distribution and strength of riparian tree roots in relation to riverbank reinforcement*. Hydrol. Process. 15, 63–79.
- Ancelin, P., Courbaud, B., Fourcaud, T., 2004. *Development of an individual tree-based mechanical model to predict wind damage within forest stands*. For. Ecol. Manag. 203, 101–121.
- Blomqvist MM, Tamis WLM, Bakker JP, van der Meijden E, 2006. *Seed and (micro)site limitation in ditchbanks: Germination, establishment and survival under different management regimes*. J Nat Conserv.
- Dijk, W.F.A. van, Ruijven, J. van, Berendse, F., Snoo, G.R. de, 2014. *The effectiveness of ditch banks as dispersal corridor for plants in agricultural landscapes depends on species' dispersal traits*. Biol. Conserv. 171, 91–98.
- Dollinger J, Dagès C, Bailly J-S, Lagacherie P, Voltz M, 2015. *Managing ditches for agroecological engineering of landscape*. A review. Agron Sustain Dev.
- Du, Y., Mi, X., Liu, X., Chen, L., Ma, K., 2009. *Seed dispersal phenology and dispersal syndromes in a subtropical broad-leaved forest of China*. For. Ecol. Manag. 258, 1147–1152.
- Johansson, M.E., Nilsson, C., Nilsson, E., 1996. *Do rivers function as corridors for plant dispersal?* J. Veg. Sci. 7, 593- 598.
- Laberche, J.-C., 2004. *Biologie végétale*. Dunod, Paris.
- Langohr, 2001. *Creusement érosion et comblement des fossés, revue agroécologique de Picardie*, 1-2 pp 57-65
- Levavasseur F, 2012. *Structure du paysage et fonctionnement hydrologique : application aux réseaux de fossés en zone viticole méditerranéenne*. Environmental Engineering, Montpellier SupAgro.
- Li, Y., Wang, Y., Anim, D.O., Tang, C., Du, W., Ni, L., Yu, Z., Acharya, K., 2014. *Flow characteristics in different densities of submerged flexible vegetation from an open-channel flume study of artificial plants*. Geomorphology 204, 314–324.

- Liao, C.T., Lin, C.H., 1995. *Effect of flood stress on morphology and anaerobic metabolism of Momordica charantia*. Environ. Exp. Bot. 35, 105–113.
- Lindemann-Matthies, P., Bose, E., 2007. *Species richness, structural diversity and species composition in meadows created by visitors of a botanical garden in Switzerland*. Landsc. Urban Plan. 79, 298–307.
- Ma, M., Zhou, X., Du, G., 2010. *Role of soil seed bank along a disturbance gradient in an alpine meadow on the Tibet plateau*. Flora - Morphol. Distrib. Funct. Ecol. Plants 205, 128–134.
- Manhoudt AGE, Visser AJ, de Snoo GR, 2007. *Management regimes and farming practices enhancing plant species richness on ditch banks*. Agric Ecosyst Environ.
- Merritt, D.M., Wohl, E.E., 2002. *Processes governing hydrochory along rivers : hydraulics, hydrology, and dispersal phenology*. Ecol. Appl. 12, 1071–1087.
- Mittermeier, R. A., Robles-Gil, P., Hoffmann, M., Pilgrim, J. D., Brooks, T. B., Mittermeier, C. G., Lamoreux, J. L. & Fonseca, G. A. B. 2004. *Hotspots Revisited: Earths Biologically Richest and Most Endangered Ecoregions*. 390pp.
- Nathan, R., Perry, G., Cronin, J.T., Strand, A.E., Cain, M.L., 2003. *Methods for estimating long-distance dispersal*. Oikos 103, 261–273.
- Rudi G, Bailly J-S, Vinatier F, 2018. *Using geomorphological variables to predict the spatial distribution of plant species in agricultural drainage networks*.
- Costanza R, Groot R, Sutton P, Der Ploeg S, Anderson S.J, Kubiszewski I, Farber S, Turner K, 2014. *Changes in the global value of ecosystem services*. Global Environmental Change, volume 26, pages 152-158.
- Van Dijk, W.F.A., Schaffers, A.P., Leewis, L., Berendse, F., de Snoo, G.R., 2013. *Temporal effects of agri-environment schemes on ditch bank plant species*. Basic Appl. Ecol. 14, 289–297.
- COMMISSION EUROPENNE. *Perte de la diversité biologique : faits et chiffres*. [en ligne]. Mise à jour le 19 février 2018. Disponible sur : « http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-04-27_fr.htm » [consulté le 03 avril 2018].
- DOC SCIENCES. *Le bassin méditerranéen : un point chaud*. [en ligne]. Disponible sur « <http://www.reseau-canope.fr/docsciences/Le-bassin-mediterraneen-un-point-chaud.html> » , [consulté le 17 avril 2018].

INRA. *Evaluer les services rendus par les écosystèmes agricoles pour mieux les gérer*. [en ligne]. Mise à jour le 06 Juillet 2018. Disponible sur : « <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Etudes/Toutes-les-actualites/EFESE-services-ecosystemiques-rendus-par-les-ecosystemes-agricoles> » [consulté le 05 Juin 2018].

PREFET DE L'HERAULT. *Calendrier annuel des périodes d'incinération de végétaux et d'emploi du feu*. [en ligne]. Disponible sur : « <http://www.herault.gouv.fr/Politiques-publiques/Agriculture-foret-et-developpement-durable/Foret/Prevention-des-forets-contre-les-incendies/Emploi-du-feu-brulage-et-incineration-des-vegetaux/Reglementation-applicable-dans-les-zones-exposees-aux-incendies-de-foret-et-dans-la-bande-des-200m/Calendrier-annuel-des-periodes-d-incineration-de-vegetaux-et-d-emploi-du-feu> » [consulté le 11 Juin 2018].

Résumé :

Les études de la végétation des fossés en Languedoc Roussillon par l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA) a permis la caractérisation de l'écosystème des fossés du bassin versant du Bourdic. Une grande diversité végétale a pu y être déterminée.

L'observation lors des prospections ces dernières années semble montrer un écosystème riche, soumis à forte compétition. L'étude du lien entre la biodiversité végétale et les pratiques d'entretien est difficile à relever. En effet, la mesure de la biodiversité se fait par des méthodes empiriques, par quadra. Ces méthodes apportent une certaine localisation des espèces, qui est insuffisante sur les fossés agricoles, éléments fins et structurés.

Abstract :

Studies focused on ditch vegetation in Languedoc Roussillon conducted by the National Institute for Agronomic Research (INRA) enabled to characterize the Bourdic watershed ditches ecosystem. A large diversity of plants has been determined.

Surveys observations in recent years seem to show a rich ecosystem subject to strong competition. The link between plant biodiversity and maintenance practices is difficult to identify as biodiversity measurement is carried-out through empirical methods, especially using quadra. However, these methods provide an insufficient species location regarding agricultural ditches, fine and structured elements.

Mots clés :

Diversité, inventaire, pratique d'entretien, fossés, végétation