



Métaprogramme  
**BIOSEFAIR**

**INRAE**



## **Actions de recherche soutenues par le métaprogramme BIOSEFAIR 2021 -2023**

Coordination : Sylvie Vanpeene (cheffe de projet BIOSEFAIR)

## SOMMAIRE

Métaprogramme Biosefair .....	3
<b>Consortia</b>	
BECCO - Abeilles et concertation. Concilier apiculture, agriculture et biodiversité : les ressources florales vues comme un bien commun à gérer collectivement.....	5
BEEDET - Identification des abeilles sauvages et domestiques par des méthodes moléculaires non destructives.....	6
CONTICOMIC - Identifier les leviers scientifiques pour mieux appréhender le rôle du continuum sol-milieu aquatique dans le maintien de la biodiversité fonctionnelle microbienne dans les agroécosystèmes .....	7
AMPLI GAMMA - Aménagement des paysages et multi-diversité gamma.....	9
DIMIVEA - Diversité microbienne et végétale dans les agroécosystèmes multi-spécifiques - modélisation des relations.....	10
METAECOSERV - Le concept de métacommunautés comme outil pour la compréhension et la gestion des services écosystémiques dans les hydrosystèmes.....	11
REFUSE - Restauration écologique, fonctionnalités, usages et services écologiques.....	12
<b>Projets exploratoires</b>	
ADORE - Outiller la restauration de la biodiversité dans les exploitations agricoles : application d'une démarche à logique de résultats ...	14
BIOC@PT - Capteurs automatiques de biodiversité en forêt.....	15
BIODILUTIQUE - Biodiversité, effet dilution et maladies à Tique : analyse de la relation entre prévalence d'agents pathogènes, diversité des Tiques, diversité des hôtes le long de gradients paysagers.....	16
ISO SGDC - Relations entre la diversité génétique et taxonomique des communautés végétales des lacs du littoral aquitain.....	17
PRABIES - Comment les pratiques d'élevage « transforment » la biodiversité prairiale en bouquets de services écosystémiques.....	19
SICCCUB - Suivi des impacts du changement climatique et des changements d'usage sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes de montagne.....	20
WATERSEED - Rôle de l'eau dans la structuration spatiale de la biodiversité végétale des milieux viticoles.....	21
IFOSSA - Distribution des réseaux d'interactions et des fonctions dans un système spatialement hétérogène, cas de l'agroforesterie.....	22
MICROBIOMIQ - Approches multi-omiques pour la caractérisation du lien entre biodiversité structurale et l'activité microbienne dans l'évolution naturelle de la fonction photosynthétique et sa réponse au stress chimique au sein des communautés périphytiques.....	24
PARMENIDE - Paysages ruraux en mosaïque et nouveaux indicateurs de biodiversité écoacoustique.....	25
PASTOFUTUR - Analyser l'élevage pastoral au prisme de ses multifonctionnalités et services écosystémiques associés pour renforcer l'action publique .....	26
PRODIGE - Prise en compte des besoins des usagers potentiels et des représentations fonctionnelles des éléments paysagers dans la conception d'un indicateur de biodiversité des paysages agricoles.....	27
SPABIO - Bioéconomie dynamique spatialisée des invasions biologiques : preuve de concept pour la gestion de la jussie en Brière.....	28
TRAMETES 2- Contribution de la trame de vieux bois à l'état de conservation des habitats forestiers et des espèces.....	29
BIOFORDIV - Diversité taxonomique, fonctionnelle et phylogénétique des biocénoses forestières le long d'un gradient de naturalité .....	30
iSERV - Relation diversité intraspécifique – services écosystémiques : rôle des pratiques de repeuplement piscicole.....	31
METAGROFORESTRY - La gestion et l'agencement spatial des systèmes agroforestiers comme leviers du recyclage de l'azote : une approche par modélisation de type méta-écosystème.....	33

## Thèses

ECOSYTEMIX - Mélanger les espèces pour produire des services écosystémiques : co-conception d'un outil d'intégration et de partage des connaissances scientifiques et empiriques en mobilisant les concepts de l'écologie fonctionnelle .....	36
PRAIRIES MC CC - Réponse fonctionnelle des prairies du Massif central au changement climatique : identifier le rôle de la biodiversité à court, moyen et long terme.....	37
SEINARIOS - Prospectives de biodiversité dans le bassin de la Seine face aux changements globaux sous contraintes de connectivités.....	38
SYNBIOTOX - Synchronismes et antagonismes dans les relations entre environnement agricole, biodiversité et fonctions écologiques en Zone Tampon Humide Artificielle.....	39
ISOÉTIDES - Diversité génétique et taxonomique des communautés à isoétides des lacs et étangs du littoral aquitain.....	40
MICROPLASTIQUES - Effets écotoxicologiques et conséquences écologiques des microplastiques sur le fonctionnement des sols.....	41
RÉSEAU DE SE EN CAMARGUE - Modélisation intégrée des réseaux d'activités, services écosystémiques et de la biodiversité en Camargue. Étude des dynamiques et des compromis pour un territoire durable dans un contexte de changements globaux et de transition agroécologique.....	42
DYNAGRASS - Dynamique temporelle de la biodiversité et des services écosystémiques des prairies permanentes françaises face aux changements globaux.....	43
SABEMAF - Structuration de l'activité biologique édaphique en lien avec la multifonctionnalité des sols des systèmes agroforestiers en milieu méditerranéen et tropical semi-aride.....	44
REMIFO - Quelle place les acteurs des territoires forestiers accordent-ils aux végétaux dans leurs représentations et pratiques collectives ? Enquête sur l'évolution des relations aux milieux forestiers dans le Parc Naturel Régional Livradois-Forez .....	45



## Métaprogramme Biosefair

### **Directeur**

Marc Deconchat (Act)

### **Directrice adjointe**

Christine Argillier (Aqua)

### **Cheffe de projet**

Sylvie Vanpeene (Ecodiv)

### **Directeur scientifique référent**

Thierry Caquet

### **Comité de pilotage**

(départements INRAE représentés)

Pierre Courtois (Ecosocio)

Jean-Philippe Delgenes (Transform)

Sylvie Durrieu (Act)

Stéphanie Gaucherand (Ecodiv)

Céline Granjou (ACT)

Mickaël Hedde (Agroecosystem)

Frédéric Joly (Phase)

Fabrice Pierre (AlimH)

Philip Roche (Ecodiv)

Adrien Rusch (SPE)

Nicolas Verzelen (MathNum)

La biodiversité fait aujourd'hui la une des journaux et elle s'est imposée dans les agendas politiques tant sa dégradation actuelle et prévue est devenue un enjeu majeur pour l'humanité. La dégradation du vivant est relativement aisée à percevoir et on en trouve de nombreux symboles largement repris, comme la diminution du nombre d'oiseaux communs. Pourtant, la biodiversité reste un concept très complexe à manipuler et dont la préservation et la restauration génèrent des questions scientifiques et de gestion très nombreuses et variées. Bon nombre des travaux de recherche conduits à INRAE portent, de près ou de loin, sur la biodiversité. Cependant, il a été identifié qu'il y a dans les dispositifs scientifiques d'INRAE sur la biodiversité, des angles morts, des thèmes et des questions qui ne sont pas assez approfondis dans les travaux habituels, marqués par des orientations disciplinaires. Cela concerne en particulier les interfaces entre milieux et les interactions entre activités, les dynamiques de la biodiversité et des réseaux de services écosystémiques, dans un contexte de changements globaux et de transitions et la santé globale comme enjeu de la préservation de la biodiversité.

Le métaprogramme BIOSEFAIR vise à combler une partie de ces lacunes et à susciter au sein des laboratoires d'INRAE de nouvelles recherches et des questionnements interdisciplinaires aptes à compléter utilement la compréhension globale de la biodiversité et de ses conséquences pour les activités humaines.

Pour cela, Biosefair, dans la suite du métaprogramme Ecoserv (2014-2019), structure une communauté scientifique de près de 300 personnes des laboratoires d'INRAE, intéressées par les questions relatives à la biodiversité et ses conséquences sur les activités humaines (services écosystémiques) par des échanges d'information et de connaissances, par des ateliers méthodologiques et thématiques. Ces personnes appartiennent à quasiment tous les départements d'INRAE, offrant ainsi une capacité d'analyse pluridisciplinaire. Pour aller plus loin, et susciter des pratiques interdisciplinaires, Biosefair soutient des parcours scientifiques, allant de productions conceptuelles et confrontations de points de vue, jusqu'à des projets de collaborations scientifiques sur des sujets innovants, à risques, favorisant des interactions inédites entre laboratoires. Deux demi-contrats doctoraux (thèses) par an complètent ce dispositif de soutien.

Après 4 ans de fonctionnement, dont 2 ans avec le Covid, Biosefair est le point commun entre 7 consortia qui travaillent à partager des connaissances et élaborer des orientations de recherche, 17 projets scientifiques de 2 ans et 10 thèses en cours. Ils sont brièvement présentés dans le présent document.

BIOSEFAIR entre maintenant dans une nouvelle phase de son action puisque les projets soutenus vont commencer à produire leurs résultats qui vont alimenter des réflexions stratégiques sur les orientations de recherche à mener sur la biodiversité dans l'avenir. On verra ainsi, sans doute, émerger de nouveaux axes de questionnement et des propositions concrètes utilisables par les gestionnaires et les décideurs pour mieux prendre en considération les enjeux relatifs à la biodiversité. .

# Consortia



BECO

CONSORTIUM

2021-2023

# Abeilles et concertation. Concilier apiculture, agriculture et biodiversité : les ressources florales vues comme un bien commun à gérer collectivement

## Contacts

**Cécile Barnaud**

[cecile.barnaud@inrae.fr](mailto:cecile.barnaud@inrae.fr)

## Disciplines impliquées

Agroforesterie

Apiculture

Écologie du paysage

Géographie humaine

Recherche-action participative

## Départements concernés

[ACT](#)

[ECODIV](#)

## Unités impliquées

[UMR DYNAFOR](#)

[UMR ABEILLES ET](#)

[ENVIRONNEMENT](#)

## Partenaires

[ITSAP, l'institut de l'abeille :](#)

apiculture

[Laboratoire Sens](#) (Savoirs, environnement et société)

[CIRAD](#) : recherche-action participative

[Parc National des Cévennes](#)

## Contexte et enjeux

Sous l'effet de l'évolution des pratiques agricoles, du changement climatique et de l'augmentation du nombre d'apiculteurs et de ruchers, des tensions autour des ressources florales commencent à émerger. Longtemps considérées comme illimitées, ces ressources florales semblent être l'objet d'une certaine compétition, à la fois inter-spécifique entre abeilles sauvages et domestiques et intra-spécifique entre abeilles domestiques. Ceci amène à considérer les ressources florales comme un bien commun à gérer collectivement, en associant non seulement les apiculteurs et les gestionnaires de la biodiversité, mais également les agriculteurs qui façonnent les paysages et dont les pratiques influencent la disponibilité des ressources florales.



© INRAE - Cécile Barnaud

## Objectifs

Le projet BECO s'intéresse aux ressources florales considérées comme un bien commun pour l'apiculture, l'agriculture et la biodiversité. Il vise à mieux comprendre les interactions entre l'apiculture, l'agriculture et la conservation des abeilles sauvages à l'échelle des paysages, et ce au travers des ressources florales (nectar, pollen) utilisées par les abeilles. Il s'appuie sur le cas d'un territoire de montagne, le Parc National des Cévennes et il accompagnera les processus de concertation et d'action collective émergeant sur ces questions.

## Démarches

Pour avancer dans la compréhension de ces enjeux et des systèmes socio-écologiques associés, BECO développera une approche transdisciplinaire associant des travaux en écologie spatiale pour mesurer et caractériser la compétition entre abeilles sur les ressources florales, des travaux en écologie des paysages pour évaluer l'impact des pratiques agricoles sur les paysages et les ressources florales, des travaux en sciences sociales pour comprendre et accompagner les interactions sociales autour de la gestion de ce bien commun. Il associera des acteurs de terrain de façon à co-construire des connaissances actionnables.

Ce projet comporte trois volets. Le premier est d'avancer sur la connaissance du terrain et le partenariat avec le Parc National : conduire des entretiens avec des apiculteurs et des agriculteurs, organiser des réunions d'échange et de co-construction avec les partenaires du parc, animer des ateliers collectifs rassemblant des acteurs du territoire (apiculteurs, agriculteurs, agents du parc) et des scientifiques du consortium pour faire un diagnostic partagé des enjeux et des besoins en termes de connaissances et d'accompagnement. Le second volet vise à concevoir un cadre conceptuel innovant pour penser les ressources florales comme un bien commun et à analyser les freins et leviers d'une gestion concertée de ces ressources florales. Le troisième volet est celui de l'interconnaissance entre les scientifiques du consortium et avec d'autres chercheurs.euses afin de créer une communauté de recherche sur ces questions.



BEEDET

CONSORTIUM

2021-2022

### Contacts

**Magalie Pichon**

magalie.pichon@inrae.fr

**Alain Vignal**

alain.vignal@inrae.fr

### Disciplines impliquées

Biologie moléculaire et

génomique

Écologie du paysage

### Départements concernés

BAP

GA

### Unités impliquées

UMR DYNAFOR

UMR GENPHYSE

## Identification des abeilles sauvages et domestiques par des méthodes moléculaires non destructives

### Contexte et enjeux

Il existe plus de 20 000 espèces d'abeilles sauvages dans le monde et près de 1000 en France qui jouent un rôle essentiel dans la pollinisation des végétaux sauvages et cultivés. Cette grande diversité d'espèces d'abeilles qui se différencient les unes des autres en termes de morphologie, de mobilité, de préférence florale, de sites de nidification et de période de vol, rassemble des pollinisateurs irremplaçables qui sont aussi aujourd'hui menacés. Pour enrayer ce phénomène, il est important d'évaluer les facteurs (pratiques agricoles, gestion des territoires etc..) ayant un impact sur la santé des abeilles domestiques (résistance au varroa par exemple) mais aussi sur l'abondance et la diversité des abeilles sauvages.



*Lithurgus cornutus femelle*

### Objectifs

La possibilité d'identifier facilement, rapidement et sans ambiguïté un individu pour l'assigner à une espèce ou une sous-espèce est un verrou méthodologique dans de nombreux programmes de recherche : en taxonomie, dans l'étude des populations et la conservation des insectes et pour la construction de réseaux de pollinisation. Jusqu'à maintenant, l'identification des insectes est réalisée à l'aide de clefs d'identification basées sur les caractéristiques morphologiques des individus, mais elle requiert souvent l'intervention d'experts peu nombreux et très sollicités. Ce projet propose de mettre au point des protocoles d'extraction d'ADN non destructifs à partir de portions de tissus (par ex : portion d'ailes de reine) ou à partir de traces (poils, excréments...) laissées sur les fleurs butinées pour identifier les espèces d'abeilles.

### Démarches

Un panel d'échantillons provenant de différentes méthodes de capture (bols colorés ou chasse au filet) et de fleurs exposées aux insectes ou pollinisées par introduction manuelle d'abeilles dans des tentes « insectproof » seront utilisés pour tester la mise au point de ces protocoles d'extraction.



# Identifier les leviers scientifiques pour mieux appréhender le rôle du continuum sol-milieu aquatique dans le maintien de la biodiversité fonctionnelle microbienne dans les agroécosystèmes

## Contacts

**Stéphane Pesce**

stephane.pesce@inrae.fr

## Mots clés

Indicateurs de biodiversité

Métabarcoding

ADN environnemental

Interdisciplinarité

## Disciplines impliquées

Ecotoxicologie microbienne

aquatique et terrestre

Biologie moléculaire

Biostatistique et bioinformatique

Fonctionnement des milieux

benthiques

## Départements

**concernés**

AGROÉCOSYSTEMES

AQUA

## Unités impliquées

UR RIVERLY

UMR AGROÉCOLOGIE

UMR CARTEL

UMR EMMAH

## Partenaires

LECA CNRS

## Contexte et enjeux

Le rôle du continuum sol-milieu aquatique dans le maintien de la biodiversité et de la fonctionnalité des milieux (fonctions et services écosystémiques) est souvent questionné mais encore très peu étudié. Ce constat s'explique notamment par le cloisonnement des recherches par type de milieu (écologues terrestres et aquatiques ne travaillent que très rarement ensemble) et par des limites scientifiques, tant d'un point de vue conceptuel que méthodologique (en particulier en termes de dispositifs expérimentaux qui intégreraient les compartiments terrestres et aquatiques).

Les agroécosystèmes, qui présentent de forts enjeux socio-économiques, sont des écosystèmes qui illustrent bien l'importance du continuum sol-milieu aquatique de par les liens étroits entre les bassins versants et les milieux aquatiques adjacents, en particulier dans les têtes de bassin versant. Si ces liens sont relativement bien étudiés concernant les transferts des substances chimiques (nitrates, phosphates, résidus de pesticides et de substances médicamenteuses...), ils restent peu pris en compte du point de vue des échanges biologiques entre ces milieux. De plus, le fonctionnement des agroécosystèmes et des interfaces entre les différents compartiments qui les composent est très dépendant des pratiques agronomiques qui interagissent avec différents facteurs naturels (ex. climat, pente, niveau d'imperméabilité des sols...). À l'échelle d'un bassin versant, ces pratiques peuvent être variées et la prise en compte de leur ensemble semble être un critère important pour mieux appréhender le rôle du continuum sol-milieu aquatique dans le maintien de la biodiversité fonctionnelle dans les agroécosystèmes.



## Résultats

Le consortium a proposé un cadre scientifique identifiant les leviers conceptuels et techniques pour permettre l'élaboration de projets ambitieux autour de la question suivante : « Comment les interfaces entre milieux terrestres et aquatiques ainsi que les interactions entre activités influent sur la biodiversité microbienne fonctionnelle et les services écosystémiques qu'elle supporte dans les agroécosystèmes ? ».

Il s'est intéressé aux communautés microbiennes, présentes dans tous les compartiments des agroécosystèmes, où elles assurent de nombreux processus écologiques qui contribuent à un large panel de fonctions et services écosystémiques. Compte tenu de leur ubiquité et de leur grande diversité taxonomique et fonctionnelle, les communautés microbiennes sont des modèles d'études particulièrement bien adaptés pour aborder le rôle du continuum sol-milieu aquatique dans le maintien de la biodiversité et de la fonctionnalité des milieux.

Le projet CONTICOMIC a organisé un workshop réunissant des écologues et écotoxicologues microbiens travaillant respectivement dans les milieux terrestres et aquatiques dans le but de mener une réflexion mobilisant les processus d'intelligence collective autour :

1. Des concepts de « coalescence » et de « continuum fonctionnel » dans les agroécosystèmes,
2. Des approches/méthodes à développer pour explorer ces concepts à partir de l'étude de la biodiversité microbienne et de certains services qu'elle supporte.

Ces réflexions ont alimenté la rédaction de 2 sujets de thèses « *Incidence of PhACs and microbial coalescence on sediment microbial communities and the occurrence of bacterial pathogens disseminating antimicrobial resistances* » et « *Dissemination routes of antimicrobial resistances and pathogens among terrestrial and freshwater ecosystems in agri-urban catchments* » dans le cadre d'un projet européen MSCA-Doctoral Network.

**Contacts****Laurent Bergès**

laurent.berges@inrae.fr

**Disciplines impliquées**

Agroécologie

Agroforesterie

Biologie de la conservation

Bryologie

Écoacoustique

Écohydroécologie

Écologie forestière, du paysage,  
végétale et animale, trophique,

aquatique

Entomologie

Génomique du paysage

Gestion forestière

Mécanismes de dispersion

Modélisation

Ornithologie

**Départements  
concernés**ACTAGROÉCOSYSTEMESAQUAECODIVMATHNUMSPE**Unités impliquées**UR LESSEMUMR BAGAPUMR DYNAFORUR EFNOUR PSHUMR ABSYSUMR LISAHUR EABXUMR UREPUR LISCUMR SAVE**Partenaires**ECOBIO Université Rennes 1Université de Jyväskylä (Finlande)

## Aménagement des paysages et multi-diversité gamma

### Contexte et enjeux

Nos paysages ont été et continuent d'être profondément modifiés sous l'effet des changements d'usages du sol et des pratiques de gestion, entraînant une redéfinition des relations entre la biodiversité et ces pratiques de gestion. Cependant, les leviers d'actions pour la conservation de la biodiversité sont souvent raisonnés au niveau local (site ou parcelle) en recherchant des pratiques plus respectueuses de la biodiversité. Cette vision locale n'est pas suffisante pour tenir compte de la dynamique des flux biotiques et abiotiques et des interactions entre les éléments de la mosaïque paysagère, pourtant essentiels au fonctionnement des écosystèmes. Malgré les progrès conceptuels récents de l'écologie du paysage, l'enjeu actuel demeure de passer d'une vision de gestion à l'échelle locale à une vision d'aménagement (à but de conservation) à l'échelle des paysages anthropisés.



© INRAE

### Objectifs

Dans un contexte global de perte et de fragmentation des habitats naturels, de changements d'usages des sols et des pratiques de gestion, le consortium abordera les deux questions suivantes :

1. Quel est le lien entre hétérogénéité de composition et de configuration de la mosaïque paysagère et diversité spécifique et fonctionnelle multi-taxonomique à différentes échelles spatiales ?
2. Comment la diversité spécifique gamma multi-taxonomique est-elle influencée par la configuration et la composition de la mosaïque paysagère et quelles sont les contributions relatives des différents types de gestion (ou des types d'écosystèmes issus de la gestion) à cette diversité gamma ?

Ces questions sont centrales pour comprendre et analyser le rôle des types de gestion sur la biodiversité dans nos paysages anthropisés et proposer des modes d'organisation du paysage plus favorables à la biodiversité.

### Démarches

Ces questions seront traitées selon une démarche empirique, à la fois dans des paysages majoritairement forestiers, des paysages majoritairement agricoles (y compris viticoles), des paysages aquatiques et des paysages mixtes, en essayant de croiser au mieux type de paysage et région biogéographique.

La première réflexion du consortium consistera à mieux formaliser et détailler les hypothèses de travail en s'aidant d'une recherche bibliographique approfondie, détaillant notamment les mécanismes sous-tendant le maintien de la diversité spécifique gamma dans les paysages hétérogènes.

Une seconde réflexion concernera les sites et les gradients de gestion à aborder, en intégrant les enjeux actuels de la gestion forestière, de l'agroécologie et des lacs, et les géodonnées permettant de caractériser la composition et la structure du paysage (images satellites ou photo aériennes, BDcarto®, couche OSO Cesbio, RPG).

Une troisième réflexion portera sur les stratégies d'échantillonnage pour mesurer ou estimer la diversité spécifique gamma multi-taxonomique, car l'échantillonnage de la richesse gamma pose diverses questions méthodologiques (accumulation d'espèces, problème de détectabilité...).



DIMIVEA

CONSORTIUM

2022-2023

### Contacts

**Gianni Bellocchi**

[gianni.bellocchi@inrae.fr](mailto:gianni.bellocchi@inrae.fr)

**Sébastien Fontaine**

[sebastien.fontaine@inrae.fr](mailto:sebastien.fontaine@inrae.fr)

### Disciplines impliquées

Modélisation

Écologie microbienne

Relations plantes/micro-organismes

du sol

### Départements concernés

ECODIV

AGROÉCOSYSTEMES

### Unités impliquées

UMR UREP

UMR IAM

UMR AGROÉCOLOGIE

### Partenaires

CREA Research Centre for

Agriculture and Environment (Italie)

CNRS LIEC (Laboratoire

interdisciplinaire des environnements continentaux)

## Diversité microbienne et végétale dans les agroécosystèmes multi-spécifiques - modélisation des relations

### Contexte et enjeux

La modélisation biogéochimique est utilisée pour évaluer l'impact des activités agricoles et du climat sur les cycles du carbone et des nutriments des écosystèmes ainsi que les services ou dis-services associés, tels que la production de biomasse, les émissions/le stockage du carbone et la rétention des nutriments.

La simulation de systèmes multi-spécifiques (ex. prairies) assure une représentation détaillée des cycles couplés carbone-azote (C-N), mais les modèles utilisés restent simplifiés car la diversité biologique y est réduite à des schémas simplistes des interactions avec le milieu.

Pour tenter de dépasser le paradigme qui réduit la prise en compte de la diversité biologique par des paramètres constants, il est intéressant de créer des simulateurs basés sur l'information apportée par la diversité (thèse ECOSERV en cours). Les résultats déjà obtenus permettent d'explorer de nouvelles voies de recherche afin d'expliquer la synchronie entre la demande et l'offre de nutriments en modélisant une certaine diversité végétale et microbienne. DIMIVEA va réfléchir à la mise en œuvre de ce couplage spatial et temporel de l'offre et la demande en nutriments.



© INRAE

### Objectifs

DIMIVEA va fournir un cadre conceptuel pour étendre le potentiel des modèles vers une estimation fiable des processus écologiques qui soutiennent les services écosystémiques fournis par les couverts végétaux mixtes en s'intéressant aux caractéristiques des communautés végétales et microbiennes.

Le projet vise notamment à modéliser les dynamiques de la biodiversité des communautés afin de mieux simuler la fourniture des services écosystémiques en simulant des systèmes prairiaux multi-spécifiques.

### Démarches

DIMIVEA intègre différentes expériences et connaissances pour tenter de modéliser les organisations écologiques qui permettent aux écosystèmes naturels et à certains agrosystèmes d'être productifs, multifonctionnels (assurant le stockage du carbone, l'épuration des eaux de drainage, l'amélioration de la qualité des sols) et à bas intrants. L'ambition est également d'identifier les organisations écologiques à privilégier selon les contextes pédoclimatiques locaux et de proposer les pratiques agricoles qui pourraient les favoriser dans les agrosystèmes.

Le consortium s'appuie sur la modélisation microbienne agrégée (i.e. microbes stockeurs et dé-stockeurs du modèle SYMPHONY de l'UREP) et les dispositifs expérimentaux du projet AGROECOseqC de l'European Joint Programme Cofund on Agricultural Soil Management (EJP SOIL). Le partenariat organisera et animera des ateliers dédiés dans le cadre d'événements scientifiques tels que des conférences internationales et des journées d'étude.

**Contacts****Thibault Datry**

thibault.datry@inrae.fr

**Aliénor Jeliaskov**

alienor.jeliaskov@inrae.fr

**Disciplines impliquées**

Agrécologie

Écologie des communautés et du paysage

Écologie trophique

Écologie fonctionnelle

Écohydrologie

Dynamiques éco-évolutives

Hydrosystèmes continentaux, des lacs, des rivières, des estuaires, des zones hyporhéiques

Modélisation de la biodiversité

**Départements concernés**AGROÉCOSYSTEMESAQUAECODIVMATHNUM**Unités impliquées**UR RIVERLYUR HYCARUR EABXUR CARRTELUMR LISCUR LISAHUR DECOD**Partenaires**IEES-Paris CNRSMARBEC Université de MontpellierCESCO MNHNSETE CNRSUniversité de Floride

## Le concept de métacommunautés comme outil pour la compréhension et la gestion des services écosystémiques dans les hydrosystèmes

### Contexte et enjeux

Les eaux douces, hotspots de biodiversité et supports majeurs de services écosystémiques, sont parmi les écosystèmes les plus menacés sur Terre. Les mesures de gestion de ces écosystèmes ont classiquement été pensées à des échelles locales, sans nécessairement prendre en compte la variabilité paysagère dans les plans d'actions, ce qui a souvent limité le succès de ces mesures. Aujourd'hui, notre compréhension de la façon dont la biodiversité et les services écosystémiques sont organisés dans ces environnements dynamiques a considérablement progressé, notamment grâce à l'émergence de concepts d'écologie du paysage, de métacommunautés et du paradigme de méta-systèmes, formalisant les processus et dynamiques spatio-temporelles des communautés et des écosystèmes. Ces cadres reconnaissent que les processus locaux (e.g. filtre environnemental, interactions biotiques) et régionaux (e.g. dispersion, contexte biogéographique, flux de matière et d'énergie) interagissent pour déterminer l'organisation spatiale des populations, des communautés et des processus écosystémiques dans un paysage donné. Le cadre méta-systémique a été décliné conceptuellement pour les populations, les communautés et commence à l'être pour les processus écologiques et la conservation de la biodiversité. Or, l'apport de ces concepts dans le domaine des services écosystémiques en milieu aquatique n'a pas encore été formalisé, testé ni traduit en outils de gestion.



© Bonada

### Objectifs

Ce consortium vise à déterminer, adapter et tester l'apport de la théorie des méta-systèmes et ses corollaires dans la compréhension et la gestion des services écosystémiques supportés par les hydrosystèmes. Il propose d'étendre le concept des métacommunautés à l'ensemble des services écosystémiques afin de mieux comprendre les liens entre biodiversité et services écosystémiques et leur organisation spatio-temporelle dans les paysages. Ce travail permettra d'identifier des échelles spatiales pertinentes de gestion des hydrosystèmes dans un contexte de changement global. En effet, une meilleure intégration des processus écologiques régionaux impliqués dans l'organisation spatio-temporelle de la biodiversité dans les pratiques de gestion permettra de conserver et restaurer efficacement la biodiversité et les processus écosystémiques associés dans un environnement global changeant en particulier face aux événements extrêmes (inondations, sécheresses, tempêtes) qui altèrent de manière récurrente les connectivités physiques et écologiques des hydrosystèmes.

### Démarches

METAECOSERV s'appuiera (i) sur une revue bibliographique approfondie détaillant notamment les mécanismes sous-tendant le maintien de la biodiversité dans les paysages fragmentés, (ii) sur une synthèse conceptuelle. Cette réflexion inclura les différentes facettes de la biodiversité, de l'échelle locale (alpha) à l'échelle régionale (gamma). Deux séminaires de travail permettront également de progresser dans la réflexion.

Il s'agira de : (i) recenser et analyser les efforts précédents visant à inclure les aspects biodiversité dans la compréhension des services écosystémiques dans les hydrosystèmes ; (ii) questionner l'apport du concept de métacommunautés dans ce contexte, en explorant sa déclinaison en fonction des capacités et modes de dispersion des organismes ; (iii) synthétiser les connaissances autour des liens biodiversité-fonctions écosystémiques et leurs applications dans les hydrosystèmes ; (iv) déclinier ces questions au sein des différents compartiments des hydrosystèmes (têtes de bassin versant, lacs et plans d'eau, zones ripariennes et hyporhéiques, fleuves, estuaires) et à leurs interfaces.



REFUSE

CONSORTIUM

2022-2023

### Contacts

**Sara Fernandez**

sara.fernandez@inrae.fr

**Soizig Le Stradic**

soizig.le-stradic@inrae.fr

### Disciplines impliquées

Géographie

Science politique

Économie

Écologie aquatique et terrestre

Restauration écologique

### Départements concernés

**concernés**

[AQUA](#)

[ECODIV](#)

[ECOSOCIO](#)

### Unités impliquées

[UMR LISIS](#)

[UR RIVERLY](#)

[UR GESTE](#)

[UR EABX](#)

[UMR BIOGECO](#)

[UMR CESAER](#)

[UR ETTIS](#)

### Partenaires

[OFB](#)

## Restauration écologique, fonctionnalités, usages et services écologiques

### Contexte et enjeux

Le cadre des services écosystémiques sert souvent de référence pour justifier des actions ou politiques publiques ou pour en évaluer les résultats. Cependant son approche très utilitariste, comme l'est d'ailleurs celle des solutions fondées sur la nature, peut poser questions et avoir des limites.



### Objectifs

Le consortium REFUSE vise à identifier en interdisciplinarité les bonnes questions de recherche sur les usages et limites des approches utilitaristes et anthropocentrées (services, solutions) dans la restauration. Quelles sont les fonctionnalités écologiques mal prises en compte dans l'approche par les services écosystémiques, quels présupposés socio-politiques sont véhiculés par cette approche et leurs effets? Il s'agit également de comprendre comment la mise en œuvre concrète des projets de restauration et leur justification par l'approche utilitariste des services conduisent à écarter certains acteurs et certaines fonctionnalités dans les projets de restauration. L'hypothèse posée est que face à des situations de crise (extrêmes hydrologiques, épizootie, pollutions) l'approche utilitariste ne suffit pas pour empêcher ou sanctionner des pratiques très impactantes et proposer des systèmes résilients ou résistants aux changements d'usage et climatique.

### Démarches

Le consortium organisera trois rencontres pour partager, à partir d'exemples, un constat commun sur la manière dont les approches utilitaristes peuvent conduire les gestionnaires, financeurs et acteurs à oublier certains aspects écologiques et socio-économiques et à définir des objectifs moins résilients pour la gestion des écosystèmes et de leur biodiversité. Après une clarification des différents termes de l'approche utilitariste, ses angles morts et ses manques seront mis en lumière avec des apports de la sociologie et de l'écologie fonctionnelle. Ces angles morts seront ensuite mis en débat avant de tenter de produire de nouveaux cadres intégrateurs permettant de dépasser les limites de l'approche utilitariste.

# Projets exploratoires



ADORE

PROJET  
EXPLORATOIRE  
2021-2023

### Contacts

**Daphné Durant**  
daphne.durant@inrae.fr  
**Raymond Reau**  
raymond.reau@inrae.fr

### Mots clés

Biodiversité  
Exploitation agricole  
Gestion adaptative  
Ingénierie écologique  
Logique de résultats

### Disciplines impliquées

Agroécologie  
Agronomie  
Écologie animale  
Écologie fonctionnelle  
Écologie végétale  
Gestion de l'eau  
Sciences de la conception  
Sciences de gestion  
Systèmes d'élevage  
Zootechnie

### Départements concernés

ACT  
AGROÉCOSYSTEMES  
AQUA

### Unités impliquées

UE DSLP  
UMR SAD-APT  
UR EABX  
UE FERLus  
UMR AGRONOMIE

### Partenaires

Un expert ornithologue  
La fédération de pêche de la Charente

## Outiller la restauration de la biodiversité dans les exploitations agricoles : application d'une démarche à logique de résultats

### Contexte et enjeux

La recherche est aujourd'hui interpellée pour s'investir dans l'accompagnement et la mise en œuvre de la transition agro-écologique des exploitations, dans l'objectif de contribuer à la préservation et à la promotion de la biodiversité dans les territoires et notamment sur les fermes. Mais articuler visée transformatrice des systèmes agricoles et pilotage adaptatif est un chemin complexe et les chercheurs travaillent à la mise au point de démarches novatrices pour cet accompagnement.



© istock

### Objectifs

Le projet ADORE s'inscrit dans ce champ d'investigation en proposant de tester une démarche ambitieuse et participative de gestion de la biodiversité sur les fermes.

Deux aspects en particulier caractérisent cette démarche : 1) elle laisse la main aux agriculteurs dans ce qu'ils souhaitent tester pour la biodiversité et 2) le pilotage se fait avec les agriculteurs selon une "logique de résultats" vis-à-vis de la biodiversité souhaitée.

Une approche de gestion adaptative, qui a déjà fait ses preuves pour accompagner des agriculteurs dans l'amélioration de la qualité de l'eau à l'échelle d'une aire d'alimentation de captage d'eau potable, sera testée ([Projet TransitEau](#)). Le projet repose sur l'hypothèse que cette méthode peut être adaptée à l'enjeu de biodiversité et au niveau d'organisation d'une exploitation agricole.

### Démarches

Le projet repose sur la mise en œuvre d'une démarche itérative, déployée sur 2 ans, qui comporte 4 étapes : conception du projet pour l'année, mise en œuvre du projet, observation des résultats obtenus et des pratiques puis analyse des résultats pour éclairer la gouvernance du projet et les décisions des agriculteurs.

Le projet sera conduit sur un dispositif expérimental INRAE (ferme expérimentale de Saint Laurent de la Prée en Charente-Maritime) afin de cerner les conditions de l'adaptation de la méthode TransitEau à la question de la biodiversité, d'analyser les éventuels points d'achoppement qui seraient rencontrés et suggérer des mesures pour les lever, avant la perspective d'un projet plus vaste sur des fermes privées. Il concernera 11 espèces cibles (8 espèces animales et 3 espèces de plantes).

Le caractère innovant de la méthode réside dans le fait de considérer un projet de gestion de la biodiversité comme une activité de conception de l'agriculteur avec une "logique de résultats" afin de gérer la biodiversité avec les niveaux à atteindre définis par les "bénéficiaires". Les pratiques agricoles et pastorales mises en œuvre sont élaborées par les praticiens qui réalisent les interventions, avec l'appui de "sachants" et d'un animateur accompagnant les acteurs du projet et sa gouvernance.



BIOC@PT

PROJET  
EXPLORATOIRE  
2021-2023

## Capteurs automatiques de biodiversité en forêt

### Contacts

**Christophe Bouget**

[christophe.bouget@inrae.fr](mailto:christophe.bouget@inrae.fr)

**Bernard Benet**

[bernard.benet@inrae.fr](mailto:bernard.benet@inrae.fr)

### Disciplines impliquées

Biodiversité forestière

Entomologie

Intelligence artificielle

Métabarcoding

Robotique

Taxonomie des Bryophytes

### Départements concernés

[ECODIV](#)

[ECOSOCIO](#)

[PHASE](#)

### Unités impliquées

[EFNO](#)

[UMR Herbivores](#)

[USC Ecodiv - Université de Rouen](#)

[Normandie](#)

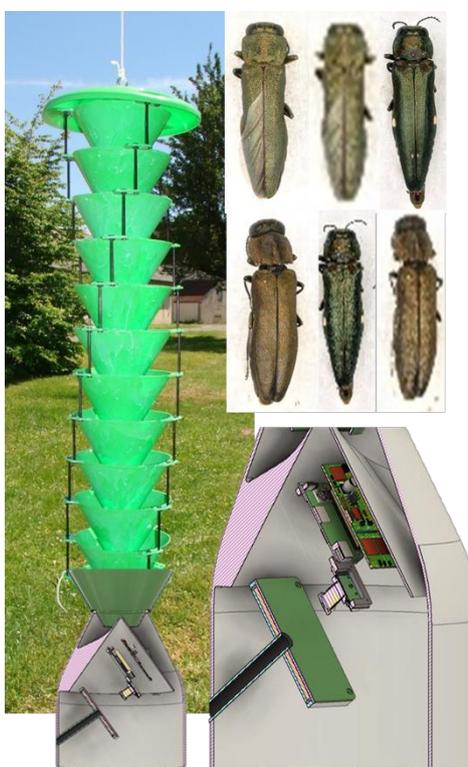
[USC LBLGC](#)

### Partenaires

[Laboratoire IRBI CNRS - Université de Tours](#)

### Contexte et enjeux

Depuis plusieurs décennies, en raison du déclin rapide et alarmant de la biodiversité, la surveillance des changements environnementaux est devenue un enjeu crucial. Les méthodes classiques de suivi de la biodiversité ne sont plus adaptées et il est nécessaire d'envisager une automatisation de la collecte d'échantillons par images, vidéos et sons. Grâce aux avancées réalisées durant la dernière décennie dans les domaines de la génomique, de l'informatique et de l'intelligence artificielle, les capteurs peuvent maintenant être associés à des technologies de barcoding d'ADN environnemental, de reconnaissance visuelle ou sonore autonome pour identifier ou dénombrer les espèces.



© INRAE - Christophe Bouget

Piège Lindgren à coléoptères forestiers *Agrilus* avec capteur optique automatique et algorithme de classification

### Objectifs

Ce projet explore de nouveaux moyens d'acquérir des données de biodiversité, plus rapides et moins coûteux que la détermination morphologique classique en laboratoire. Il vise à automatiser les relevés sur le terrain par des capteurs non létaux, autonomes et connectés et à aider à la détermination des espèces par des techniques d'intelligence artificielle ou de métabarcoding. Il concerne deux groupes taxonomiques forestiers importants et relativement mal connus (insectes et bryophytes).

### Démarches

Des prototypes de capteurs d'insectes à piège photographique automatique, sélectifs (xylophages du genre *Agrilus*, insectes floricoles) ou génériques (insectes volants) seront développés et leur fonctionnement testé en forêt. Des bases photographiques (insectes du genre *Agrilus*, spores de bryophytes forestières) seront créées. Des réseaux de neurones destinés à déterminer les espèces échantillonnées par les capteurs entomologiques et par les capteurs de spores aéroportées (cyclone sampler) seront ensuite développés et testés.



## BIODILUTIQUE

PROJET  
EXPLORATOIRE  
2021-2023

### Contacts

**Olivier Plantard**

olivier.plantard@inrae.fr

**Sabrina Gaba**

sabrina.gaba@inrae.fr

### Mots clés

Biodiversité

Éco-épidémiologie des maladies à tiques

Éco-Health

Paysage

Zoonose

### Disciplines impliquées

Agroécologie

Dynamique de population

Éco-épidémiologie

Écologie et systématique des tiques

Écologie des communautés

Écologie du paysage

Écologie spatiale

Épidémiologie

Géomatique

Gestion de données

Interactions hôte-parasite

Méthodes moléculaires

Modélisation dynamique

Sociologie

### Départements concernés

**SA**

**SPE**

### Unités impliquées

UMR BIOEPAR

UMR AGRIPOP CEBC (Centre

d'études biologiques de Chizé) -

USC CEBC - Résilience

# Biodiversité, effet dilution et maladies à Tique : analyse de la relation entre prévalence d'agents pathogènes, diversité des Tiques, diversité des hôtes le long de gradients paysagers

## Contexte et enjeux

Dans l'étude des liens entre biodiversité et santé, comme par exemple, dans les maladies à tiques, le concept d'effet de dilution occupe une place centrale mais encore débattue. En effet, plusieurs espèces de vertébrés contribuent à la propagation des maladies à tiques, soit en tant que réservoirs d'agents pathogènes, soit en tant qu'hôtes de nourrissage des tiques. L'effet de dilution suggère qu'une diversité importante des vertébrés hôtes de tiques permettrait de réduire les risques de contamination du fait d'une plus faible prévalence des bactéries responsables de la maladie de Lyme (*Borrelia* spp.).



© INRAE - Bernard Chaubet

## Objectifs

Le projet vise à améliorer les connaissances sur le rôle de la biodiversité dans les paysages agricoles sur le risque de maladie à tiques. De nombreuses études ont montré le rôle des caractéristiques des paysages (proportion de boisements et de prairie) sur la biodiversité des agroécosystèmes et notamment sur l'abondance des tiques et la prévalence de *Borrelia* spp. Le projet explorera les liens entre les surfaces de boisement et de pâture au sein de chaque fenêtre paysagère (considérées comme des facteurs environnementaux majeurs) et la biodiversité des hôtes, des vecteurs et des agents pathogènes. BIODILUTIQUE testera l'hypothèse selon laquelle l'augmentation de la diversité spécifique au sein des communautés d'hôtes et de tiques engendre une dilution des *Borrelia* spp. et, par conséquent, une diminution de la probabilité de transmission de ces bactéries à l'Humain.

## Démarches

Le projet sera conduit sur la zone atelier Plaine & Val de Sèvre avec 3 fenêtres paysagères montrant des surfaces de boisements/pâtures/cultures très différentes. 3 points de collecte des tiques sur la végétation seront positionnés au sein de chaque fenêtre dans 5 types de paysages.

Le projet étudiera les interactions entre les 3 communautés d'acteurs du pathosystème : les hôtes (ici trois espèces de micromammifères), les vecteurs (ici trois espèces de tiques) et les agents pathogènes (*Borrelia* spp.).

Des micromammifères seront capturés pour estimer leur abondance et leur diversité, collecter les tiques fixées sur ces animaux et caractériser la prévalence des agents pathogènes au sein des tiques et des micromammifères. La charge en bovins, hôtes des tiques (notamment adultes), dans les prairies échantillonnées sera identifiée avec l'aide des éleveurs. Enfin, des pièges photographiques seront installés pour déterminer la présence des mammifères de taille moyenne (chevreuils, prédateurs dont renards, mustélidés, chats féraux...).

Les différentes espèces bactériennes d'agents pathogènes (dont *Borrelia* spp.) seront recherchées dans les tiques prélevées sur la végétation et dans les micromammifères.



ISO SGDC

PROJET  
EXPLORATOIRE  
2021-2023

### Contacts

**Aurélien Jamoneau**  
aurelien.jamoneau@inrae.fr  
**Olivier Lepais**  
olivier.lepais@inrae.fr

### Mots clés

Diversité génétique  
Diversité taxonomique  
Lac  
Macrophytes  
Gestion

### Disciplines impliquées

Bioinformatique  
Biologie moléculaire  
Écologie des communautés  
Génétique des populations  
Taxonomie

### Départements concernés

AQUA  
ECODIV

### Unités impliquées

UR EABX  
UMR BIOGECO

### Partenaires

Conservatoire Botanique National Sud Atlantique  
Syndicat de gestion SIAEBVELG : gestion des lacs de Carcans-Hourtin et Lacanau et animateur de sites Natura 2000  
Communauté de Commune des Grands lacs : animateur de site Natura 2000  
Réserve naturelle nationale de l'étang Noir : gestionnaire d'espace protégé  
Association Landes Nature : animateur de site Natura 2000

## Relations entre la diversité génétique et taxonomique des communautés végétales des lacs du littoral aquitain

### Contexte et enjeux

Le rôle de la diversité génétique dans le maintien de la diversité des espèces et le fonctionnement des écosystèmes est maintenant bien reconnu. Elle est en effet une composante essentielle de la résilience des écosystèmes et de la capacité des espèces à s'adapter aux changements environnementaux. Ainsi la prise en compte de la diversité génétique au sein des espèces est essentielle pour assurer la pertinence des actions de gestion et de conservation.

La diversité génétique et la diversité taxonomique sont deux composantes de la biodiversité qui ont historiquement été étudiées séparément. Leur étude conjointe et notamment la corrélation entre diversité génétique d'une espèce et diversité taxonomique de sa communauté associée (SGDC 'species-genetic diversity correlations') a commencé à être étudiée récemment. La SGDC est généralement positive (action parallèle des processus écologiques sur ces deux dimensions de la diversité), mais des relations négatives voire unimodales ont également été observées. Ainsi, l'étude de la relation entre la diversité génétique et taxonomique est primordiale pour mieux comprendre le fonctionnement des populations et des communautés et pour leur conservation.

Les lacs et étangs du littoral aquitain, écosystèmes uniques à l'échelle européenne, hébergent une diversité biologique végétale importante aujourd'hui fortement menacée. Améliorer la connaissance génétique de ces communautés et le lien entre diversité génétique et taxonomique est important pour proposer une meilleure gestion de ces écosystèmes, en particulier pour ses espèces patrimoniales.



© INRAE - Aurélien Jamoneau

### Objectifs

L'étude vise à comparer des patrons de diversité génétique d'espèces d'isoétides (i.e. à l'échelle des communautés) partageant le même écosystème lacustre, afin de mieux prendre en compte l'effet des caractéristiques biologiques des espèces (capacités de dispersion, d'adaptation) pour mieux estimer les effets de l'environnement et de l'histoire démographique. Un défi majeur sera notamment de définir, à l'échelle du site, un indice de diversité génétique de l'ensemble de la communauté ou d'arriver à comparer les patrons de diversité à différentes échelles organisationnelles et spatiales.

La relation entre diversité génétique et différenciation génétique intersites d'une part et la diversité taxonomique alpha et beta d'autre part sera aussi étudiée. Si la SGDC se révèle être fortement positive, la diversité taxonomique pourra être utilisée comme un proxy de la diversité génétique, simplifiant considérablement la prise en compte de la dimension génétique dans les opérations de gestion. Cette SGDC a généralement été étudiée d'un point de vue expérimental, mais a plus rarement été considérée d'un point de vue empirique, renforçant l'aspect innovant de ce volet de l'étude.

## Démarches

La diversité génétique de ces espèces sera notamment étudiée aux échelles spatiales inter-lacs et intra-lacs. La diversité de 5 lacs et étangs, derniers habitats des communautés à isoétides, du littoral aquitain sera étudiée sur 9 espèces de plantes aquatiques (patrimoniales et plus communes, à caractéristiques fonctionnelles différentes).

Au sein de chaque lac, sur 6 stations de prélèvement, (i) 15 fragments d'individus de chaque espèce seront prélevés pour les analyses génétiques (ii) sur un linéaire de 100 m de rives, un inventaire taxonomique des espèces végétales sera effectué afin de mettre en lien la diversité génétique et taxonomique.

L'analyse génétique reposera sur le développement de marqueurs génétiques hautement polymorphes permettant de caractériser avec une précision suffisante la structure génétique à l'échelle des populations.

L'analyse statistique de la corrélation entre diversité génétique et spécifique sera ensuite réalisée.



PRABIES

PROJET  
EXPLORATOIRE  
2021-2023

### Contacts

**Frédéric Joly**

frederic.joly@inrae.fr

**Nicolas Gross**

nicolas.gross@inrae.fr

### Mots clés

Changement climatique

Mitigation

Aléas

Métriques de biodiversité

« Climate Adaptation Service »

### Disciplines impliquées

Agroécologie

Botanique

Écologie des communautés

végétales

Économie de l'élevage

Zootecnie

### Départements concernés

ECODIV

ECOSOCIO

PHASE

### Unités impliquées

UR ÉCOLOGIE PRAIRIALE

UMR HERBIVORE

### Partenaires

Conservatoire Botanique du Massif

Central

## Comment les pratiques d'élevage « transforment » la biodiversité prairiale en bouquets de services écosystémiques

### Contexte et enjeux

Comprendre le lien entre biodiversité et niveau de fourniture des services écosystémiques est complexe car cette relation n'est ni linéaire ni unidirectionnelle. Cela est notamment dû au fait que la biodiversité est plus souvent quantifiée par la richesse en espèce que par la diversité fonctionnelle. Aborder la biodiversité par différentes métriques est une piste pour mieux comprendre ce lien.



© INRAE - Frédéric Joly

### Objectifs

Le projet ambitionne de progresser sur la question suivante : Comment faire de la diversité végétale prairiale un allié des éleveurs pour s'adapter à un climat et un régime de précipitation de moins en moins favorables ? Le groupe projet va étudier comment la biodiversité, évaluée par différentes métriques (richesse spécifique, fonctionnelle et équitabilité, rareté), se « transforme » en bouquets de services écosystémiques effectifs, via des pratiques agropastorales pertinentes. Par exemple les prairies fournissent de nombreux services écosystémiques comme la production de fourrage, le maintien d'habitat pour les pollinisateurs ou de paysages ouverts et variés. PRABIES mettra notamment l'accent sur le service d'adaptation au changement climatique, c'est-à-dire sur la capacité des écosystèmes à s'adapter au changement et à la variabilité climatique. Pour cela, il analysera le tamponnage des aléas permis par la diversité végétale prairiale et la capacité des communautés végétales à se réassembler pour fournir un bouquet de services écosystémiques pertinent, sous un nouveau climat. Il permettra de proposer des pratiques de gestion favorables à ces services écosystémiques. En effet, de nombreuses solutions techniques conventionnelles d'adaptation reposent sur une intensification des pratiques, néfastes pour la biodiversité, pour constituer des stocks de fourrage (recours à l'ensilage de maïs irrigué, fauche précoce et fertilisation systématique).

### Démarches

PRABIES va utiliser et compléter une base de données compilant des proxies de services écosystémiques, des données botaniques, de sol, de qualité de fourrage et de pratiques des éleveurs utilisant ces prairies. Cette base de données va être complétée par le service d'adaptation climatique afin d'étudier comment les communautés végétales prairiales pourront se réassembler, pour permettre à l'écosystème d'offrir un niveau de production primaire satisfaisant. Il s'agit également de comprendre si les pratiques de gestion favorisent ou non ce réassemblage. PRABIES analysera la progression ces dernières années d'espèces méditerranéennes dans le Massif central, en prenant en compte les pratiques et leur l'impact sur la production fourragère et sur sa stabilité. Les perceptions des éleveurs vis-à-vis de ce type de service écosystémique seront étudiées afin évaluer la pertinence opérationnelle de l'utilisation du service d'adaptation climatique.



SICCCUB

PROJET  
EXPLORATOIRE  
2021-2023

## Suivi des impacts du changement climatique et des changements d'usage sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes de montagne

### Contacts

**Georges Kunstler**  
georges.kunstler@inrae.fr

### Mots clés

Observatoire  
Montagne  
Régénération forestière  
Changements globaux  
Biodiversité

### Disciplines impliquées

Biodiversité fonctionnelle des sols  
Dynamique forestière  
Écologie forestière  
Historique du paysage  
Gestion forestière  
Impacts des usages passés et présents  
Matière organique des sols  
Pédologie

### Départements concernés

[ACT](#)  
[AGROÉCOSYSTEMES](#)  
[ECODIV](#)

### Unités impliquées

[UR LESSEM](#)  
[UR EFNO](#)  
[UMR DYNAFOR](#)  
[UMR ECO&SOLS](#)

### Partenaires

[LECA CNRS](#)

### Contexte et enjeux

Les zones de montagne sont particulièrement sensibles à l'effet conjoint des changements climatiques et des changements d'usages. En effet, le climat des zones de montagne se réchauffe plus rapidement que celui des autres régions et en Europe, les montagnes ont été affectées par des changements d'usages avec une reforestation importante au début du siècle. Ces changements ont déjà conduit à des réorganisations importantes de la biodiversité qui ont eu des conséquences pour les fonctions et services rendus par les écosystèmes de montagne. Les changements climatiques futurs devraient amplifier ces réorganisations.



### Objectifs

SICCCUB en s'associant et en complétant l'observatoire spatio-temporel de la biodiversité et du fonctionnement des socio-écosystèmes de montagne (Orchamp) va permettre d'étudier comment les changements climatiques et d'usages contrôlent la dynamique d'installation des arbres, notamment aux écotones et de suivre la dynamique de la biodiversité et les fonctions de ces écosystèmes sur le long terme.

Le projet SICCCUB étudiera les relations entre (i) l'historique des pratiques et celle du paysage, (ii) la dynamique de recrutement des arbres et (iii) le lien entre biodiversité et fonctions (stockage du carbone et recyclage de la matière organique). Ces fonctions sous-tendent la production de services écosystémiques d'approvisionnement en bois, de régulation (i.e. qualité du sol, réduction des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, dispersion des graines...). Il permettra aussi d'apporter des éléments de réflexion sur les services culturels en lien avec les représentations esthétiques, culturelles et symboliques liées aux dynamiques de la nature en montagne.

### Démarches

L'observatoire Orchamp est basé sur des gradients d'altitude d'environ 1000 m de dénivelé avec des placettes permanentes (30 x 30 m) espacées entre elles d'environ 200 m. L'observatoire dispose aussi de mesures à l'échelle des paysages et du bassin versant, à partir de données de télédétection et des données cartographiques actuelles.

Le projet SICCCUB décrira de manière quantitative les usages présents et passés des placettes. Les cartes d'état-major (établies entre 1818 et 1866) et le cadastre napoléonien (établi entre 1807 et 1850) seront mobilisés pour décrire les usages passés autour des placettes. Pour les usages plus récents, les photos aériennes anciennes, les cartes d'usage et d'habitat, les archives de la gestion forestière ainsi que les enquêtes pastorales seront utilisées.

Le recrutement des arbres, facteur clé pour les changements dans ces écosystèmes, ainsi que la dynamique de production de graines seront analysés. Des mesures de la biodiversité aérienne et souterraine et de fonctions écosystémiques fournies par les sols (stockage de carbone et recyclage de la matière organique) seront réalisées.

La présence de gros et très gros arbres, la quantité et la diversité des types de bois mort et la présence de dendromicrohabitats seront analysées en relation avec les mesures de diversité sur différents groupes (flore, champignon, bactérie et insecte).

En ce qui concerne le recyclage de la matière organique, des échantillonnages des détritivores de la macrofaune (vers de terre, cloportes, diplopodes, bousiers) et de la mésofaune (collembolles et acariens oribates) seront analysés afin de tester les liens entre les usages présents et passés, la composition fonctionnelle des communautés du sol et la proportion des fractions du carbone du sol.



WATERSEED

## PROJET EXPLORATOIRE

2021-2023

### Contacts

**Fabrice Vinatier**

fabrice.vinatier@inrae.fr

### Mots clés

Biodiversité végétale

Trames vertes et bleues

Hydrochorie

Banque de graines

Services écosystémiques

### Disciplines impliquées

Agronomie

Botanique

Écohydrologie

Écologie spatiale

Hydraulique

Mécanique des fluides

Pédologie

Photogrammétrie

Transferts en milieux poreux

### Départements concernés

AQUA

AGROÉCOSYSTEMES

### Unités impliquées

UMR G-EAU

UMR LISAH

UMR ABSYS

### Partenaires

Laboratoire CITERES Université de  
Tours

# Rôle de l'eau dans la structuration spatiale de la biodiversité végétale des milieux viticoles

## Contexte et enjeux

L'intensification agricole a dégradé les écosystèmes et il est désormais nécessaire de mieux prendre en compte le rôle écologique de la biodiversité dans les agrosystèmes et les services écosystémiques. Depuis deux décennies, les vignobles améliorent leur gestion durable en privilégiant les plantes de couvertures en inter-rangs pour limiter l'érosion des sols, une gestion extensive des bordures de parcelles et des réseaux de fossés. Ces pratiques maintiennent une végétation spontanée, source de nombreux services écosystémiques, par exemple, la régulation des écoulements, la maîtrise de l'érosion hydrique ou la rétention des polluants organiques. Néanmoins, les connaissances empiriques manquent sur les facteurs et mécanismes hydrologiques expliquant les patrons de biodiversité végétale dans ces éléments interstitiels, de la banque de graine à sa dispersion. Améliorer ces connaissances afin d'évaluer leur potentiel de réhabilitation écologique est un enjeu majeur notamment dans les vignobles méditerranéens pour lesquels le changement climatique risque d'accroître les épisodes pluvieux intenses.



© Faucher

## Objectifs

WATERSEED analysera, sur des parcelles agricoles conduites en agriculture biologique et conventionnelle, comment l'eau structure les patrons de distribution des communautés végétales, la dispersion des graines par l'eau et la ségrégation spatiale des espèces selon des gradients d'humidité du sol. Les échanges entre milieux interstitiels et parcelles agricoles seront au cœur du projet, avec un focus sur les milieux viticoles. Trois objectifs spécifiques découlent de l'objectif principal : (i) la caractérisation de l'environnement parcellaire et interstitiel, en utilisant des méthodes de reconstitution 3D (photogrammétrie) et un réseau de capteurs d'humidité, (ii) la mesure de la composition de la banque de graines dans ces milieux via des expérimentations de germination spontanée, (iii) la mesure des flux de graines entre les milieux cultivés et interstitiels via des méthodes de suivi innovantes.

## Démarches

Le projet sera réalisé sur une région viticole méditerranéenne appartenant à l'observatoire OMERE. Deux parcelles seront sélectionnées pour mettre en place les expérimentations, représentatives d'une conduite en agriculture biologique ou conventionnelle, en faisant l'hypothèse que les couverts végétaux, plus présents dans des parcelles menées en bio, vont réduire la dispersion de la biodiversité végétale via les écoulements hydriques. Inversement, l'absence de couvert végétal dans les parcelles conventionnelles contribuera au dépôt préférentiel des graines dans les zones aval.

La caractérisation de l'environnement se fera via un survol drone des zones et une analyse photogrammétrique des relevés effectués. Les gradients d'humidité du sol seront estimés via des sondes installées in situ, complétées par des simulations hydrologiques pour estimer les flux de surface. Les services écosystémiques associés à la biodiversité végétale seront estimés via des prélèvements de terrain : biomasse, fraction de couverture végétale, composition chimique de la biomasse et communautés microbiennes en lien avec les conditions édaphiques. Les espèces identifiées seront reliées à des fonctions écosystémiques via des bases de données (TRY) pour certains critères qualitatifs (potentiel nectarifère, compétition avec les cultures).



IFOSSA

PROJET  
EXPLORATOIRE  
2022-2024

## Distribution des réseaux d'interactions et des fonctions dans un système spatialement hétérogène, cas de l'agroforesterie

### Contacts

**Mickaël Hedde**

mickael.hedde@inrae.fr

**Sophie Gaudriault**

sophie.gaudriault@inrae.fr

### Mots clés

Agroforesterie

Fonctions

Sol

Réseaux

### Disciplines impliquées

Agronomie

Écologie des réseaux d'interactions

Écologie microbienne

Écologie des invertébrés

Écophysiologie des arbres

Fonctions du sol

Microfaune

Macrofaune

Phénologie des plantes

### Départements concernés

AGROÉCOSYSTEMES

BAP

SPE

### Unités impliquées

UMR ECO&SOLS

UE DIASCOPE

UMR DGIMI

UMR PHIM

### Contexte et enjeux

L'agroforesterie définie au sens large par la présence d'arbres dans les paysages agricoles, est un exemple de cultures mixtes qui augmentent la « biodiversité planifiée ». Ces arbres, de par leurs structures pérennes, permettent la mise en place d'un microclimat qui varie dans le temps, entraînant une modification de la biodiversité associée et l'activité des organismes par diversification des habitats. La présence d'arbres et parfois de bandes herbacées associées, entraîne aussi des concentrations locales de ressources organiques issues de la production de litière aérienne et souterraine, une augmentation locale du carbone organique du sol et des teneurs en nutriments. La structure du sol et la stabilité des agrégats peuvent être améliorées sous les lignes d'arbres conduisant sans doute à une hétérogénéité spatiale des caractéristiques des microhabitats du sol. Cependant, peu de travaux se sont intéressés aux effets de l'agroforesterie sur les organismes du sol et sur les fonctions qu'ils remplissent.



© INRAE - UMR Eco&Sols

### Objectifs

L'objectif général de ce projet est de mettre en évidence la réponse de réseaux d'interactions écologiques et des fonctions à l'organisation spatiale du milieu après l'implantation d'arbres et de bandes enherbées dans des grandes cultures. L'hypothèse principale du projet est que la modification de l'organisation spatiale des parcelles par l'implantation d'arbres aboutit à une augmentation de la diversité et de la multifonctionnalité des parcelles agricoles. Les objectifs opérationnels sont de (i) caractériser les modifications de biodiversité au sein des taxons et par groupe trophique, (ii) inférer les réseaux d'interactions entre les organismes étudiés, (iii) établir les relations entre les réseaux d'interactions écologiques, le fonctionnement physicochimique des sols et la croissance des plantes pour comprendre la multifonctionnalité de ces parcelles.

### Démarches

Cette étude sera réalisée sur le Dispositif Instrumenté en Agroforesterie Méditerranéenne sous contrainte hydrique (DIAMs) au sud de Montpellier sur une station expérimentale INRAE (UE Diascope, Mauguio). Il s'agit d'un dispositif expérimental factoriel de 5 ha, en 3 blocs. Dans chaque bloc, 3 modalités sont comparées : des placettes de plantations forestières (Robiniers), un système agroforestier et des placettes en grande culture. Au sein du système agroforestier, nous dissociions plusieurs habitats : (i) le linéaire d'arbres et la bande enherbée à leur pied et (ii) l'allée cultivée. Les cultures sont menées en agriculture conventionnelle, à bas niveau d'intrants. Le site instrumenté permet le suivi du rayonnement arrivant au sol, de la température et humidité du sol à différentes profondeurs, de la croissance racinaire et des teneurs en nutriments de la solution du sol.

La croissance et les rendements des cultures, la croissance et les stratégies d'allocation des ressources des robiniers seront suivis. L'identification morphologique ou moléculaire permettra de caractériser les communautés d'ingénieurs du sol, de macro-arthropodes de surface, de nématodes libres et parasites (phytophages et entomopathogènes), de champignons et de bactéries (libres dans le sol et associés aux nématodes parasites), d'adventices.

Les réseaux d'interactions seront reconstruits à l'aide des observations de terrain soit directement comme les interactions bipartites (par ex. les bactéries symbiotiques des nématodes entomopathogènes ou les pollinisateurs sur les fleurs) soit elles seront inférées en combinant les données de cooccurrence des taxons avec un graphe de connaissances sur les interactions trophiques dans les sols (via des bases de données).

L'intensité de la réponse des différents groupes taxonomiques étudiés sera analysée en comparant les valeurs obtenues à celles obtenues dans le témoin agricole et dans le témoin forestier. La réponse de la structure/composition des modules reconstruits sera testée face à l'organisation spatiale des placettes agroforestières.



## MICROBIOMIQ

PROJET  
EXPLORATOIRE

2022-2024

### Contacts

**Nicolas Creusot**  
nicolas.creusot@inrae.fr  
**Olivier Lepais**  
olivier.lepais@inrae.fr

### Mots clés

Communautés microbiennes  
aquatiques  
Métabolomique  
Biodiversité microbienne  
Fonctions écosystémiques  
Écotoxicologie

### Disciplines impliquées

Analyse de la composition algale  
Analyse des lipides  
Analyses statistiques multi-omiques  
Mesures physicochimiques  
Métabolomique  
Métagénomique

### Départements concernés

AQUA  
ECODIV

### Unités impliquées

UR EABX  
UMR BIOGECO

# Approches multi-omiques pour la caractérisation du lien entre biodiversité structurelle et l'activité microbienne dans l'évolution naturelle de la fonction photosynthétique et sa réponse au stress chimique au sein des communautés périphytiques

## Contexte et enjeux

Les communautés microbiennes périphytiques aquatiques sont des assemblages complexes de micro-organismes (algues, bactéries, champignons, cyanobactéries, protozoaires) qui constituent des biofilms plus ou moins attachés à des surfaces immergées (inertes ou vivantes) dans la plupart des écosystèmes aquatiques. Ces communautés jouent un rôle majeur dans le fonctionnement des écosystèmes et le maintien des services écosystémiques (e.g. production primaire, cycles biogéochimiques). Dans le contexte des changements globaux, un des enjeux majeurs pour la santé environnementale et humaine est de mieux comprendre la réponse de ces communautés à des multiples pressions, en termes d'acclimatation, d'adaptation et de résilience afin de pouvoir préserver les fonctions/services écosystémiques associés. En particulier, face à la contamination chimique de ces écosystèmes, l'un des défis actuels est d'arriver à déterminer comment les fluctuations « naturelles » de la biodiversité structurelle et le fonctionnement microbien liés aux conditions environnementales modulent la réponse au stress chimique de ces communautés.

Les nouvelles méthodes d'analyse dites « omiques » (e.g. métagénomique non ciblée qui permet d'explorer de manière simultanée la diversité en espèces d'une communauté et son potentiel fonctionnel ou la métabolomique « non-ciblée » qui permet de donner une vision globale de l'activité microbienne en réponse à l'environnement) ouvrent de nouvelles perspectives en éco(toxico)logie microbienne pour répondre à ces déficits de connaissance.



© Motte

## Objectifs

MICROBIOMIQ vise à mieux comprendre le lien entre l'activité microbienne (i.e. métabolome), la biodiversité structurelle (diversité des espèces et des gènes) et la sensibilité au stress chimique de biofilms périphytiques. Ces liens sont étudiés dans un contexte de changements « naturels » dans la composition et le fonctionnement de ces communautés qui dépendent des conditions environnementales. Le projet se focalisera sur la modulation de la photosynthèse, fonction clef portée par ces communautés, qui est fortement impliquée dans les cycles biogéochimiques et la production primaire.

Ses résultats permettront de mieux comprendre les mécanismes adaptatifs (e.g. plasticité phénotypique) pour des fonctions écosystémiques (i.e. photosynthèse) à la contamination chimique et leur séquence temporelle. Les données collectées dans ce projet pourraient ultérieurement aider au développement d'outils de gestion dans le cadre de la bio-surveillance de la qualité des eaux.

## Démarches

MICROBIOMIQ couplera des investigations in situ et des expérimentations au laboratoire basées sur une approche pluri-disciplinaire combinant la métagénomique, la métabolomique, la mesure d'activité photosynthétique et la caractérisation physico-chimique des milieux. La combinaison de ces méthodes permettra d'appréhender de manière novatrice et précise les interrelations entre les changements dans les facteurs environnementaux, la diversité taxonomique, l'activité microbienne et la fonction photosynthétique ainsi que leur sensibilité à la pression chimique en conditions naturelles et contrôlées, en s'appuyant sur des approches bio-informatiques.



PARMENIDE

PROJET  
EXPLORATOIRE  
2022-2024

## Paysages ruraux en mosaïque et nouveaux indicateurs de biodiversité écoacoustique

### Contacts

**Luc Barbaro**

luc.barbaro@inrae.fr

**Audrey Alignier**

audrey.alignier@inrae.fr

### Mots clés

Biodiversité

Écoacoustique

Hétérogénéité

Paysage sonore

Prairie permanente

### Disciplines impliquées

Agroécologie

Biodiversité

Écoacoustique

Écologie du paysage

Entomologie

Géomatique

Ornithologie

### Départements concernés

ECODIV

ACT

### Unités impliquées

UMR DYNAFOR

UMR BAGAP

UE ST LAURENT DE LA PRÉE

### Partenaires

Laboratoire LADYSS CNRS

SETE Moulis CNRS Université de

Toulouse

University of Stirling, Royaume Uni,

Ecosse

ISPRA, Italie

### Contexte et enjeux

Les paysages ruraux français ont été profondément modifiés sous l'effet conjoint des changements globaux, climatiques et socio-écologiques, entraînant une recombinaison des liens entre biodiversité et systèmes de cultures et d'élevage. Pour mieux quantifier les dynamiques socio-écologiques à l'origine de ces changements, il est nécessaire d'utiliser des métriques intégratives rendant compte de la complexité des relations entre pratiques agricoles, hétérogénéité du paysage et biodiversité. La dimension sonore de la biodiversité a fait l'objet d'avancées conceptuelles et méthodologiques importantes avec l'émergence de l'écoacoustique des paysages et des indices de diversité acoustique permettant de quantifier simultanément les sons d'origine biologique et anthropique.



© INRAE - Luc Barbaro

### Objectifs

PARMENIDE va développer un canevas conceptuel et méthodologique interdisciplinaire pour caractériser la diversité acoustique des paysages ruraux hétérogènes soumis à des changements globaux au sein des territoires agricoles en comparant trois sites-ateliers aux trajectoires socio-écologiques distinctes sur un gradient latitudinal en France. L'objectif est ici d'identifier et mettre en œuvre une méthode intégrative caractérisant les dynamiques des territoires ruraux et rendant compte de ces recombinaisons. L'hypothèse que, combinée à une caractérisation géomatique fine des dynamiques paysagères, l'écologie acoustique offre des perspectives méthodologiques nouvelles pour décrire des systèmes agricoles engagés à différents degrés dans la transition agroécologique sera testée. Les sites d'études permettront notamment de tester (i) l'effet de l'hétérogénéité de composition et de configuration des mosaïques paysagères, (ii) l'effet de la quantité d'habitats semi-naturels forestiers et herbacés dans le paysage et (iii) les effets du développement de l'agriculture biologique et du degré d'extensification des pratiques agro-pastorales à l'échelle paysagère, sur la biodiversité acoustique multi-taxa de paysages ruraux agricoles ou prairiaux.

### Démarches

Le projet sera conduit sur 3 sites exploités suivant des systèmes agricoles de polyculture-élevage distribués sur un gradient d'intensité de gestion : la ZA Pygar (Occitanie), l'UE de Saint Laurent de la Prée (Charente-Maritime) et la ZA Armorique (Bretagne). Sur ces sites-ateliers INRAE, des suivis de biodiversité annuels couplés à des observations systématiques des pratiques culturales et des changements paysagers par géomatique existent depuis plus d'une décennie. La diversité acoustique y sera enregistrée sur 110 parcelles. Plusieurs méthodes d'analyse des données acoustiques seront utilisées en complémentarité afin de combiner les différentes approches possibles de la caractérisation des paysages sonores.

Pour aller plus loin dans l'intégration des fonctions socio-écologiques assurées par le son dans la structuration des paysages acoustiques ruraux, PARMENIDE propose de mesurer un service culturel de bien-être sonore et un dis-service culturel de pollution sonore.



PASTOFUTUR

PROJET  
EXPLORATOIRE  
2022-2024

### Contacts

**Jacques Lasseur**  
jacques.lasseur@inrae.fr

### Mots clés

Interdisciplinarité  
Modélisation  
Participation  
Multifonctionnalité  
Sociologie  
Services écosystémiques  
Pastoralisme

### Disciplines impliquées

Écologie  
Économie  
Géomatique  
Informatique  
Pastoralisme  
Sciences des organisations  
Zootechnie

### Départements concernés

ACT  
ECOSOCIO

### Unités impliquées

UMR SELMET  
UMR LESSEM  
UMR MoISA

### Partenaires

Laboratoire Sens (Savoirs,  
environnement et société) CIRAD  
Modélisation, sociologie

## Analyser l'élevage pastoral au prisme de ses multifonctionnalités et services écosystémiques associés pour renforcer l'action publique

### Contexte et enjeux

Le pastoralisme est objet d'attentes sociétales articulant production de biens alimentaires et maîtrise de dynamiques écologiques contribuant à la durabilité du socio-écosystème des régions méditerranéennes. Il est toutefois objet de fortes remises en cause, posant la question de ses formes futures et relations aux autres activités des territoires, en particulier dans le cadre des recompositions territoriales (basculement vers une économie résidentielle et touristique, expansion forestière, changement climatique...).



© Garçon

### Objectifs

Le projet Pastofutur vise la production, en interdisciplinarité, d'un cadre d'analyse et d'actions articulant les concepts de bouquets de services écosystémiques associés aux espaces pastoraux et le concept de multifonctionnalité de l'activité pastorale, pour renforcer la participation des sociétés à la définition du futur de l'activité.

Il étudiera sous la forme d'une recherche action la capacité à exprimer des synergies et compromis entre les fonctions attendues de l'élevage en les liant au fonctionnement des écosystèmes et aux services qu'ils produisent. Il identifiera de quelles manières la notion de service écosystémique est perçue et appropriée par les différentes parties prenantes et en quoi elle constitue un concept intermédiaire facilitant la convergence d'actions publiques.

Pastofutur vise à co-produire avec les différentes parties prenantes un ensemble méthodologique confortant la redéfinition du rôle de l'activité pastorale dans le futur des territoires concernés, identifiant ainsi comment les enjeux de production de services écosystémiques sont mobilisables pour conforter l'adaptabilité des activités aux enjeux d'un développement territorial durable.

### Démarches

Ce projet s'appuiera d'une part sur une analyse des activités d'élevage pastoral sous l'angle de leurs multifonctionnalités, c'est-à-dire considérant entre autres que l'activité a des contributions multiples aux dynamiques économiques, sociales et environnementales des territoires ruraux. D'autre part, il s'agira d'analyser les bouquets de services écosystémiques associés en termes de modalités de co-production de ces services et des synergies et compromis entre bénéficiaires de ces services au sein des sphères agropastorales et autres à l'échelle du territoire.

Pour faciliter l'expression des points de vue sur les diverses fonctions de l'élevage et ses contributions au développement durable du territoire, le projet mobilisera le support de médiation audiovisuelle « Grazy ! ».

Un modèle conceptuel de la multifonctionnalité et un modèle de simulation associé sera adapté et paramétré en s'appuyant sur une caractérisation des bouquets de services associés à l'activité pastorale en situation française.

Une étude de cas sera menée à l'échelle du territoire de la communauté de communes Alpes-Provence-Verdon.



PRODIGE

PROJET  
EXPLORATOIRE  
2022-2024

# Prise en compte des besoins des usagers potentiels et des représentations fonctionnelles des éléments paysagers dans la conception d'un indicateur de biodiversité des paysages agricoles

## Contacts

**Christian Bockstaller**

[christian.bockstaller@inrae.fr](mailto:christian.bockstaller@inrae.fr)

**Clélia Sirami**

[clélia.sirami@inrae.fr](mailto:clélia.sirami@inrae.fr)

## Mots clés

Biodiversité

Paysage

Hétérogénéité fonctionnelle

Indicateur

Pratiques agricoles

## Disciplines impliquées

Agronomie

Écologie du paysage

Sciences politiques

Géographie humaine

Construction d'indicateurs

Ergonomie

## Départements concernés

[ACT](#)

[AGROÉCOSYSTEMES](#)

## Unités impliquées

[UMR LAE](#)

[UMR DYNAFOR](#)

[UMR SAD-APT](#)

## Partenaires

[IDEAS](#)

## Contexte et enjeux

De nombreux travaux montrent le rôle central joué par les systèmes agricoles dans l'effondrement de la biodiversité. L'évaluation de la performance des systèmes agricoles en termes de maintien de la biodiversité constitue une étape indispensable pour accompagner leur transition agroécologique. Or les indicateurs de biodiversité prédictifs sont peu nombreux, en particulier au niveau du paysage. Le paysage est pourtant le niveau d'organisation écologique le plus adapté pour évaluer l'effet des systèmes agricoles sur la biodiversité.



© Weber

## Objectifs

Après une analyse des besoins des usagers potentiels de ces indicateurs de biodiversité, PRODIGE va évaluer dans quelle mesure une prise en compte des éléments paysagers (cultures, milieux semi-naturels, etc.) à la fois quantitative (ex. nombre de culture, pourcentage de milieux semi-naturels) et qualitative, permet de concevoir des indicateurs de biodiversité plus précis et adaptés aux besoins des utilisateurs. L'approche qualitative sera basée sur une approche fonctionnelle intégrant les pratiques agricoles. Ce projet devra relever le défi majeur du décalage entre les niveaux d'organisation écologique et les niveaux d'organisation sociale.

## Démarches

Une caractérisation des profils des utilisateurs potentiels, de leurs approches de l'évaluation de la biodiversité dans leur activité et de leurs besoins et attentes vis-à-vis de tels indicateurs sera réalisée au travers de diagnostics des situations d'usages. Elle sera conduite au niveau national et au niveau territorial via le cadre d'analyse de l'utilisabilité, qui sera appliqué au territoire des Vallées et Coteaux de Gascogne, dans la Zone Atelier PYGAR.

La mobilisation des concepts d'écologie et des connaissances agronomiques permettra de caractériser la diversité fonctionnelle des éléments paysagers et des cultures et d'en mesurer l'effet sur la biodiversité à partir d'un jeu de données important préexistant.

Enfin l'intégration de ces connaissances dans un indicateur prédictif des impacts sur la biodiversité sera testée.



## Bioéconomie dynamique spatialisée des invasions biologiques : preuve de concept pour la gestion de la jussie en Brière

### Contexte et enjeux

La gestion des espèces exotiques envahissantes pose des problèmes complexes relevant d'approches interdisciplinaires couplant écologie et économie. Les outils bio-économiques d'aide à la décision sont encore peu développés et les modèles existants souffrent notamment d'un manque de réalisme écologique, d'une complexité importante les rendant peu applicables à des cas concrets et d'une relative déconnexion avec les problématiques et besoins rencontrés par les gestionnaires de milieu. Ils fournissent généralement des résultats généraux ayant relativement peu d'impact sur le terrain.

Il est nécessaire d'améliorer l'opérationnalité des modèles notamment pouvoir répondre aux arbitrages posés par la gestion des espèces exotiques envahissantes : où les gérer, quand les gérer, quelles invasions gérer en priorité et comment le faire ?

### Contacts

**Eric Edeline**

eric.edeline@inrae.fr

**Pierre Courtois**

pierre.courtois@inrae.fr

### Mots clés

Invasions biologiques

Hétérogénéité spatio-temporelle

Modélisation

Transférabilité

Usages et gouvernance

### Disciplines impliquées

Modélisation écologique

Modélisation économique

Économie de l'environnement

Économétrie spatiale

Géomatique

### Départements concernés

ECODIV

ECOSOCIO

### Unités impliquées

UMR DECOD

UMR CCE-M

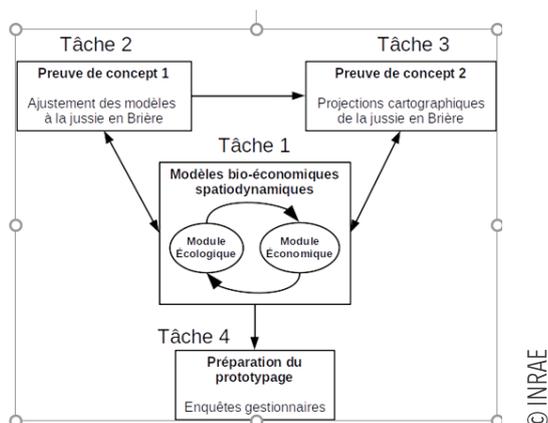
UMR PSAE

### Partenaires

UMR ECOBIO

Laboratoire AMSE Université Aix-Marseille

Parc Naturel Régional de Brière



**Organisation de SPABIO.** La tâche 1 consiste à co-construire les modèles bioéconomiques théoriques avec les gestionnaires. Les tâches 2 et 3 déclinent la preuve de l'applicabilité des modèles (preuve de concept) en prenant pour cas d'étude la Jussie dans le PNR de Brière. La tâche 4 prépare les extensions des modèles à d'autres cadres d'application (prototypage) via des enquêtes auprès des gestionnaires à l'échelle nationale.

### Objectifs

SPABIO s'appuie sur une collaboration transdisciplinaire entre écologues, économistes et gestionnaires des milieux naturels pour (i) développer une nouvelle classe de modèles bioéconomiques écologiquement réalistes et directement applicables aux problèmes concrets rencontrés par les gestionnaires, (ii) apporter une preuve de concept pour ce nouveau cadre théorique en utilisant le cas de la Jussie dans le Parc Naturel Régional de Brière et (iii) préparer l'application du cadre théorique à d'autres espèces exotiques envahissantes dans des contextes variés.

### Démarches

Le module écologique sera construit pour s'adapter aux données naturalistes minimales collectées habituellement par les gestionnaires, à savoir des relevés spatialisés de présence/absence voire d'abondance de l'espèce exotique envahissante. Le module économique sera co-construit avec les gestionnaires de milieu afin de distinguer selon les classes de problèmes traités, les objectifs et contraintes de gestion.

À partir des projections cartographiques de l'envahissement produites par le modèle, les gestionnaires du PNR de Brière pourront disposer d'une analyse des risques et coûts de gestion pour la Jussie sous différents scénarios de gestion et de changement climatique. Les scénarios de gestion seront co-construits en interaction avec les gestionnaires et pourront simuler différentes politiques publiques.

Enfin, afin de préparer la généralisation du modèle, une enquête menée auprès de gestionnaires d'autres espaces naturels permettra d'identifier et de catégoriser l'étendue des problèmes de gestion des espèces exotiques envahissantes en définissant les problèmes rencontrés ainsi que les objectifs et contraintes des gestionnaires de milieux.



## TRAMETES 2

PROJET  
EXPLORATOIRE  
2022-2024

### Contacts

**Yoan Paillet**

yoan.paillet@inrae.fr

**Lucie Vincenot**

lucie.vincenot@inrae.fr

### Mots clés

Dendromicrohabitat

Cavité

Biodiversité

Écoacoustique

Métabarcoding environnemental

### Disciplines impliquées

Biodiversité forestière

Communautés fongiques

Écoacoustique

Métabarcoding environnemental

Statistiques

Taxonomie des abeilles sauvages

### Départements concernés

**ACT**

**ECODIV**

**SPE**

### Unités impliquées

UR LESSEM

UE UEFM

USC ECODIV

UR PSH

### Partenaires

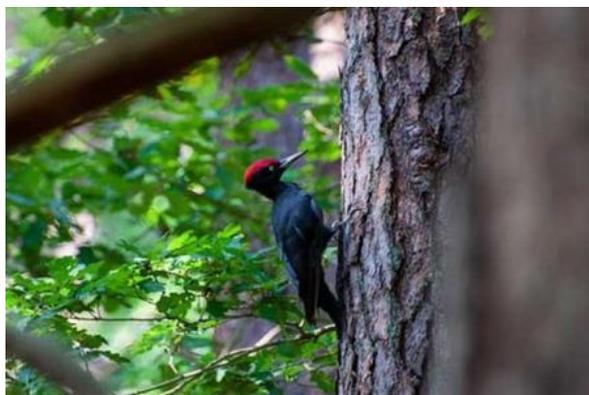
Laboratoire EGCE IRD taxonomie des abeilles sauvages

Société Fold AI (Allemagne) Ecoacoustique

# Contribution de la trame de vieux bois à l'état de conservation des habitats forestiers et des espèces

## Contexte et enjeux

La trame dite de « vieux bois » est constituée d'éléments favorables à la biodiversité forestière, notamment celle qui dépend du bois mort pour une partie de son cycle de vie. Par exemple, les cavités de pic noir et la maturité forestière caractérisée par des éléments liés au vieillissement des arbres et à l'absence d'exploitation (bois mort, gros arbres), sont des facteurs essentiels pour la conservation de nombreux taxons forestiers. L'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers repose sur des méthodes principalement indirectes (bioindicateurs, dynamique de station forestière). Or pour les espèces à enjeux, la contribution des éléments de structure forestière à l'état des populations est mal connue. Il est donc difficile de mesurer l'effet de mesures de conservation des habitats naturels sur la conservation d'espèces patrimoniales.



© INRAE

## Objectifs

Le projet TRAMETES 2 vient compléter un projet préexistant (TRAMETES - financement MNHN, 2021-2023) qui vise à analyser les liens de deux indicateurs potentiels de biodiversité forestière (cavités de pic noir et maturité forestière) avec la biodiversité de plusieurs taxons (oiseaux, chauve-souris, abeilles mellifères sauvages, champignons lignicoles...). Il le complète sur 3 points :

- acquisition de données sur une série de sites supplémentaires de manière à augmenter la puissance statistique et la robustesse de l'échantillonnage ;
- utilisation approfondie des données écoacoustiques pour la détermination d'espèces d'oiseaux et de chauve-souris ;
- recherche des vecteurs des champignons typiques des cavités et l'approfondissement de la description des occupants des cavités de pic noir, par l'utilisation de méthodes d'ADN environnemental.

## Démarches

TRAMETES 2 associe étroitement gestionnaires d'espaces naturels et chercheur.ses pour la co-construction de connaissances et de méthodes ainsi que des visions partagées des problématiques de recherche et de gestion forestière.

Le projet va utiliser des technologies en cours de développement et pouvant être déployées à grande échelle pour le suivi de biodiversité (bioacoustique, métabarcoding environnemental).

Des couples de placettes, une centrée sur un arbre à cavité de pic noir et l'autre (contrôle) sans cavité, seront équipées de capteurs bioacoustiques miniaturisés pour l'enregistrement de données sonores et ultrasonores, ciblant oiseaux et chauve-souris. En parallèle, les arbres de chaque placette seront mesurés afin de calculer les indicateurs de biodiversité (arbres morts debout et au sol, arbres de grandes dimensions, microhabitats).

Les communautés fongiques des microhabitats des cavités de pic seront comparées aux communautés fongiques lignicoles associées aux autres bois morts forestiers. De plus, TRAMETES 2 documentera les modes de dispersion des propagules fongiques par la faune colonisant les cavités de pic noir (insectes xylophages, avifaune, petits mammifères).



## BIOFORDIV

### PROJET EXPLORATOIRE

2023-2025

#### Contacts

**Pilar Fernandez-Conradi**

pilar.fernandez@inrae.fr

**Thomas Boivin**

thomas.boivin@inrae.fr

#### Mots clés

Indicateurs de biodiversité

Métabarcoding

ADN environnemental

Interdisciplinarité

#### Disciplines impliquées

Entomologie

Ornithologie

Botanique

Écologie des communautés

Écoacoustique

Systématique moléculaire

Interactions entre la gestion

forestière et la biodiversité

#### Départements

**concernés**

ECODIV

#### Unités impliquées

URFM

URZF

UMR RECOVER

UMR DYNAFOR

#### Partenaires

Conservatoire d'Espaces Naturels

(CEN) d'Occitanie

Centre Régional de la Propriété

Forestière (CRPF)

## Diversité taxonomique, fonctionnelle et phylogénétique des biocénoses forestières le long d'un gradient de naturalité

### Contexte et enjeux

Situés à un carrefour biogéographique entre influences atlantiques et méditerranéennes, les écosystèmes forestiers d'Occitanie et leur biodiversité sont particulièrement impactés par les changements climatiques et leurs conséquences fonctionnelles dans les biocénoses. Notre capacité à prendre en compte les enjeux de conservation face aux perturbations environnementales repose en partie sur le développement d'outils de suivi et de quantification de la biodiversité plus rapides, moins coûteux et non létaux. Ils peuvent contribuer à la production d'indicateurs du potentiel de résilience de ces forêts aux perturbations, sur lesquels l'adaptation d'une gestion forestière favorable à la conservation de la biodiversité pourra se baser.



© INRAE - Thomas Boivin

### Objectifs

Le projet BIOFORDIV vise à estimer l'impact des modes de gestion des écosystèmes forestiers sur la diversité de leur biocénose. Plus précisément, il s'agira de :

1. Décrire et quantifier les diversités taxonomiques, fonctionnelles, et phylogénétique des oiseaux, des insectes et des plantes vasculaires dans un gradient de naturalité de sapinières (*Abies alba*) d'Occitanie,
2. Tester l'efficacité de nouvelles méthodes d'inventaires faunistiques et floristiques relevant de l'intelligence artificielle et de la biologie moléculaire (e.g. métabarcoding, ADN environnemental, écoacoustique),
3. Explorer comment la biodiversité répond au degré de naturalité des sapinières et à l'historique de leur gestion.

Les apports du projet permettront à terme de quantifier les relations entre les capacités évolutives et de réponse aux stress environnementaux des sapins et la diversité taxonomique, fonctionnelle et phylogénétique des biocénoses qui leur sont associées dans des contextes de gestion forestière contrastés.

### Démarches

BIOFORDIV déploiera une approche interdisciplinaire et pluri-taxonomique de mesure de biodiversité dans des peuplements de Sapin pectiné (*Abies alba*) dans l'étage montagnard moyen-supérieur des Pyrénées orientales (Canigou) et de Haute-Garonne (Burat). Ces peuplements sont situés dans un gradient de naturalité associé à leur mode historique de gestion forestière, c'est-à-dire des forêts anciennes sans trace d'exploitation sylvicole (>100 ans), anciennement exploitées (> 50 ans) et gérées pour l'exploitation de bois. Les taxons étudiés sont les oiseaux, les insectes et les plantes herbacées.

Dans chaque type de forêt, des indices de diversité taxonomique, fonctionnelle et phylogénétique seront produits.

L'analyse portera sur l'effet du degré de naturalité sur ces indices et leur association à d'autres indicateurs produits dans ces mêmes forêts (e.g. abondance de dendro-habitats, diversité potentielle IBP, santé individuelle et globale des arbres, résilience à la sécheresse, capacité évolutive) par le projet OcciGen (2021-2025), financé par la région Occitanie et porté par INRAE.



iSERV

PROJET  
EXPLORATOIRE  
2023-2025

## Relation diversité intraspécifique – services écosystémiques : rôle des pratiques de repeuplement piscicole

### Contacts

Allan Raffard  
allan.raffard@inrae.fr

### Mots clés

Diversité intraspécifique  
Repeuplement  
Cycle des nutriments  
Production de biomasse  
Évaluation économique

### Disciplines impliquées

Écologie évolutive et fonctionnelle  
Génétique des populations  
Théorie métabolique de l'écologie  
Évaluation économique  
Chimie environnementale  
Gestion et écologie piscicole  
Scalimétrie

### Départements concernés

[AQUA](#)  
[ECODIV](#)  
[ECOSOCIO](#)

### Unités impliquées

[CARTEL](#)  
[UMR DECOD](#)  
[UMR RECOVER](#)  
[BETA](#)

### Partenaires

[SETE CNRS](#)  
[Fédération de pêche de Haute-Savoie](#)  
[AAPPMA - Anney lac pêche](#)

### Contexte et enjeux

Des changements extrêmement rapides dans la diversité intraspécifique se produisent actuellement dans le monde et cette facette de la diversité est un élément majeur du fonctionnement des écosystèmes. En milieux aquatiques, la faune piscicole est fortement affectée par les activités humaines et le changement climatique et elle fait l'objet de plusieurs pratiques de gestion. Les programmes de repeuplement sont notamment devenus une pratique courante pour soutenir les populations en danger et ils peuvent conduire à une hybridation génétique.

L'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*) est une espèce patrimoniale des grands lacs péri-alpins importante pour la pêche et pour l'écosystème par son positionnement trophique (top-prédateur). Des programmes de repeuplement par alevinage avec des individus originaires du lac d'Annecy et du Léman ont été mis en place pour pallier le déclin de ses populations. Bien qu'ayant une origine commune, les ombles de ces 2 lacs ont subi des contraintes environnementales très différentes au siècle dernier pouvant engendrer des adaptations des individus à ces conditions différentes. Des divergences génétiques et phénotypiques sont donc attendues et des hybridations entre individus de différentes origines peuvent modifier fortement la structure génétique et phénotypique de la population du lac d'Annecy, modifiant les services soutenus par cette espèce.



© INRAE - J. Guillard

### Objectifs

Ce projet aura pour objectif de comprendre le rôle du repeuplement dans le lac d'Annecy sur la diversité intraspécifique (génétique et fonctionnelle) de l'omble et les services écosystémiques (production de biomasse et régulation du cycle des nutriments).

Il s'articulera autour de quatre sous-objectifs :

1. quantifier les différences fonctionnelles entre individus de différentes origines et leurs hybrides.
2. étudier les effets de ces différences sur des services de régulation et de production en utilisant une approche en mésocosmes.
3. tester les effets du repeuplement sur la structure génétique et la production d'ombles dans le lac d'Annecy.
4. comprendre les préférences de la population locale pour différentes stratégies de conservation influençant la qualité de l'eau, les populations et les variétés génétiques de l'omble chevalier et estimer l'impact sur la pêche récréative.

### Démarches

Le projet mobilise l'acquisition de connaissances in situ, la mise en place d'expérimentations en mésocosmes et la mise en œuvre de nombreuses techniques.

Des traits physiologiques décrits comme affectant les interactions dans les communautés seront mesurés sur des poissons de différentes familles. Ces mesures serviront à comprendre les liens entre diversité intraspécifique et services écosystémiques.

Des mésocosmes seront inoculés avec du phytoplancton et des invertébrés benthiques et pélagiques quelques mois avant l'introduction des poissons d'origines différentes puis des relevés seront effectués pour évaluer les concentrations d'azote, phosphore et carbone (cycle des nutriments) ; les échanges gazeux (CO<sub>2</sub>) avec l'atmosphère (séquestration du carbone) ; la composition des communautés d'invertébrés (soutien des réseaux trophiques).

La croissance des poissons sera quantifiée à partir des lectures d'otolithes et le génotype de 30 individus de chaque groupe sera séquencé (marqueur microsatellites) afin d'inférer des différences génétiques entre groupes.

Pour répondre au dernier sous objectif, une enquête socio-économique sera effectuée auprès de pêcheurs récréatifs locaux et de la population générale.

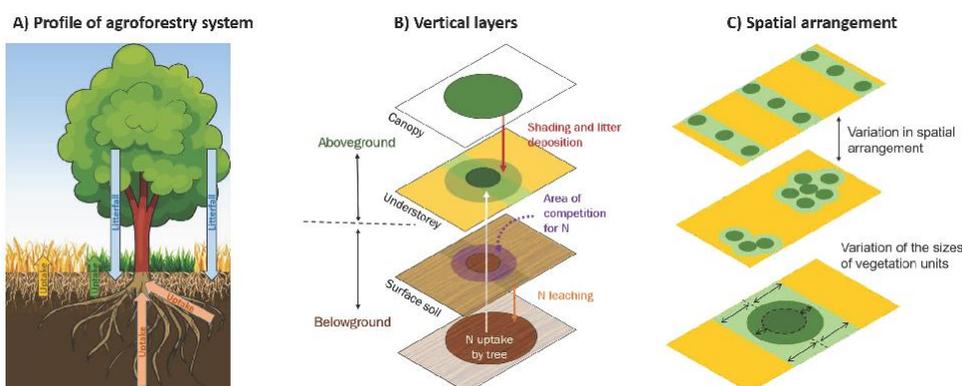


# La gestion et l'agencement spatial des systèmes agroforestiers comme leviers du recyclage de l'azote : une approche par modélisation de type méta-écosystème

## Contexte et enjeux

Les systèmes agroforestiers (SAF) sont des systèmes agricoles complexes, diversifiés et durables associant des arbres à des cultures et/ou des pâturages afin d'améliorer la fourniture de services écosystémiques. Ils peuvent augmenter la production agricole, réduire l'érosion des sols, conserver la biodiversité, améliorer la séquestration du carbone, atténuer les émissions de gaz à effet de serre et améliorer la fertilité des sols. Les différents types de SAF varient par leur diversité végétale et leur structure, dans l'espace ou dans le temps et tirent leurs bénéfices des interactions écologiques entre leurs différentes « sous-unités » (arbres, cultures annuelles, cultures pérennes, prairies, végétation spontanée...).

L'agencement spatial des sous-unités des SAF, leur composition végétale et les pratiques associées (labour, recyclage des résidus, etc.), déterminent la manière dont elles interagissent et affectent les processus écologiques. Étant donné le rôle important joué par l'azote dans la productivité et la durabilité des SAF il est primordial de pouvoir évaluer comment l'agencement spatial des sous-unités, leurs proportions relatives, ainsi que les pratiques qui y sont menées, peuvent affecter le recyclage de ce nutriment au sein des SAF ainsi que les services écosystémiques qui y sont liés : production végétale (fibres et aliments) et support (disponibilité et conservation de l'azote).



© INRAE

### Contacts

**Simon Boudsocq**  
simon.boudsocq@inrae.fr  
**Céline Casenave**  
celine.casenave@inrae.fr

### Mots clés

Agroforesterie  
Méta-écosystème  
Azote  
Spatialisation  
Interaction arbre-culture

### Disciplines impliquées

Écologie théorique  
Modélisation écologique  
Modélisation des flux  
Modélisation mathématique  
Écologie des méta-écosystèmes  
Étude de la microfaune, de la macrofaune et des fonctions du sol

### Départements concernés

AGROÉCOSYSTEMES  
ECODIV  
MATHNUM

### Unités impliquées

UMR ECO&SOLS  
UMR MISTEA  
UMR ABSYS  
IEES Paris

## Objectifs

Le projet ambitionne de construire un modèle mathématique de type méta-écosystème, à mi-chemin entre écologie et agronomie, pour étudier les effets de l'organisation spatiale des systèmes agroforestiers sur leur productivité. Ce modèle permettra de décrire les flux et stocks d'azote au sein de chacune des sous-unités d'un SAF ainsi que les flux connectant ces sous-unités en tenant compte de leur agencement spatial (disposition, géométrie et taille), de leur composition végétale et des pratiques qui y sont menées.

Ce modèle permettra d'étudier le cas d'un SAF particulier sur un site expérimental instrumenté méditerranéen (dispositif INRAE DIAMs à Mauguio).

## Démarches

Le projet repose sur une approche multidisciplinaire et innovante car elle se situe entre modélisation écologique et modélisation agronomique et permet de s'intéresser aux rôles des pratiques agricoles et de l'organisation spatiale sur la dynamique des flux et stocks d'azote au sein du méta-écosystème.

Une synthèse de la littérature permettra de définir une typologie des SAF afin d'identifier et caractériser les sous-unités des différents types de SAF en vue de la construction d'un modèle générique : les configurations spatiales possibles, les compositions végétales et leur biodiversité associée, les types de sols et les fonctions du sol associées, les pratiques agricoles.

Cette typologie permettra la détermination des compartiments, des flux, ainsi que leurs expressions mathématiques dans le modèle. Des paramètres se rapportant à l'agencement spatial du SAF, tels que les surfaces relatives des sous-unités, permettront de déterminer les surfaces de chevauchement entre ces dernières.

De nouvelles données acquises in situ sur le site expérimental instrumenté DIAMs compléteront celles déjà disponibles pour paramétrer le modèle. Les biomasses et productions végétales des différentes sous-unités du SAF ainsi que les teneurs en azote minéral et organique du sol seront mesurées à différentes profondeurs. Le traçage isotopique de l'azote permettra d'évaluer les flux de transfert entre les sous-unités du SAF.

# Thèses



THÈSE  
2020-2023

# Mélanger les espèces pour produire des services écosystémiques : co-conception d'un outil d'intégration et de partage des connaissances scientifiques et empiriques en mobilisant les concepts de l'écologie fonctionnelle

## Contacts

**Malick Ouattara**

malick.ouattara@inrae.fr

**Raphaël Paut**

raphaël.paut@inrae.fr

**Safia Médiène**

safia.mediene@inrae.fr

**Muriel Valantin-Morison**

muriel.morison@inrae.fr

**Date de démarrage** : 01/12/2020

**Unité d'accueil** : [UMR](#)

[AGRONOMIE](#)

**Centre INRAE** : Ile-de-France -  
Versailles-Grignon

**Direction de la thèse** : Muriel  
Valantin-Morison

**Co-direction de la thèse** : Safia  
Médiène

**Encadrement de la thèse** :  
Raphaël Paut

**Doctorant** : Malick Ouattara

**Université et école doctorale** :  
Université Paris-Saclay ; ABIES  
(Agriculture Alimentation Biologie  
Environnement Santé)

**Financements** : [Métaprogramme  
Biosefair](#) / Arvalis institut du végétal

## Disciplines impliquées

Agroécologie

Agronomie

Écologie fonctionnelle

Sciences de la conception

## Contexte

L'agriculture actuelle est basée essentiellement sur l'utilisation des engrais, des produits phytosanitaires et la culture pure afin de maintenir une productivité élevée. Cependant, l'utilisation des engrais de synthèse et des produits phytosanitaires a un impact négatif sur l'environnement et a montré ses limites en termes de durabilité des agroécosystèmes. Un levier mobilisable est de promouvoir les services écosystémiques par le mélange d'espèces cultivées pour favoriser les régulations biologiques. Cependant, on sait peu de choses sur la manière de mélanger les espèces pour favoriser ces services écosystémiques. De plus, de nombreuses combinaisons entre espèces sont possibles pour concevoir des mélanges de cultures.

## Objectifs

Notre but est donc de proposer une méthode générique de conception des mélanges d'espèces basée sur une approche fonctionnelle, qui permette de prendre en compte le fonctionnement des mélanges afin de s'affranchir de la spécificité de chaque espèce.

## Démarche

Afin de comprendre ces fonctionnements, nous mobiliserons des (i) connaissances scientifiques à travers la littérature et l'expérimentation et des (ii) connaissances empiriques recueillies lors d'ateliers conception avec différents acteurs ayant une expertise sur le fonctionnement des mélanges d'espèces. Cette démarche nous permettra de définir les modes d'assemblages des mélanges ainsi que les services écosystémiques qu'ils peuvent rendre.

## Résultats attendus

L'identification des fonctions et des traits importants nous permettra d'évaluer le niveau de service rendu par un mélange d'espèces et d'identifier les mélanges d'espèces les plus susceptibles de rendre un ou plusieurs services dans un contexte agro-environnemental donné. Ces connaissances pourront permettre de développer des outils pour les agriculteurs et conseillers afin de les aider dans le choix des espèces pour faire des mélanges dans les parcelles agricoles





# Réponse fonctionnelle des prairies du Massif central au changement climatique : identifier le rôle de la biodiversité à court, moyen et long terme

## Contacts

**Nathan Rondeau**

nathan.rondeau@inrae.fr

**Pascal Carrere**

pascal.carrere@inrae.fr

**Katja Klumpp**

katja.klumpp@inrae.fr

**Nicolas Gross**

nicolas.gross@inrae.fr

**Date de démarrage :** 01/12/2021

**Unité d'accueil :** UMR

ÉCOSYSTÈME PRAIRIAL

**Centre INRAE :** Clermont-Ferrand  
Auvergne Rhône Alpes

**Direction de la thèse :** Pascal  
Carrère

**Encadrement de la thèse :** Katja  
Klumpp et Nicolas Gross

**Doctorant :** Nathan Rondeau

**Université et école doctorale :**

Université Clermont Auvergne ;  
École Doctorale des Sciences de la  
Vie, Santé, Agronomie,  
Environnement ED SVSAE, ED 65

**Financements :** Métaprogramme

Biosefair / Clermont-Auvergne-  
Métropole

## Disciplines impliquées

Écologie

Agronomie

## Contexte

Le changement climatique altère le fonctionnement des êtres vivants et pousse les écosystèmes vers leurs limites écologiques, au-delà desquelles ils ne seront plus en capacité de maintenir leur fonctionnement et de fournir des services écosystémiques au niveau actuel. Nos connaissances actuelles nous permettent d'affirmer que cela aura des conséquences dramatiques pour la vie sur Terre (érosion de la biodiversité) et les sociétés humaines (conditions de vie). Un des enjeux de ce travail de thèse est d'analyser et d'évaluer en quoi la biodiversité, tant du point de vue écologique que fonctionnel, peut constituer un levier d'action important pour adapter les systèmes d'élevage au changement climatique et accompagner leur transition.

## Objectifs

Nous focaliserons sur les agroécosystèmes gérés et riches en biodiversité que sont les prairies permanentes. Nous chercherons en particulier à mieux caractériser et comprendre la dynamique spatio-temporelle des communautés végétales dans un contexte de changements climatiques et leur impact sur le fonctionnement de l'écosystème et sa capacité à délivrer des services écosystémiques, en regard d'une diversité de pratiques de gestion.

Il s'agira de comprendre comment la structure et le fonctionnement des agroécosystèmes prairiaux du Massif central répondent aux changements climatiques et comment cette réponse est tributaire des changements de pratiques et de biodiversité dans le temps et l'espace.

Dans un premier temps, nous analyserons les relations entre la diversité fonctionnelle des plantes et la dynamique/stabilité des communautés végétales au sein des écosystèmes prairiaux. Nous proposons de mobiliser les avancées les plus récentes en matière d'écologie en étudiant les différentes formes de distribution des traits fonctionnels de communautés végétales soumises à des pratiques de gestion contrastées. Pour ce faire nous utiliserons les données issues d'un dispositif d'observation long terme (20 ans) implanté à 900 m d'altitude (Massif central, dispositif ACBB-Anaee-F) sur une prairie permanente et manipulant les taux de perturbation (fauche, pâturage) et de fertilisation (NPK). L'étude de la forme des distributions fonctionnelles nous permettra de mettre en évidence des dynamiques d'assemblage des espèces non aléatoires dans les communautés végétales mais dépendantes des pratiques de gestion.

Dans un second temps, nous évaluerons les conséquences des choix de gestion des éleveurs.euses en réponse aux facteurs du changement climatique sur les écosystèmes prairiaux au sein d'un espace géographique contrasté. Nous nous appuyerons sur un jeu de données acquis pendant plus de 15 ans (2008 – 2016 – 2022) sur une soixantaine d'exploitations d'élevage distribuées sur six départements du Massif central. La caractérisation des changements climatiques, biologiques, pédologiques et de pratiques de gestion constituera une sortie importante de cette étude et permettra une meilleure compréhension des réponses écosystémiques au changement et des effets qui en découlent (en termes de dynamique de végétation et de services écosystémiques). Pour cela nous substituerons la dimension temporelle à la dimension spatiale (« space-for-time substitution » Hypothesis) au sein de l'espace « Massif central », contrasté d'un point de vue topographique et pédologique. Il s'agira plus spécifiquement de comparer la réponse des écosystèmes observée dans le temps et l'espace et d'approfondir les connaissances sur les facteurs potentiellement impliqués dans cette équivalence. Nous faisons l'hypothèse qu'en ciblant les corrélations globales entre variables climatiques, agronomiques, pédologiques et de biodiversité nous parviendrons à approcher des prédictions sur le fonctionnement des écosystèmes prairiaux et notamment leur potentiel de stockage du carbone au sein des différents pools de matière organique du sol.

En complément des apports cognitifs de ce travail, nous souhaitons également en nous appuyant sur l'identification et la construction de scénarios potentiels, associant changement climatique, de pratiques de gestion et d'assemblage de communautés, pouvoir évaluer les effets éventuels de ces changements multiples sur la stabilité des agroécosystèmes prairiaux et leur capacité à maintenir des services écosystémiques au niveau attendu par les éleveurs et/ou la société.

**Contacts****Aliénor Jeliaskov**

alienor.jeliaskov@inrae.fr

**Guillaume Thirel**

guillaume.thirel@inrae.fr

**Swann Felin**

swann.felin@inrae.fr

**Date de démarrage** : 01/10/2021**Unité d'accueil** : [UR HYCAR](#)**Centre INRAE** : Ile-de-France –  
Jouy-en-Josas – Antony**Direction de la thèse** : Gaël  
Grenouillet - Laboratoire EDB, UMR  
CNRS 5174, Université Paul  
Sabatier Toulouse 3**Encadrement de la thèse** : Aliénor  
Jeliaskov et Guillaume Thirel**Doctorant** : Swann Felin**Université et école doctorale** :Université Paul Sabatier Toulouse  
3 ; SEVAB (Sciences écologiques,  
vétérinaires, agronomiques et  
bioingénieries), Toulouse (ED 458)**Financements** : [Métaprogramme  
Biosefair](#) / Agence de l'eau Seine  
Normandie**Disciplines impliquées**Écologie des milieux aquatiques  
Hydrologie

# Prospectives de biodiversité dans le bassin de la Seine face aux changements globaux sous contraintes de connectivités

## Contexte

Face aux changements globaux, un enjeu majeur pour nos sociétés est la protection de la biodiversité. Dans ce contexte, des territoires tels que les bassins versants ont besoin d'identifier les zones à risques vis-à-vis de cet enjeu. Pour aider les politiques publiques à adapter leurs mesures face à ces changements et mieux anticiper les actions à mener en priorité sur les territoires, il est devenu essentiel de se projeter, i.e. de simuler les conséquences dans le futur de nos actions passées et présentes et d'analyser différents scénarios de futurs potentiels changements au sein des territoires.

## Objectifs

Pour évaluer les facultés de résilience de la biodiversité, notamment des communautés de poissons, face aux changements globaux, les recherches jusqu'à présent se sont principalement concentrées sur le rôle du changement climatique (p. ex. température), voire des usages du sol (p. ex. urbanisation). Or un défi de taille subsiste quant à la compréhension et l'anticipation du rôle des connectivités (p. ex. barrages, étiages) et du contexte paysager (p. ex. réserves) qui vont fortement conditionner le déplacement, la dispersion et donc, la réponse des espèces aux modifications de leur environnement.

Cette thèse vise donc à produire des perspectives de biodiversité des poissons à horizons temporels futurs sur la base de scénarios de changements hydroclimatiques (p. ex. débits), d'aménagement (p. ex. pour la navigation fluviale) et d'usages du sol (p. ex. agriculture) en prenant en compte de façon explicite et pertinente les connectivités physiques et écologiques au sein du bassin versant.

Ce travail interdisciplinaire, alliant écologie prédictive et hydroclimatologie permettra d'orienter les actions et les mesures de gestion en assurant la cohérence des mesures à travers les territoires - dans notre cas, le Bassin de la Seine.





# Synchronismes et antagonismes dans les relations entre environnement agricole, biodiversité et fonctions écologiques en Zone Tampon Humide Artificielle

## Contacts

**Jérémie Lebrun**

jeremie.lebrun@inrae.fr

**Alexandre Michel**

alexandre.michel@inrae.fr

**Aliénor Jeliakov**

alienor.jeliakov@inrae.fr

**Date de démarrage :** 01/02/2022

**Unité d'accueil :** UR HYCAR

**Centre INRAE :** Ile-de-France Jouy-en-Josas - Antony

**Direction de la thèse :** Julien Tournebize

**Encadrement de la thèse :** Jérémie Lebrun, Aliénor Jeliakov

**Docteurant :** Alexandre Michel

**Université et école doctorale :** AgroParisTech - ABIES

**Financements :** Métaprogramme Biosefair / OFB – programme ECOPHYTO

## Disciplines impliquées

Écologie des milieux

Écotoxicologie

Écologie

Sciences de l'environnement

## Contexte

Dans un contexte agricole, les Zones Tampons Humides Artificielles (ZTHA), éléments paysagers à l'interface entre parcelles et milieu aquatique, sont conçues de manière à intercepter les eaux de drainage et réduire naturellement les concentrations de pesticides circulant dans l'hydrosphère. Ces écosystèmes artificiels sont également des refuges favorables pour de nombreux taxons et contribuent au rétablissement des continuités écologiques. De par leur fonction de rétention, les ZTHA sont cependant des réservoirs potentiels de pesticides susceptibles d'avoir des effets non intentionnels sur les populations qu'elles abritent et les fonctions écologiques associées. Ainsi, selon le contexte paysager dans lequel elles s'inscrivent, leur rôle et leurs caractéristiques structurelles et physicochimiques, les ZTHA peuvent agir comme des pièges écologiques.

## Objectifs

Pour évaluer les impacts sur la biodiversité, il est indispensable d'évaluer les synchronismes et antagonismes entre ces dynamiques temporelles pour une gestion intégrée du paysage alliant ainsi efficacité d'abattement des pesticides, support de biodiversité et services écosystémiques.

Dans ce contexte, SynBioTox propose d'évaluer l'impact des pesticides sur la faune aquatique d'un site pilote instrumenté depuis 2012, la ZTHA de Rampillon (77). Selon une approche systémique (étude multi-taxa, multi-niveaux, multi-réponses), les trois axes de recherche de la thèse portent sur : (i) l'évaluation de l'état écologique de l'écosystème aquatique d'un point de vue structurel et fonctionnel (communauté d'amphibiens, communauté de macro-invertébrés benthiques, fonctions écosystémiques), (ii) l'étude multi-niveaux et multi-réponses des effets d'un cocktail de pesticides représentatif de la pression chimique de la ZTHA sur une espèce de Gammaridae sentinelle (*Gammarus fossarum*) en mésocosmes, (iii) l'évaluation des effets de la pression chimique de la mare sur certains traits cellulaires chez les amphibiens autochtones (activités enzymatiques).

SynBioTox fournira des connaissances sur le fonctionnement des ZTHA, éléments paysagers d'atténuation de transferts de pesticides et sur le risque toxique encouru pour la biodiversité - connaissances essentielles pour une gestion durable alliant efficacité d'abattement des pesticides et services écosystémiques.

De plus, SynBioTox permettra de fournir des recommandations aux gestionnaires de zones humides et aux agriculteurs. Il identifiera aussi des espèces sentinelles, développera des biomarqueurs et des indicateurs globaux d'effets combinés de molécules phytopharmaceutiques, contribuant ainsi à proposer des outils de diagnostic de l'état de santé de ces écosystèmes artificiels et à améliorer l'évaluation des risques liés aux multi-contaminations chroniques.



Une zone tampon humide artificielle



THÈSE  
2022-2025

### Contacts

**Olivier Lepais**

olivier.lepais@inrae.fr

**Aurélien Jamoneau**

aurelien.jamoneau@inrae.fr

**Estelle-Marie Blanquart**

estelle-marie.blanquart@inrae.fr

**Date de démarrage :** 01/12/2022

**Unités d'accueil :** UR EABX, UMR BIOGECO

**Centre INRAE :** Nouvelle Aquitaine  
Bordeaux

**Direction de la thèse :** Aurélien  
Jamoneau et Olivier Lepais

**Doctorante :** Estelle-Marie  
Blanquart

**Université et école doctorale :**  
École doctorale Sciences et  
Environnement, Université de  
Bordeaux

**Financements :** Métaprogramme  
Biosefair / Région Nouvelle  
Aquitaine

### Disciplines impliquées

Génétique des populations et des  
communautés  
Écologie des communautés

# Diversité génétique et taxonomique des communautés à isoétides des lacs et étangs du littoral aquitain

## Contexte

Les lacs et étangs du littoral aquitain sont des écosystèmes uniques à l'échelle nationale mais également européenne. Ces milieux hébergent une diversité biologique importante et notamment d'un point de vue végétal. Les communautés à isoétides représentent ainsi un ensemble d'espèces d'intérêt patrimonial. Elles sont cependant aujourd'hui fortement menacées, notamment par les activités humaines. Alors que des opérations de conservation et de restauration sont envisagées pour protéger ces espèces, il est essentiel d'acquérir des connaissances sur la diversité génétique des populations et son lien avec la diversité taxonomique afin de mieux comprendre le fonctionnement des métapopulations et métacommunautés de ces habitats reconnus d'intérêt communautaire.

## Objectifs

Ce projet de thèse s'articulera autour de 3 axes principaux. Dans un premier temps une analyse comparative de la répartition de la diversité génétique sera effectuée chez 9 espèces caractéristiques de ces communautés. Ensuite, le lien entre la diversité taxonomique et la diversité génétique sera étudié afin de mieux comprendre les mécanismes qui gouvernent l'assemblage des espèces à une échelle locale. Enfin, ces résultats seront placés dans une perspective de restauration et conservation, en analysant plus finement la connectivité à l'échelle régionale (entre les différents lacs) et à l'échelle locale (au sein des différents lacs) pour proposer les mesures de gestion adaptées. Il s'agit notamment de savoir si les populations les plus au sud sont complètement isolées des populations situées plus au nord et si des flux de gènes existent entre les lacs qui sont connectés entre eux. La significativité des processus en œuvre chez les deux espèces rares sera évaluée par comparaison avec les patrons observés chez les espèces plus communes.





## MICROPLASTIQUES

### THÈSE

2022-2025

#### Contacts

**Juliette Faburé**

juliette.fabure@inrae.fr

**Isabelle Lamy**

isabelle.lamy@inrae.fr

**Date de démarrage :** dernier trimestre 2022

**Unité d'accueil :** [UMR ECOSYS](#)

**Centre INRAE :** Ile-de-France – Versailles-Grignon

**Direction de la thèse :** Juliette Faburé (ECOSYS) et Agnès Richaume (LEM Lyon)

**Encadrement de la thèse :** Isabelle Lamy (ECOSYS) et Amélie Cantarel (LEM Lyon)

**Doctorant :** Adrien Blanchard

**Université et école doctorale :**

Université Paris-Saclay (AgroParisTech), ABIES (Agriculture Alimentation Biologie Environnement Santé)

**Financements :** [Métaprogramme Biosefair](#) / ANR CE34 Contaminant, Environnement, Santé projet E-Dip « Environmental Dynamics and Impacts of contaminant cocktails originating from Plastics in soil ecosystems » 2022-2026

#### Disciplines impliquées

Écotoxicologie

Écologie microbienne

Écophysiologie végétale

Écologie fonctionnelle

Biogéochimie des sols

# Effets écotoxicologiques et conséquences écologiques des microplastiques sur le fonctionnement des sols

## Contexte

L'utilisation croissante de plastiques de nature diverse conduit à l'accumulation et au stockage à long terme de microplastiques dans les sols. Des travaux récents dans la littérature montrent l'impact des microplastiques sur les organismes du sol et les conséquences sur les fonctions écologiques essentielles qu'ils assurent. Mais il s'agit encore d'approches écotoxicologiques au travers d'effets sur certains organismes pris isolément (microorganismes, microfaune, macrofaune et plantes), sans aborder les questions des interactions de ces organismes entre eux. De plus dans les sols agricoles la présence de microplastiques est souvent associée à des apports via des amendements organiques. L'impact des microplastiques sur le fonctionnement biologique des sols en présence de ces matrices organiques est encore peu documenté.

## Objectifs

L'enjeu de cette thèse est de comprendre les conséquences écologiques de la présence de microplastiques sur le fonctionnement du sol. L'objectif est double : quantifier leurs effets écotoxicologiques sur les organismes du sol pris individuellement et en inter-relation et mettre en évidence les perturbations des processus clés du fonctionnement du sol. Il s'agira en particulier de vérifier l'hypothèse que l'exposition aux microplastiques est exacerbée par les interactions entre organismes dans le sol, tandis que le rôle des plantes dans les relations belowground-aboveground devra être précisé ainsi que l'importance des substrats organiques vecteurs des apports de microplastiques.

Les effets directs des microplastiques seront testés sur des organismes modèles afin d'évaluer l'influence des interactions trophiques sur l'écotoxicité des microplastiques via les rétroactions des différents organismes étudiés. La démarche générale repose sur des expérimentations dans des systèmes contrôlés avec une complexification croissante des situations d'exposition et une modélisation des effets observés au regard des réseaux trophiques. Les résultats attendus apporteront de nouvelles connaissances sur l'écotoxicité fonctionnelle des microplastiques, avec pour finalité l'élaboration d'un modèle conceptuel.



© INRAE - Sébastien Breuil

*Du point de vue des vers de terre*



# Modélisation intégrée des réseaux d'activités, services écosystémiques et de la biodiversité en Camargue. Étude des dynamiques et des compromis pour un territoire durable dans un contexte de changements globaux et de transition agroécologique

THÈSE  
2022-2025

## Contacts

**Olivier Therond**

olivier.therond@inrae.fr

**Olivier Boutron**

boutron@tourduvalat.org

**Arnaud Bechet**

bechet@tourduvalat.org

**Date de démarrage :** dernier trimestre 2022

**Unité d'accueil :** [UMR LAE](#)

**Centre INRAE :** Grand-Est Colmar

**Direction de la thèse :** Olivier Therond (LAE) - Arnaud Béchet (Tour du Valat)

**Encadrement de la thèse :** Olivier Boutron (Tour du Valat)

**Doctorante :** Rose Rodier

**Université et école doctorale :**

Université de Lorraine, Science et ingénierie des ressources naturelles (SIRENA)

**Financements :** [Métaprogramme Biosefair](#) / Tour du Valat, institut de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes

## Disciplines impliquées

Agroécologie

Agronomie

Écologie fonctionnelle

Sciences de la conception

## Contexte

La Camargue (delta du Rhône) est un socio-écosystème complexe qui présente de nombreux enjeux en termes de biodiversité et d'activités économiques et culturelles. Dans un contexte de changements globaux, le delta est confronté à des forçages anthropiques (gestion de l'eau dans les espaces agricoles et naturels, pratiques agricoles) et climatiques (précipitations, évapotranspiration) qui affectent l'équilibre hydro-salin de ce territoire. Ce fonctionnement hydro-salin est un élément central dans la dynamique des habitats et espèces de Camargue et des réseaux d'activités et de services associés.

## Objectifs

Afin de développer une vision intégrée du fonctionnement du delta de la Camargue, cette thèse vise à développer un modèle simulant la dynamique et les relations entre allocation de la ressource en eau dans les bassins versants agricoles, les activités agricoles, les principaux services écosystémiques et les groupes emblématiques de la biodiversité. Ce modèle permettra d'évaluer l'influence (i) de scénarios tendanciels d'évolution des pratiques agricoles et (ii) de scénarios d'évolution des forçages hydro-climatiques.

Plusieurs services écosystémiques seront particulièrement étudiés : (i) les services d'approvisionnement liés à l'agriculture, à l'élevage et à la pêche ; (ii) les services de régulation des inondations et de la qualité de l'eau, avec notamment un focus sur la régulation de la dynamique hydro-saline et (iii) les services culturels, avec notamment les habitats (rizières) et espèces (e.g. Flamants roses) ayant une signification symbolique clef pour ce territoire.

Ce modèle permettra donc une meilleure compréhension de la réponse des socio-écosystèmes deltaïques à différents forçages anthropiques et climatiques. À terme, il a vocation à être utilisé au sein de processus délibératifs multi-acteurs visant à établir une allocation de la ressource en eau concertée permettant les meilleurs compromis possibles entre les différents services attendus dans le contexte de l'essor de l'agroécologie et des changements globaux.

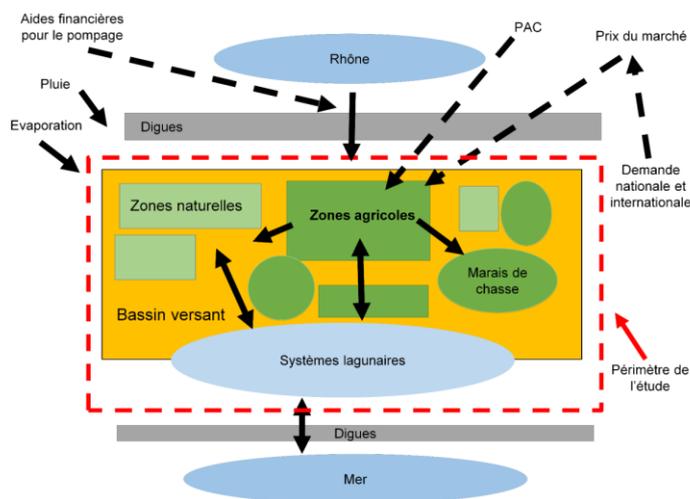


Schéma du système considéré pour l'étude avec les digues au Rhône et à la mer qui conditionnent les échanges d'eau douce et d'eau salée entre le bassin versant composé d'une matrice mêlant milieux agricoles, zones humides naturelles et marais de chasse, et les systèmes lagunaires au sud.



THÈSE

2023-2026

# Dynamique temporelle de la biodiversité et des services écosystémiques des prairies permanentes françaises face aux changements globaux

## Contacts

**Nicolas Gross**

nicolas.gross@inrae.fr

**Julien Pottier**

julien.pottier@inrae.fr

**Clélia Sirami**

clélia.sirami@inrae.fr

**Date de démarrage** : automne 2023**Unité d'accueil** :UMR ÉCOSYSTÈME PRAIRIAL**Centre INRAE** : Clermont Auvergne Rhône-Alpes**Direction de la thèse** : Clélia Sirami**Encadrement de la thèse** : Nicolas Gross et Julien Pottier**Doctorant** : Christina El Habr**Université et école doctorale** : SEVAB Toulouse INP**Financements** : Métaprogramme Biosefair / OFB

## Disciplines impliquées

Écologie des communautés

Écologie fonctionnelle

Écologie des paysages

Télédétection

## Contexte

Les prairies permanentes jouent un rôle essentiel pour le maintien de l'élevage à l'herbe et la fourniture de services écosystémiques clés pour la transition agroécologique (pollinisation, contrôle des ravageurs, fertilité des sols) et la société (stockage de carbone, purification de l'eau, valeur esthétique). En France, les prairies permanentes sont un des écosystèmes les plus diversifiés mais aussi un des plus menacés à l'échelle nationale. En effet, leur surface a considérablement diminué au cours des dernières décennies, ce qui entrave le fonctionnement des paysages agricoles ainsi que la conservation d'une biodiversité patrimoniale unique. Mais les changements globaux sont également susceptibles d'avoir un effet sur les caractéristiques des prairies restantes. Nous manquons cependant de connaissances sur la dynamique temporelle de la biodiversité et du fonctionnement écologique des prairies permanentes à l'échelle nationale, ainsi que sur les causes sous-jacentes et conséquences de cette dynamique.

## Objectifs

En utilisant une base de données unique constituée par les Conservatoires Botaniques Nationaux de France, la thèse caractérisera la dynamique temporelle de la diversité taxonomique, phylogénétique et fonctionnelle des plantes des prairies permanentes à différentes échelles spatiales (de la parcelle au territoire national) au cours des dernières décennies. En croisant ces données avec des données cartographiques et statistiques, elle en évaluera ensuite les causes, notamment en termes de changements d'utilisation des terres, de structure des paysages et de climat. Enfin, en mobilisant les données issues de la télédétection, elle en évaluera les conséquences d'un point de vue fonctionnel, notamment en termes de résilience des prairies face aux aléas climatiques.

Cette thèse vise ainsi à relever des enjeux scientifiques majeurs de compréhension de la dynamique temporelle de la biodiversité en réponse à de multiples facteurs de changements globaux et de ses conséquences sur le fonctionnement des écosystèmes. Elle vise également à fournir des connaissances actionnables pour améliorer la conservation des prairies et favoriser la transition agroécologique du secteur de l'élevage et son adaptation aux changements climatiques.



Prairies permanentes dans le Parc National des Pyrénées



# Structuration de l'activité biologique édaphique en lien avec la multifonctionnalité des sols des systèmes agroforestiers en milieu méditerranéen et tropical semi-aride

## Contacts

**Mickaël Hedde**

mickael.hedde@inrae.fr

**Christophe Jourdan**

christophe.jourdan@cirad.fr

**Emma Belaud**

emma.belaud@groupe-esa.net

**Date de démarrage** : automne 2023

**Unité d'accueil** : UMR ECO&SOLS

**Centre INRAE** : Occitanie Montpellier

**Direction de la thèse** : Mickaël Hedde (Eco&Sols)

**Encadrement de la thèse** : Christophe Jourdan (Cirad)

**Doctorante** : Emma Belaud

**Université et école doctorale** : GAIA Institut Agro Montpellier

**Financements** : [Métaprogramme Biosefair](#) / CIRAD programme TSARA

## Disciplines impliquées

Écologie des sols

Écophysiologie

Écologie quantitative

Agroécologie

## Contexte

Dans un contexte de changement climatique avec des périodes de stress hydriques de plus en plus fréquentes, notamment dans les milieux tropicaux semi-arides et méditerranéens, l'agroforesterie figure parmi les innovations clés pour l'adaptation de l'agriculture. Ces systèmes tendent à améliorer la résilience des sols par la promotion de la biodiversité édaphique et des fonctions sous-jacentes. Ces fonctions résultent d'interactions complexes entre les différentes composantes biologiques du sol (faune, flore, fonge) et s'opèrent à différentes échelles spatiales et temporelles dans le système agroforestier. Afin de tirer profit de ces dernières, il est nécessaire de comprendre la manière dont s'organise la vie dans le sol, à différentes échelles, en réponse à l'hétérogénéité générée par la présence d'arbres dans les cultures.

## Objectifs

La complexité de la matrice opaque du sol est un obstacle majeur pour l'étude des organismes qui la composent. Aujourd'hui, la plupart des composantes biologiques du sol sont isolées de la matrice afin d'être étudiées. Les biais liés aux stratégies d'échantillonnage et à l'efficacité des méthodes d'extraction sont connus depuis longtemps et limitent les estimations de la biodiversité du sol. Ces approches ne permettent d'étudier qu'une fraction de la biodiversité et réduisent donc notre compréhension du fonctionnement du sol.

L'accélération des progrès technologiques offre des capacités nouvelles pour pallier ces contraintes d'observations. C'est notamment le cas du suivi par imagerie *in-situ*. Elle permet une surveillance temporellement et spatialement dense révélant des phénomènes auparavant inobservables. Dans le sol, l'observation *in-situ* est pratiquée depuis longtemps pour étudier l'activité racinaire, en particulier la dynamique de croissance. Cependant, l'imagerie non-destructive offre des possibilités inexplorées pour l'étude des autres organismes du sol et les interactions qu'ils entretiennent avec leur milieu.

L'étude sera réalisée sur deux sites agroforestiers : un site agroforestier en milieu méditerranéen (situé à Mauguio près de Montpellier en France) et un site agroforestier tropical en zone sèche (situé à Niakhar au Sénégal). Le suivi de l'activité biologique édaphique sera réalisé par imagerie *in-situ*, à l'aide de scanners enterrés. Cette méthode permettra un suivi dynamique dans le temps avec une capture d'image à haute fréquence temporelle (toutes les 6 heures) et intégré (suivi de l'activité à la fois des racines, des mycorhizes et de la mésofaune).

Ce projet vise ainsi à comprendre la manière dont se structure l'activité biologique édaphique, dans le temps et l'espace et comment elle participe à la multifonctionnalité des sols en systèmes agroforestiers méditerranéen et tropical semi-aride. L'utilisation d'une approche innovante d'imagerie *in-situ* permettra un suivi intégré, dynamique et non-destructif de cette vie cryptique.



REMIFO

THÈSE

2023-2026

# Quelle place les acteurs des territoires forestiers accordent-ils aux végétaux dans leurs représentations et pratiques collectives ?

## Enquête sur l'évolution des relations aux milieux forestiers dans le Parc Naturel Régional Livradois-Forez

### Contacts

**Marieke Blondet**

marieke.blondet@inrae.fr

**Michaël Ricchetti**

m.ricchetti@protonmail.com

**Michel Streith**

michel.streith@inrae.fr

**Date de démarrage :** automne 2023

**Unité d'accueil :** [UMR SILVA](#)

**Centre INRAE :** Grand Est-Nancy

**Direction de la thèse :** Michel Streith (Université Clermont-Auvergne, CNRS, LaPSCo)

**Encadrement de la thèse :** Marieke Blondet (AgroParisTech, UMR SILVA)

**Doctorant :** Michaël Ricchetti

**Université et école doctorale :** Université Clermont Auvergne, ED 370 - Lettres et Sciences Humaines et Sociales

**Financements :** [Métaprogramme Biosefair](#) / ADEME

### Disciplines impliquées

Anthropologie

Écologie

### Contexte

Les forêts françaises subissent les effets combinés de perturbations climatiques, sanitaires et anthropiques, tout en étant identifiées comme une des solutions à la transition écologique. Il en résulte une intensification des controverses autour de l'avenir des forêts et des services écosystémiques associés. Ces débats pourraient refléter, sur le terrain, des changements plus profonds dans les interactions entre humains et ces milieux et s'incarner dans de nouveaux modes de gouvernance.

### Objectifs

Par une enquête sur les transformations collectives en cours dans le territoire du Parc Naturel Régional Livradois-Forez, l'objectif est de suivre l'évolution des relations aux forêts et plus largement, aux végétaux, pour rendre compte des transformations vécues par les acteurs locaux, à même de faire émerger de nouveaux modes de gouvernance dans les territoires forestiers. L'étude portera plus spécifiquement sur :

- 1) Les transformations vécues par les acteurs locaux (gestionnaire compris), soit la manière dont les individus et les collectifs font l'expérience de la crise écologique et forestière dans leur territoire ;
- 2) L'évolution des relations tissées avec les forêts : dans un contexte montant de remise en question des choix de gestion forestière, la réflexion sera étendue aux interactions entre êtres humains et êtres vivants non humains ;
- 3) L'articulation entre différentes formes de savoirs : identifier et relier les savoirs scientifiques et locaux mobilisés par les acteurs permettra de comprendre (i) comment, et par quels savoirs, les acteurs interprètent et perçoivent les changements en forêt, (ii) comment les acteurs s'appuient sur et articulent ces savoirs pour élaborer et mettre en œuvre leurs pratiques individuelles et collectives ;
- 4) La possibilité d'émergence de nouveaux modes de gouvernance : comment les fortes incertitudes climatiques poussent des collectifs d'acteurs à s'engager et agir pour conserver un écosystème de plus en plus souvent considéré comme un « nouveau commun » ? Comment l'émergence de nouveaux acteurs et de nouvelles manières de se représenter les écosystèmes forestiers peut produire des effets en termes de gouvernance, en mettant en lumière les interactions, parfois contradictoires, voire conflictuelles, des différents groupes d'acteurs étudiés ?



*Vieille forêt du Forez avec du gros bois mort sur pied et au sol*

© Jean-Claude Corbel



**Métaprogramme BIOSEFAIR**

Contact : [biosefair@inrae.fr](mailto:biosefair@inrae.fr)

S'abonner aux actualités :  
[groupes.renater.fr/sympa/info/biosefair](https://groupes.renater.fr/sympa/info/biosefair)

Intranet INRAE :  
[https://metaprogrammes.intranet.inrae.fr/  
les-differents-metaprogrammes/biosefair](https://metaprogrammes.intranet.inrae.fr/les-differents-metaprogrammes/biosefair)

Rejoignez-nous sur :



[biosefair.hub.inrae.fr/](https://biosefair.hub.inrae.fr/)

**Institut national de recherche pour  
l'agriculture, l'alimentation et l'environnement**



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**INRAE**