



HAL
open science

Construction participative d'un scénario de pratiques agricoles favorable à la biodiversité sur la Plaine Ouest de Montpellier

Zoé Gaucher, Marc Moraine, Myrto Parmantier

► **To cite this version:**

Zoé Gaucher, Marc Moraine, Myrto Parmantier. Construction participative d'un scénario de pratiques agricoles favorable à la biodiversité sur la Plaine Ouest de Montpellier. VetAgro Sup. 2024. hal-04717766

HAL Id: hal-04717766

<https://hal.inrae.fr/hal-04717766v1>

Submitted on 2 Oct 2024

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

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

VetAgro Sup

Mémoire de fin d'études d'ingénieur

Construction participative d'un scénario de pratiques agricoles favorable à la biodiversité sur la Plaine Ouest de Montpellier

Zoé Gaucher
Agriculture Environnement Santé et Territoires (AEST)
2024

Maitres de stage : Marc Moraine INRAE
Myrto Parmantier, INRAE
Tuteur pédagogique : Manon Caudron Fournier, VetAgroSup

L'étudiant conserve la qualité d'auteur ou d'inventeur au regard des dispositions du code de la propriété intellectuelle pour le contenu de son mémoire et assume l'intégralité de sa responsabilité civile, administrative et/ou pénale en cas de plagiat ou de toute autre faute administrative, civile ou pénale. Il ne saurait, en cas, seul ou avec des tiers, appeler en garantie VetAgro Sup.

Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier Marc Moraine et Myrto Parmantier qui m'ont accompagné pendant ces six mois et m'ont fait découvrir le monde de la recherche. Merci pour leur aide lors de la construction de l'indicateur, lors de la conception du scénario et la rédaction du mémoire. Je les remercie également pour la liberté et la confiance qu'ils m'ont accordées tout au long de la construction de l'indicateur.

Merci à Myrto pour ton soutien autant sur le plan émotionnel que sur le plan professionnel et merci pour ta présence même à distance.

Merci à Manon Caudron-Fournier pour l'encadrement de ce stage et pour avoir été présente pour toutes les interrogations que j'avais. Merci aux enseignants de VetAgro Sup pour ces 3 années de formations au sein de l'école.

Un grand merci à toute l'unité Innovation pour leur accueil chaleureux ponctué des pauses café préparées par Nico et d'une bonne ambiance. Merci à chacun pour l'attention que vous portiez à mon intégration au sein de l'équipe.

Une mention spéciale au bureau plante et à Agnès et Charlotte mes collègues stagiaires avec qui nous avons partagé nos stages, en nous entraînant et nous motivant. Merci encore pour votre bonne humeur et votre soutien.

Merci aux experts du Conservatoire des Espaces Naturels et en particulier à Aude Langlais pour avoir été disponible afin d'échanger aussi souvent que nécessaire sur la construction de l'indicateur de biodiversité.

Enfin je remercie toutes les personnes rencontrées lors de ces années à VetAgro Sup, merci à la promotion AEST et aux enseignants pour ces 6 mois d'option.

Merci à mes amis de Clermont-Ferrand, de l'ultimate, à Martin ainsi qu'à ma famille pour leur soutien infailible, leurs conseils et leur aide tout au long de ce stage. Merci aux proches qui ont participé aux relectures des différents livrables.

Table des matières

Tables des figures.....	
Table des tableaux.....	
Tables des annexes.....	
Tables des abréviations	
Introduction.....	1
Contexte : contexte institutionnel	3
I. Présentation du projet.....	3
II. Présentation du territoire.....	3
Contexte scientifique : Etat de l’art sur les indicateurs de biodiversité des territoires agricoles.....	5
I. Qu’est-ce qu’un indicateur de biodiversité des territoires agricoles ?.....	5
1. Définition d’un indicateur.....	5
2. Définition de la biodiversité des territoires agricoles	5
3. Définition d’un indicateur de biodiversité des territoires agricoles.....	6
II. Quelles sont les typologies d’indicateurs de biodiversité des territoires agricoles ?.....	7
1. La typologie « direct-indirect ».....	7
2. Le cadre « PSR » ses limites.....	8
3. La typologie « PSR » affinée	8
III. Quelles sont les étapes de construction des indicateurs existants ?.....	9
1. Présentation des indicateurs étudiés.....	9
2. Etapes de construction de ces indicateurs	10
IV. Problématique	11
Matériels et Méthodes.....	12
I. Construction d’un indicateur biodiversité applicable à Co-Click’Eau	12
1. Mise en place des premiers éléments de structure	12
2. Structure de l’indicateur.....	14
3. Construction du système de notation	17
II. Construction d’un scénario et évaluation mobilisant l’indicateur de biodiversité construit..	19
1. Identification des contraintes	19
2. Création du scénario dans Co-Click’Eau.....	20
Résultats.....	22
I. L’indicateur de biodiversité des territoires agricoles.....	22
1. Composition de l’indicateur.....	22
2. Système de notation	25
II. Le scénario de pratiques agricoles favorables à la biodiversité.....	26
1. Les contraintes ajoutées à la matrice technique finale.....	26

2. L'intégration de la matrice technique dans Co-Click'Eau.....	27
3. L'assolement initial et final.....	28
Discussion	29
I. Apport de l'étude	29
II. Limites du travail	29
III. Perspectives	30
Conclusion	32
Bibliographie.....	
I. Bibliographie scientifique	
II. Bibliographie littérature grise	
Liste des entretiens	
Annexes.....	

Tables des figures

Figure 1 Schéma présentant les différents scénarios	3
Figure 2 : Limites des communes intégrées au terrain d'étude Plaine Ouest de Montpellier (Moraine et valet, 2021).....	3
Figure 3 : Structure de l'indicateur vierge	16
Figure 4 : Arbre représentant la structure de l'indicateur.....	22
Figure 5 : Assolement initial de la Plaine Ouest de Montpellier (source : Gaucher, Co-Click'Eau, 2024).....	28
Figure 6 : Assolement favorable à la biodiversité de la Plaine Ouest de Montpellier (source : Gaucher, Co-Click'Eau, 2024)	28
Figure 7 : Evolution des indicateurs par rapport au scénario initial (source : Gaucher, Co-Click'Eau, 2024)	28

Table des tableaux

Tableau 1 : Etapes de construction d'un indicateur de biodiversité	10
Tableau 2 : Détail des situations culturelles choisies pour le projet	12
Tableau 3 : Détails des entretiens	15
Tableau 4 : Tableau vierge des pratiques agricoles impactant les taxons.....	16
Tableau 5 : Exemple d'itinéraire technique par situations culturelles.....	18
Tableau 6 : Exemple de grille de notation	18
Tableau 7 : Exemple des notes des pratiques par situation culturelles	18
Tableau 8 : Exemple de matrice technique	19
Tableau 9 : Exemple de matrice technique finale	19
Tableau 10 : Détail des pratiques agricoles	24
Tableau 11 : Grille de notation	25
Tableau 12: Matrice intermédiaire pour le taxon faune du sol	26
Tableau 13 : Milieux favorables des taxons étudiés	27
Tableau 14 : Matrice technique intermédiaire	27
Tableau 15 : Matrice technique finale partie 1	28
Tableau 17 : Surface par mode de conduite et à l'échelle du territoire favorable à la biodiversité ...	28
Tableau 16 : Surface par mode de conduite et à l'échelle du territoire actuel.....	28

Tables des annexes

Annexe 1 : Aperçue de la MindMap des ressources bibliographiques	
Annexe 2 : Exemple de guide d'entretien d'un agent du CEN Occitanie.....	
Annexe 3 : Liste des oiseaux désignés pour la ZPS.....	
Annexe 4 : Détails de l'habitat, des pratiques agricoles favorables et défavorables aux oiseaux de la ZPS "Plaine de Fabrègues Poussan"	
Annexe 5 : Détail des pratiques agricoles favorables et défavorables aux reptiles	
Annexe 6 : Détail des pratiques agricoles favorables et défavorables aux insectes	
Annexe 7 : Détail des pratiques favorables et défavorables à la faune du sol	
Annexe 8 : Détail des itinéraires techniques par situation culturale	
Annexe 9 : Matrice technique finale complète	
Annexe 10 : Aperçu du paramétrage des contraintes IAE et surfaces labourées.....	

Tables des abréviations

AB : Agriculture Biologique
CEFE : Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive
CEN : Conservatoire d'Espaces Naturels
CCE : Co-Click'Eau
COPIL : Comité de Pilotage
DDT : Direction Départemental des Territoires
DOCOB : Document d'Objectif
HVE : Haut Valeur Environnementale
IAE : Infrastructures Agro-Ecologiques
IDEA : Indicateur de Durabilité des Exploitations Agricoles
IDELE : Institut de l'Elevage
IFT : Indice de Fréquence de Traitement
INRAE : Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement
IPBES : Plateforme Intergouvernementale Scientifique et Politique sur la Biodiversité et les Services Ecosystémiques, « Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services »
ITK : Itinéraire technique
INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel
LPO : Ligue de Protection des Oiseau
MAEC : Mesure Agro Environnementale et Climatique
NIVA: New IACS Vision in Action
ONU : Organisation des Nations Unis
PAEC : Projet Agro Environnementale et Climatique
PAEF : Plan Agro-Ecologique pour la France
PNA : Plan National d'Action
PNR : Parc Naturel Régional
PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PSR : Pressure State Response (Pression, Etat, Réponse)
SAM : Sète Agglopolé Méditerranée
UICN : Union Internationale de Conservation de la Nature
UMR : Unité Mixte de Recherche
ZPS : Zone de Protection Spéciale
3M : Montpellier Méditerranée Métropole

Introduction

L'agriculture est présente sur 45% du territoire français, ce qui fait des territoires agricoles un écosystème à part entière¹. Ces écosystèmes agricoles sont d'une importance cruciale. En effet, ils hébergent une biodiversité d'espèces non-négligeable : par exemple 250 espèces d'oiseaux européens vivent sur les exploitations agricoles (Emmerson et al. 2016). Cette biodiversité est essentielle pour l'agriculture par l'apport des services écosystémiques indispensables qu'elle fournit comme la pollinisation ou le recyclage des matières organiques par la faune du sol (Therond et Tibi 2017). Cependant l'intensification des pratiques agricoles menace la biodiversité des écosystèmes agricoles (Leenhardt et al. 2023). En 2019, il a été acté par la Plateforme Intergouvernementale Scientifique et Politique sur la Biodiversité et les Services Ecosystémiques, « Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services » (IPBES) que l'agriculture intensive était l'une des principales causes de perte de biodiversité (Díaz et al. 2019). Cette situation appelle à une reconception des pratiques vers une conciliation entre agriculture et biodiversité (Le Roux et al. 2008).

Des alternatives aux systèmes agricoles intensifs existent comme l'agriculture biologique, l'agriculture intégrée, l'agroécologie ou encore l'agriculture de conservation des sols. Elles reposent souvent sur un travail du sol moins invasif et une utilisation réduite des produits phytosanitaires (Chassain 2023). Les produits phytosanitaires sont définis par Thybaud et Lefranc comme « des préparations destinées à protéger les végétaux et les produits de culture » (Thybaud et Lefranc 2020). Cependant leurs pratiques disposent encore de marges d'amélioration : un travail du sol encore important pour l'agriculture biologique, et une utilisation forte des herbicides, notamment du glyphosate, pour l'agriculture de conservation (Chassain 2023).

L'Etat Français a mis en place plusieurs stratégies et projets en faveur de la biodiversité en agriculture : Projet Agro-Ecologique pour la France (PAEF) de 2012, Plan Ecophyto en 2010, création de l'OFB en 2020². L'objectif initial du plan Ecophyto était de diminuer de 50% l'utilisation des pesticides entre 2010 et 2018, et de progressivement stopper l'utilisation du glyphosate tout en maintenant une production agricole en quantité et de qualité³. Les objectifs n'étant pas atteints, deux évolutions du plan ont eu lieu en 2016 et en 2018. Les objectifs du plan Ecophyto II+ (2018) étaient de réduire de 50% de l'utilisation des produits pharmaceutiques d'ici 2025 et arrêter le traitement au glyphosate en 2022⁴. Comme nous pouvons le constater aujourd'hui, les objectifs fixés à l'échelle de la France n'ont pas été atteints⁵.

La littérature sur les changements de pratiques en agriculture en réponse à ces enjeux sociétaux (réduction des pesticides, biodiversité) montre qu'une évolution forte des pratiques agricoles semble difficile sans évolution conjointe des filières agricoles et des territoires (Bretagnolle et Baudry 2015). De fait, il existe des verrouillages dus en partie à la faible intégration des acteurs de filière, rendant difficile l'adoption de nouveaux systèmes agricoles comme ceux évoqués ci-dessus (Meynard et al. 2018 ; Fares, Magrini, et Triboulet 2012). Pour les agronomes, la définition de l'échelle d'étude est un enjeu méthodologique et de construction de connaissances majeur. L'échelle spatio-temporelle des processus écologiques et l'importance des structures paysagères pour la biodiversité, mais aussi les logiques économiques et socio-professionnelles locales, nécessitent de travailler la conciliation entre agriculture et biodiversité non pas à l'échelle de la parcelle mais à l'échelle d'un territoire agricole (Bretagnolle et Baudry 2015).

La Plaine Ouest de Montpellier est le territoire agricole à fort enjeu biodiversité sur lequel se porte notre étude. Il s'agit d'une « Zone de Protection Spéciale (ZPS) » située entre Montpellier et Sète, centrée sur les espèces avicoles⁶. Elle regroupe une pluralité d'acteurs avec la proximité de la ville de Montpellier, ce qui en fait un territoire périurbain (Montpellier Méditerranée Métropole 2019 ; Hasnaoui Amri et al. 2024). Ce contexte géographique entraîne la présence de multiples enjeux sur ce territoire : adaptation au changement climatique, urbanisation, préservation de la ressource en eau, préservation de la biodiversité...⁷. Ces derniers sont fortement impactés par l'utilisation des produits phytosanitaires importante sur la plaine¹⁰.

C'est pourquoi nous nous focalisons sur la conception de voies de réduction des pesticides sur la Plaine Ouest de Montpellier.

L'enjeu de concevoir ces voies de réduction des pesticides est de proposer des changements viables pour tous les acteurs du territoire et de prendre en compte leurs contraintes. Les démarches participatives sont des outils permettant d'accompagner ces acteurs dans ces changements de pratiques agricoles (Chantre et al. 2016 ; Audouin et al. 2018). Des scénarios peuvent ensuite résulter de ces démarches participatives exploratoires, afin de visualiser l'impact que ça aurait sur le territoire. Ils permettent aux acteurs de se projeter dans le futur, de trouver un accord sur une situation désirable et de produire de la connaissance partagée pour encourager les actions collectives (Chantre et al. 2016 ; Audouin et al. 2018 ; Petit et al. 2023).

A l'échelle de la Plaine Ouest de Montpellier nous voulons concevoir, avec les acteurs du territoire, un scénario de pratiques agricoles qui soit favorable à la biodiversité, en vue de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires. Notre travail consiste à construire un indicateur qui permette de bien rendre compte l'impact de changement sur la biodiversité et à le tester en construisant un scénario et en l'évaluant avec cet indicateur.

Un scénario est une projection de l'évolution du territoire sous un ensemble d'hypothèses. Il nécessite de bien définir d'une part les facteurs influençant ces évolutions possibles (Chantre et al. 2016), c'est-à-dire les contraintes du territoire qui sont « liées à ce qui a déjà été fait sur le territoire ou à des échéances à venir » (Bernardin et al. 2021) et d'autres part des indicateurs qui évaluent le scénario en fonction des objectifs fixés en amont.

Dans notre cas, il existe un enjeu tout particulier à construire un indicateur de biodiversité performant. Il existe une multitude d'indicateurs de biodiversité qui reposent souvent soit sur une échelle parcellaire avec des relevés de terrains, soit sur une échelle nationale avec des données génériques provenant de bases de données construites sur plusieurs années (Chantrel-Valat et al. 2021 ; Soulé et al. 2023 ; Dallaporta et al. 2023). Il existe aussi des indicateurs à l'échelle régionale comme les indicateurs de biodiversité spécifique à la biodiversité d'Occitanie⁸. Cependant, il n'existe pas d'indicateur spécifique à la Plaine Ouest de Montpellier alors que nous avons vu plus haut que les questions de biodiversité sont très localisées et dépendantes des contextes dans lesquelles elles sont traitées. C'est ce qui nous amène à développer un indicateur réaliste représentatif des enjeux biodiversité de ce territoire qui prendra en compte sa biodiversité, ses paysages et les spécificités du climat méditerranéen.

Ce mémoire va donc rendre compte de la conception d'un indicateur de biodiversité des territoires agricoles, puis de la mise à l'épreuve de cet indicateur en construisant un scénario pour le territoire qui fasse apparaître des pratiques agricoles favorables à la biodiversité.

Dans une première partie, nous présenterons le contexte du stage puis l'état de l'art réalisé qui rend compte de la diversité des indicateurs disponibles et des liens pratiques agricoles-biodiversité connus. Dans une deuxième partie nous aborderons les matériels et méthodes décrivant la stratégie de recherche visant à rassembler les connaissances de la littérature et l'expertise des acteurs du terrain pour construire un indicateur biodiversité adapté à la Plaine Ouest de Montpellier. Nous aboutirons enfin à la construction de l'indicateur puis à celle d'un scénario. Pour finir les résultats seront présentés. Ils portent sur la construction de l'indicateur, et sur le scénario de pratiques agricoles obtenus. Le travail a enfin été discuté avec la mise en avant de l'apport de l'étude, mais également de ces limites et des perspectives possibles pour palier à ces limites.

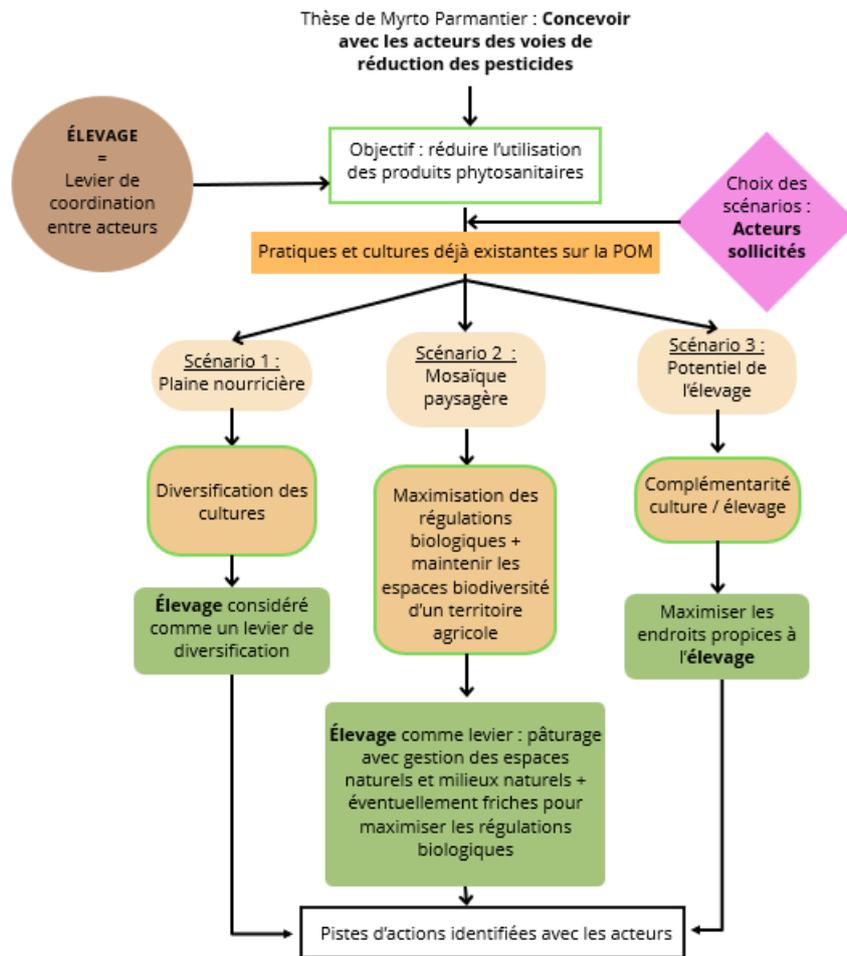


Figure 1 Schéma présentant les différents scénarios



Figure 2 : Limites des communes intégrées au terrain d'étude Plaine Ouest de Montpellier (Moraine et valet, 2021)

Contexte : contexte institutionnel

I. Présentation du projet

Cette étude fait partie du projet BeCreative développé par l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement (INRAE). Il a pour objectif de concevoir des agroécosystèmes sans pesticides à l'échelle du territoire. Cela vient du constat suivant : la transition vers une agriculture sans pesticides exige une approche systémique à l'échelle territoriale⁹. Le projet se porte sur 10 territoires différents à travers la France, dont la Plaine Ouest de Montpellier fait partie.

C'est à l'Unité Mixte de Recherche (UMR) Innovation à Montpellier que j'ai été accueillie pour mon stage sous l'encadrement de Marc Moraine (Ingénieur de Recherche) et de Myrto Parmantier (doctorante encadrée par Marc Moraine). Myrto Parmantier travaille, sur la conception avec les acteurs de voies de réduction des pesticides à l'échelle de la Plaine Ouest de Montpellier. Pour cela elle a identifié trois stratégies prometteuses pour parvenir à une forte réduction des pesticides à l'échelle du territoire, en partenariat avec les parties prenantes de ce dernier : Montpellier Méditerranée Métropole (3M), les agriculteurs, et acteurs du développement agricole, et les experts naturalistes, dont le Conservatoire d'Espaces Naturels (CEN) Occitanie qui est partenaire du projet.

A partir de ces objectifs, elle a créé trois scénarios de pratiques agricoles que nous retrouvons sur la figure 1 : un scénario « plaine nourricière » avec un objectif de diversification à vocation alimentaire, un scénario « mosaïque paysagère » avec un objectif de préservation de la biodiversité et un scénario « potentiel de l'élevage » avec un objectif de développement des complémentarités culture-élevage (Parmantier, Moraine, et Prost 2024). Dans chaque scénario, le levier principal pour réduire l'utilisation des produits phytosanitaires est l'élevage. Les scénarios « plaine nourricière » et « potentiel de l'élevage » ont déjà été construits par Myrto Parmantier, tandis que le troisième est développé dans ce stage.

Il est important de préciser qu'aucun relevé sur le terrain n'est prévu, la recherche d'informations se fera uniquement via des entretiens.

Pour chaque scénario, un ensemble d'indicateurs est élaboré. Ces indicateurs servent non seulement à construire le scénario, mais aussi à évaluer l'impact des changements de pratiques sur les dynamiques écologiques, économiques et sociales du territoire (Bernardin et al. 2021). Par exemple, Myrto Parmantier a développé un indicateur alimentaire applicable aux trois scénarios, qui est maximisé dans le scénario « plaine nourricière ». Dans cette étude, nous allons créer un autre indicateur : l'indicateur biodiversité.

En plus des indicateurs, il nous faut identifier des contraintes à l'échelle du territoire pour construire le scénario. Ce sont les facteurs influençant les évolutions possibles de ce territoire dans le cadre du scénario (Chantre et al. 2016). Il s'agit soit de contraintes sur les indicateurs à maximiser, maintenir ou minimiser, soit sur les surfaces ou la production.

Ces scénarios sont élaborés à l'aide de l'outil Co-Click'Eau, développé par l'INRAE. Co-Click'Eau est un outil collaboratif de scénarisation, conçu pour modéliser les impacts de changements de pratiques agricoles à l'échelle d'un territoire. Il intègre les connaissances des parties prenantes locales notamment des agriculteurs, des gestionnaires de territoire, des experts en agriculture et des représentants d'organisations locales et facilite le dialogue territorial. Cet aspect collaboratif permet donc une meilleure compréhension des enjeux et des opportunités liés à l'évolution de l'agriculture dans un contexte localisé (Chantre et al., 2016 ; Bernardin et al., 2021).

II. Présentation du territoire

La Plaine Ouest de Montpellier est située entre Montpellier et Sète et entourée, au nord-ouest par le massif de La Moure et au sud-est le massif de la Gardiole^{6,10}. La figure 2 illustre en détail que la plaine est située entre Fabrègues et Poussan. Elle est donc également désignée comme la plaine de Fabrègues-Poussan, en référence au site Natura 2000 auquel elle appartient⁶.

Ce site Natura 2000 est une ZPS, désignée en 2006 en raison de la présence constatée de plusieurs espèces d'oiseaux à forte valeur patrimoniale¹¹. Nous retrouvons par exemple le rollier d'Europe qui n'est quasiment présent que dans les régions Provence-Alpes-Côte-d'Azur et Occitanie, le faucon crécerellette ou encore l'outarde canepetière. La ZPS accueillait autre fois une des dernières populations languedociennes de Pie-grièche à poitrine rose mais celle-ci semble avoir aujourd'hui disparu d'après les experts naturalistes du CEN Occitanie^{6,12}. Ce fort enjeu biodiversité est lié à la structure du paysage présent sur cette plaine. En effet, elle présente une forte mosaïque paysagère composée de zones agricoles, de pelouses, de haies et de bois qui forment des milieux favorables aux espèces d'oiseaux^{6,12}.

Dans les secteurs agricoles nous retrouvons environ un tiers de vignes, un tiers de prairies et un tiers de grandes cultures. Des vergers, oliveraies, du maraichage et de l'élevage sont également présents mais en moindre surface. Historiquement, la plaine était un territoire plutôt viticole mais une déprise est observée liée à des primes à l'arrachage et à l'urbanisation importante de la plaine (Hasnaoui Amri et al. 2024). Il est important de maintenir cette activité agricole car essentielle au maintien de milieux ouverts, réservoirs de biodiversité¹².

Il existe plusieurs enjeux sur la plaine. Un enjeu d'urbanisation car la plaine est une zone périurbaine¹³, (Hasnaoui Amri et al. 2024). Mais également un enjeu biodiversité avec la ZPS mentionnée plus haut. Ces deux enjeux sont impactés par l'utilisation de produits phytosanitaires : la perte de biodiversité et la proximité des habitations¹⁰. Ce territoire est donc pertinent pour le projet BeCreative. De plus, la métropole de Montpellier présente une politique agroécologique et alimentaire, ce qui en fait d'autant plus un territoire idéal pour le projet¹⁰. Le but aujourd'hui est de trouver les pratiques agricoles qu'il faudrait encourager afin d'atteindre une conciliation entre agriculture et biodiversité.

L'objectif « préserver la biodiversité » du scénario « mosaïque paysagère » prend donc tout son sens. C'est pourquoi dans ce stage de fin d'étude, les missions ont été les suivantes : concevoir un indicateur de biodiversité permettant de rendre compte des pratiques agricoles sur la Plaine Ouest de Montpellier. Puis appliquer cet indicateur dans le scénario de pratiques agricoles « mosaïque paysagère ».

Cela a amené à des recherches bibliographiques sur les indicateurs, qui vont être présentés dans l'état de l'art ci-dessous.

Contexte scientifique : Etat de l'art sur les indicateurs de biodiversité des territoires agricoles

Notre objectif étant de créer un indicateur de biodiversité, il est essentiel de commencer par étudier les travaux existants pour s'inspirer de leurs méthodes de construction. Pour ce faire, nous avons réalisé une analyse bibliographique, portant sur les indicateurs de biodiversité existants, leur composition et leur utilisation, afin de pouvoir élaborer le nôtre. Cette analyse nous a permis de définir la structure générale de l'indicateur. Pour des raisons de clarté à la lecture, nous explicitons des premiers choix faits dès cette partie pour nous concentrer sur la construction de l'indicateur dans la partie « Matériels et Méthodes ».

I. Qu'est-ce qu'un indicateur de biodiversité des territoires agricoles ?

Dans un premier temps il est indispensable de définir le terme de notre sujet : les indicateurs de biodiversité. Cette première partie va donc exposer les différentes définitions existantes pour les termes « indicateurs », « biodiversité », « biodiversité agricole » et « indicateur de biodiversité ». Par la suite nous pourrions choisir les définitions qui conviennent à l'objectif de l'étude.

1. Définition d'un indicateur

Un indicateur est « une variable qui fournit des informations sur d'autres variables qui sont difficiles d'accès [...] et qui peut être utilisée comme un évaluateur pour prendre une décision » (Bockstaller et Girardin 2003). L'Organisation des Nations Unies (ONU) dans le cadre du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) a insisté sur le caractère pluridisciplinaire des indicateurs. En effet ils sont utilisés, pour communiquer de manière simple, une évolution ou un état complexe, et dans plusieurs domaines, des interactions entre activités humaines et écosystèmes (Delbaere 2003), (Organisation des Nations Unies 2011).

Un indicateur va avoir trois fonctions basiques : la simplification via la synthétisation, la communication et la quantification, aidant à la décision (Delbaere 2003).

Il peut être simple ou unidimensionnel « résultant d'une mesure ou de l'estimation d'une variable indicative » (Bockstaller et Girardin 2003). Et il peut être agrégé, multidimensionnel ou composé de plusieurs indicateurs simples ou variables. Cette agrégation aboutit à un indicateur évaluant plusieurs aspects de sujet étudié (Elmiger et al. 2023).

Par définition, l'utilisation d'un indicateur est pertinente pour évaluer l'impact des activités agricoles sur la biodiversité. Notre objectif étant de mesurer l'impact des pratiques agricoles sur la biodiversité globale, il paraît logique de privilégier un indicateur agrégé. Pour valider cette approche, il est d'abord nécessaire de définir ce qu'on entend par biodiversité.

2. Définition de la biodiversité des territoires agricoles

A) Définition de la biodiversité

A ce stade il est essentiel de définir le terme « biodiversité » qui va être utilisé pour le reste de l'étude car il est composé de plusieurs dimensions. La biodiversité est « l'ensemble des êtres vivants ainsi que les écosystèmes dans lesquels ils vivent.

Ce terme comprend également les interactions des espèces entre elles et avec leurs milieux »⁸. Selon l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN), le concept de biodiversité existe depuis 1985 mais a été popularisé dans la politique et la société à la suite de la conférence de Rio en 1992¹⁴. L'organisation d'une convention sur la diversité biologique a ensuite eu lieu, où la biodiversité a été définie par trois niveaux d'organisation représentant la diversité du vivant. Nous retrouvons la diversité génétique au sein des espèces, la diversité des espèces et la diversité des écosystèmes (Bockstaller et al. 2019 ; Le Roux et al. 2008). Il est également souvent évoqué le nombre d'espèces, l'abondance relative des espèces et la différence de leurs caractéristiques. La diversité des espèces est cependant la définition « la plus intuitive et la plus commune » et qui prône par rapport aux autres (Bockstaller et al. 2021).

B) Définition de la biodiversité des territoires agricoles

La définition de la biodiversité va donc être précisée pour les territoires agricoles. Nous avons choisi le terme « territoires agricoles » car l'enjeu pour cette étude est de bien inclure la biodiversité de tous les paysages du territoire impactés par l'agriculture, comme les friches par exemple. C'est pourquoi nous avons choisi de situer la biodiversité étudiée sur les territoires agricoles, englobant les friches, qui sont présentes sur le territoire de la Plaine Ouest de Montpellier.

Dans la littérature, nous retrouvons trois types de biodiversité des territoires agricoles (Barret et al. 2009 ; Dallaporta et al. 2023) :

- Biodiversité domestique ou planifiée : diversité des espèces cultivées et des animaux élevés, ainsi que la diversité génétique au sein des variétés et races
- Biodiversité para-agricole qui correspond aux organismes à l'origine de services écosystémiques (auxiliaires de cultures par exemple), mais aussi des préjudices causés par les ravageurs
- Biodiversité extra agricole ou patrimoniale : espèces présentes dans ou proche des parcelles agricoles, impactées par les pratiques agricoles mais qui n'ont pas d'effets connus sur l'agriculture

Selon la définition de la biodiversité et les arguments de Christian Bockstaller, la diversité des espèces semble être la dimension la plus appropriée et la plus accessible pour notre indicateur. Étant donné qu'aucun relevé de terrain ne sera réalisé et que le concept d'espèce est facilement compréhensible par l'ensemble des acteurs, il paraît pertinent de privilégier la diversité des espèces plutôt que la diversité génétique ou celle des écosystèmes. De plus, nous prenons en compte les espèces impactées par l'agriculture mais qui n'ont pas forcément d'interaction avec cette dernière, comme les espèces vivant dans les friches. La biodiversité para et la biodiversité extra-agricole semblent alors être les plus pertinentes pour notre projet. Un indicateur agrégé apparaît également comme un choix judicieux, puisque la biodiversité ne se résume pas à une seule variable, mais englobe plusieurs composantes, en l'occurrence plusieurs espèces interagissant entre elles au sein de réseaux trophiques.

3. Définition d'un indicateur de biodiversité des territoires agricoles

Un indicateur de biodiversité est défini par l'Union Internationale de Conservation de la Nature (UICN), comme « une mesure généralement quantitative qui peut être utilisée pour illustrer et faire connaître de façon simple des phénomènes complexes relatifs à la biodiversité, y compris des tendances et des progrès dans le temps »¹⁵. Cela va permettre d'évaluer l'état de « santé » de la biodiversité à un instant précis ou de suivre son évolution au cours du temps.

Cela permet de déterminer dans quelle mesure la biodiversité est impactée positivement ou négativement par les activités anthropiques. Puis d'évaluer l'efficacité des mesures de protection mises en place pour limiter ou renforcer cet impact, qu'il soit négatif ou positif. (Barret et al. 2009). Les indicateurs de biodiversité des territoires agricoles ont pour objectif de rendre compte de l'impact des pratiques agricoles sur la biodiversité dans le but de pouvoir proposer à l'exploitant un plan d'action, puis de rendre compte de l'efficacité de ce plan d'action (Barret et al. 2009).

L'état de santé de la biodiversité fait aussi ici écho à l'aspect multivariable de cette dernière. Cela confirme l'idée de construire un indicateur agrégé.

Cette première partie nous a amené à exposer ce qui existe déjà afin de bien définir les caractéristiques de notre indicateur, en comparant les définitions de la littérature au contexte de l'étude : il nous faut un indicateur de biodiversité des territoires agricoles agrégé, composé de plusieurs variables se rapportant aux espèces para et extra-agricoles, présentes sur la plaine ouest de Montpellier, qui sont impactées directement ou indirectement par l'agriculture.

II. Quelles sont les typologies d'indicateurs de biodiversité des territoires agricoles ?

Maintenant que les termes de notre étude sont définis, il est nécessaire d'examiner les différents indicateurs existants : la littérature montre qu'il en existe plusieurs et certains papiers proposent des typologies d'indicateurs de biodiversité. En effet, les indicateurs de biodiversité varient selon leurs objectifs et l'usage qui en est fait. Dans cette partie nous allons détailler trois typologies utilisées qui ont évoluées. Nous aborderons d'abord la typologie d'indicateurs direct et indirect, puis celle du cadre PSR « Pressure State Response », soit Pression, Etat, Réponse (PSR) et enfin une version affinée du cadre PSR.

1. La typologie « direct-indirect »

L'expertise Collective (ESCO) de l'INRAE propose le classement suivant : indicateurs directs/indirects.

Les indicateurs directs ont pour but de définir l'état actuel de la biodiversité (Le Roux et al. 2008). Ils mesurent la biodiversité sur le terrain via une estimation de l'abondance de groupes taxonomiques ou fonctionnels ou via un comptage direct d'espèces par exemple (Bockstaller et al. 2019 ; Dallaporta et al. 2023).

Les indicateurs indirects ce sont des variables primaires (quantité d'intrants) ou une association de ces variables primaires (ratio) (Bockstaller et al. 2011). Ils prennent en comptes les informations provenant des pratiques agricoles et de l'occupation des sols (Bockstaller et al. 2019). L'objectif est de connaître les facteurs de risques ou de bénéfiques pour la biodiversité, et les réponses anthropiques apportées (Le Roux et al. 2008).

Cette première typologie donne un premier classement des indicateurs qui met en avant l'importance de préciser la nature des indicateurs simples que nous allons utiliser, car ils ne vont pas mesurer la même chose : les indicateurs directs mesurent « l'état de santé » de la biodiversité et les indicateurs indirects les causes de la dégradation de la biodiversité. Etant donné que nous n'allons pas faire de mesures directement sur le terrain, les indicateurs indirects semblent être les plus adaptées pour notre projet.

2. Le cadre « PSR » ses limites

Le cadre le plus connu et appliqué à l'international est le cadre du « Pressure State Response » soit Pression, Etat, Réponse (PSR) développé par l'Agence Européenne de l'Environnement (Barret et al. 2009). Il est basé sur l'idée de la chaîne de cause à effet : des effets directs et indirects (état et réponse) résultent d'une cause (pression). Ce cadre définit les indicateurs de pression, d'état et de réponse auxquels se sont rajoutés les indicateurs forces motrices « Driving Force » et impact « Impact » (DPSIR) (Bockstaller et al. 2015). En prenant comme exemple l'application de ces indicateurs comme outil de diagnostic de biodiversité des exploitations agricoles, nous obtenons les indicateurs suivants (Barret et al. 2009) :

- Indicateur de pression : Système d'exploitation, pratiques agricoles
- Indicateur d'état : Qualité et quantité des habitats naturels
- Indicateur de réponse : Outils d'aide à la décision, évolution de la réglementation
- Indicateur de forces motrices : Politiques agricoles nationales et internationales
- Indicateur d'impacts : Services rendus par la biodiversité

Ces indicateurs permettent de visualiser les liens entre les activités anthropiques sur l'environnement, l'état actuel de la biodiversité et les solutions que fournit la société pour prévenir ou diminuer ces pressions⁸, (Organisation des Nations Unies 2011).

Mais il y a plusieurs limites à l'utilisation de ce cadre. D'abord, Bockstaller et al. (2015) soulignent que la relation entre causes, état de la biodiversité et solutions n'est pas linéaire, mais plutôt un réseau de causes interconnectées. Ensuite, chaque type d'indicateur peut englober plusieurs indicateurs spécifiques, comme les indicateurs de pression, qui peuvent inclure des mesures variées allant des émissions aux données de gestion agricole (Bockstaller et al. 2015).

Cette typologie est intéressante car très détaillée mais elle présente de nombreuses limites comme citées ci-dessus. Avant de pouvoir se positionner sur un ou plusieurs types d'indicateurs adéquat pour l'étude, il nous faut voir comment ces limites ont été évitées avec une nouvelle typologie proposée par Bockstaller et al. (2015).

3. La typologie « PSR » affinée

Une typologie basée sur la nature et la structure des indicateurs a été proposée pour pallier aux limites de la typologie PSR énoncées précédemment (Bockstaller et al. 2011 ; Bockstaller et al. 2015 ; Lairez et al. 2015). Elle est constituée des indicateurs d'effet mesuré, de cause et d'effet prédictif (Bockstaller et al. 2011).

Les indicateurs d'effet mesuré, basés sur des observations et évaluations sur le terrain, permettent d'évaluer l'impact des pratiques agricoles sur la biodiversité, tant para-agricole qu'extra-agricole (Bockstaller et al. 2015). Ils incluent des indicateurs tels que la richesse spécifique, les indices de diversité taxonomique et fonctionnelle, ou encore des mesures comme la quantité de vers de terre et l'activité biologique du sol (Bockstaller et al. 2019 ; Chantrel-Valat et al. 2021). Ces indicateurs sont utilisés pour mesurer l'efficacité des politiques ou des schémas agroenvironnementaux (Bockstaller et al. 2015).

Les indicateurs de cause sont basés sur une ou plusieurs variations de pratiques agricoles ou de milieux, par exemple l'indicateur de pourcentage d'Infrastructures Agro-Ecologiques (IAE), la quantité d'intrants, l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT) (Bockstaller et al. 2019). En plus de compléter les informations qu'apportent les indicateurs mesurés, ils servent par exemple aux conseillers agricoles pour communiquer sur l'impact des pratiques agricoles sur la biodiversité (Bockstaller et al. 2011).

Les indicateurs d'effet prédictif reposent sur des modèles complexes issus de la recherche, utilisant un nombre limité de variables d'entrée liées aux pratiques agricoles (mesures de pression) et de variables de sortie (mesures d'état) (Bockstaller et al. 2019). Ce type d'indicateur relie les causes aux impacts observés sur la biodiversité, permettant ainsi d'analyser simultanément causes et effets. Il est particulièrement utile pour évaluer ex ante des scénarios qui simulent l'impact potentiel d'un changement de pratiques sur la biodiversité (Bockstaller et al. 2019 ; Dallaporta et al. 2023).

Nous retrouvons dans ces définitions celles des indicateurs directs et indirects. En effet, les indicateurs d'effet mesuré sont des indicateurs directs. Les indicateurs de cause et d'effet prédictif sont des indicateurs indirects.

Cette deuxième partie souligne que la typologie des indicateurs a évolué et s'est simplifiée, facilitant le choix en fonction du contexte de l'étude, chaque typologie ayant sa propre définition. Dans le cadre de ce projet de recherche, qui porte sur la création de scénarios pour projeter l'évolution du territoire, la typologie prédictive semble appropriée. De plus, en l'absence de relevés de terrain et une étude axée sur les pratiques agricoles, les indicateurs de causes apparaissent également pertinents.

III. Quelles sont les étapes de construction des indicateurs existants ?

Ici encore nous nous inspirons des indicateurs déjà conçus pour élaborer le nôtre. Nous avons analysé la construction de quatre indicateurs de biodiversité des territoires agricoles afin d'identifier une trame commune, utilisable pour réaliser l'indicateur de biodiversité du projet.

1. Présentation des indicateurs étudiés

L'association Noé a développé quatorze fiches d'indicateurs simples de biodiversité destinées aux filières végétales, avec pour objectif de mesurer les impacts des pratiques agricoles sur la biodiversité. Ces fiches sont structurées sous forme de notices suivant une trame commune : d'abord, elles présentent l'indicateur ainsi que les mesures et/ou le protocole à suivre pour le calculer, puis ces protocoles sont détaillés pour que les utilisateurs puissent eux-mêmes effectuer les mesures et interpréter les résultats obtenus (Chantrel-Valat et al. 2021).

Le projet NIVA (New IACS Vision in Action) a pour but d'améliorer les instruments de suivi des parcelles agricoles dans le cadre de la PAC (IACS)¹⁶. Cela a abouti à la création d'un indicateur agrégé de biodiversité prédictif basé sur la structure des paysages et les pratiques agricoles (Bockstaller et al. 2021).

I-BIO est un indicateur agrégé qui examine l'influence du paysage et des pratiques agricoles en grandes cultures sur la biodiversité globale. L'objectif est de comprendre l'impact des pratiques culturales et l'influence des caractéristiques du paysage sur la biodiversité globale. La diversité spécifique est ici représentée par quatre groupes : les micro-organismes, la végétation, les invertébrés et les vertébrés (Soulé et al. 2023).

L'indicateur BioSyScan est un indicateur agrégé de biodiversité des territoires agricoles se concentrant sur l'impact des pratiques agricoles sur la biodiversité spécifique (Dallaporta et al. 2023). Son objectif est d'évaluer l'impact des systèmes agricoles sur la biodiversité para et extra agricole.

Les indicateurs étudiés, principalement issus de projets de recherche, se concentrent sur la même dimension de la biodiversité que celle que nous visons, et appartiennent, pour la plupart, à la typologie la plus adaptée à notre projet. Il nous faut maintenant comprendre comment ils sont construits.

Tableau 1 : Etapes de construction d'un indicateur de biodiversité

1. Questions Clés	8. Disponibilité des données
2. Objectifs	9. Agrégation (oui / non)
3. Finalités	10. Méthode d'agrégation
4. Acteurs ciblés	11. Pondération (oui / non)
5. Echelle spatiale	12. Méthode de pondération
6. Définition de la biodiversité	13. Limites
7. Typologies des indicateurs	

2. Etapes de construction de ces indicateurs

Une grille a été créée à l'issue de l'analyse de la construction des indicateurs cités précédemment. Le tableau 1 nous montre qu'il y a treize étapes de construction, dont la définition de la biodiversité et de la typologie des indicateurs identifiées ci-dessus.

Ces dernières sont abordées après les étapes suivantes : la ou les questions clés, les objectifs, les finalités, les acteurs ciblés et l'échelle spatiale et temporelle que nous allons décrire succinctement (Organisation des Nations Unies 2011 ; Elmiger et al. 2023 ; Zahm et al. 2023).

Il est essentiel de définir l'objectif de l'indicateur et les questions clés auxquelles il doit répondre, afin de garantir une construction cohérente en suivant cet objectif (Organisation des Nations Unies 2011).

Les acteurs ciblés peuvent être classés en quatre types (Bockstaller et al. 2019) : le commanditaire, le concepteur, l'applicateur et le bénéficiaire. Ces acteurs vont influencer sur la finalité de l'indicateur. L'apport de connaissance amenant à de la sensibilisation, l'aide à la décision et la communication, sont les finalités principales retrouvées (Lairez et al. 2015).

L'échelle spatiale et temporelle doivent être précisées (Zahm et al., 2023). Dans le cadre des impacts des pratiques agricoles, cela peut être, respectivement, les campagnes culturelles et les parcelles, exploitations ou territoire. Il faut aussi prendre en compte la différence, à l'échelle des parcelles ou de l'exploitation, de ce qui est directement géré par l'agriculteur (les parcelles, le troupeau) ou indirectement (les bords de parcelles, les IAE, la biodiversité des cours d'eau affectée par les pratiques agricoles, etc...) (Bockstaller et al, 2019).

D'après le tableau 1, les étapes qui viennent après sont la disponibilité des données, l'agrégation et la pondération.

Une fois les étapes précédentes clarifiées, il devient essentiel de rechercher les données nécessaires à la construction de notre indicateur. Il est crucial de déterminer la nature de ces données et leur disponibilité pour faciliter leur acquisition (Dallaporta et al. 2023).

L'étape finale est l'agrégation ou la pondération. Comme dit ci-dessus, l'indicateur de biodiversité qui sera appliqué sur la Plaine Ouest de Montpellier va être un indicateur global, constitué de plusieurs indicateurs simples agrégés entre eux. L'agrégation est une combinaison de variables et si une variable est plus importante qu'une autre, il est possible de lui donner un poids plus important : la pondération est le poids de chaque variable lors de cette combinaison (Bockstaller et al. 2024). Il existe plusieurs méthodes d'agrégation, dans lesquels une pondération peut être appliquée. Il y a par exemple la méthode DEXI qui fonctionne avec des règles de décisions « si », « alors » (Soulé et al. 2023). Et la méthode CONTRA qui fonctionne avec des arbres de décision flous (Bockstaller et al. 2017).

IV. Problématique

Cet état de l'art nous a révélé que la Plaine Ouest de Montpellier constituait un territoire adapté aux objectifs du projet BeCreative, en raison des enjeux liés à la biodiversité en lien avec les pratiques agricoles. Afin d'identifier les pratiques agricoles favorables à la biodiversité notamment la réduction de l'utilisation de produits phytosanitaires, nous avons identifié les indicateurs d'impact des pratiques agricoles sur la biodiversité existants. Ces indicateurs sont nombreux et proposent divers degrés de précision, de complexité, de généralité. Une adaptation dans le cadre de cette étude est donc nécessaire. Dans ce contexte, nous posons donc la question suivante :

Comment identifier les pratiques agricoles adaptées pour construire un scénario d'assolement favorable à la biodiversité sur la Plaine Ouest de Montpellier ?

Au regard de l'état de l'art et du contexte de l'étude, cette problématique amène les deux sous questions de recherches suivantes et leur hypothèses associées :

1. Comment construire un indicateur de biodiversité pertinent et facilement interprétable sur la Plaine Ouest de Montpellier ?

Hypothèse associée : Il existe plusieurs méthodes sur les indicateurs construits par agrégation de connaissances diverses. D'autre part, connaissances et expertises sont disponibles pour le territoire étudié. Il est donc possible de construire un indicateur pertinent et contextualisé répondant aux spécificités du territoire.

2. Quelles connaissances sont nécessaires pour construire un scénario de pratiques agricoles favorables à la biodiversité et représentatif de la Plaine Ouest de Montpellier ?

Hypothèse associée : Les connaissances utilisées proviendront de la littérature scientifique croisée avec les connaissances d'experts naturalistes travaillant sur la Plaine Ouest de Montpellier ou à proximité. Cela permettrait d'ancrer notre indicateur dans le contexte local et, par extension, de développer un scénario qui reflète l'évolution des pratiques agricoles spécifiques à la plaine. En intégrant ces experts dans la démarche, nous pourrions créer un scénario co-construit avec une partie des acteurs du territoire, renforçant ainsi la pertinence du travail fait.

L'hypothèse générale de ce travail est que l'indicateur de biodiversité construit peut être assez pertinent par rapport aux enjeux locaux, assez rigoureux dans l'articulation des connaissances agronomiques et naturalistes, pour permettre la conception de scénarios d'évolution crédibles pour le territoire. Ces scénarios serviront de supports de discussion entre les acteurs et pourront guider la réflexion collective sur la gestion durable de la biodiversité sur le territoire.

Ainsi, pour répondre à cette problématique nous nous sommes appuyés sur les nombreux articles scientifiques et méta analyses écrits sur les indicateurs biodiversité mais aussi sur les impacts des pratiques agricoles sur la biodiversité. Afin d'identifier ces liens et les impacts de l'agriculture sur la biodiversité, nous nous sommes également penchés vers de la littérature grise et des entretiens avec des chercheurs et experts naturalistes.

Tableau 2 : Détail des situations culturelles choisies pour le projet

Mode de conduite	Explication mode de conduite
Raisonné	Mode coopératif : HVE, grandes exploitations, production de semences, irriguées en grandes cultures et en vignes. Vente en cave coopérative.
Econome	Indépendant : Valorisation en circuit court, cave particulière, transformation de céréales sur la ferme.
Agriculture Biologique marge -	Coopérateurs Agriculture Biologique (AB) : irrigués en viticulture, vente en cave coopératives. Mode pour les friches.
Agriculture Biologique marge +	Indépendants AB : valorisation forte des produits, marge d'expérimentation pour des pratiques alternatives.
Elevage +	Mode AB marge + avec élevage : Pâturage inclus dans les cultures, production de viande, élevage ovin surtout, pâturant, prairie pâturée.
Cultures	
Vignes	
Maraichage	
Prairie	Permanente ou temporaire
Protéagineux	Pois chiche
Céréales	Blé dur, petit épeautre
Friches	
Légumineuses	Luzerne

Matériels et Méthodes

L'état de l'art nous a guidés vers une construction de l'indicateur en plusieurs étapes : d'abord, effectuer des choix préliminaires ensuite, déterminer la manière de représenter la diversité des espèces dans l'indicateur, et enfin, identifier les pratiques agricoles associées à cette biodiversité. Le choix de la représentation s'est fait entre deux approches. D'une part, il s'agissait de se concentrer sur les différents milieux de la plaine et d'identifier, pour chacun, une espèce bioindicatrice ou parapluie selon les critères proposés par la LPO Hérault. D'autre part, il était question de se pencher sur les chaînes trophiques reliant plusieurs taxons clés de la Plaine Ouest de Montpellier. Les chaînes trophiques étant définies comme « l'ensemble des relations alimentaires entre espèces au sein d'un écosystème »¹⁷. Après discussion avec les encadrants et le CEN Occitanie, l'idée des milieux présentait des limites comme le fait de se reposer sur uniquement une espèce pour représenter tout un milieu. De plus, il y a des espèces qui sont dépendantes de plusieurs milieux, pas uniquement d'un (*entretien n°1*). C'est pourquoi nous avons retenu l'idée de la chaîne trophique entre plusieurs taxons comme base de notre indicateur de biodiversité.

Différents matériels et méthodes ont été mobilisés pour construire l'indicateur de biodiversité et le scénario. Ils vont être présentés dans les parties suivantes.

Il est important de préciser que les grandes étapes sont présentées l'une à la suite des autres pour en faciliter la lecture. Mais qu'en réalité des allers retours ont été fait entre elles car cela était nécessaire, le projet étant réalisé avec plusieurs acteurs.

I. Construction d'un indicateur biodiversité applicable à Co-Click'Eau

La construction de scénarios agricoles nécessite d'abord de développer des indicateurs pour évaluer l'impact des changements de pratiques sur l'objectif du scénario, ici la préservation de la biodiversité. Cette partie va détailler la démarche suivie pour aboutir à l'indicateur de biodiversité des territoires agricoles.

1. Mise en place des premiers éléments de structure

La construction de l'indicateur débute avec la mise en place des éléments de structure nous servant de base pour développer un indicateur répondant à nos attentes. Il est important de préciser que toute la construction a été faite selon les contraintes imposées par Co-Click'Eau, outil dans lequel les indicateurs vont être utilisés. C'est pourquoi dans une première sous-partie nous allons décrire ce dernier, puis développer les réponses aux choix préliminaires obtenues en fonction de Co-Click'Eau.

A) Description de l'outil de scénarisation Co-click'Eau

Comme précisé dans la partie I du contexte, Co-Click'Eau est un outil collaboratif à l'échelle d'un territoire. Il prend donc en compte les cultures de ce territoire, et leur mode de conduite en présence. Un assolement initial doit d'abord être défini avec ces situations culturelles (culture x mode de conduite) décrite par un itinéraire technique général. Elles ont été identifiées en amont par Myrto Parmantier via des entretiens et de la bibliographie. Nous comptons sept cultures et cinq modes de conduites présentées dans le tableau 2. Les modes de conduite vont du mode considéré comme étant le « plus conventionnel » à celui l'étant le moins. Un mode « élevage + » a été inclus afin de représenter le levier de l'élevage dont nous avons parlé dans la partie I du contexte (voir Tableau 2).

Pour chaque situation culturelle, nous calculons la valeur qualitative des indicateurs préalablement construits. Pour rappel (partie contexte du projet), il y aura plusieurs indicateurs autres que l'indicateur biodiversité, rendant ainsi le scénario réaliste, puisqu'un changement de pratiques ne fait pas en considérant une seule dimension de la société.

Une matrice technique sera renseignée dans Co-Click'Eau pour que ce dernier puisse construire un nouvel assolement, prenant en compte des indicateurs selon les contraintes appliquées. Ces dernières sont les facteurs influençant les évolutions possibles des pratiques agricoles (Chantre et al. 2016). Ce sont par exemple les seuils quantitatifs d'un indicateur : dans notre scénario, il faudra que l'indicateur biodiversité soit maximisé, c'est une contrainte (Chantre et al. 2016). Nous obtiendrons donc un assolement constitué de situations culturelles pour lesquelles l'indicateur biodiversité est le plus élevé.

Pour construire l'indicateur, nous devons donc nous référer aux conditions de Co-Click'Eau. C'est-à-dire que l'indicateur construit doit être applicable aux trois scénarii développés, et il doit pouvoir rendre compte de l'impact des changements de pratiques sur des cultures déjà choisies (Bernardin et al. 2021). Pour cela, il nous faut donc relier la préservation de la biodiversité aux pratiques agricoles.

B) Les réponses aux choix préliminaires

Co-Click'Eau ayant été présenté, nous définissons maintenant la situation de départ composée des choix préliminaires identifiés dans l'état de l'art.

Pour commencer, l'objectif de l'indicateur va être d'une part d'évaluer et comparer les scénarios entre eux, et d'autre part de construire le scénario « mosaïque paysagère » avec les contraintes. Ceci dans le but de répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les pratiques agricoles les plus favorables à la biodiversité ?
- Quel est l'assolement le plus favorable à la biodiversité sur la Plaine Ouest de Montpellier ?
- Quelles sont les situations culturelles qui limitent l'utilisation de produits phytosanitaires ?

Le projet est piloté et conçu par l'INRAE en partenariat avec le CEN Occitanie, la LPO Hérault, la 3M afin qu'ils puissent en bénéficier dans l'accompagnement des agriculteurs ou encore la mise en place de politiques.

BeCreative étant un projet participatif et se déroulant avec les acteurs du territoire, la finalité de l'indicateur créée est d'abord un apport de connaissance, qui amène vers une aide à la décision sur le changement de pratiques agricoles.

Comme notre étude porte sur le territoire de la Plaine Ouest de Montpellier, l'échelle retenue sera celle du territoire, tout en tenant compte de la parcelle, puisque les situations culturelles sont définies à ce niveau. En ce qui concerne l'échelle temporelle, nous allons regarder les itinéraires techniques des modes de conduite à l'échelle d'une année.

Les données utilisées pour construire l'indicateur proviendront de la littérature, d'inventaires réalisés sur la plaine, ou encore d'informations recueillies lors d'entretiens. Si les données issues de la littérature sont facilement accessibles, celles provenant des inventaires et des entretiens nécessiteront davantage de travail. Il est donc important de tenir compte du temps requis pour leur collecte lors de la planification de la construction de l'indicateur.

Dans cette étude, l'agrégation va être nécessaire car notre indicateur biodiversité agrège différents indicateurs simples par taxon. La pondération des variables va dépendre des contraintes du territoire et des réalités du terrain : il est possible qu'une espèce soit plus importante qu'une autre à l'échelle du territoire, ou qu'elle soit impactée par plusieurs pratiques... Cela sera à déterminer lors de l'identification des contraintes du territoire.

Avec la situation initiale bien définie, nous savons désormais quelle direction prendre : la construction portera sur un indicateur global agrégé, constitué d'indicateurs simples de causalité liés aux pratiques agricoles. La prochaine étape consiste à élaborer la structure de l'indicateur, en établissant des liens entre la biodiversité et les pratiques agricoles.

2. Structure de l'indicateur

A) Les objectifs

Les choix préliminaires étant effectués, nous allons choisir la structure de l'indicateur, c'est-à-dire détailler la diversité des espèces qui va être impactée par les pratiques agricoles.

Dans un premier temps, nous devons identifier les enjeux biodiversité du territoire étudié, en lien avec l'agriculture. En effet, les espèces impactées par les pratiques agricoles ne sont pas les mêmes selon les territoires. Il nous faut donc identifier celles qui sont menacées et/ou qui présentent une valeur patrimoniale.

Dans un deuxième temps, comme l'indicateur doit rendre compte des impacts des pratiques agricoles sur la biodiversité, nous devons mettre en avant les pratiques impactant les espèces qui auront été identifiées pour construire l'indicateur. Le deuxième objectif est donc de trouver les pratiques agricoles qui ont des impacts négatifs sur les espèces retenues.

B) Données collectées

La collecte de données s'est faite par alternance de recherche bibliographique et d'entretiens avec des acteurs du territoire.

• **Analyse bibliographique**

Avant de réaliser des entretiens avec les acteurs du territoire, une étape de recherche bibliographique a été faite. Nous avons repris les articles décrivant la construction des indicateurs de biodiversité étudiés dans la partie III de l'état de l'art, afin de voir précisément les groupes ou espèces utilisés pour représenter la biodiversité. Nous avons ensuite cherché de la littérature grise propre au territoire de la Plaine Ouest de Montpellier, car il existe de nombreux rapports sur les enjeux biodiversité, la plaine étant une zone Natura 2000 :

- Le Document d'Objectifs⁶ (DOCOB)
- Les Plans National d'Action (PNA) pour les espèces menacées
- Le Comités de Pilotage (Copil)¹⁸
- Les inventaires fait par le bureau d'étude Biotope¹⁹

Cela a permis d'identifier et de classer des premières espèces impactées par l'agriculture. La littérature utilisée ici était surtout de la littérature grise accompagnée de thèses la plupart de temps pour ce qui est de la littérature scientifique.

Une fois les espèces choisies, une recherche bibliographique plus large a été faite pour identifier l'impact des pratiques agricoles sur les espèces. Nous avons surtout recherché des documents centrés sur une espèce comme les PNA, ou encore de la littérature scientifique démontrant l'impact des pratiques agricoles sur une espèce choisie. Ces documents étaient en priorité des documents centrés sur la Plaine Ouest de Montpellier, mais des documents d'autres régions ou nationaux ont aussi été utilisés pour les compléter.

Tableau 3 : Détails des entretiens

Structure	Statut	Date	Thématiques principales
ONG Noé	Chargé de programme Biodiversité Agricole	30-avr-24	Construction d'un indicateur de biodiversité : étapes, typologie, conseils pour la construction au regard du projet
INRAE	Chercheur	03-mai-24	
INRAE	Chercheur	06-mai-24	
INRAE	Chercheur	23-mai-24	Construction d'un indicateur de biodiversité et lien pratiques agricoles-biodiversité
EPHE/CEN Occitanie	Thésarde	10-juin-24	Description des mesures compensatoires pour l'outarde canepetière
3M, service environnement et biodiversité	Chargée d'études biodiversité / alternante	11-juin-24	Enjeux biodiversité de la plaine et impacts des pratiques agricoles sur l'outarde canepetière
CEFE	Chercheur	18-juin-24	Impact des pratiques agricoles sur les coléoptères coprophages
CEN Occitanie	Responsable territorial Ouest Hérault / Chargée de projet thématique agroécologique	20-juin-24	Enjeux biodiversité sur la plaine et impact des pratiques agricoles sur cette diversité Echange idée construction indicateur
CDC Biodiversité	Alternante	08-juil-24	Liens pratiques agricoles – biodiversité
LPO Hérault	Chargée de mission Nature & Biodiversité et responsable de projet, chargée d'étude agriculture et biodiversité	09-juil-24	Enjeux avicoles sur la plaine, impacts des pratiques agricoles sur les oiseaux, échange idée construction indicateur
INRAE	Ingénieur de recherche	11-juil-24	Fonctionnement de Co-Click'Eau
CEN Occitanie	Chargée d'étude chiroptérologie	16-juil-24	Impact des pratiques agricoles sur les chiroptères, biologie des chiroptères, échange idée construction d'un indicateur
CEN Occitanie	Chargé de projet territorial et expertise	16-juil-2024	Impact des pratiques agricoles sur les oiseaux, enjeu avicole sur la plaine
CEN Occitanie	Chargé d'études scientifiques faune	07-août-24	Impact des pratiques agricoles sur les insectes et informations sur leur biologie, échange idée construction d'un indicateur
INRAE	Post-doctorante sur le projet européen DairyMix	14-août-24	Construction d'un indicateur de biodiversité, détail de l'utilisation du logiciel Dexi et du choix des taxons, échange idée construction d'un indicateur
3M, service GEMAPI	Chargé de mission milieux aquatique	06-sept-24	Caractéristiques des zones humides potentiels dans la Plaine Ouest de Montpellier

Nous nous sommes notamment inspirés d'articles scientifiques fait à l'échelle nationale ou dans le nord de la France comme la thèse de Juliette Chassain dont le terrain a été fait dans les Yvelines et dans l'Eure-et-Loir (Chassain 2023). Des documents étaient également fournis via les entretiens avec les acteurs. Il pouvait s'agir d'articles scientifiques centrés sur l'impacts d'une pratique agricole sur une espèce ou un groupe d'espèce, ou alors des relevés effectués par une association.

Ces recherches ont abouti à la création d'une base de données bibliographique conséquente représentée par une MindMap (annexe 1). Nous y avons classé les documents par grandes thématiques, telles que « liens entre pratiques agricoles et biodiversité » ou encore « Informations relatives à la Plaine Ouest de Montpellier (POM) ». Ensuite, ils ont été regroupés par sous-thématiques, comme « Biodiversité du sol » ou « Biodiversité générale ». La littérature était ensuite présentée avec le nom de l'auteur et la date, suivis du titre ou du sujet du document. Puisque la même bibliographie était utilisée à différents moments, cette organisation facilitait la recherche des documents nécessaires.

• Entretiens

Les entretiens ont eu pour objectif de valider ce qui a été lu dans la littérature, d'apporter des informations, en corriger certaines et prendre du recul sur le travail de construction déjà fait. Il y a eu deux types d'entretiens : des entretiens qui étaient tournés autour de la construction même de l'indicateur et d'autres qui étaient focalisés sur l'impact de l'agriculture sur la biodiversité comme nous pouvons le voir dans le tableau 3, Les chercheurs étaient les interlocuteurs principaux concernant la construction de l'indicateur. C'étaient des chercheurs de l'INRAE pour la plupart. Pour les liens entre pratiques agricoles et biodiversité, c'étaient surtout des expertes naturalistes du CEN Occitanie, ou de la LPO et de la 3M mais aussi des chercheurs d'INRAE et du CEFÉ comme nous le montre le tableau 3.

Les entretiens, au nombre de quinze, étaient toujours semi-directifs, en visio-conférence excepté celui du 7 août et du 6 septembre (tableau 3). Ils ont été élaborés avec des questions exploratoires réparties en deux catégories : la première portait sur les enjeux de biodiversité de la plaine, avec des questions telles que « selon vous, quels sont les enjeux de biodiversité de la POM ? ». La seconde catégorie abordait les liens entre les pratiques agricoles et la biodiversité de la plaine comme le montre le guide d'entretien en annexe 2. Des questions plus précises, centrées sur des espèces ou des pratiques agricoles, étaient posées en fonction des discussions pendant l'entretien ou après l'analyse des rapports et d'autres entretiens. Le travail fait en amont était toujours présenté pendant ces entretiens afin d'avoir un retour direct sur ce dernier. Cela était très riche car cela apportait des réflexions supplémentaires et pousser à toujours améliorer l'indicateur et à le rendre réaliste. Il était important d'avoir le retour de différentes personnes afin de pouvoir construire un indicateur qui prend en compte le maximum des attentes de chacun des acteurs du territoire en matière de protection de la biodiversité. Cela rejoint aussi le réalisme du scénario évoqué ci-dessus.

A la fin de tous les entretiens, les acteurs étaient enclins à suivre l'évolution du projet de près ou de loin, restant disponible si besoin. Les dates des webinaires leur étaient également communiquées afin de leur permettre de suivre la suite du projet.

Il y a des acteurs avec lesquels nous avons échangé de manière informelle. En début de stage, une sortie a été faite sur la commune de Gigean où un projet du CEN Occitanie et de la Sète Agglopolie Méditerranée (SAM) s'intitulant la Tétragone avait vu jour. Cela a permis de se présenter aux agents du CEN Occitanie avec lesquelles nous travaillons sur le projet. Mais également de voir à quoi ressemblait la Plaine Ouest de Montpellier et de mieux comprendre sa localisation géographique et les enjeux présentés sur ce dernier.

La rencontre d'un viticulteur de la plaine a suivi cette sortie. Cultivant sur sol vivant, il nous a présenté un mode de conduite alternatif. Il effectuait un semi de couvert inter-rang, pas d'utilisation de pesticides, et avec des effets positifs visibles sur la biodiversité comme la présence d'oiseaux sur sa parcelle, de vers de terre en quantité et en taille importante...

Tableau 4 : Tableau vierge des pratiques agricoles impactant les taxons

Classe	Sous-ordre	Pratiques favorables	Pratiques défavorables	Pratiques indirectes	Sources
Taxon 1					
Taxon 2					
Taxon 3					
Taxon 4					

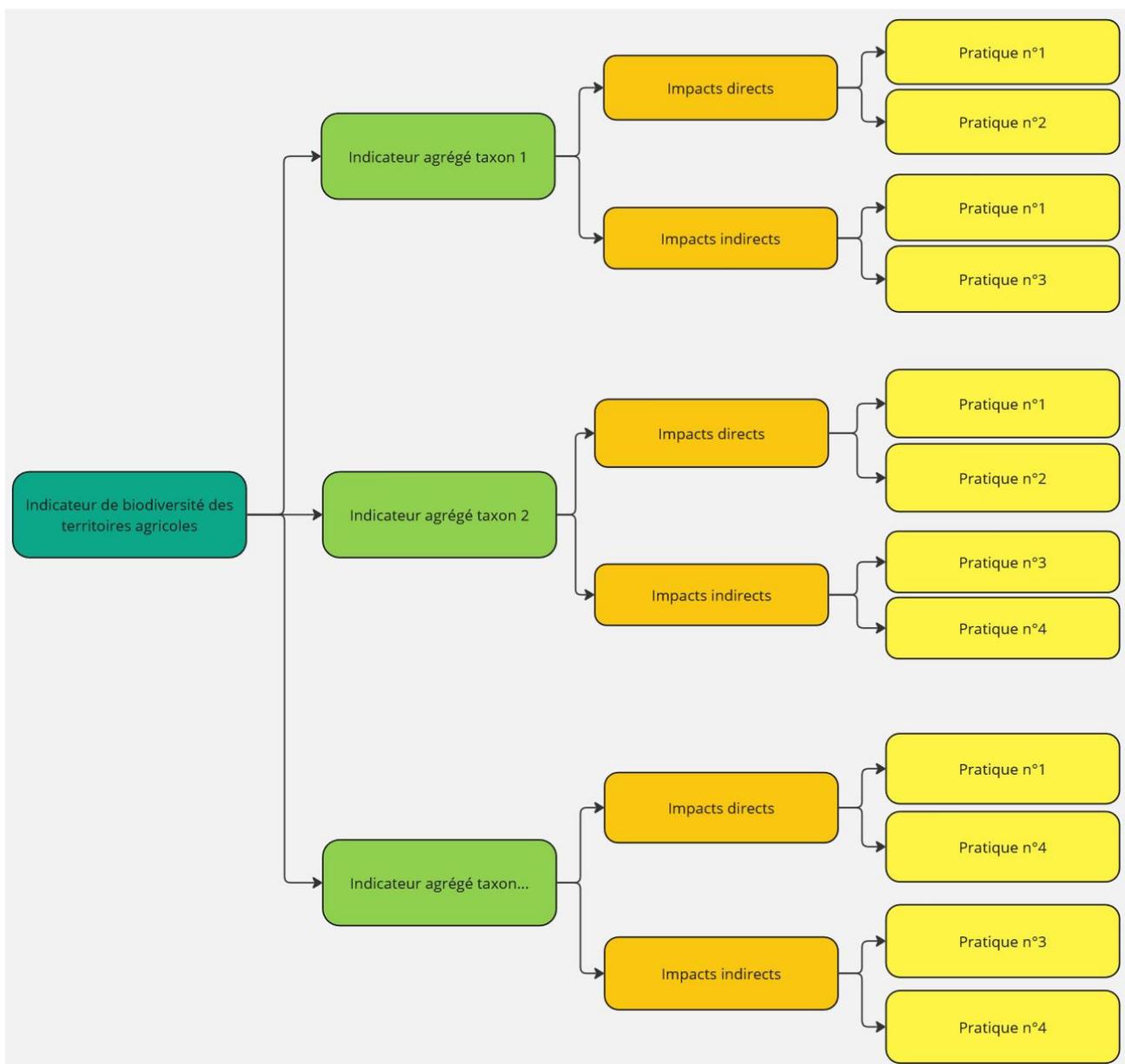


Figure 3 : Structure de l'indicateur vierge

Nous avons donc pu poser des questions sur le lien entre ses pratiques agricoles et la biodiversité, et sur son itinéraire technique.

Lors de la restitution du scénario élevage fait par Myrto Parmantier, un échange a eu lieu avec des membres de la SAM du service espèces naturels et agricoles travaillant sur Montbazin. Ils ont pu donner un avis sur le travail fait sur l'indicateur, et également nous donner accès au suivi écologique réalisé sur la commune de Montbazin. Ce dernier a contribué à l'identification des espèces (taxons ici) « parapluies », ce terme étant ici associé au contexte de notre étude.

L'association Noé, également intéressée par notre travail, a échangé avec nous par mail afin de collaborer mutuellement sur la création de l'indicateur. Ces échanges ont été particulièrement enrichissants et utiles, car ils nous ont permis de prendre du recul et d'améliorer l'indicateur que nous étions en train de développer.

Il y a eu plusieurs échanges de mail avec les experts du CEN et la LPO, au fur et mesure de la construction de l'indicateur, pour les tenir au courant des avancées mais également avoir leur retour sur la pertinence des taxons retenus. L'objectif était d'avoir leur expertise de terrain pour construire un indicateur qui ait du sens. Un webinaire s'est également tenu le 13 juin 2024 pour présenter les avancées faites à la moitié du stage sur la construction de l'indicateur de biodiversité. Il était destiné aux acteurs partenaires du projet (CEN Occitanie, 3M, BeCreative) mais aussi à des personnes extérieures mais dont les connaissances pouvaient être d'une grande aide pour les interrogations que nous nous posons. Ce webinaire a également permis aux parties prenantes du projet de mieux comprendre le projet et nos attentes vis-à-vis d'eux. Cela a été un gain de temps précieux qui a permis d'avancer vite lors des entretiens que nous avons fait avec eux.

La recherche bibliographique et ces entretiens nous ont permis d'identifier les livrables à créer, ce qui nous a conduit à la réalisation de plusieurs tableaux et un arbre que nous allons présenter dans la partie suivante.

C) Méthodes d'analyse des données

Les données obtenues dans la bibliographie et par les entretiens ont été classées dans le Tableau 4. Ces données concernent les chaînes trophiques et les espèces identifiées comme menacées ou à forte valeur patrimoniale. Pour chacune d'elles, le tableau reprend les données des pratiques agricoles impactantes et pour le taxon oiseaux, les habitats et alimentations privilégiés. La version présentée est une synthèse des tableaux construits taxon par taxon, qui permettent de conserver une information précise sur chaque espèce identifiée.

Par la suite nous pouvions alors cibler les espèces / sous-ordres qui revenaient le plus et qui étaient impactés par l'agriculture. Nous avons séparé les impacts des pratiques agricoles directs des impacts indirects car elles ne portent pas atteinte à la même chose. Cela permettait également d'accentuer une pratique agricole en montrant qu'elle pouvait impacter un taxon à deux niveaux. Les pratiques agricoles directes sont définies comme portant atteinte directement aux individus (Chassain 2023). Les pratiques agricoles indirectes concernent les pratiques qui vont affecter les ressources trophiques et/ou l'habitat (Chassain 2023; Veen, Memmott, et J. Godfray 2006).

Le tableau 4 a été mis sous la forme d'un arbre inspiré des travaux d'Emma Soulé (Soulé et al. 2023). La figure 3 montre cet arbre. Il est formé d'un premier niveau vert clair d'indicateurs agrégés correspondant aux différentes classes sélectionnées. Il a été subdivisé en un deuxième niveau orange constitué d'indicateurs simples de causes représentant des pratiques agricoles défavorables directs et indirects. Le troisième niveau en jaune représente le lien entre agriculture et biodiversité dont nous avons parlé jusqu'ici, qui sont les pratiques agricoles relevées dans le tableau 4. Ce sont également des indicateurs de cause.

Nous obtenons à ce stade la structure détaillée de l'indicateur de biodiversité des territoires agricoles.

Nous détaillons dans la sous-partie 3 la prochaine étape qui est la construction du système de notation pour que l'indicateur soit opérationnel.

3. Construction du système de notation

Une fois la structure de l'indicateur créée, nous allons construire un système de notation, aboutissant à la note de l'indicateur de biodiversité par situations culturales. Pour cela plusieurs tableaux vont être construits afin de passer d'une description d'une pratique agricole à une note. Nous allons développer cela dans cette sous-partie.

A) Objectif

Le premier objectif de cette étape est de détailler les pratiques agricoles identifiées dans la figure 3, par situation culturale. En effet, les valeurs de ces pratiques ne vont pas être les mêmes selon les cultures et selon les modes de conduites associés.

Le deuxième objectif est de concevoir une grille d'évaluation qui classera les pratiques agricoles en catégories d'impact q en qualifiant leur effet comme favorable ou défavorable pour la biodiversité. Cela permettra d'évaluer les itinéraires techniques et d'attribuer une note à chaque indicateur agrégé par taxon, puis à l'indicateur global de biodiversité. Ce dernier sera par la suite renseigné dans la matrice technique, avec les indicateurs développés au préalable par Myrto Parmantier, en vue d'une application dans Co-Click'Eau.

B) Méthode de récolte des données

La récolte des données s'est faite en deux parties. Nous avons d'abord cherché les détails des itinéraires techniques par situations culturales. Puis il a été question de s'inspirer de ce qui avait déjà été fait dans la construction des indicateurs existants pour créer un système de notation. Puis de chercher des données pour les valeurs seuils composant les classes d'impact.

Comme présenté dans la sous-partie 1 axée sur l'outil Co-Click'Eau, il n'a pas été nécessaire de chercher les situations culturales, celles-ci ayant déjà été faites par Myrto Parmantier grâce à de la bibliographie et des entretiens avec des agriculteurs de la Plaine Ouest de Montpellier.

• **Analyse bibliographique**

Pour renseigner les valeurs des itinéraires techniques, nous avons utilisé les valeurs que Myrto Parmantier avait utilisées pour construire ses scénarios. Elles provenaient d'entretiens avec des agriculteurs, mais aussi de base de données agreste (statistique du Ministère de l'Agriculture), ou de cahier des charges d'agriculture biologique (AB) ou d'appellation « Haute Valeur Environnementale » (HVE).

Pour construire un système de notation, nous avons réexaminé les indicateurs I-BIO, BioSyScan et les indicateurs de l'association Noé (Dallaporta et al. 2023; Soulé et al. 2023; Chantrel-Valat et al. 2021). Ces derniers ont créé un système de notation et utilisé des valeurs seuils, pour les pratiques agricoles, qu'ils avaient sélectionnés. Une valeur seuil représente une limite au-delà de laquelle une pratique agricole exerce un impact négatif plus marqué sur le taxon étudié que lorsqu'elle se situe en deçà de cette limite.

Ces données ont été complétées par d'autres indicateurs comme l'Indicateur de Durabilité des Exploitations Agricoles (IDEA) de Zahm et al (2023) qui été cité par Chantrel-Valat et al. (2021) (Chantrel-Valat et al. 2021 ; Zahm et al. 2023).

Nous avons complété cette première analyse bibliographique par une deuxième recherche, visant à identifier les valeurs seuils manquantes. Nous avons consulté des publications scientifiques qui mentionnaient ou mettaient en avant des valeurs seuils pour les pratiques étudiées. Ensuite, nous avons exploré la littérature grise pour recueillir les valeurs recommandées par des associations naturalistes, des organismes gouvernementaux, notamment à travers les Projets Agro-Environnementaux et Climatiques (PAEC) et les Mesures Agro-Environnementales et Climatiques (MAEC), ainsi que par les chambres d'agriculture d'Occitanie et de Provence-Alpes-Côte d'Azur.

• Entretiens

Lors des entretiens effectués pour saisir les enjeux biodiversité de la plaine, des questions sur les valeurs seuils des pratiques impactant les espèces en question étaient posées. La plupart des experts naturalistes n'avaient pas de valeurs seuils précises. Les réponses étaient souvent « moins il y en a, mieux c'est ». Il n'y a qu'un entretien qui a été fait avec une chercheuse (*entretien n°2*), où nous avons parlé des valeurs seuils qu'elle avait trouvées pour son indicateur I- Bio et de la méthode utilisée pour ses recherches. Elle nous a également parlé d'IDEA que nous avons évoquée ci-dessus et d'autres indicateurs comme MASC et Biotex développé par l'Institut De l'Élevage (IDELE) (Craheix et al. 2011 ; Manneville 2021). L'entretien était semi-directif et en visio conférence. Nous avons échangé par mail peu de temps après l'entretien afin de savoir si la construction de notre système de notation lui semblait correcte. Elle était très disposée à nous apporter son aide et restait disponible pour répondre à d'éventuelles autres questions.

C) Analyse des données

À partir des données obtenues, nous avons élaboré une série de tableaux successifs afin de développer le système de notation et de finaliser la matrice technique utilisable par Co-Click'Eau. Un premier tableau, le Tableau 5, décrit les itinéraires techniques des différentes situations culturales. Il présente, d'un côté, les situations culturales (par exemple, culture A, mode de conduite 1...) et, de l'autre, les pratiques agricoles associées (P1, P2...). Ce tableau sera détaillé dans la partie résultats et sert de base pour calculer les indicateurs de taxons selon les situations culturales.

Le Tableau des catégories d'impacts, également appelé grille de notation, a été élaboré en parallèle. Ce tableau (tableau 6) a été divisé en quatre notes qualitatives, établies en fonction des valeurs seuils identifiées pour chaque pratique. Les quatre catégories d'impact vont d'un impact très défavorable (0) à un impact plutôt favorable (3), avec la note 1 correspondant à une pratique défavorable, et la note 2 à une pratique ayant un impact favorable. L'hypothèse a été posée que les valeurs seuils restent identiques, quel que soit le type de culture.

En utilisant le tableau 5 et 6, nous avons pu créer les matrices intermédiaires pour chaque taxon. Le Tableau 7 en est un exemple. Il détaille, pour un taxon, les notes des pratiques agricoles en fonction des situations culturales. Ces notes sont ensuite agrégées par une moyenne pour obtenir une note globale de chaque indicateur. Nous voyons qu'il y a une colonne « note intermédiaire », et une colonne « note finale ». Nous avons choisi d'appliquer un effet « culture-taxon » à cette note intermédiaire lors de l'arrondissement des notes si celles-ci étaient à virgule. Chaque taxon a son ou ses milieu(x) de prédilection, où ils chassent et/ou nichent, représenté(s) ici par une culture. Les règles suivantes étaient appliquées en fonction de la culture, de la valeur de la note intermédiaire et du taxon :

- Si la note est égale ou supérieure à 1.5 :
 - ⇒ Milieu/culture favorable : arrondi au-dessus
 - ⇒ Milieu/culture défavorable : arrondi en-dessous
 - ⇒ Neutre : arrondi en dessous
- Si la note est inférieure à 1.5 : arrondi en-dessous

Ces matrices intermédiaires ont ensuite servi à construire une matrice technique. Concrètement, nous avons pris les notes des indicateurs taxonomiques 1, 2, 3, etc., (figure 3) et les avons additionnées pour obtenir la note finale de l'indicateur de biodiversité globale pour chaque situation culturelle (tableau 8). Cet indicateur a été intégré dans la matrice technique finale utilisable dans Co-Click'Eau (tableau 9), aux côtés des indicateurs développés par Myrto Parmantier, avec leurs notes respectives pour chaque situation culturelle.

L'indicateur biodiversité est prêt à être utilisé. L'étape qui suit maintenant est la construction du scénario de pratiques agricoles via l'outil Co-Click'Eau.

II. Construction d'un scénario et évaluation mobilisant l'indicateur de biodiversité construit

Maintenant que nous avons l'indicateur de biodiversité, nous pouvons construire le scénario à l'aide de CoClick'Eau. Cette deuxième partie va détailler les étapes d'identification des contraintes, et d'utilisation de l'outil de scénarisation.

1. Identification des contraintes

A) Objectif

Comme évoqué dans l'introduction puis dans le I. du matériels et méthodes, un scénario est composé d'indicateurs et de contraintes. Dans l'outil Co-Click'Eau, nous pouvons appliquer des contraintes :

- Sur les indicateurs : nous pouvons choisir de maximiser un indicateur par rapport aux autres.
- Sur les surfaces : nous pouvons imposer à l'outil de mettre au moins 20% d'une culture dans l'assolement final.
- Sur la production : nous pouvons choisir la quantité de production agricole que l'on souhaite, afin de garder un scénario réaliste.

L'objectif est ici d'identifier les contraintes propres au territoire, et de les rendre utilisables dans Co-Click'Eau. Puis de les utiliser, avec les indicateurs, pour obtenir un assolement favorable à la biodiversité.

B) Données collectées

Il n'y a pas eu de recherche bibliographique ni d'entretiens spécifiques à l'identification des contraintes. Une définition a tout de même été cherchée et affinée au début des recherches pour l'indicateur. Le but était de savoir identifier pendant les recherches les données qui relevaient de l'indicateur et celles qui relevaient du scénario, autrement dit, les contraintes. Souvent les données relatives aux territoires étaient des contraintes. Par exemple, des données de surface comme la part de surfaces labourées à l'échelle du territoire, étaient une contrainte à définir à cette même échelle. Les informations étaient donc trouvées dans les documents liés au territoire cités dans la sous partie I.2.B.

Lors des entretiens des questions sur les contraintes était toujours posées, en particulier sur la valeur de ces contraintes. Les questions « quelle est la surface de zones humides de la plaine à garder » ou « quel est le kilomètre de haies idéal sur le territoire ? », « quelle surface de prairie est optimale pour l'outarde canepetière ? » ... revenaient souvent.

Cependant les personnes interrogées n'avaient pas réellement de réponse puisqu'aucune de ces mesures n'a été réalisées sur le territoire et qu'il est difficile de les estimer, étant donnée leur nature : c'est assez fastidieux par exemple de connaître tout le kilomètre total de haies d'un territoire, qui plus est peut varier d'une année à l'autre. Cependant une affirmation est revenue dans tous les entretiens faits où cette question a été posée : « la mosaïque paysagère ainsi que la continuité écologique sont ce qui est le plus important pour maintenir la biodiversité » (*Entretien n°1*). Cela nous donne donc une idée sur les contraintes à développer : favoriser les éléments semi-naturels.

L'identification et la quantification des contraintes c'est aussi fait via des échanges avec Myrto Parmantier qui connaît bien le territoire et surtout les différentes cultures et leur mode de conduite.

C) Analyse des données

Les contraintes identifiées au fur et à mesure des recherches ont été notées dans un tableau, avec les sources associées. Au moment de construire le scénario dans Co-Click'Eau, nous avons sélectionnées les contraintes à garder en fonction des pratiques agricoles que nous avons relevées, et également de celles qui étaient pertinentes. Par exemple, l'association Noé a fait un indicateur de biodiversité cultivée (Chantrel-Valat et al. 2021), que nous trouvions intéressant, mais qu'il était difficile à mettre en place sans relevés de terrains. Certaines n'ont pas pu être mises dans le scénario par manque de temps pour trouver des valeurs sur le territoire.

Ces contraintes vont par la suite être mise en forme pour être intégrées au scénario dans Co-Click'Eau.

2. Création du scénario dans Co-Click'Eau

A) Intégration des contraintes dans Co-Click'Eau

Une fois les contraintes identifiées, nous les avons classées par type (indicateurs, surfaces, production). Concernant les contraintes liées aux indicateurs, nous avons ajouté de nouveaux indicateurs à la matrice technique finale (tableau 9). Par exemple, un indicateur « part de la surface labourée » a été ajouté. Cela permet, dans l'outil Co-Click'Eau, de spécifier une valeur minimale de cet indicateur à respecter dans l'assolement final.

Nous avons appliqué le même principe aux contraintes sur la production, en créant un indicateur de production avec une valeur minimale à respecter dans le scénario, afin de maintenir une activité agricole réaliste tout en favorisant la biodiversité.

B) Obtention de l'assolement final

Après avoir paramétré les données des indicateurs à l'échelle du territoire dans la matrice technique finale et créé les indicateurs dans Co-Click'Eau, celle-ci est ensuite importée dans l'outil. Dans un premier temps, Myrto Parmantier à créer un assolement correspondant à l'état actuel du territoire de la Plaine Ouest de Montpellier, sans maximisation des indicateurs ni valeurs minimales à respecter. Cet assolement initial sert de base de comparaison pour celui qui sera obtenu dans un second temps. Il permet également de définir des valeurs de référence des indicateurs qui permettent de mettre les contraintes. Nous avons ensuite ajouté les contraintes sur cet assolement de base, pour pouvoir générer un assolement qui soit favorable à la biodiversité. Nous avons pour cela choisi de maximiser l'indicateur de biodiversité global, et renseigné des valeurs seuils pour les contraintes que nous développerons dans la partie résultat.

Dans un second temps, nous avons procédé à des essais et ajustements des contraintes afin d'obtenir un assolement cohérent. Les valeurs seuils des contraintes de surface et des indicateurs ont notamment été modifiées (voir partie 1 des résultats). Co-Click'Eau a ensuite généré un nouvel assolement favorable à la biodiversité. Ce nouveau scénario sera comparé à l'assolement initial, puis présenté aux acteurs du territoire lors d'un atelier de discussion, qui sera organisé après la soumission de ce mémoire.

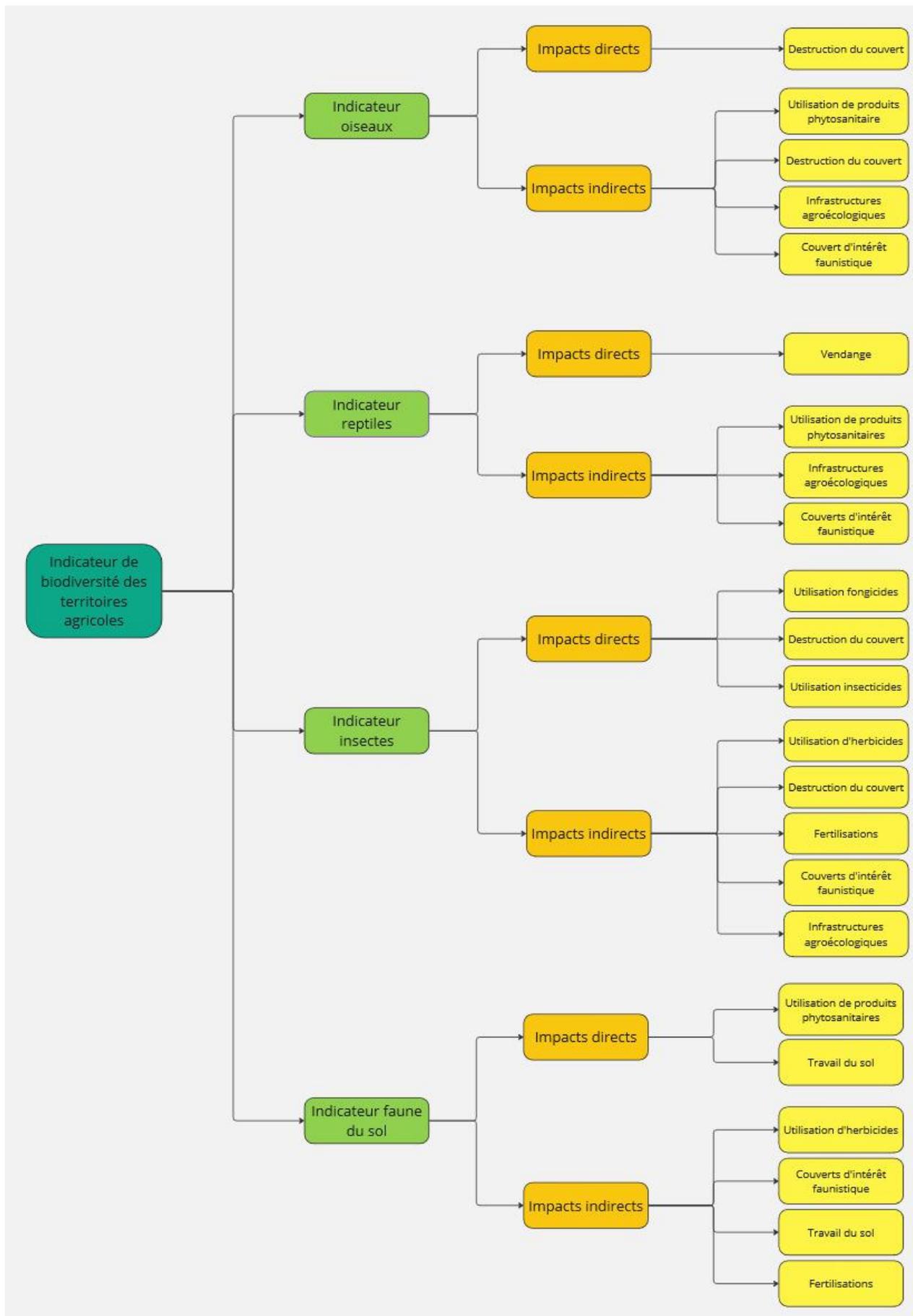


Figure 4 : Arbre représentant la structure de l'indicateur

I. L'indicateur de biodiversité des territoires agricoles

1. Composition de l'indicateur

L'indicateur de biodiversité des territoires agricoles est un indicateur prédictif agrégé (vert foncé), constitué de quatre indicateurs taxonomiques eux-mêmes agrégés (vert clair), lesquels se décomposent en indicateurs simples de cause (orange), comme illustré par la figure 4. Dans cette section, nous allons décrire cet arbre en détaillant les indicateurs taxonomiques ainsi que les indicateurs de cause.

A) Indicateurs taxonomiques : Choix des taxons

La première étape a été d'identifier les taxons représentatifs de la biodiversité. Le taxon « **oiseaux** » a été identifié en premier comme étant l'enjeu le plus important sur la plaine⁶ (*Entretien n°1 et n°3*). En effet, la zone est une ZPS mise en place en raison de la présence de quatorze espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire et/ou menacées (annexe 3). Nous avons étudié l'impact des pratiques agricoles sur ces espèces en nous renseignant d'abord sur les types de milieux qu'elles occupent pour la chasse et la reproduction. Ensuite, nous avons identifié les impacts de l'agriculture sur ces espèces à partir des informations fournies par des organismes spécialisés tels que la LPO, le CEN et l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel). La plupart des espèces occupant les vignes, friches, prairies, luzerne, sont affectées par l'agriculture (*entretien n°1, entretien n°6, entretien n°7, entretien n°8*). Les pratiques ont été catégorisées en impact « favorable » ou « défavorable ». Elles sont détaillées dans l'annexe 4 et renseignées dans la figure 4.

Nous nous sommes ensuite intéressés à leur régime alimentaire, afin d'identifier des taxons appartenant à leur chaîne trophique. L'annexe 4 montre également les taxons principaux retrouvés dans le régime alimentaire des oiseaux. Beaucoup des oiseaux sont insectivores, se nourrissant d'invertébrés (orthoptères, coléoptères, arachnides), de mammifères/micromammifères et de reptiles (*Entretien n°1, entretien n°7, entretien n°8*). Les entretiens nous ont permis de choisir les taxons à garder. Cela nous a donc amené à choisir les taxons 2 et 3 (figure 3) : **les insectes et les reptiles**.

Les reptiles ont été choisis car ils font partie du régime alimentaire du circaète Jean-le-Blanc, du rollier d'Europe, du busard Saint-Martin et parfois de l'aigle de Bonelli. Ils sont également consommateurs d'orthoptères, notamment le lézard ocellé qui fait l'objet d'un PNA (*entretien n°1, entretien n°3, entretien n°8*). Cela a d'autant plus conforté notre choix. Nous comptons également la couleuvre de Montpellier qui est une espèce à forte valeur patrimoniale (*entretien n°3*). Ces deux espèces peuvent être impactées directement par les pratiques agricoles notamment les vendanges mécaniques pour le lézard ocellé, mais indirectement via la réduction de population d'orthoptères, et la destruction de leur habitat : par exemple, la disparition des IAE comme les murets de pierres, ou encore les haies (*entretien n°3 et 4*). Ces pratiques sont détaillées dans l'annexe 5.

Les insectes (invertébrés) représentés par les orthoptères et rhopalocères dans notre contexte, ont été retenus pour plusieurs raisons :

- Les rhopalocères et orthoptères sont représentatifs des impacts des pratiques agricoles sur les invertébrés étant sensibles aux modifications de leur habitats que sont les prairies, les cultures de légumineuses (luzerne) et les friches (Bazelet et Samways 2011; Roger 2022). Ils réagissent rapidement aux changements environnementaux, ce qui en fait d'excellents indicateurs de la qualité des milieux²⁰ (*Entretiens n°3, entretien n°4*) (annexe 6).

- Ils vont aussi rendre compte indirectement de l'impact des pratiques agricoles sur les taxons chiroptères et flore, qui sont également impactées par les pratiques agricoles et importantes sur le territoire (*entretien n°1 et entretien n°5*).

Le terme « insecte » étant le plus juste et compréhensible pour tous les utilisateurs de l'indicateur, il a été choisi pour nommer l'indicateur correspondant.

Pour finir, nous avons choisi le taxon « **faune du sol** », étant fortement impacté par les pratiques agricoles, notamment le travail du sol, elle représente une partie très importante de la biodiversité (*entretien n°6*) (*annexe*). Nous sommes partis de trois classes les plus représentatives de la faune du sol : les vers de terres, les collemboles et les champignons et bactéries que nous avons regroupés en microorganismes (Chassain 2023), (*annexe 7*).

Les mammifères et micromammifères bien que présents dans le régime alimentaire de certains oiseaux (*annexe 5*), n'ont pas fait partie de l'indicateur car ce ne sont pas des espèces qui revenaient dans les entretiens. De plus il n'y a pas d'enjeux spécifiques identifiés à l'échelle de la Plaine Ouest de Montpellier.

Nous voyons que les taxons ne sont pas détaillés par classe (orthoptères, lézards, vers de terre...) dans la figure 4. Cela a été fait pour pouvoir simplifier au maximum l'indicateur afin qu'il soit utilisable par Co-Click'Eau.

Il est important de préciser qu'un choix initial de taxon avait été fait, mais étant trop important, il a été réduit, en prenant des taxons « parapluies » dont la présence reflète la présence d'autres taxons. Par exemple la flore et les chiroptères sont des taxons importants à l'échelle de la plaine comme précisé ci-dessus et impactés par l'homogénéité du paysage (*entretien n°5*). Mais ces taxons-là n'apparaissent pas complètement dans la chaîne trophique et nous avons observé un manque de connaissance de l'impact de l'agriculture sur les chiroptères, et ces impacts étaient surtout sur leur nourriture : les insectes (*entretien n°5*). Le choix a donc été fait de choisir le taxon « insectes » au lieu du taxon « flore et chiroptères ». Cependant, la mosaïque paysagère étant très favorable à la présence des chauves-souris (*entretien n°5*), (Matutini et al. 2018), nous allons le prendre en compte lors du choix des contraintes.

Il en est de même pour les espèces des zones humides. Bien que la plaine contienne des zones humides (*entretien n°9*), nous avons décidé, par souci de temps et de priorisation, de ne pas nous y intéresser dans cette étude ni de sélectionner des taxons qui en dépendent. Toutefois, le taxon « reptiles » peut inclure certaines espèces liées aux zones humides, telles que les salamandres ou les crapauds. En effet, ces derniers hibernent souvent dans des zones rocailleuses, comme les murets en pierres, de la même manière que certains reptiles (*entretien n°9*).

Les taxons constituent ainsi des indicateurs taxonomiques qui, une fois regroupés, composent l'indicateur de biodiversité. Nous allons maintenant les examiner en détail.

B) Indicateurs de cause : les pratiques agricoles associées

Chaque indicateur taxonomique est décomposé en pratiques agricoles qui touchent les taxons en question comme présenté par la figure 4 en jaune et plus en détails dans les annexes 4, 5, 6 et 7.

Les pratiques agricoles sont des indicateurs de cause et sont classées en fonction de leur impact, direct ou indirect, sur le taxon étudié (voir partie I.2.B.a. du matériels et méthodes). Nous constatons sur la figure 4 que plusieurs pratiques agricoles ont, pour un même taxon, à la fois un impact direct et indirect. Cela est intentionnel afin de souligner l'effet plus prononcé de cette pratique par rapport à d'autres, qui n'auraient qu'un impact direct ou indirect.

Tableau 10 : Détail des pratiques agricoles

Travail du sol	Labour profond (oui/non) / fréquence de labour / an
	Autre travail du sol (oui/non) / fréquence du travail du sol / an
	Semi direct (oui/non)
Utilisation pesticides	IFT herbicides
	IFT insecticides
	IFT fongicides
Fertilisation	Type de fertilisation (minérale, organique, mixte, aucune)
Couverts faunistiques	Présence d'un couvert faunistique (oui / non)
Destruction du couvert	Période de destruction du couvert
Infrastructures Agroécologiques	Part d'IAE dans la SAU (%)
Vendange	Type de vendange (manuelle / mécanique)

Nous distinguons huit pratiques agricoles sur la figure 4 :

- Le travail du sol
- L'utilisation des pesticides
- La fertilisation
- Les couverts d'intérêt faunistique
- La destruction de couvert
- Les Infrastructures Agro-écologiques
- Les vendanges

Ces pratiques agricoles sont mentionnées sans préciser la nature de leur impact (positif ou négatif) et ne sont pas développées volontairement, afin que l'arbre reste lisible.

A ce stade l'indicateur n'est pas encore fini. Nous avons seulement sa structure, il nous faut maintenant lier les pratiques identifiées aux situations culturelles que nous avons retenus pour la plaine.

C) Liens pratiques agricoles situations culturelles

Les situations culturelles que nous avons précédemment mentionnées (voir partie I.1.B du matériels et méthodes) sont associées à un itinéraire technique. Il est ici détaillé par pratiques agricoles. Nous pouvons voir sur le Tableau 10 que certaines ont été développées par rapport à la figure 4 : elles ont été précisées de sorte que nous puissions leur associer une valeur :

Par exemple « vendange » est devenu « type de vendange », « travail du sol » a été développé par type de travail du sol et de fréquence comme nous pouvons le voir dans le tableau 10 (détail des pratiques agricoles). Pour le travail du sol, nous précisons que le terme « autre travail du sol » englobe tous les travaux du sol autre que le labour profond fait par des charrues à plus de 15cm. Nous précisons également que les couverts d'intérêts faunistiques sont des couverts semés qui sont « favorables au développement des insectes pollinisateurs ou auxiliaires ou à la protection de la petite faune et espèces spontanées »²¹.

La fertilisation était initialement séparée en fertilisation minérale (oui/non) et fertilisation organique (oui/non) mais pour simplifier nous les avons regroupés en une seule variable.

L'annexe 8 présente le détail des valeurs des itinéraires techniques des situations culturelles. Ces données sont des données générales d'un mode de conduite et des hypothèses ont été faites pour certaines :

Concernant les IAE, il est difficile de les estimer pour un mode de conduite. Le cahier des charges HVE montre que le seuil minimal est de 4%, Sirami et al. (2019) évoquent une couverture semi-naturelles moyenne entre 5 et 20%, au-dessus de 20% elle est considérée comme très favorable. Pour finir l'agglomération de Sète renseigne des valeurs entre 5 et 30%²². Nous avons donc fait l'hypothèse que le pourcentage d'IAE pour le mode raisonné la valeur était la plus faible, à 4%, pour le mode économe 10%, pour le mode marge – 15% et pour le mode marge + et élevage + 20%. Seule la friche a été mise à 100% compte tenu de sa nature.

Pour le calcul des IFT (Indice de Fréquence de Traitement) fongicides, certains sont issus de la littérature et d'autres ont été calculé à l'aide de l'IFT total auquel nous avons soustrait les IFT herbicides et insecticides. Nous avons fait l'hypothèse que l'IFT total était constitué des IFT herbicides, insecticides et fongicides, négligeant ainsi les molluscicides et les nématicides.

Il y a certaines situations culturelles où la réponse « non » a été remplie dans l'annexe 9 pour la présence de couvert d'intérêt faunistique. Cela ne signifie pas forcément qu'il n'y a pas de couvert, seulement que celui-ci n'est pas d'intérêt faunistique. Il s'agit la plupart du temps d'un couvert spontané comme dans les vignes mode raisonné. Cela explique pourquoi il y a de la destruction de couvert pour des cultures où il n'y a pas de couvert d'intérêt faunistique.

Les données sont autant qualitatives que quantitatives. Nous verrons dans la sous-partie suivante que pour les utiliser dans Co-Click'Eau, elles vont être transformées en valeurs qualitatives.

Tableau 11 : Grille de notation

Pratiques agricoles	Seuil				Sources
	3	2	1	0	
Période de destruction du couvert	<01/03 ou >15/08	Pâturage avant la fauche	15/07-15/08	01/03-15/07	DDT de la Marne, 2015
IFT herbicides	0	0<...<=0,5	0,5<...<=1,44	...>1,44	Chambre d'Agriculture de l'Hérault, Conservatoire d'Espaces Naturels d'Occitanie, 2023 Zahm et al. 2023 Sète Agglopôle Méditerranée, s.d.
IFT insecticides	0	0<...<=0,5	0,5<...<=2	...>2	Soulé et al. 2023
IFT Fongicides	0	0<...<=1	1<...<=6,56	...>6,56	Choix des experts
IAE (% SAU exploitation)	...>=30	>=10...<30	0<...<10	0	Sirami et al. 2019 Solagro, 2011 Sète Agglopote Méditerranée, s.d.
Type de vendange	Manuelle	/	Mécanique	/	Entretien 1 Entretien 4
Présence de couverts d'intérêts faunistiques	Oui	Oui mais Pâturé	Intermédiaire	Non	Zahm et al. 2023
Type de fertilisation azotée	Organique	Aucune	Mixte	Minérale	Treonis et al. 2010
Travail du sol	Semi direct, pas d'autre travail du sol	Semi Direct + labour Autre travail du sol dont la fréquence est <2	Labour profond dont la fréquence <1 Autre travail du sol dont la fréquence >=2	Labour profond dont la fréquence est >=1	Muneret et al. 2022 Agrocomposite, s.d. Chantrel-Valet et al. 2021

2. Système de notation

La notation consiste ici à transformer un itinéraire technique en note d'impact de la situation culturale type sur la biodiversité. Pour cela une grille de notation des pratiques est produite et associée à l'annexe 9.

A. La grille de notation

La grille de notation (tableau 11) apparaît avec huit pratiques agricoles. Nous pouvons voir qu'il y a eu des simplifications par rapport au tableau 10. En effet, en notant les pratiques agricoles, nous avons pu en regrouper certaines, réduisant ainsi leur nombre pour simplifier le calcul de chaque indicateur par la suite. Nous avons notamment réduit le travail du sol : la fréquence et le type ont été réunis afin de pouvoir donner une note facilement, notamment pour distinguer deux pratiques qui auraient un labour profond mais pas à la même fréquence.

Les notes attribuées sont des chiffres comme nous pouvons le constater dans la colonne seuil du tableau 11 mais elles ont une valeur qualitative pour rendre compte de l'impact sur la biodiversité de chacune des pratiques. Cela nous permet de mettre des notes comparables entre pratiques et entre taxons. Ces chiffres vont de 0 à 3 allant du très défavorable à défavorable, favorable et très favorable (voir I.3.C) du matériels et méthodes).

Pour construire cette grille, des décisions ont été prises, certaines à partir d'hypothèses faites. Nous allons les décrire ici :

Pour le travail du sol, nous nous sommes inspirés de l'indicateur « travail du sol » de l'association Noé complété par de la littérature scientifiques et grises pour le type de travail du sol. Pour inclure la fréquence de travail du sol, nous avons fait en fonction des modes de conduite et des valeurs que nous avions. En effet, nous voulions réussir à discriminer un labour une fois tous les 4 ans d'un travail du sol plusieurs fois par an. C'est pourquoi nous avons choisi défini « autre travail du sol » dont la fréquence est supérieure à 2, dans la même catégorie d'impact que « moins d'un labour par an ».

Nous avons créé une catégorie « intermédiaire » pour le couvert d'intérêt faunistique, pour la culture vigne où nous avons un couvert un rang sur deux. La catégorie « oui mais pâturée » a été intégrée à cette grille pour discriminer les couverts à l'année non détruits ou détruits une fois, aux couverts pâturés avant destruction, dans les modes élevage +. Pour ce dernier nous avons émis l'hypothèse d'un pâturage uniquement extensif sur le territoire. Ce qui explique que ça n'est pas une pratique agricole à part entière dans les itinéraires techniques.

Concernant la période de fauche, dans le cahier des charges des MAEC, la Direction Départementale des Territoires (DDT) indiquait qu'il ne fallait pas faucher entre le 01/03 et le 15/07. Après l'entretien avec la 3M, pour certaines espèces d'oiseaux qui nichent dans les prairies comme l'outarde canepetière, cela peut aller jusqu'à fin août. Nous avons donc catégorisé la période juillet en impact défavorable car pour beaucoup d'oiseaux et d'insectes, cela n'est pas dérangeant (*entretien n°4 et n°8*).

Les notes pour la fertilisation ont été appliquées en fonction de l'impact de celle-ci sur la biodiversité. En effet nos recherches ont montré que la fertilisation organique était favorable à la plupart des taxons étudiés tandis que la fertilisation minérale l'était moins, celle-ci réduisant la diversité floristique (annexe 6 et 7). Les notes attribuées sont donc respectivement 3 et 0.

Cette grille est donc ce qui va nous permettre de passer de l'annexe 8 (détails des pratiques agricoles) détaillant les valeurs pratiques agricoles par situations culturales, à la matrice intermédiaire de chaque taxon qui contient les notes qualitatives des pratiques agricoles.

Tableau 12: Matrice intermédiaire pour le taxon faune du sol

Pratiques Agricoles Situations culturales	Utilisation de produits phytosanitaires (impact direct)		Impact traitement	Impact travail du sol	Impact fertilisation azotée	Impact travail du sol	Impact Herbicides	Impact présence d'un couvert faunistique	Note intermédiaire indicateur faune du sol	Note finale indicateur faune du sol
	IFT Fongicides	IFT Insecticides								
Luzerne AB Marge-	3	3	3,0	2	2	2	3	3	2,5	3
Luzerne Elevage + fast	3	3	3,0	1	2	1	3	2	2,0	2
Vigne Raisonné	0	0	0,0	0	0	0	2	0	0,3	0
Vigne économe	1	0	1,0	1	3	1	2	1	1,5	2
Vigne AB Marge+	1	3	2,0	1	3	1	3	3	2,2	2
Vigne AB marge -	1	3	2,0	2	3	2	3	1	2,2	2
Vigne élevage +	1	3	2,0	2	3	2	3	2	2,3	2
Pois chiche économe	2	3	2,5	0	2	0	1	0	0,9	1
Pois chiche AB marge +	3	3	3,0	0	2	0	3	0	1,3	1
Friche AB marge -	3	3	3,0	3	2	3	3	3	2,8	3
Prairie économe	3	3	3,0	1	0	1	3	3	1,8	2
Prairie élevage +	3	3	3,0	3	2	3	3	2	2,7	3
Maraichage économe	1	1	1,0	0	1	0	1	0	0,5	1
Maraichage AB marge +	3	3	3,0	0	3	0	3	3	2,0	2
Céréale raisonné	1	2	1,5	1	0	1	0	3	1,1	1
Céréale économe	2	2	1,0	1	0	1	0	0	0,5	1
Céréale AB marge +	3	3	3,0	1	3	1	3	3	2,3	2
Céréale AB marge -	3	3	3,0	1	3	1	3	3	2,3	2
Céréale Elevage +	3	3	3,0	1	3	1	3	2	2,2	2

B. Les matrices intermédiaires

La grille de notation a été appliquée au tableau à l'annexe 8 (détail des pratiques agricoles) nous permettant d'obtenir pour chaque indicateur taxonomique une matrice intermédiaire, constituée des notes des pratiques agricoles propres à chacun d'eux. Par exemple le tableau 12 présente les notes des pratiques agricoles par situation culturale de l'indicateur faune du sol. Nous voyons qu'il y a une colonne « note intermédiaire » et une colonne « notes finale ». Ceci a été fait afin d'éviter d'avoir des chiffres à virgules pour la suite mais également pour pouvoir prendre en compte l'effet culture- taxon dont nous avons parlé dans la sous-partie 3 de la partie I du matériels et méthodes. Le tableau 13 résume les milieux favorables aux taxons. Nous avons donc appliqué les règles de décisions précisées dans cette même partie du matériels et méthodes pour obtenir les notes présentes dans la colonne « note finale ».

Nous remarquons que la vigne en mode de conduite raisonné est la situation culturale la moins favorable à la faune du sol, ce qui semble logique compte tenu de son itinéraire technique. Nous voyons que la friche et les prairies en mode « élevage + » (pâturées et permanentes) sont les situations culturales les plus favorables à la biodiversité.

C. La matrice technique intermédiaire et finale

Le tableau 14 est la matrice technique intermédiaire dans laquelle les notes des indicateurs oiseaux, reptiles, insectes et faune du sol ont été rassemblées. Celles-ci ont ensuite été additionnées pour donner la note finale de l'indicateur de biodiversité globale que nous voyons encadré en rouge. La somme nous permet de constater les écarts importants entre les situations culturales. Cet indicateur est ensuite placé aux côtés des autres indicateurs de Myrto Parmantier dans la matrice technique finale. La matrice Tableau 15 n'en représente qu'une partie, l'annexe 9 montre la matrice dans son ensemble.

II. Le scénario de pratiques agricoles favorables à la biodiversité

Le développement de l'indicateur et les éléments de connaissance sur les processus écologiques des espèces ciblées sur la Plaine ont permis d'aboutir à la construction d'un scénario de pratiques favorables à la biodiversité.

1. **Les contraintes ajoutées à la matrice technique finale**

Nous avons décidé de construire le scénario en intégrant des contraintes sur les pratiques stratégiques, afin de maximiser l'indicateur biodiversité. Comme le montrent les deux dernières colonnes du tableau 14 nous avons ajouté un indicateur « IAE » et un indicateur « part de la surface labourée » auxquels nous avons imposé des contraintes. L'objectif est de définir un scénario avec un pourcentage important d'IAE et un pourcentage réduit de surface labourée. Étant donné que l'importance de la « mosaïque paysagère » a été mentionnée dans tous les entretiens, il est indispensable de l'intégrer dans le scénario.

La contrainte IAE a été simple à créer étant donné que nous avons juste renseigné les IAE des itinéraires techniques (annexe 8), dans la matrice technique finale.

En ce qui concerne la contrainte « surface labourée », nous avons pris chaque situation culturale et regardé la fréquence de labour. Une fréquence de labour de 1 signifie un labour par an soit 100% de la surface qui est labourée. Pour les fréquences égales à 0,25, cela équivaut à 25% de la surface labourée par an soit un labour tous les 4 ans.

Tableau 13 : Milieux favorables des taxons étudiés

Taxons	Milieux favorables	Sources
Oiseaux	Friches, vignes, prairies, luzerne	DOCOB 2023 (6), Muséum National d'Histoire Naturel, s.d.
Reptiles	Vignes, prairies	Entretien n°3 et n°4, (Fink et Boulfroy 2023)
Insectes	Prairie, friches, luzerne	Entretien n°3, (Roger 2022), ARB Occitanie 2023, CEN Occitanie 2023
Faune du sol	Pas de milieux particuliers identifiés	

Tableau 14 : Matrice technique intermédiaire

Culture	Mode	Indicateur Oiseaux	Indicateur Reptiles	Indicateur Insectes	Indicateur faune du sol	Indicateur biodiversité	Indicateur part de la SAU en IAE	Indicateur part de la surface labourée
Luzerne	AB marge -	2	2	2	3	9	15	20
Luzerne	Elevage +	2	2	2	2	8	30	30
Vigne	Raisonné	0	0	0	0	0	4	100
Vigne	Econome	1	2	1	2	6	10	50
Vigne	AB marge +	2	3	2	2	9	20	0
Vigne	AB marge -	1	2	1	2	6	15	0
Vigne	Elevage +	2	3	2	2	9	30	0
Pois chiche	Econome	1	1	1	1	4	10	100
Pois chiche	AB marge +	1	1	2	1	5	20	100
Friche	AB marge -	3	3	3	3	12	100	0
Prairie	Econome	2	3	2	2	9	10	25
Prairie	Elevage +	2	3	3	3	11	30	0
Maraîchage	Econome	1	1	1	1	4	10	0
Maraîchage	AB marge +	2	2	2	2	8	20	0
Céréale	Raisonné	1	1	1	1	4	4	40
Céréale	Econome	1	1	0	1	3	10	40
Céréale	AB marge +	2	2	2	2	8	20	0
Céréale	AB marge -	2	2	2	2	8	15	0
Céréale	Elevage +	2	2	2	2	8	30	0

Sur le Tableau 15 un indicateur production a été rajouté représentant le rendement de chaque culture hors luzerne et prairie. Il servira à paramétrer l'outil Co-Click'Eau pour que la production actuelle du territoire soit maintenue dans le scénario « mosaïque paysagère ».

Les indicateurs « alimentation-total » et « alimentation-autre » sont également dans le Tableau 15 et représentent le nombre d'humains potentiellement nourris à l'hectare. L'indicateur « alimentation-autre » représente l'alimentation végétale. Cela permet d'ajouter une contrainte sur le scénario pour maintenir la production agricole tout en favorisant la biodiversité, le territoire étant agricole avant tout.

Des contraintes de surface minimum ont par la suite été rajoutées sur toutes les cultures. Cela, afin de limiter l'outil qui aurait trop optimisé la friche pour laquelle la note de l'indicateur biodiversité est la plus forte. Cela nous permet également de favoriser la mosaïque paysagère, un élément crucial pour tous les taxons présents (voir résultats I.1.A)), en nous assurant que toutes les cultures soient représentées dans l'assolement.

2. L'intégration de la matrice technique dans Co-Click'Eau

La première étape pour paramétrer Co-Click'Eau est de créer les indicateurs dans l'outil comme préciser dans le matériels et méthodes (voir II. 2. A). Les indicateurs de la matrice technique ont été créés (voir annexe 9 pour la totalité des indicateurs) dans l'interface et la matrice importée. Les contraintes ont ensuite été bornées dans l'onglet objectifs (voir annexe 10).

Pour le scénario, nous maximisons l'indicateur de biodiversité afin qu'il atteigne la valeur la plus élevée possible, tout en tenant compte des autres contraintes du territoire, d'où la présence des indicateurs sur l'alimentation : « alimentation - totale » et « alimentation – autre ». Après plusieurs essais, nous leur avons ajouté des contraintes de type « supérieur ou égal » afin de renforcer la présence de cultures nourricières, qui étaient peu représentées dans les premiers assolements obtenus. Les valeurs respectives ont été fixées à 13,68 et 6, correspondant aux valeurs actuelles sur le territoire.

Nous avons également retiré la culture « maraîchage » de l'indicateur « alimentation-autre » lors de l'application de la contrainte sur ce dernier. En effet, cette culture occupait une grande partie de la surface, ce qui réduisait la diversité des cultures et donc la mosaïque paysagère. Cette approche n'étant pas favorable dans le cadre du scénario biodiversité.

La part des IAE est fixée à un minimum de 20 %, conformément aux recommandations bibliographiques (Sirami et al. 2019) et sachant que la valeur de référence sur le territoire est à 16,81%. Nous avons hésité à fixer ce seuil à 30 %, considéré comme la limite maximale par l'Aggloplôle de Sète²². Cependant, ce chiffre est un peu trop ambitieux par rapport aux valeurs d'IAE observées dans nos cultures dont le maximum est à 20%, excepté pour les friches (100%).

En ce qui concerne la surface labourée l'association Noé recommande, dans son indicateur "travail du sol", un seuil compris entre 20 % et 75 %, avec un pourcentage supérieur à 70 % jugé défavorable. Etant donné qu'il y a actuellement 36,81% de surfaces labourées nous avons choisie de mettre une contrainte à 25%, l'objectif étant de diminuer le labour et de se rapprocher du seuil des 20%.

Pour finir, nous avons attribué une surface minimum à chacune des cultures. Après plusieurs essais, nous avons gardé les valeurs suivantes :

- Surface friches : entre 0 et 250ha
- Surface maraichage : entre 0 et 350ha
- Surface prairies : entre 0 et 1500ha
- Surface céréales : entre 0 et 1000ha
- Surface luzerne : entre 0 et 600ha
- Surface pois chiche : 0 et 400ha
- Surface vigne : 0 et 1900ha

Tableau 15 : Matrice technique finale partie 1

Zones	Cultures	Modes de conduite	Alimentation - total	Alimentation - autre	Circuit court	Oiseaux	Reptiles	Insectes	Faune du sol	Biodiversité	Part IAE	Surface labourée	Production
POM	Luzerne	AB marge -	2,27	0	0	2	2	2	3	9	15	20	0
POM	Luzerne	Elevage +	3	0	1	2	2	2	2	7	20	30	0
POM	Vigne	Raisonné	0	0	0	0	0	0	0	0	4	100	49
POM	Vigne	Econome	0	0	1	1	2	1	2	6	10	50	40
POM	Vigne	AB marge +	0	0	1	2	3	2	2	9	20	0	15
POM	Vigne	AB marge -	0	0	0	1	2	1	2	6	15	0	30
POM	Vigne	Elevage +	0,56	0	1	2	3	2	2	9	20	0	15
POM	Pois chiche	Econome	100	100	0	1	1	1	1	4	10	100	15
POM	Pois chiche	AB marge +	73,3	73,3	1	1	1	2	1	5	20	100	11
POM	Céréale	Raisonné	39	39	0	1	1	1	1	4	4	40	49
POM	Céréale	Econome	36	36	0	1	1	0	1	3	10	40	45
POM	Céréale	AB marge +	18,5	18,5	1	2	2	2	2	8	20	0	23
POM	Céréale	AB marge -	18,5	18,5	0	2	2	2	2	8	15	0	23
POM	Céréale	Elevage +	19,83	18,5	1	2	2	2	2	8	20	0	23
POM	Friche	AB marge -	0	0	0	3	3	3	3	12	100	0	0
POM	Prairie	Econome	0	0	0	2	3	2	2	9	10	25	0
POM	Prairie	Elevage +	2,37	0	1	2	3	3	3	11	20	0	0
POM	Maraîchage	Econome	475,5	475,5	0	1	1	1	1	4	10	100	252
POM	Maraîchage	AB marge +	396,2	396,2	1	2	2	2	2	8	20	100	210

Légende :
 E : Elevage
 P : Pois chiche
 M : Maraichage

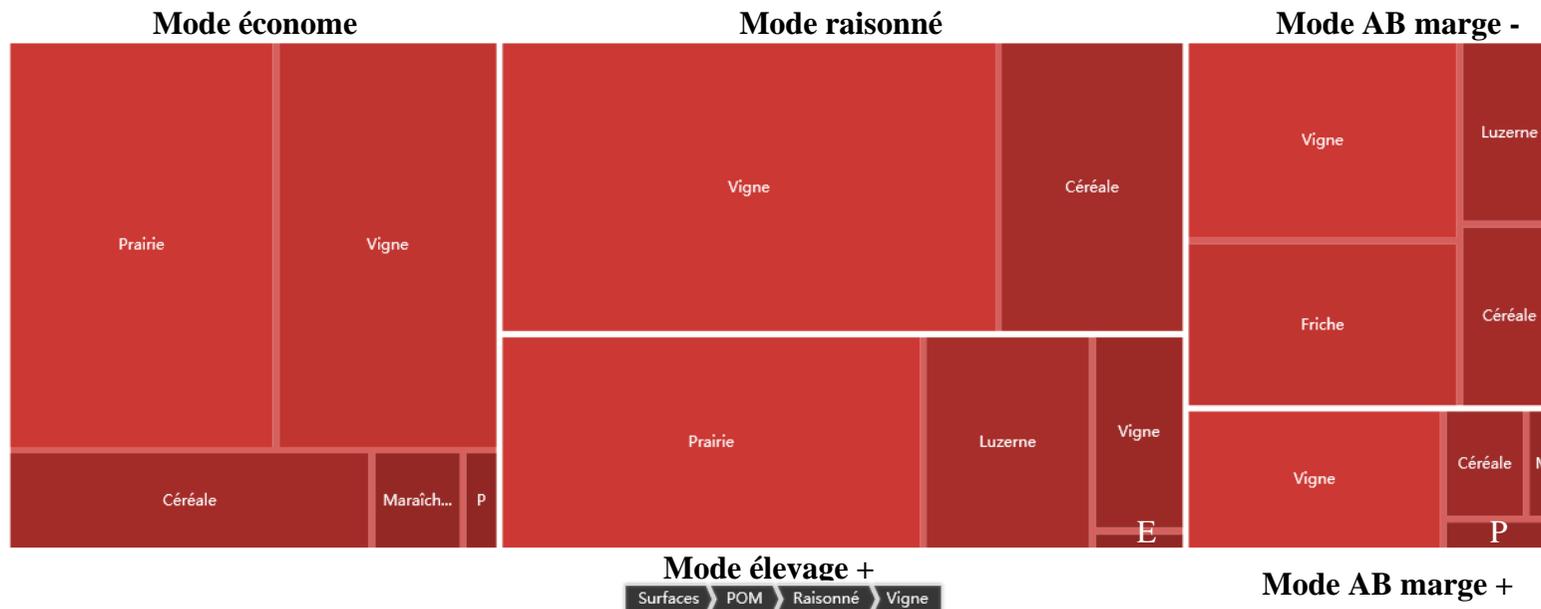


Figure 5 : Assolement initial de la Plaine Ouest de Montpellier (source : Gaucher, Co-Click'Eau, 2024)

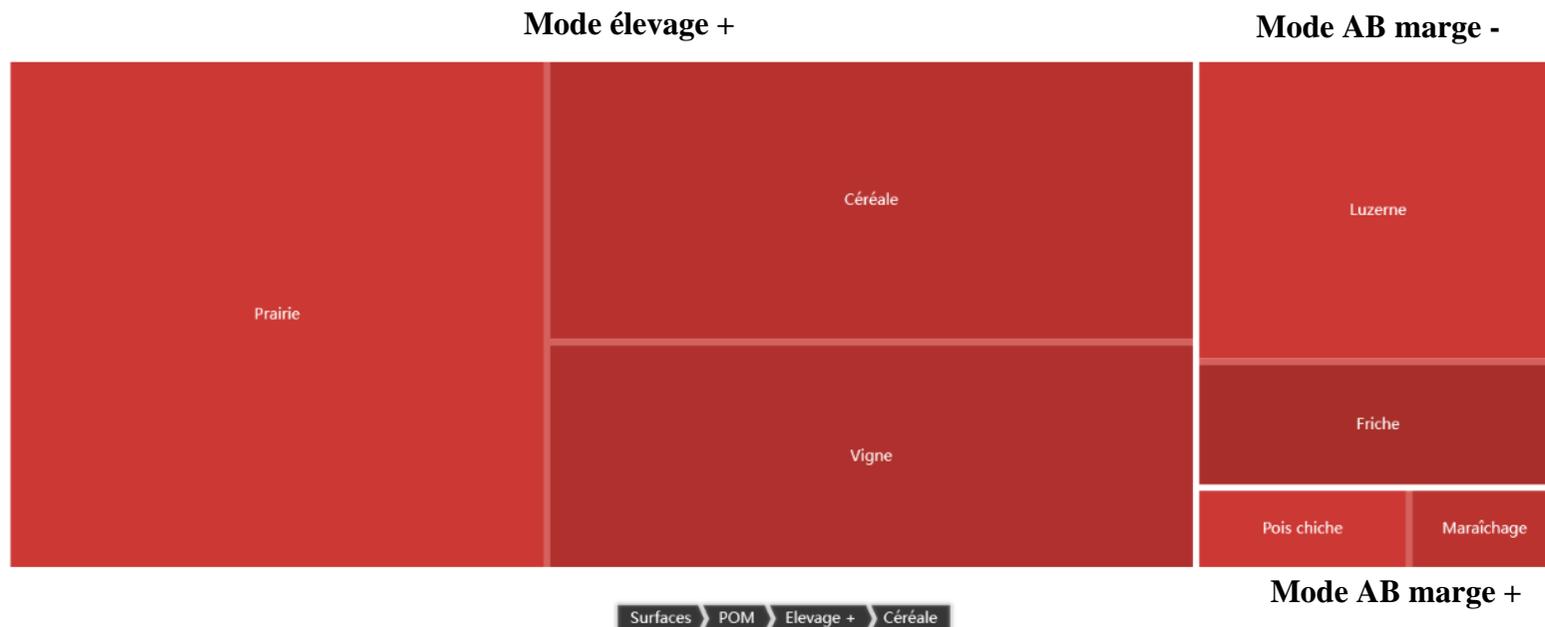


Figure 6 : Assolement favorable à la biodiversité de la Plaine Ouest de Montpellier (source : Gaucher, Co-Click'Eau, 2024)

Tableau 17 : Surface par mode de conduite et à l'échelle du territoire actuel

Mode de conduite	Surface (ha)	Part du territoire
Econome	1370	32%
Raisonné	1100	25%
Marge +	810	19%
Marge –	750	17%
Elevage +	290	7%

Tableau 16 : Surface par mode de conduite et à l'échelle du territoire favorable à la biodiversité

Mode de conduite	Surface (ha)	Part du territoire
Econome	0	0
Raisonné	0	0
Marge +	163.53	3%
Marge –	850	20%
Elevage +	3306.47	77%

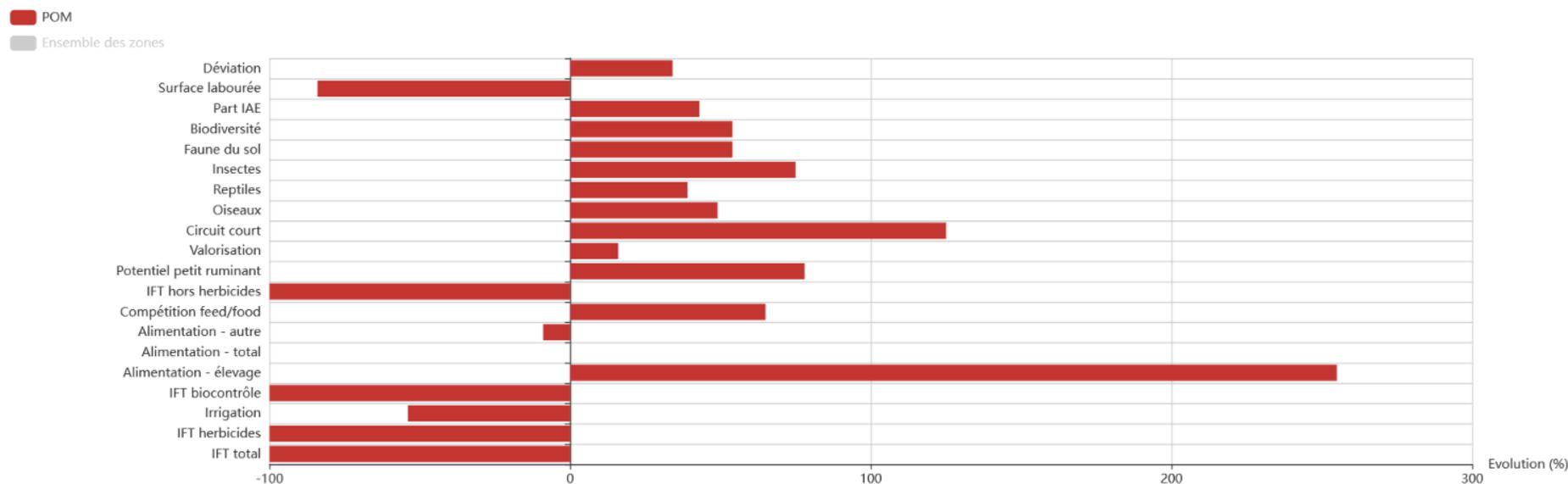


Figure 7 : Evolution des indicateurs par rapport au scénario initial (source : Gaucher, Co-Click'Eau, 2024)

Ces décisions ont été prises afin d'obtenir un scénario réaliste. Le premier assolement généré se composait uniquement de friches et de maraîchages, ce qui ne permettait pas d'aboutir à une mosaïque paysagère. Nous avons donc introduit une contrainte avec une surface maximale pour les friches, correspondant à la surface actuelle, afin d'éviter qu'elle n'augmente.

Concernant la viticulture, nous avons maintenu la surface maximale existante, car cette culture est essentielle pour le territoire. Lors des essais, sa surface n'était pas automatiquement portée au maximum, mais dépendait des autres cultures.

Le maximum de la surface dédiée au maraîchage a été augmenté de cinq hectares pour permettre une plus grande variation de cette culture et rester en accord avec l'indicateur « alimentation totale » que nous avons augmenté.

La surface des prairies a été réduite par rapport à la situation initiale, car elle occupait trop de place dans l'assolement.

La surface des céréales a été augmentée de 1,5 hectares pour pallier le manque de cultures nourricières observé lors des essais. Initialement, cette augmentation était de 2 hectares, mais cela créait un déséquilibre avec les autres cultures.

Enfin, la surface de la luzerne a été augmentée de deux hectares, car cette culture est sous-représentée dans l'assolement initial (voir sous-partie 3 des résultats) et mérite d'être davantage développée. Il en va de même pour les pois chiches.

Co-Click'Eau a par la suite généré un assolement favorable à la biodiversité cohérent qui va être présenté dans la sous-partie 3.

3. L'assolement initial et final

• Assolement initial

La figure 5 présente l'assolement initial de la Plaine Ouest de Montpellier, où nous retrouvons les cinq modes de conduite décrits précédemment. Le mode « économe » est le plus répandu, occupant 1370 hectares, soit 30 % de la surface du territoire, comme indiqué dans le Tableau 16. Ce mode concerne également le plus de cultures, avec un total de cinq. En revanche, le mode « élevage + » est le moins représenté, et nous observons qu'il contient très peu de céréales.

Le maraîchage et les pois chiches sont également peu présents, ces cultures étant marginales sur la plaine par rapport aux autres, et ne se révèlent pas particulièrement favorables à la biodiversité, comme indiqué dans la partie I des résultats. De plus, elles sont rarement cultivées dans le mode « marge + ».

Les friches occupent une part significative du territoire en mode de conduite « marge - », avec une surface proche de celle de la vigne dans ce même mode de conduite (250 ha contre 300 ha).

Cet assolement, dominé par des modes de conduite peu favorables à la biodiversité, ne semble pas optimal pour la promouvoir. Cependant, la diversité des cultures reste relativement importante, ce qui est bénéfique en termes de mosaïque paysagère.

• Assolement final

L'assolement final obtenu est désormais plus favorable à la biodiversité. La figure 7 montre qu'il ne reste plus que trois modes de conduite : « élevage + », « marge + » et « marge - ». Les sept cultures sont toujours présentes, avec une majorité de prairies, suivies par les céréales, la vigne, la luzerne, les friches, les pois chiches, et enfin le maraîchage, qui occupe la plus petite surface.

Le mode « élevage + » prédomine représentant 77% du territoire (tableau 17), ce qui est cohérent avec les résultats de la sous-partie 2 de la partie I, qui mettent en avant son effet positif sur la biodiversité. La figure 7 illustre également l'évolution des différents taxons par rapport au scénario initial. Nous constatons que toutes les pratiques considérées comme très défavorables pour la biodiversité, telles que l'indice de fréquence de traitements ou la surface labourée, ont diminué de 100 %. L'indicateur « alimentation élevage » a augmenté, en réponse à l'accroissement des surfaces allouées au mode « élevage + ».

Discussion

I. Apport de l'étude

Nous avons réussi à construire un indicateur de biodiversité cohérent, représentatif des enjeux principaux de la Plaine Ouest de Montpellier et qui nous a permis d'obtenir par la suite un assolement favorable à la biodiversité à l'échelle d'un territoire. L'indicateur que nous avons construit présente des apports scientifiques et agronomiques. Nous avons démontré que certaines pratiques et certains modes de culture sont préjudiciables aux taxons étudiés. A contrario, les modes de conduite « élevage + » se sont révélés plutôt favorables à la biodiversité, ce qui en fait un levier important pour une gestion des couverts végétaux. Ce mode de conduite constitue une alternative intéressante au travail du sol et à l'utilisation de traitements phytosanitaires, en renforçant les pratiques bénéfiques pour la biodiversité. L'impact négatif du travail du sol sur la biodiversité a été confirmé par les experts interrogés, bien que cette pratique soit souvent mise en œuvre en alternative au désherbage chimique, également néfaste à la biodiversité. L'adaptation des techniques de travail du sol pour les rendre moins impactantes peut être une piste de progrès pour favoriser à la fois la biodiversité du sol et la réduction des herbicides, comme cela existe chez certains vigneron·ne·s très en pointe sur les pratiques agroécologiques.

D'un point de vue général, ce scénario offre des pistes concrètes de ce que nous pouvons produire sur le territoire. Il présente également des pistes moins précises mais qui orientent vers des techniques culturales à explorer pour favoriser la biodiversité au sein de ce milieu agricole.

Ce travail constitue, d'une part, une synthèse des enjeux liés à la biodiversité à l'échelle d'un territoire, la Plaine Ouest de Montpellier, que nous avons mis en relation avec les pratiques agricoles locales. D'autre part, il met en lumière les relations trophiques entre les espèces de la plaine, révélant que les pratiques agricoles, bien qu'elles n'impactent en apparence qu'une seule espèce, affectent en réalité plusieurs autres espèces de manière indirecte. Par exemple nous pourrions penser que l'ajout de fertilisant minérale est favorable uniquement aux végétaux. Mais nous avons vu que cela impacte la faune du sol, puis les végétaux en réduisant leur diversité, ainsi que celle des orthoptères qui trouveront moins de nourriture. Et finalement ça va impacter les oiseaux qui se nourrissent de ces derniers.

Les recherches pour cette étude ont également mis en avant un manque d'information sur la conciliation entre pratiques agricoles et biodiversité à l'échelle du territoire. Ces informations concernent souvent les échelles de la parcelle et de l'exploitation. La construction de cet indicateur évaluant l'impact des pratiques agricoles à l'échelle du territoire est donc un premier travail en vue de plusieurs autres à venir.

II. Limites du travail

La construction d'un indicateur de biodiversité agricole est complexe, car elle vise à comprendre et à mesurer les réponses des écosystèmes à des modifications de l'utilisation des terres. Cela implique de nombreux facteurs écologiques (espèces dépendantes de différents milieux...) et agricoles (période de fauche, fréquence de fauche...) interconnectés, ce qui présente plusieurs limites.

Pour commencer, l'étude s'appuie sur les méthodes de construction de quatre indicateurs de biodiversité dans des contextes variés, qui ont permis des apports méthodologiques utiles. Cependant, d'autres travaux ont développé ce type d'indicateurs dans des écosystèmes et des types de productions agricoles différents. Il serait intéressant d'élargir la base de méthodes mobilisées pour construire l'indicateur pour évaluer sa robustesse.

Lors de la construction des itinéraires techniques, le projet n'incluant pas de relevés sur le terrain, nous avons dû nous baser presque exclusivement sur les connaissances issues de la bibliographie. Certaines données n'étaient pas disponibles à une échelle très locale, ce qui a nécessité de formuler des hypothèses pour se rapprocher au mieux de la réalité.

Cela a également fortement influencé la conception de notre indicateur, car la plupart des indicateurs sont habituellement développés dans le but de recueillir des informations relatives à la biodiversité directement sur le terrain. Par conséquent, nous ne pouvions pas toujours nous en inspirer. Nos données pour les itinéraires techniques proviennent donc souvent de la même base de données réalisées par l'INRAE sur le territoire Méditerranéen. Les relevés de terrains auprès des agriculteurs auraient été ici pertinents.

Il existe également des limites dans la définition des impacts des pratiques agricoles. Par exemple, le labour a été immédiatement considéré comme très défavorable, tout comme la période de fauche non-retardée. Cependant, il serait nécessaire d'affiner ces évaluations en tenant compte des outils utilisés, de la profondeur du travail du sol, de la vitesse de fauche, ou encore des techniques de fauche, car celles-ci produisent des résultats différents. Lors de l'entretien avec une chercheuse (*entretien n°2*), nous avons évoqué que le travail du sol avec des herse à disque pouvait être plus néfaste pour les vers de terre qu'un labour. De plus, la vitesse et la méthode de fauche impactent différemment la faune : une fauche lente et centrifuge aura moins d'impact qu'une fauche classique. La prise en compte des IFT peut aussi être améliorée : leur effet a été étudié séparément alors que les effets peuvent être augmentés lorsque deux types de produits phytosanitaires sont combinés (Beaumelle et al. 2023). Les IFT Biocontrôle n'ont également pas été relevés dans l'indicateur de biodiversité, ces derniers n'étant pas ressortis lors des recherches. Cependant il apparaît dans les indicateurs développés par Myrto et ajoutés au scénario. Les IFT sur les semences n'ont pas non plus été inclus par manque d'informations à leur sujet, dans les itinéraires techniques, mais également lors qu'il était question des liens entre pratiques agricoles et biodiversité.

La grille de notation a été construite avec l'hypothèse faite que les valeurs seuils utilisées pour la notation étaient les mêmes pour toutes les cultures. Par exemple l'impact d'un traitement herbicide peut être moindre sur une céréale que sur une vigne car les insectes y sont moins présents. Ces connaissances écologiques précises par culture sont très rares et ne permettent pas de reconstituer l'ensemble des interactions pratiques / biodiversité qui existent dans un territoire agricole, surtout lorsque ce territoire est diversifié.

Il existe également des améliorations à apporter à la définition des contraintes posées à l'échelle des territoires. Les valeurs que nous avons attribuées à ces contraintes ont été calculées de manière assez générale, et pourraient être affinées. Par exemple, la part des surfaces labourées ne prend pas en compte les surfaces d'IAE, ce qui pourrait rendre l'évaluation des impacts plus précise et représentative des pratiques réelles. Cela n'a pas été fait lors de ce stage car nous n'avons pas eu ce type de données dans nos entretiens et il ne restait plus assez de temps pour aller les chercher dans d'autres ressources.

Les IAE sont également la seule échelle exploitation, étant définie en pourcentage de la surface agricole utile. La question se posera donc de savoir comment recentrer le scénario sur les agriculteurs et à l'échelle de leur exploitation à la suite de ce travail.

Il faudrait aussi revoir leur paramétrage dans Co-Click'Eau et en identifier de nouvelles contraintes pour que le scénario soit plus précis et réaliste que celui présenté dans les résultats qui est une version initiale.

III. Perspectives

Le scénario créé est une première version qui nécessitera des améliorations. Plusieurs pistes d'amélioration sont envisageables.

L'indicateur a été simplement agrégé en raison d'un manque de temps, mais il serait pertinent d'explorer la possibilité d'appliquer une pondération, à la fois entre les taxons mais aussi entre les pratiques agricoles. L'outil Dexi, déjà utilisé pour d'autres indicateurs, pourrait être adapté pour cette pondération, offrant ainsi une approche plus précise dans l'évaluation des pratiques et de leurs impacts sur la biodiversité.

L'enjeu eau a été évoqué au cours de ce mémoire mais il n'a pas été étudié. La plaine était composée de plusieurs zones humides impactées par les pratiques agricoles et notamment l'élevage il serait pertinent de l'intégrer au scénario, mais aussi à l'indicateur, par les taxons à enjeux que ces milieux hébergent (*entretien n°7*).

Pour affiner cet indicateur, il serait très pertinent, comme évoqué précédemment, de revoir la description des itinéraires techniques des chaque modes de conduite avec les agriculteurs ou des conseillers agricoles et au-delà, d'identifier les voies d'amélioration des itinéraires techniques au sein de chaque mode de conduite.

Ce stage a permis d'obtenir une version initiale d'un scénario de pratiques agricoles favorables à la biodiversité, qui condense le savoir local des experts naturalistes, et des données agronomiques.

Ce scénario pourra servir de support de discussion pour partager des connaissances, en discutant des hypothèses, des notations et des assolements obtenus, et de concertation en identifiant les évolutions les plus favorables et les compromis les plus acceptables. C'est un format qui est amène à la concertation ainsi qu'à la discussion. En ce sens, il va être présenter lors d'un atelier, majoritairement aux experts naturalistes. Leurs retours amélioreront ce scénario en vue d'être présenté dans un second temps aux agriculteurs. A terme, nous pouvons imaginer qu'il sera au centre d'une concertation territoriale autour des choix à réaliser pour l'orientation des pratiques agricoles de la Plaine Ouest de Montpellier.

Conclusion

L'indicateur de biodiversité des territoires agricoles conçu a permis de lier connaissances agronomiques et naturalistes de la Plaine Ouest de Montpellier en rendant compte qualitativement de l'impact des pratiques agricoles sur des taxons à enjeux. Il a ainsi permis la conception avec les parties prenantes du territoire, d'un scénario d'assolement favorable à la biodiversité. Ce projet s'inscrit donc dans une démarche participative impliquant divers acteurs, tels que le Conservatoire d'Espaces Naturel d'Occitanie, la métropole de Montpellier (3M), la Ligue de Protection des Oiseaux ainsi que des chercheurs. L'objectif est de prendre en compte les enjeux territoriaux réels et les attentes des différents acteurs, en se concentrant, à ce stade, sur les connaissances naturalistes locales.

Le scénario final favorable à la biodiversité représente une première vision de ce que pourrait devenir la plaine à l'horizon 2050. Il sert de support aux discussions entre les acteurs du territoire, visant à identifier les situations culturelles les plus favorables à la biodiversité, tout en maintenant une production agricole et nourricière. La description précise de ces situations culturelles par des itinéraires techniques nécessiterait un approfondissement des savoirs agronomiques propres au territoire étudié.

L'assolement proposé dans ce scénario met en lumière les associations entre pratiques agricoles et biodiversité qui seraient pertinentes à adopter, dans l'optique de réduire l'impact des pratiques actuelles trop néfastes. Cela permet aussi d'anticiper les évolutions futures et de mieux cerner les enjeux d'une telle transition agricole.

Ce travail contribue, à une échelle plus large, au projet BeCreative, qui vise à développer des démarches participatives territorialisées. L'objectif est de promouvoir des modes de conduite et des formes d'action collective permettant la réduction voire l'arrêt de l'utilisation des produits phytosanitaires, tout en maintenant une agriculture nourricière et rentable, au bénéfice de l'ensemble des acteurs du territoire : communes, métropoles, agriculteurs, et experts naturalistes.

Bibliographie

I. Bibliographie scientifique

Audouin, Elise, Jacques-Eric Bergez, Jean-Philippe Choisis, Michel Duru, Amélie Gonçalves, Julie Ryschawy, Marie Taverne, Pierre Triboulet, et Olivier Therond. 2018. « Petit guide de l'accompagnement à la conception collective d'une transition agroécologique à l'échelle du territoire ». INRAE. <https://doi.org/10.15454/1.51922370939024E12>.

Barret, Jérémy, Françoise Sarrazin, et Jocelyn Fonderflick. 2009. « DIAGNOSTIC DE BIODIVERSITÉ DES EXPLOITATIONS AGRICOLES EN LANGUEDOC-ROUSSILON ». 3. Leonardo Da Vinci Transfert d'Innovation. https://documents.cdrflorac.fr/Ecodiag_Diagnostic.pdf.

Bazelet, Corinna S., et Michael J. Samways. 2011. « Identifying grasshopper bioindicators for habitat quality assessment of ecological networks ». *Ecological Indicators* 11 (5): 1259-69. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.01.005>.

Beaumelle, Léa, Léa Tison, Nico Eisenhauer, Jes Hines, Sandhya Malladi, Céline Pelosi, Lise Thouvenot, et Helen R. P. Phillips. 2023. « Pesticide Effects on Soil Fauna Communities—A Meta-analysis ». *Journal of Applied Ecology* 60 (7): 1239-53. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14437>.

Bernardin, Claire, Rémy Ballot, Simon Fauvel, et Laurent Joseph. 2021. « Co-click'eau – Guide méthodologique de la démarche. » coclickeau.fr.

Bockstaller, Christian, Sandra Beauchet, Vincent Manneville, Bernard Amiaud, et Raphaëlle Botreau. 2017. « A Tool to Design Fuzzy Decision Trees for Sustainability Assessment ». *Environmental Modelling & Software* 97 (novembre):130-44. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.07.011>.

Bockstaller, Christian, Pauline Feschet, et Frédérique Angevin. 2015. « Issues in Evaluating Sustainability of Farming Systems with Indicators ». *OCL* 22 (1): D102. <https://doi.org/10.1051/ocl/2014052>.

Bockstaller, Christian, et Philippe Girardin. 2003. « How to validate environmental indicators » 76:639-53.

Bockstaller, Christian, Françoise Lassere-Joulain, Helmut Meiss, C. Sausse, Haye van Der Werf, T. Denoirjean, Lionel Ranjard, Frédérique Angevin, Nadia Michel, et V. Tossier. 2019. « Les indicateurs de biodiversité pour accompagner les agriculteurs : embarras du choix ou pénurie ? » 75:73-86.

Bockstaller, Christian, Françoise Lasserre-Joulin, Sophie Slezack-Deschaumes, Séverine Piutti, Jean Villerd, Bernard Amiaud, et Sylvain Plantureux. 2011. « Assessing Biodiversity in Arable Farmland by Means of Indicators: An Overview ». *Oléagineux, Corps Gras, Lipides* 18 (3): 137-44. <https://doi.org/10.1051/ocl.2011.0381>.

Bockstaller, Christian, Clélia Sirami, D. Sheeren, O. Keichinger, L. Arnaud, A. Favreau, F. Angevin, et al. 2021. « Apports de la télédétection au calcul d'indicateurs agri-environnementaux au service de la PAC, des agriculteurs et porteurs d'enjeu ».

Bockstaller, Christian, Emma Soulé, Bastien Dallaporta, et Clélia Sirami. 2024. « Assessing Impacts of Farming Systems on Biodiversity Using Predictive Indicators: A Gradient of Complexity ». 11 mars 2024. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-21429>.

Bretagnolle, Vincent, et Jacques Baudry. 2015. « Vers une agro-écologie des territoires, pour une gestion durable des services écosystémiques : de l'observation à l'expérimentation ».

Chantre, Emilia, Laurence Guichard, Rémy Ballot, Florence Jacquet, Marie-Hélène Jeuffroy, Cybill Prigent, et Marco Barzman. 2016. « Co-Click'eau, a Participatory Method for Land-Use Scenarios in Water Catchments ». *Land Use Policy* 59 (décembre):260-71. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.09.001>.

Chantrel-Valat, Daniel, Pauline Lavoisy, et Eloi Pailloux. 2021. « 14 indicateurs de biodiversité agricole pour les filières agro-alimentaires ».

Chassain, Juliette. 2023. « Biodiversité des sols et services écosystémiques associés dans des systèmes de culture alternatifs stables et en transition ».

Craheix, Damien, Frédérique Angevin, Jacques-Eric Bergez, Christian Bockstaller, Bruno Colomb, Laurence Guichard, Raymond Reau, Sadok Walid, et Thierry Doré. 2011. « MASC 2.0, Un outil pour l'analyse de la contribution des systèmes de culture au développement durable. Jeu complet de fiches critères de MASC 2.0. » INRA - AgroParisTech - GIS GC HP2E.

Dallaporta, Bastien, Sabine Bonnot, et Christian Bockstaller. 2023. « Présentation succincte d'un indicateur prédictif des impacts ».

Delbaere, Ben. 2003. *An Inventory of Biodiversity Indicators in Europe, 2002*. Luxembourg: Publications Office.

Díaz, Sandra, Josef Seetele, Eduardo Brondízio, Hien T. Ngo, Guèze Maximilien, John Agard, Almut Arneth, et al. 2019. « IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services ». IPBES. file:///C:/Users/Utilisateur/Downloads/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymaker_s.pdf.

Elmiger, By Noëmi, Robert Finger, Jaboury Ghazoul, et Sergei Schaub. 2023. « Biodiversity Indicators for Result-Based Agri-Environmental Schemes – Current State and Future Prospects ». *Agricultural Systems* 204 (janvier):103538. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103538>.

Emmerson, M., M. B. Morales, J. J. Oñate, P. Batáry, F. Berendse, J. Liira, T. Aavik, et al. 2016. « Chapter Two - How Agricultural Intensification Affects Biodiversity and Ecosystem Services ». In *Advances in Ecological Research*, édité par Alex J. Dumbrell, Rebecca L. Kordas, et Guy Woodward, 55:43-97. Large-Scale Ecology: Model Systems to Global Perspectives. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.aacr.2016.08.005>.

Fares, M'hand, Marie-Benoit Magrini, et Pierre Triboulet. 2012. « Transition agroécologique, innovation et effets de verrouillage : le rôle de la structure organisationnelle des filières ». *Cahiers Agricultures* 21 (1): 34-45 (1). <https://doi.org/10.1684/agr.2012.0539>.

Fink, Jean, et Emmanuelle Boulfroy. 2023. « Comment favoriser les amphibiens et les reptiles en milieu agricole ». *CERFO: Formation Accompagnement Recherche en Foresterie*, Les fiches d'accompagnement pour l'impantation d'aménagements favorisant la biodiversité en milieu agricole, n° 2, 6.

Hasnaoui Amri, Nabil, Laura Etienne, Christophe-Toussaint Soulard, et Isabelle Michel. 2024. « Agriculteurs, citoyens et élus locaux : comment transformer une plaine viticole méditerranéenne en un territoire périurbain nourricier ? » *Cahiers Agricultures* 33:8. <https://doi.org/10.1051/cagri/2024006>.

Lairez, Juliette, Pauline Feschet, Joël Aubin, C. Bockstaller, et Isabelle Bouvarel. 2015. *Agriculture et développement durable. Guide pour l'évaluation multicritère*.

Le Roux, X., J. Barbault, F. Burel, I. Doussan, E. Garnier, F. Herzog, S. Lavorel, et al. 2008. « Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA (France) ».

Leenhardt, Sophie, Laure Mamy, Stéphane Pesce, et Wilfried Sanchez. 2023. *Impacts des produits phytopharmaceutiques sur la biodiversité et les services écosystémiques*. éditions Quae. <https://doi.org/10.35690/978-2-7592-3657-2>.

Manneville, Vincent. 2021. « BIOTEX : une démarche d'évaluation multicritère de la biodiversité ordinaire dans les systèmes d'exploitation d'élevage et de polyculture-élevage ». Présenté à RMT SPICEE, novembre. https://idele.fr/fileadmin/medias/Documents/RMT_SPYCE/Seminaire_annuel_nov_2021_MANNEVILLE_Vincent_Biodiversite_biotex.pdf.

Matutini, Florence, Jocelyn Fonderflick, Emmanuel Cosson, Delphine Quekenborn, et Aurélien Besnard. 2018. « Chiroptères et sélection des terrains de chasse : l'importance des variations individuelles pour la définition de mesures de conservation pertinentes. » 37 (avril).

Meynard, Jean-Marc, François Charrier, M'hand Fares, Marianne Le Bail, Marie-Benoît Magrini, Aude Charlier, et Antoine Messéan. 2018. « Socio-Technical Lock-in Hinders Crop Diversification in France ». *Agronomy for Sustainable Development* 38 (5): 54. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0535-1>.

Organisation des Nations Unies. 2011. « Guide de développement et d'utilisation des indicateurs nationaux de biodiversité », 40.

Parmantier, Myrto, Marc Moraine, et Lorène Prost. 2024. « Co-construction de scénarios de complémentarité culture-élevage pour la réduction des pesticides à l'échelle d'un territoire ». mars. Petit, Sandrine, Audrey Alignier, Roland Allart, Stéphanie Aviron, Hugues Boussard, Pierre P. Franck, Caroline Gibert, et al. 2023. « Building Capacities for the Design of Agroecological Landscapes ». *Agriculture, Ecosystems & Environment* 342:108263. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108263>.

Roger, Lucas. 2022. « Impact de la gestion des prairies sur les peuplements d'orthoptères en Europe : synthèse bibliographique », n° 6, 197-216.

Sirami, Clélia, Nicolas Gross, Alette Boser Baillod, Colette Bertrand, Romain Carrié, Annika Hass, Laura Henckel, et al. 2019. « Increasing Crop Heterogeneity Enhances Multitrophic Diversity across Agricultural Regions ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116 (33): 16442-47. <https://doi.org/10.1073/pnas.1906419116>.

Soulé, Emma, Cathy Hawes, Mark Young, Laura Henckel, Nadia Michel, Philippe Michonneau, et Christian Bockstaller. 2023. « A Predictive Indicator Assessing Effect of Cropping System and

Surrounding Landscape on Biodiversity ». *Ecological Indicators* 151 (juillet):110-289. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110289>.

Therond, Olivier, et Anaïs Tibi. 2017. « Évaluation des services écosystémiques rendus par les écosystèmes agricoles. Une contribution au programme EFESE », 12.

Thybaud, Eric, et Agnès Lefranc. 2020. « Pesticides and regulations ». *Environnement Risques Santé* 19 (2): 90-92. <https://doi.org/10.1684/ers.2020.1406>.

Veen, F. J. Frank Van, Jane Memmott, et H. Charles J. Godfray. 2006. « Indirect Effects, Apparent Competition and Biological Control ». In *Trophic and Guild in Biological Interactions Control*, édité par Jacques Brodeur et Guy Boivin, 3:145-69. Progress in Biological Control. Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/1-4020-4767-3_7.

Zahm, F., S. Girard, A. Alonso Ugaglia, J.-M. Barbier, H. Boureau, D. Carayon, S. Cohen, et al. 2023. « La méthode IDEA - Indicateurs de durabilité des Exploitations Agricoles. Principe & guide d'utilisation. Evaluer la durabilité de l'exploitation agricole. » *Educagri éditions*.

II. Bibliographie littérature grise

- 1 : INSEE. 2021. « 3.2 Identité agricole des régions – La France et ses territoires | Insee ». 2021. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5039859?sommaire=5040030>.
- 2 : Allimant, Philippe, Geneviève Jourdir, et José Ruiz. 2020. « Déclinaison régionale du Projet Agro-Écologique pour la France (PAEF) ». 19077. Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. <https://www.vie-publique.fr/files/rapport/pdf/278760.pdf>.
- 3 : Office Français de la Biodiversité. 2021. « Plan Écophyto, réduire et améliorer l'utilisation des produits phytosanitaires ». Le portail technique de l'OFB. 19 février 2021. <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/286>.
- 4 : Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire. 2022. « Le plan Écophyto, qu'est-ce que c'est ? » Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. 7 février 2022. <https://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecophyto-quest-ce-que-cest>.
- 5 : Cour des comptes. 2019. « Le bilan des plans Ecophyto. Référé n° 22109-2659. », 2019. <https://www.ccomptes.fr/system/files/2020-01/20200204-refere-S2019-2659-bilan-plans-ecophyto.pdf>.
- 6 : Malapert, Aurore. 2014. « Document d'Objectifs de la Zone de Protection Spéciale ».
- 7 : Moraine, Marc, et Lise Valet. 2021. « Diagnostic initial des enjeux liés à l'élevage sur le territoire de la Plaine Ouest de Montpellier », mars, 10.
- 8 : Agence Régionale de la Biodiversité. 2023. « Le coin des indicateurs ». *ARB Occitanie* (blog). 2023. <https://www.arb-occitanie.fr/connaitre/indicateurs/>.
- 9 : INRAE. 2021. « Objectifs - Be Creative Accueil ». Avril 2021. <https://be-creative.hub.inrae.fr/le-projet/objectifs>.
- 10 : Buisson, Emma. 2022. « Rapport de stage : Diagnostic sociotechnique des freins et leviers au processus d'innovation visant à la réduction de l'utilisation de pesticides en viticulture sur la plaine ouest de Montpellier ».
- 11 : Inventaire National du Patrimoine Naturel. 2024. « FR9112020 Plaine de Fabrègues-Poussan ». <https://inpn.mnhn.fr/docs/natura2000/fsdpdf/FR9112020.pdf>.
- 12 : Conservatoire d'Espaces Naturels d'Occitanie, Chambre d'Agriculture de l'Hérault, CIVAM Bio 34, et FAB'LIM. 2023. « Etude pour la création d'une zone de production agroécologique sur la commune de Montbazin. Rapport d'études. » CEN Occitanie.
- 13 : Montpellier Méditerranée Métropole. 2019. « Schéma de cohérence territoriale ».
- 14 : Inventaire National du Patrimoine Naturel. s.d. « La biodiversité - Patrimoine naturel - Définitions ». s.d. <https://inpn.mnhn.fr/informations/biodiversite/definition>.
- 15 : UICN. 2014. « LES INDICATEURS DE BIODIVERSITÉ – UICN-FR-COLLECTIVITES-BIODIVERSITE.FR ». 2014. <http://uicn-fr-collectivites-biodiversite.fr/les-indicateurs-de-biodiversite/>.

- 16 : National Institute of Geographic and Forestry Information. Janvier 2022. « UC1b Computer of Biodiversity Indicator Tier 1 User Guide ».
- 17 : Office Français de la Biodiversité. s.d. « Le milieu marin ». s.d. <https://www.ofb.gouv.fr/le-milieu-marin>.
- 18 : Périgaud, Noémie. 2023. « Compte-Rendu : 8EME COMITE DE PILOTAGE – SITE NATURA 2000 PLAINE DE FABREGUES – POUSSAN 20 OCTOBRE 2023 ».
- 19 : Biotope. 2014. « FICHE DE SYNTHESE DU SITE NATURA 2000 ».
- 20 : Sète Agglopôle Méditerranée. 2022. « Suivi 2022 (T2), des mesures d’atténuation et de compensation sur les sites de la Reille et de Villeveyrac ».
- 21 : Syndicat Mixte du Bassin Versant de l’Yères et de la Côte. 2023. « Notice de la mesure “Création de couverts d’intérêt faunistique et floristique favorables aux pollinisateurs et aux oiseaux communs des milieux agricoles” ». https://draaf.normandie.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/75-ybio_notice_ciff.pdf.
- 22 : PSE Sète agglopôle méditerranée. s.d. « PSE Sète agglopôle méditerranée - Paiements pour services environnementaux ». s.d. <https://pse-environnement.developpement-durable.gouv.fr/fiches-projets/pse-sete-agglopole-mediterranee>.

Liste des entretiens

Entretien n°1 : Chargé de projet territorial et expertise / chargée de projet thématique agroécologique, Conservatoire d'Espaces Naturels Occitanie. 2024.

Entretien n°2 : Post-doctorante, INRAE. 2024.

Entretien n°3 : Responsable territoriale Ouest Hérault / chargée de projet thématique agroécologique, Conservatoire d'Espaces Naturels Occitanie. 2024.

Entretien n°4 : Chargé d'études scientifiques faune, Conservatoire d'Espaces Naturels Occitanie. 2024.

Entretien n°5 : Chargée d'étude chiroptérologie, Conservatoire d'Espaces Naturels Occitanie. 2024.

Entretien n°6 : Chargée de mission Nature & Biodiversité et responsable de projet, chargée d'étude agriculture et biodiversité, Ligue de Protection des Oiseaux Hérault. 2024.

Entretien n°7 : Chargée d'études biodiversité / alternante, Montpellier Métropole Méditerranée. 2024.

Entretien n°8 : Doctorante, Conservatoire d'Espaces Naturels Occitanie. 2024.

Entretien n°9 : Chargé de mission milieux aquatiques, Montpellier Métropole Méditerranée. 2024.

Annexe 2 : Exemple de guide d'entretien d'un agent du CEN Occitanie

Poste : responsable territorial Ouest-Hérault au CEN. Il a plutôt des connaissances généralistes sur les enjeux de la plaine

Présentation :

- Je me présente, je présente le projet et mes attentes si Aude ne l'a pas déjà fait.
- Pouvez-vous vous présenter rapidement

Les enjeux biodiversité de la plaine :

- Quels sont pour vous les enjeux biodiversité (faune, flore) impactés par l'agriculture, de la plaine ?
- Est-ce qu'il y a un enjeu œdémone Criard ?
- Quelles espèces impactées par l'agriculture sont les plus urgentes à protéger ? Pourquoi ?
- J'ai lu dans le document « études pour la création d'une zone de production agroécologique sur la commune de Montbazin » qu'il y avait une méthode de hiérarchisation des enjeux écologiques du CEN Occitanie, en quoi cela consiste-il ?

Lien pratiques agricoles biodiversité :

- Quelles sont les pratiques agricoles favorables et défavorables à ces espèces ?
- Lesquelles ont un impact direct et indirect ?
- Est-ce que vous auriez des idées des seuils des pratiques agricoles selon les espèces ? Par exemple au bout de combien de fauches telle espèce est impactée... ? Ce serait pour borner afin d'avoir un référentiel.
- Est-ce que vous auriez aussi une idée de la surface de territoire nécessaire pour 1 espèce, pour un couple d'outarde par exemple ?
- Existe-t-il des espèces parapluies ? Si oui lesquelles ?
- J'ai vu que des zones à enjeux surtout flore étaient des pelouses sèches, est ce que c'est des milieux qui sont actuellement pâturés ? Ou qu'il faudrait pâturer pour empêcher la fermeture du milieu ? Si la réponse est la dernière, est-ce que l'on sait comment cette flore peut réagir face à l'arrivée du pâturage ?

Les contraintes de la POM :

Expliquer comment on voudrait les représenter.

- Est-ce que vous auriez pour le territoire, la surface en ZH, le nombre d'IAE ? J'ai vu que vous aviez fait ça pour la commune de Montbazin, l'auriez-vous fait pour d'autres ? Et auriez-vous l'annexe sur la grille d'évaluation de l'état des IAE ?

Annexe 3 : Liste des oiseaux désignés pour la ZPS

Oiseaux désignés pour la ZPS « Fabrègues Poussan » ¹⁹	Alouette lulu
	Circaète Jean-le-Blanc
	Busard cendré
	Outarde canepetière
	Rollier d'Europe
	Pipit rousseline
	Busard Saint-Martin
	Aigle de Bonelli
	Faucon crécerellette
	Fauvette pitchou
	Grand-duc d'Europe
	Echasse blanche
	Milan noir

Annexe 4 : Détails de l'habitat, des pratiques agricoles favorables et défavorables aux oiseaux de la ZPS "Plaine de Fabrègues Poussan"

Espèces ZPS	Régime alimentaire	Habitat		Pratiques favorables	Pratiques défavorables directes	Pratiques défavorables indirectes	Sources :
		Zones de chasse	Zone de reproduction				
alouette lulu	Insectes et araignées (été), complément végétal sérieux l'hiver. Petits sont nourris avec des insectes variés (graines de graminées, de crucifères d'ombellifères), araignées et larves et chenilles	Secteurs dégagés sec : Strate herbeuse courte	Zones de collines et de moyenne montagne, versants exposés et protégés des vents par des haies vives et des bosquets, zones à végétation rase Prairies maigres ou petites parcelles cultivées, landes, friches des coteaux, vignes	Pâturage pour empêcher la fermeture des milieux	Arrachage des haies et des bosquets Augmentation taille des parcelles (diminue l'hétérogénéité de la ferme) Fermeture des milieux Absence de couverts fixes d'intérêt faunistique : herbacé (couvert pluriannuel), légumineuses, céréales (couverts annuels), fleuris, mélanges graminées-légumineuses	insensibilisations des pratiques culturales : forts dosage d'engrais et de produits phytos (diminution production de graines et d'invertébrés et la production de fourrages artificiels)	MNHN, 2012 Hameau et Rastouil, 2015 Docob, 2014 Les fédérations de chasseurs d'Occitanie, 2011
Circaète Jean-le-blanc	Reptiles principalement serpents (90%) et lézard ocellé dans le sud micromammifères, amphibiens et oiseaux (5% alimentation)	Zones ouvertes : terrain rocailleux, adrets, soulanes, landes faiblement boisées, garrigues, prairies à pâturage extensif, friches, jachères, cultures (vignes, vergers)	Arbres : pins, sapins, chênes, hêtres, vallons, landes	Pâturage pour empêcher la fermeture des milieux	Fermeture de ses milieux de chasse Destruction de la mosaïque paysagère	traitements phytosanitaires Fermeture des milieux Destruction de la mosaïque paysagère	LPO, 2019 MNHN, 2012 Sidorski, s.d.
Busard cendré	Rongeurs (campagnol), petits oiseaux (alouette et pipit), insectes (orthoptères), batraciens, reptiles	Plaines cultivées, prairies humides de fauche ou pâturées	Garrigues, landes		Pertes de son habitat naturel pour la nidification (évolution garrigues en forêt et pertes de lande)	Abandon des prairies au profit des cultures (baisse de campagnol)	Entretien n°6 , MNHN, 2012
Ouarde canepetière	herbivore et folivore + insectivores pour les jeunes et en période de repro (invertébrés, arthropodes, coléoptères, orthoptères)	Prairies basses de légumineuse (luzerne, colza) Prairies sèches, fortes hétérogénéité	couverts bas et hauts (mâle et femelle) paysage avec une succession de parcelles hautes et basses	Fauches tardives : après mi-août Présence de couvert légumineuses + graminées (++) orthoptères) Bandes refuges	Fauches précoces Pâturage Arrachages des haies Disparition mosaïque paysagère : Remembrements Fermeture des milieux Perte de surfaces et d'activités agricoles Absence de couverts fixes et mobiles d'intérêt faunistique	Utilisation de pesticides	Devoucoux, 2014 Entretien N2000 3M Entretien Soumaya Sidorski, s.d. Malapert, 2014
Rollier d'Europe	Insectivores, arthropodes (90% dans les prairies) coléoptères et orthoptères, arachnides, scolopendres, scorpions, reptiles	Milieux ouverts : prairies pâturées ou fauchées, pelouses, vergers, haies (pour avoir un perchoir), friches	Milieux arborés : Arbre à cavité (allées de platanes, vieilles chênaies ouvertes), ripisylves, vieux mur, carrière	Pâturage pour empêcher la fermeture des milieux	Disparition des prairies Arrachage des haies, des ripisylves, des arbres abimés ou morts Utilisation de produits phytosanitaires et vétérinaires (mortalité juvénile) Fermeture des milieux Disparition de la mosaïque paysagère Absence de couverts fixes et mobiles d'intérêt faunistique	Utilisation de produits phytosanitaires et vétérinaires (disparition de la ressource alimentaire)	MNHN, 2012 Sidorski, s.d.
Pipit rousseline	Insectivores, arthropodes (orthoptères, névroptères, arachnides)	Milieux arides fréquemment sablonneux ou rocailleux, vigne et lavande, matorral ouvert, steppes à salicornes			Disparition de son habitat : Fermeture de ses milieux Enrimentement des milieux ouverts Absence de couverts fixes et mobiles d'intérêt faunistique	Utilisation des produits phytosanitaires qui tuent les insectes	MNHN, 2012 Docob, 2014
Busard SM	opportuniste, campagnol des champs ++, passereaux et leurs nichées, amphibiens, reptiles, insectes	champs, prairies, friches basses sont les milieux de prédilection, puis landes, coupes forestières, marais ouverts à prairies humides	Clairières forestières		disparition de son habitat, les landes (reboisement, fermeture naturelle, mise en culture)	Regression friches et prairies diminution de la disponibilité alimentaire	MNHN, 2012
Aigle de Bonelli	oiseaux (corvidés, pigeons, perdrix, passereaux), mammifères de taille moyenne (ecureuils, lapins++), reptiles parfois	garrigues et maquis méditerranéens, pelouse à Brachypodes rameux, entrecoupées de vignes et de coteaux caclaires	Falaises, escarpements, gorges, puech			Evolution des paysages, réduction des habitats favorables aux espèces proies Régulation des rongeurs Fermeture des milieux	CEN Paca, s.d. MNHN, 2012
Faucon crécerellette	Insectivores large (majorité d'invertébrés / micromammifères / lézards et parfois oiseaux. Données sur la colonie héraultaise : Coléoptères et Myriapodes (installation) Orthoptères et Homoptères (élevage)) Orthoptères ++	Vigne nue Vigne enherbée Friches jeunes	Constructions humaines au sein des villages, entre les tuiles des toits	IAE Pâturage extensif (maintient pelouses, garrigues)	Monoculture Utilisation des pesticides (toxicité pour les oiseaux pas vraiment démontrée) Fermeture des milieux Arrachage de haies Disparition de la mosaïque des milieux Perte de surfaces et activités agricoles Absence de couverts fixes et mobiles d'intérêt faunistique	Utilisation des pesticides (impact négatif sur l'abondance des proies : orthoptères surtout)	Pilard et al., 2021 Cyrille Didier, CEN, 2024 Sidorski, s.d. entretien n°4 Docob, 2014
Fauvette pitchou	Insectivores, arthropodes, orthoptères et coléoptères, araignées, diplopes. Les jeunes sont nourris exclusivement de chenilles au début (Méditerranée)	Dans les buissons près du sol	Fruitées denses et basses (chêne, romarin, buis, épine noire, genêt scorpion...)	Pâturage pour éviter la fermeture des milieux	Feux, fermeture des milieux Arrachage de haies Absence de couverts fixes d'intérêt faunistique	Utilisation de pesticides	MNHN, s.d. Docob, 2014
Grand-duc d'Europe	mammifères (80% des proies capturées), rat surmulot, hérisson d'Europe, Lapin de Garenne, Lièvre et	Zones rupestres, milieux forestiers					entretien n°6 MNHN 2012
Echasse blanche	insectes et larves, petits crustacés et mollusques	ZH littorales, rives d'étangs, prairies humides, berges de rivière			Dégradation des écosystèmes lagunaires notamment l'abaissement critiques des niveaux notamment dû aux pompages excessifs pour l'irrigation	Régulation des rongeurs Fermeture des milieux	MNHN, 2012 Sidorski, s.d.
Milan noir	Opportuniste, charognard poissons morts (++), rongeurs (campagnol des champs), petites reptiles, batraciens	vallées alluviales, lacs, grands étangs, alignements d'arbres surplombant ces étendues d'eau (frênes, peupliers, chênes, prairies humides, plaines	Lisière de forêt souvent à proximité de l'eau, arbres isolés (plus rare)		Dégradation des ZH, intoxication par appâts empoisonnés destinés aux micromammifères	Traitements phytosanitaires Fermeture des milieux	MNHN, 2012, LPO s.d. Sidorski, s.d.

Annexe 5 : Détail des pratiques agricoles favorables et défavorables aux reptiles

Classe	Sous-ordre	Pratiques favorables	Pratiques défavorables directes	Pratiques défavorables indirectes	Sources :
Reptiles	lézard ocellé	Murets en pierres Bandes enherbées Mosaïque paysagère Diversité de plantes cultivées Rotation de culture Haies	Vendanges mécaniques	Insecticides Fermeture du milieu Antiparasitaires qui tuent les insectes coprophages (nourriture du lézard) Produits phytosanitaires vignes Herbicides	Entretien n°1, Paquier et al., 2019 Thienpont, Dreal, 2020 Entretien n°4 Fink, Boulfroy, 2023
	Serpents	Haies Diversité de plantes cultivées Mosaïque paysagère Rotation de culture		Pesticides Fertilisants Herbicides	

Annexe 6 : Détail des pratiques agricoles favorables et défavorables aux insectes

Classe	Ordre	Pratiques favorables	Pratiques défavorables directes	Pratiques défavorables indirectes	Sources :
Insectes	Orthoptères	Couverts de légumineuses et graminées 2 coupes par an max Fauche mi-juillet plutôt (le plus tard possible) et centrifuge Fauches des parcelles décalées Pâturage extensif Mosaïque paysagère Bandes refuges (10-20% parcelles) Privilégier les barres de coupe Limiter pâturage pendant l'été sur parcelles sensibles Mosaïque paysagère agricole, haies Cultures pluriannuelles dans rotation, jachères Enherbement inter-rang vigne sans traitements derrière	intensifications agricoles Fauches (mortalité via outil mécanique) 2 à 4 coupes/an => trop fréquent printannières Pratiques pastorales intensives, surpâturage Insecticides	Fauches (modifications du milieu) Fertilisation (augmente compétition interspé et favorise un nombre réduit d'espèce) Déprise pastorale Pratiques pastorales intensives, surpâturage Pâturage avril, mai, juin Herbicides Insecticides (sauterelles mangent criquets)	CEN Occitanie, 2023 ARB Occitanie, 2023 Roger, 2022 Sanchez-Bayo, 2021 Dallaporta, Bockstaller, 2023 Entretien n°4
	Rhopalocères (papillon de jour)	Couverts inter-rang dans la vigne Cultures pluriannuelles dans rotation, jachères Mise en défens, bandes enherbées Haies Pâturage extensif (chargement maximal moyen annuel = 1,2UGB/ha) Enherbement inter-rang vignes sans traitements derrière	Fauches précoces, fauches en règle général Insecticides	Fréquence de fauche, diminue la diversité floristique Fauches précoces, fauches en règle général Pâturage avril mai, juin Herbicides Fertilisation => diversité de plante plus faible	Costello et Dane, 1998 Dallaporta, Bockstaller, 2023 CEN Occitanie, 2023 entretien n°4 Direction départementale des territoires de la Marne, 2015

Annexe 7 : Détail des pratiques favorables et défavorables à la faune du sol

Classe	sous-ordre	Pratiques favorables	Pratiques défavorables directes	Pratiques défavorables indirectes	Sources :
faune du sol	Lombrics	<p>Cultures pluriannuelles dans rotation, jachères</p> <p>Absence de labour (mais effet pas systématique dans le cas de l'utilisation conjointe d'herbicides et pesticides).</p> <p>Fertilisant organique</p> <p>Rotation</p> <p>Agriculture biologique</p> <p>Couverts</p>	<p>Pesticides, à large spectre ou substances multiples impact ++ (insecticides surtout)</p> <p>Fongicides</p> <p>travail du sol</p>	<p>fertilisants minéraux</p> <p>Pesticides (herbicides surtout)</p> <p>Travail du sol</p>	<p>Chassain, 2023</p> <p>Dallaporta, Bockstaller, 2023</p> <p>Bai et al. 2018</p> <p>Beaumelle et al. 2023</p> <p>Chantral-Valet et al. 2021</p>
	Collemboles	<p>Cultures pluriannuelles dans rotation, jachères</p> <p>Couverts</p>	<p>Pesticides à large spectre ou substances multiples impacts ++ (insecticides surtout)</p> <p>Fongicides</p>	<p>Labour, TS</p>	<p>Chassain, 2023</p> <p>Dallaporta, Bockstaller, 2023</p> <p>Beaumelle et al. 2023</p> <p>Chantral-Valet et al. 2021</p>
	Microorganismes	<p>Cultures pluriannuelles dans rotation, jachères</p> <p>Diversité de cultures</p> <p>Fertilisant organique + labour (pour mixer le substrat en surface avec la terre plus profonde)</p> <p>Couverts</p>	<p>Labour (coupe les filaments hyphals des champignons)</p> <p>Fongicides</p>	<p>Fertilisants minéraux (>150kg/N/ha/an)</p> <p>Labour (modifie le pH, la température...)</p>	<p>Chassain, 2023</p> <p>Dallaporta, Bockstaller, 2023</p> <p>Venter et al. 2016</p> <p>de Graaff et al. 2019</p> <p>Treonis et al. 2010</p> <p>Chantral-Valet et al. 2021</p>

Annexe 8 : Détail des itinéraires techniques par situation culturale

Situations culturales	Utilisation pesticides Sources : matrice FAST, matrice Myrto Parmantier ITK CCE, Agreste 2022, bilan IFT exploitant 2023			Travail du sol (Oui/Non) Sources : Matrice FAST, matrice Myrto Parmantier ITK CCE, chambre d'agriculture PACA					Fertilisation Sources : Matrice FAST, matrice Myrto Parmantier ITK CCE	Couverts faunistiques : Sources: choix des experts	Destruction du couvert Source : fiche technique blé dur, Guide couverts végétaux, 2024, Fiche blé tendre d'hiver, utilisation des couverts végétaux en maraîchage 2023	Infrastructures Agroécologiques Sources : Chambre Agriculture de la Marne, 2023, Sirami et al., 2019, Chantret et al. 2021, Commission européenne 2020	Type de vendange (Oui/Non) Entretien n°4		Rendements Q ou ht Matrice FAST
	IFT Herbicides	IFT Insecticides	IFT Fongicides	Labour profond	Autre travail du sol	Semi direct	Fréquence labour / an	Fréquence autre travail du sol / an	Type de fertilisation azotée (organique, aucune, mixte, minérale)	Présence de couverts d'intérêt faunistique	Période de destruction de couvert	Part d'IAE dans la SAU (%)	Manuelle	Mécanique	
Luzerne AB marge -	0	0	0	Oui	Non	oui	0,2	0	Aucune	Oui	15/05-01/06 et à partir de 01/10	15	/	/	0
Luzerne AB élevage +	0	0	0	Oui	Non	Non	0,3	0	Aucune	Oui mais pâturé	15/05-01/06 et à partir de 01/10 (pâturage printannier possible)	20	/	/	0
Vigne raisonné	0,5	2,3	8,3	Oui	Non	Non	1	0	Minérale	Non	mars-avril	4	Non	Oui	49
Vigne Economie	0,5	2,3	5,7	Oui	Oui	Non	0,5 (1 rang sur 2)	2	Organique	Oui (1 rang sur 2)	mars-avril	10	Oui	Non	40
Vigne AB marge +	0	0	3,7	Non	Oui	Non	0	2	Organique	Oui	mars-avril rouleau	20	Oui	Non	15
Vigne AB marge -	0	0	5	Non	Oui	Non	0	0,5	Organique	Oui (50% parcelle)	mars-avril rouleau	15	Non	Oui	30
Vigne élevage +	0	0	3,7	Non	Oui	Non	0	1	Organique	Oui mais pâturé	pâturage (novembre-février), avril à juin	20	oui	non	15
Pois chiche économe	1,25	0	0,5	Oui	Oui	Non	1	2	Aucune	Non	/	10	/	/	15
Pois chiche AB marge	0	0	0	Oui	Oui	Non	1	3	Aucune	Non	/	20	/	/	11
Friche AB marge -	0	0	0	Non	Non	Non	0	0	Aucune	Oui	/	100	/	/	0
Prairie économe	0	0	0	Oui	Non	Non	0,25 (tous les 4 ans)	0	Minérale	Oui	15/05-01/06 et à partir de 01/10	10	/	/	0
Prairie élevage +	0	0	0	Non	Non	Non	0	0	Aucune	Oui	Paturée	20	/	/	0
Maraîchage économe	1	1,7	1,9	Oui	Oui	Oui	1	1	Mixte	Non	/	10	/	/	252
Maraîchage AB marge +	0	0	0	Oui	Oui	Oui	1	2	Organique	Oui	Hiver-début printemps	20	/	/	210
Céréale raisonné	2,1	0,2	1,1	Oui	Oui	Non	0,4	2,2	Minérale	Oui (car irrigation)	/	4	/	/	49
Céréale économe	1,5	0,2	0,7	Oui	Oui	Non	0,4	3,2	Minérale	Non	/	10	/	/	45
Céréale AB marge +	0	0	0	Non	Oui	Non	0	4	Organique	Oui	novembre- mars	20	/	/	23
Céréale AB marge -	0	0	0	Non	Oui	Non	0	4	Organique	Oui	novembre-mars	15	/	/	23
Céréale élevage +	0	0	0	Non	Oui	Non	0	3	Organique	Oui mais pâturé	pâturée	20	/	/	23

Annexe 9 : Matrice technique finale complète

Cultures	Modes de conduite	IFT total	IFT herbicides	Irrigation	IFT biocontrôle	Alimentation - élevage	Alimentation - total	Alimentation - autre	Compétition feed/food	IFT hors herbicides	Potentiel petit ruminant	Valorisation	Circuit court	Oiseaux	Reptiles	Insectes	Faune du sol	Biodiversité	Part IAE	Surface labourée	Production
Luzerne	AB marge -	0	0	0	0	2,27	2,27	0	1	0	5,9	1	0	2	2	2	3	9	15	20	0
Luzerne	Elevage +	0	0	0	0	3	3	0	1	0	8	2	1	2	2	2	2	7	20	30	0
Vigne	Raisonné	11,1	0,5	200	1,6	0	0	0	0	10,6	0,74	2	0	0	0	0	0	0	4	100	49
Vigne	Economie	9	0,5	0	0,5	0	0	0	0	8	0,74	2	1	1	2	1	2	6	10	50	40
Vigne	AB marge +	3,7	0	0	2	0	0	0	0	3,7	1,11	3	1	2	3	2	2	9	20	0	15
Vigne	AB marge -	5	0	200	1	0	0	0	0	5	1,48	2	0	1	2	1	2	6	15	0	30
Vigne	Elevage +	0	0	0	0	0,56	0,56	0	0	0	1,48	3	1	2	3	2	2	9	20	0	15
Pois chiche	Economie	1,75	1,25	0	0	0	100	100	0	0,5	0	2	0	1	1	1	1	4	10	100	15
Pois chiche	AB marge +	0	0	0	0	0	73,3	73,3	0	0	0	3	1	1	1	2	1	5	20	100	11
Céréale	Raisonné	3,3	2,1	0	2	0	39	39	0	1,3	0	2	0	1	1	1	1	4	4	40	49
Céréale	Economie	2,4	1,5	0	0,1	0	36	36	0	0,9	2,96	2	0	1	1	0	1	3	10	40	45
Céréale	AB marge +	0	0	0	0	0	18,5	18,5	0	0	3,49	4	1	2	2	2	2	8	20	0	23
Céréale	AB marge -	0	0	0	0	0	18,5	18,5	0	0	3,49	3	0	2	2	2	2	8	15	0	23
Céréale	Elevage +	0	0	0	0	1,33	19,83	18,5	0	0	3,49	3	1	2	2	2	2	8	20	0	23
Friche	AB marge -	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5,6	0	0	3	3	3	3	12	100	0	0
Prairie	Economie	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3,4	1	0	2	3	2	2	9	10	25	0
Prairie	Elevage +	0	0	0	0	2,37	2,37	0	1	0	6,2	2	1	2	3	3	3	11	20	0	0
Maraîchage	Economie	4,6	1	3000	0,08	0	475,5	475,5	0	3,6	0	3	0	1	1	1	1	4	10	100	252
Maraîchage	AB marge +	0	0	3000	0,05	0	396,2	396,2	0	0	0	4	1	2	2	2	2	8	20	100	210

Annexe 10 : Aperçu du paramétrage des contraintes IAE et surfaces labourées

Territoires > POM-mosaïque paysagère > scénario mosaïque paysagère >
Rechercher

Mosaïque paysagère VI

Selectionner un indicateur :

Part IAE

Description :

IAE

(+) (-)

✓ 📖 1/1 Zone

🌸 7/7 Cultures

📄 5/5 Modes de conduite

Mode de comparaison :

Supérieur ou égale...

Valeur :

20

Calculer la valeur de référence

Selectionner un indicateur :

Surface labourée

Description :

total des surfaces labourées

(+) (-)

✓ 📖 1/1 Zone

🌸 7/7 Cultures

📄 5/5 Modes de conduite

Mode de comparaison :

Inférieur ou égale à

Valeur :

25

Calculer la valeur de référence

?



VetAgro Sup

GAUCHER, Zoé, 2024, **Construction avec les acteurs d'un scénario de pratiques agricoles favorables à la biodiversité sur la Plaine Ouest de Montpellier**, 32 pages, mémoire de fin d'études, VetAgro Sup à Lempdes, 2020-2024.

STRUCTURE D'ACCUEIL ET INSTITUTIONS ASSOCIEES :

♦ Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement (INRAE), Unité Mixte de Recherche « Innovation »

ENCADRANTS :

- ♦ Maître de stage : MORAINÉ, Marc (INRAE) et PARMANTIER Myrto (INRAE)
- ♦ Tuteur pédagogique : CAUDRON FOURNIER, Manon (VetAgro Sup)

OPTION : Agriculture Environnement Santé et Territoires (AEST)

RESUMÉ

L'agriculture occupe une place prédominante sur le territoire et constitue un écosystème abritant un nombre significatif d'espèces animales et végétales. Cependant, l'intensification des pratiques agricoles menacent la biodiversité. C'est dans ce contexte que le projet BeCreative a vu le jour au sein de l'INRAE, avec pour objectif de concevoir des agroécosystèmes sans pesticides à l'échelle territoriale. La Plaine Ouest de Montpellier, un territoire agricole et périurbain avec des enjeux majeurs en matière de biodiversité, fait partie de ce projet. Des scénarios de pratiques agricoles ont été élaborés en collaboration avec les acteurs locaux pour explorer des voies de réduction des pesticides. Ce mémoire se concentre sur la conception du scénario « mosaïque paysagère », conçu avec les acteurs du territoire dans le but de préserver la biodiversité. Un indicateur de biodiversité a d'abord été élaboré, mesurant l'impact sur la biodiversité à travers plusieurs taxons tels que les oiseaux, les reptiles, les insectes et la faune du sol. Cet indicateur a permis d'évaluer l'influence de différentes cultures et de leurs modes de conduite (situations culturales) représentatives de l'agriculture dans la plaine. En ajoutant des contraintes territoriales et d'autres indicateurs, l'outil de scénarisation Co-Click'Eau a généré un assolement favorable à la biodiversité. Cette version initiale du scénario sera présentée et discutée ultérieurement avec les parties prenantes du territoire afin d'être améliorée.

Mots clés : Biodiversité, Plaine Ouest de Montpellier, indicateur, scénario, contraintes, pratiques agricoles, acteurs, territoires.

ABSTRACT

Agriculture plays a predominant role in the region, providing an ecosystem that is home to a significant number of animal and plant species. However, agricultural practices intensification is a threat for biodiversity. It's in this context that the BeCreative project was created by the National Research Institute for Agriculture, food and Environment (INRAE), with the purpose of build agroecosystems without pesticides at a region level. The "Plaine Ouest de Montpellier" is an agricultural and suburban region with biodiversity challenges that is a part of this project. Farming practice scenarios have been drawn up in collaboration with local stakeholders to explore ways of reducing the use of pesticides. This thesis focuses on the design of the "landscape mosaic" scenario, conceived with local stakeholders with the aim of preserving biodiversity. A biodiversity indicator was first produced, to measure the impact of farming practices on biodiversity through several taxa such as birds, reptiles, insect and soil fauna. This indicator was used to evaluate the influence of different crops and their management methods (cropping situations) representative of agriculture on the plain. By adding territorial constraints and other indicators, the Co-Click'Eau scenario-building tool generated a crop rotation favourable to biodiversity. This initial version of the scenario will be presented to and discussed with local stakeholders later, with a view to its improvement.

Key word: Biodiversity, Plaine Ouest de Montpellier, indicator, scenario, constraints, agricultural practices, stakeholders, region.