



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université Amar Têlidji- Laghouat

FACULTÉ : SCIENCES
DÉPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)
FILIÈRE : SCIENCES AGRONOMIQUES
OPTION : AMÉLIORATION DES PLANTES

MÉMOIRE DE MASTER

Présenté par : CHOUIREB Aicha

Thème

Contribution à l'étude de l'effet de différentes pratiques agricoles sur la diversité des communautés végétales (Cas des exploitations conventionnelles).

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
AMEUR Djamila	MAA	Président
MALLEM Hamida	Professeur	Examineur
MARFOUA Meriem	MCA	Rapporteur
MOULAI Adel	MAA	Co-rapporteur

Promotion : Juillet – 2025

Dédicaces

À celui dont la sueur de son front est précieuse, à celui qui m'a appris que la réussite n'est possible qu'avec patience et persévérance,

à la lumière qui a illuminé mon chemin, à cette lampe qui ne s'éteint jamais, grâce à qui j'ai puisé force, fierté et honneur,
mon cher père.

À celle qui a placé le Paradis sous ses pieds, qui a veillé mes nuits et enduré les difficultés en priant pour moi,

à cette grande femme qui n'a cessé de rêver de ce jour où ses yeux se réjouiraient de me voir réussir,
ma chère mère.

À la tendresse de mes jours, à ceux et celles qui ont renforcé mon courage,
qui ont toujours été des sources de soutien, d'amour et d'inspiration,
à mes frères et sœurs, à ma belle-sœur (l'épouse de mon frère) et à ses enfants,
qui embellissent ma vie et à qui je souhaite un avenir radieux, rempli de bonheur et de paix.

À tous ceux qui ont été un soutien et un appui sur ce chemin, à mes amis fidèles et compagnons de longues années,

à ceux qui m'ont tendu la main dans les moments difficiles et m'ont donné des conseils sincères.

Je vous dédie cette réussite, cet accomplissement qui est le fruit de la grâce de Dieu.

Aujourd'hui, j'ai achevé et accompli un rêve que je souhaitais tant, grâce à Sa miséricorde.

Louange à Dieu pour tout ce qu'Il m'a offert et pour Sa générosité infinie.

Et me voici, élevant l'étendard de ma réussite en remerciement à Dieu,

Lui dont la grâce parachève toute chose.

En toute fin, je répète toujours leur invocation et leur prière :

(Louange à Allah, Seigneur des mondes).

Remerciements

Au terme de ce travail, nous exprimons toute notre gratitude et nos louanges à Allah Tout-Puissant, qui nous a accordé la santé, la patience, la force et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce mémoire.

Nous tenons à adresser nos remerciements les plus sincères à Madame MARFOUA Meriem, notre encadrante, pour son accompagnement attentif, sa disponibilité constante, ainsi que pour ses précieux conseils et orientations tout au long de la réalisation de ce travail. Son soutien académique et humain a été d'une aide inestimable.

Nos remerciements chaleureux vont également à Monsieur MOULAI Adel, notre Co-encadrant, pour son implication, ses remarques pertinentes et ses encouragements qui ont enrichi ce mémoire et facilité son aboutissement.

Nous exprimons aussi notre profonde reconnaissance aux membres du jury : professeure MAALLEM Hamida et madame AMEUR Djamilia, pour avoir accepté d'évaluer notre travail, pour le temps qu'ils y ont consacré, et pour leurs observations constructives que nous considérons comme une contribution précieuse à notre parcours scientifique.

Nous remercions également l'ensemble de nos enseignants du département de sciences agronomiques à la Faculté des sciences, pour la qualité de leur enseignement, leur encadrement tout au long de notre formation, et leur rôle essentiel dans notre développement académique.

Enfin, nos pensées les plus sincères vont à nos familles chéries, en particulier à nos parents bien-aimés, pour leur amour, leur soutien inconditionnel et leurs prières qui nous ont portés dans les moments les plus difficiles.

Que Dieu nous guide vers la réussite et le progrès.

Merci

Contribution à l'étude de l'effet de différentes pratiques agricoles sur la diversité des communautés végétales (Cas des exploitations conventionnelles).

Résumé

Cette étude analyse l'impact des pratiques agricoles conventionnelles sur la diversité des communautés végétales spontanées dans les agroécosystèmes arides des communes de Laghouat et d'El Assafia (Algérie). Une approche comparative a été menée sur cinq exploitations agricoles conventionnelles par le biais de relevés floristiques *in situ*, d'analyses de banques de graines du sol et d'enquêtes socio-techniques sur les pratiques agricoles. Les résultats révèlent une structuration remarquable de la biodiversité végétale selon un gradient écologique bien défini (variance expliquée = 78,5%). Les infrastructures agroécologiques (prairies temporaires et aménagements biodiversité) constituent le déterminant principal avec des corrélations exceptionnelles ($r = 0,89$) avec tous les indices de diversité. L'usage d'herbicides exerce un effet suppressif modéré ($r = -0,29$) sur les communautés végétales. L'analyse multivariée révèle quatre archétypes fonctionnels distincts illustrant différentes stratégies de gestion et leurs conséquences écologiques. Cette recherche démontre que l'intégration d'espaces semi-naturels dans les systèmes conventionnels permet de concilier productivité agricole et conservation de la biodiversité en zone aride.

Mots-clés : diversité végétale, agriculture conventionnelle, agroécosystèmes, zone aride, biodiversité fonctionnelle, Laghouat.

المساهمة في دراسة تأثير الممارسات الزراعية المختلفة على تنوع المجتمعات النباتية (حالة المزارع الزراعية البيئية)

ملخص

تحلل هذه الدراسة تأثير الممارسات الزراعية التقليدية على تنوع المجتمعات النباتية التلقائية في النظم الزراعية البيئية الجافة في بلديتي الأغواط والعسافية (الجزائر). تم إجراء مقارنة مقارنة على خمس مزارع تقليدية من خلال المسوحات النباتية الميدانية، وتحليل بنوك البذور في التربة، والاستقصاءات الاجتماعية-التقنية. تكشف النتائج عن هيكل ملحوظ للتنوع البيولوجي النباتي وفقاً لتدرج بيئي محدد بوضوح (التباين المفسر = 78.5%). تشكل البنى التحتية الزراعية البيئية (المراعي المؤقتة والتهيئات المفيدة للتنوع البيولوجي) المحدد الرئيسي مع ارتباطات استثنائية ($r = 0.89$) مع جميع مؤشرات التنوع. يمارس استخدام مبيدات الأعشاب تأثيراً كابئناً معتدلاً ($r = -0.29$) على المجتمعات النباتية. يكشف التحليل متعدد المتغيرات عن أربعة نماذج وظيفية متميزة تُظهر استراتيجيات إدارة مختلفة وعواقبها البيئية. تُثبت هذه الدراسة أن دمج المساحات شبه الطبيعية في الأنظمة التقليدية يسمح بالتوفيق بين الإنتاجية الزراعية والمحافظة على التنوع البيولوجي في المناطق الجافة.

الكلمات الدالة: التنوع النباتي، الزراعة التقليدية، النظم الزراعية البيئية، المنطقة الجافة، التنوع البيولوجي الوظيفي، الاغواط.

Contribution to the study of the effect of different agricultural practices on the diversity of plant communities (Case of agroecological farms).

Summary

This study analyzes the impact of conventional agricultural practices on spontaneous plant community diversity in arid agroecosystems of Laghouat and El Assafia municipalities (Algeria). A comparative approach was conducted on five conventional farms through in situ floristic surveys, soil seed bank analyses, and socio-technical investigations. Results reveal remarkable structuring of plant biodiversity along a well-defined ecological gradient (explained variance = 78.5%). Agroecological infrastructures (temporary grasslands and biodiversity amenities) constitute the main determinant with exceptional correlations ($r \approx 0.89$) with all diversity indices. Herbicide use exerts a moderate suppressive effect ($r \approx -0.29$) on plant communities. Multivariate analysis reveals four distinct functional archetypes illustrating different management strategies and their ecological consequences. This research demonstrates that integrating semi-natural spaces within conventional systems enables reconciling agricultural productivity with biodiversity conservation in arid zones.

Keywords: plant diversity, conventional agriculture, agroecosystems, , arid zone, functional biodiversity, Laghouat.

Table des matières	
Résumé	
Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des Abréviations	
Introduction générale.....	2
Chapitre I : La diversité des communautés végétales dans les agroécosystèmes	
I.1. La biodiversité végétale dans les agroécosystèmes.....	6
I.1.1. Définition et composantes de la biodiversité végétale.....	7
I.1.2. Rôles écologiques et services écosystémiques associés.....	7
I.1.3. <i>Indicateurs de mesure de la biodiversité végétale</i>	9
I.2. Les pratiques agricoles conventionnelles et leur impact sur la biodiversité.....	11
I.2.1. Monoculture et simplification des paysages agricoles.....	11
I.2.2. Utilisation des intrants chimiques (pesticides, herbicides, engrais)	11
I.2.3. Mécanisation et travail intensif du sol.....	12
I.3. L'agriculture conventionnelle : principes et pratiques.....	12
I.3.1. Fondements théoriques et conceptuels de l'agriculture conventionnelle.....	12
I.3.2. Diversité des pratiques conventionnelle	13
I.3.3. Effets de l'agriculture conventionnelle sur la biodiversité végétale.....	15
Chapitre II : Matériel et méthodes	
II.1. Zone d'étude : communes de Laghouat et d'El Assafia.....	19
II.1.1. Localisation et situation géographique	19
II.1.2. Caractéristiques géomorphologiques.....	20
II.1.3. Synthèse climatique de la zone d'étude	21
II.2.4. Ressources hydriques et hydrographie.....	25
II.1.5. Systèmes de production agricole.....	25
II.2. Protocole d'échantillonnage et de relevés floristiques.....	26
II.2.1. Stratégie d'échantillonnage des exploitations en agriculture conventionnelle.....	26
II.3. Relevés des communautés végétales spontanées.....	30
I.3.1. Dispositif d'échantillonnage spatial	30

II.3.2. Caractérisation des pratiques agricoles	32
II.4. Analyse des communautés végétales latentes par germination	32
II.4.1. Prélèvement et préparation des échantillons de sol	32
II.4.2. Test de germination en condition contrôlées	33
II.5. Identification et inventaire complémentaire	33
II.5.1. Identification taxonomique des espèces.....	33
II.6. Calcul des indices de diversité.....	34

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Diversité des espèces et des familles étudiées.....	37
III.1.1. Diversité des espèces par exploitation agricole.....	37
III.1.2. Diversité des familles par exploitation agricole.....	40
III.2. État de la diversité végétale dans les différents systèmes agricoles.....	41
III.2.1. Indices de diversité floristique.....	41
III.3. Relations entre pratiques agricoles et communautés végétales spontanées dans les exploitations conventionnelles : une approche multivariée.....	42
III.3.1 Caractérisation des systèmes de production et leur impact potentiel sur la diversité végétale.	42
III.3.2. Analyse des corrélations : mécanismes et implications écologiques.....	45
III.3.3. Ordination multivariée : révélation des syndromes fonctionnels.....	47
III.3.4. Impact des pratiques agricoles : mécanismes et conséquences écologiques.....	50
III.4. Discussions	51
Conclusion générale.....	55
LISTE DE REFERENCES.....	59
Annexes	67

Liste des figures

N°	Titre	Pages
1	Les zones agroécologiques de la wilaya de Laghouat et localisation de la zone d'étude du living lab (Communes de Laghouat et El Assafia).	20
2	Diagramme ombrothermique de Bangouls et Gausse - Station de Laghouat (1981-2025).	22
3	Vitesse moyenne du vent à 2 m (1981-2025).	23
4	Rose des vents (direction dominante) entre 1981 et 2025.	24
5	Humidité relative et spécifique moyennes (1981-2025).	25
6	Quadrat de 1 m x 1 m utilisé pour le relevé floristique in situ.	31
7	Diversités des familles botaniques.	40
8	Évaluation de la diversité des familles botaniques dans cinq exploitations agricoles.	41
9	Analyse de la biodiversité dans différents sites d'exploitation à l'aide des indices de Shannon, Simpson, richesse spécifique et équitabilité	42
10	Matrice de corrélation entre pratiques agricoles et indices de diversité végétale dans les exploitations conventionnelles.	46
11	Positionnement des exploitations agricoles conventionnelles dans l'espace factoriel ACP.	47

Liste des tableaux :

N°	Titre	Pages
1	Répartition des espèces végétales par exploitation agricole et leur fréquence.	38
2	Test de corrélation de Pearson.	47

Liste des Abréviations :

ACP : Analyse en Composantes Principales

APG : Angiosperm Phylogeny Group

BNEDER : Bureau National d'Études pour le Développement Rural

CBD : Convention on Biological Diversity

CCLS : Coopérative des Céréales et des Légumineuses Secs

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

DSA : Direction des Services Agricoles

EC1 à EC5 : Exploitations Conventiionnelles 1 à 5

FAO : Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture)

GBIF : Global Biodiversity Information Facility

IAASTD : International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development

INRAE : Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement

IPBES : Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services

LFDA : Fondation Droit Animal, Éthique et Sciences

Living Lab : Laboratoire vivant

MATE : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement

NASA : National Aeronautics and Space Administration

NATAE : North African Transition to AgroEcology

PS : Plateau Saharien

SAT : Surface Agricole Totale

SAU : Surface Agricole Utile

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

INTRODUCTION GENERALE

Introduction

La richesse en taxons en Algérie est le reflet d'une richesse éco systémique (zones humides, les massifs montagneux, les écosystèmes steppiques, sahariens et marins), mais aussi climatiques et géographiques (UICN, 2008).

Cependant, cette biodiversité est vulnérable suite aux facteurs de dégradation naturels et anthropiques. Plusieurs espèces sont menacées de disparition : le Cyprès du Tassili, le sapin de Numidie, le Pin Noir et le Genévrier Thurifère (UICN, 2008).

Afin de protéger ce patrimoine naturel, une stratégie nationale a été élaborée. Elle porte sur la création des aires protégées et la protection par la loi de certaines espèces menacées ou vulnérables. À l'échelle Nationale, la liste des espèces végétales non cultivées protégées, définit 230 plantes dont la préservation à l'état naturel est d'intérêt national. Cela représente 7,3% de la flore sauvage algérienne et seulement 14,27% du total des espèces considérées comme rares (MATE, 2009).

Les modèles agricoles des cinquante dernières années ont tous privilégié pour augmenter des rendements. Cette intensification agricole s'est accompagnée d'une consommation croissante d'intrants agrochimiques, vétérinaires et fourragers, entraînant d'inévitables pollutions de l'eau, et des atteintes plus ou moins importantes aux milieux naturels (Malaval et al., 2011).

Le contexte politique se conduit à rendre évidente la nécessité de modifier les habitudes prises en agriculture au cours des cinquante dernières années et à se poser la question de la durabilité des types d'agriculture existant. Ainsi se développent des techniques de travail du sol superficiel, se mettent en place des mesures agro-environnementales dans l'objectif de réduire l'usage des produits phytosanitaires, et se profilent aussi des mesures incitant à économiser l'énergie (Malaval et al., 2011).

Il y a deux principes clés:

L'exploitation est vue comme un système de production, combinant productions et facteurs de production.

Le fonctionnement de l'exploitation agricole repose sur une succession de décisions prises par l'agriculteur afin d'atteindre des objectifs de production dans un contexte d'atouts et de contraintes. Le **système de culture** définit la cohérence de l'utilisation des moyens de production à l'échelle de la parcelle, à travers la succession des cultures et les itinéraires techniques (Malaval et al., 2011).

Les systèmes agricoles, en tant que **systèmes ouverts**, interagissent avec leur environnement et le paysage. L'agriculture intensive exerce des impacts directs et indirects sur la biodiversité : localement, par la conversion des terres agricoles, l'élimination des haies et des arbres, l'usage massif de pesticides, d'antibiotiques et d'antifongiques, et à distance par le transfert des polluants via l'air, l'eau ou les organismes mobiles, affectant ainsi les écosystèmes voisins et les milieux aquatiques (Teyssedre, 2022).

Dans les agroécosystèmes, le **sol** constitue le centre de gestion des agriculteurs qui agissent à la fois sur ses propriétés physico-chimiques (apports d'engrais, amendements organiques, chaulage, irrigation) et sur sa structure par des **modifications mécaniques** (travail du sol pour le semis, le désherbage ou la récolte). Ces interventions, bien qu'indispensables à la production, entraînent des perturbations notables de la flore adventice et des communautés biologiques du sol, engendrant souvent des pertes importantes de biodiversité (De Graaff et al., 2019).

Des passages trop réguliers et trop profonds empêchent aux racines et aux micro-organismes de fixer les particules minérales et d'absorber l'eau, et aux lombrics de contribuer à l'infiltration de l'eau par leurs galeries et d'enfouir la matière organique. Ces sols, très travaillés et parfois considérés comme « morts » sont sujets à l'érosion éolienne et hydraulique (Yue et al., 2019).

D'autre part, les amendements en matière organique, fertilisants, mais aussi pesticides peuvent être entraînés avec l'eau vers les nappes phréatiques ou les eaux de surface conduisant à des externalités négatives environnementales, souvent problématiques, tels que l'accès à l'eau potable par le manque de recharge des nappes phréatiques due à la moindre infiltration de l'eau dans les sols ou la pollution avec des molécules chimiques rémanentes, engendrant la perturbation des écosystèmes aquatiques (eutrophisation, marées vertes). L'irrigation dans certaines zones d'agriculture intensive conduit à deux externalités majeures (Relyea, 2009).

Hypothèses sur la régulation des bioagresseurs par la diversification végétale :

1. **Spécialisation des bioagresseurs** : les bioagresseurs ne peuvent pas coloniser ou consommer toutes les plantes cultivées ; ils présentent une spécialisation vis-à-vis de certaines plantes hôtes.

2. **Effet de la différence entre plantes** : la dissimilarité entre les espèces végétales voisines constitue un facteur clé des mécanismes biologiques et écologiques qui limitent le développement des bioagresseurs.
3. **Effet de dilution** : une augmentation de la diversité végétale dilue la disponibilité de la plante hôte dans le couvert végétal ou le paysage agricole, ce qui ralentit la recherche et la colonisation de la plante hôte par les bioagresseurs phytophages.
4. **Rôle des ennemis naturels** : la diversité végétale favorise les ennemis naturels des bioagresseurs en leur fournissant des ressources variées (nectar, pollen, proies alternatives, sites d'hivernation), renforçant ainsi la régulation biologique des bioagresseurs.
5. **Importance des échelles spatiales et temporelles** : l'efficacité de la régulation dépend de la diversité végétale à différentes échelles (de la parcelle au paysage et au fil du temps). (*Halliday & Rohr, 2019*)

PARTIE I :
RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES

Chapitre I : La diversité des communautés végétales dans les agroécosystèmes

Introduction

Face aux défis contemporains de sécurité alimentaire et de crise environnementale, les systèmes agricoles se trouvent au cœur d'un paradoxe fondamental : nourrir une population croissante tout en préservant la biodiversité dont dépend leur durabilité. Les agroécosystèmes, écosystèmes anthropisés dédiés à la production alimentaire, abritent une biodiversité végétale complexe qui joue un rôle crucial dans le maintien des fonctions écologiques essentielles telles que la fertilité des sols, la régulation des bioagresseurs et la pollinisation.

Cependant, l'intensification agricole conventionnelle, caractérisée par la simplification des paysages et l'usage massif d'intrants chimiques, engendre une érosion significative de cette biodiversité, compromettant ainsi la résilience et la durabilité des systèmes productifs. Dans ce contexte, l'agroécologie émerge comme une approche scientifique et pratique prometteuse, proposant de réconcilier production agricole et conservation de la biodiversité.

Ce chapitre examine d'abord les fondements conceptuels de la biodiversité végétale dans les agroécosystèmes, ses composantes et ses fonctions écologiques. Il analyse ensuite les mécanismes par lesquels l'agriculture conventionnelle affecte cette biodiversité, avant d'explorer comment l'agroécologie, par ses principes et pratiques, offre une alternative viable pour sa préservation et sa valorisation.

I.1. La biodiversité végétale dans les agroécosystèmes :

Un agrosystème est un écosystème modifié par l'homme afin d'exploiter une part de la matière organique qu'il produit, généralement à des fins alimentaires (cultures, élevages, etc.) (Chauvel, 2012).

L'agrosystème est caractérisé, entre autres, par:

- une forte production primaire;
- une biodiversité maintenue faible volontairement par l'agriculteur;
- un apport énergétique important en complément du flux solaire (réduction des facteurs limitants: azote, eau, phosphate, etc. (Chauvel, 2012).

Les agrosystèmes, de par leur structure souvent semblable à celle des forêts naturelles et leur composition floristique, jouent un rôle majeur dans la préservation de la fertilité des sols et des ressources en eau, du climat local et régional, de la biodiversité et dans la prévention de l'érosion (Clough et al. 2011). En effet, les plantes naturelles associées aux cultures jouent un rôle bénéfique pour la productivité de la culture principale.

1.1.1. Définition et composantes de la biodiversité végétale :

La biodiversité végétale se définit comme l'ensemble des espèces végétales présentes dans un écosystème donné, ainsi que la variabilité génétique et fonctionnelle qu'elles présentent. Elle constitue un élément fondamental de la biodiversité globale, participant activement au maintien des équilibres écologiques, à la stabilité des écosystèmes et aux services écosystémiques (Heywood, 1995 ; CBD, 2000). Cette biodiversité peut être abordée selon trois composantes majeures :

1.1.1.1. Diversité spécifique :

La diversité spécifique correspond à la variété et à la richesse des espèces végétales dans une zone donnée. Elle reflète le nombre total d'espèces présentes (richesse spécifique) et leur répartition relative (équitabilité). Elle est l'indicateur le plus utilisé pour évaluer la biodiversité d'un milieu (Magurran, 2004).

1.1.1.2. Diversité génétique :

La diversité génétique désigne la variabilité des gènes au sein d'une même espèce. Elle est essentielle pour l'adaptation des plantes aux changements environnementaux et aux pressions sélectives. Une forte diversité génétique permet à une population végétale de mieux résister aux maladies, au stress hydrique ou aux variations climatiques (Frankel et al., 1995).

1.1.1.3. Diversité fonctionnelle

La diversité fonctionnelle renvoie aux différences entre les espèces en termes de traits fonctionnels (phénologie, morphologie, stratégies de reproduction, etc.) qui influencent le fonctionnement de l'écosystème. Elle joue un rôle clé dans la productivité, la résilience et la stabilité des agroécosystèmes (Tilman et al., 1997).

1.1.2. Rôles écologiques et services écosystémiques associés

a) Fertilité des sols

La fertilité des sols représente la capacité d'un sol à fournir les éléments nutritifs essentiels au développement des plantes tout en assurant un bon enracinement et une rétention adéquate de l'eau. Cette fonction écologique repose sur l'interaction entre les composantes physiques (texture, structure), chimiques (pH, capacité d'échange cationique, disponibilité en nutriments) et biologiques du sol (activité microbienne, faune édaphique). Les pratiques agricoles influencent fortement cette fertilité. Par exemple, l'utilisation excessive d'engrais chimiques peut entraîner une acidification et une perte de la biodiversité microbienne, tandis que les amendements organiques et les rotations culturales tendent à l'améliorer durablement (**Altieri, 1999**).

Les écosystèmes agricoles riches en biodiversité végétale stimulent les activités microbiennes bénéfiques, comme la minéralisation de la matière organique, la fixation de l'azote atmosphérique ou encore la mycorhization, qui favorisent la nutrition des plantes et la stabilité du sol (**Brussaard et al., 2007**). En ce sens, la diversité végétale joue un rôle fondamental dans le maintien et la régénération de la fertilité naturelle des sols.

b) Régulation des bioagresseurs

La régulation des bioagresseurs – incluant les ravageurs, maladies et adventices – constitue un service écosystémique essentiel dans les agroécosystèmes. Elle repose sur des mécanismes naturels tels que la prédation, le parasitisme ou la compétition, assurés par une diversité fonctionnelle d'organismes antagonistes (insectes auxiliaires, micro-organismes pathogènes des ravageurs, etc.). Les systèmes agricoles complexes, comportant une diversité de cultures et de plantes spontanées, abritent généralement une communauté plus riche en ennemis naturels, ce qui permet de réduire l'incidence des attaques sans recours excessif aux pesticides (**Gurr et al., 2003**).

En effet, des études ont montré que les paysages hétérogènes et les habitats semi-naturels jouxtant les champs (haies, bandes fleuries) favorisent l'installation d'espèces auxiliaires telles que les coccinelles, les syrphes ou les parasitoïdes, contribuant ainsi à un contrôle biologique durable et efficace (**Bianchi et al., 2006**).

c) Pollinisation

La pollinisation constitue un service écosystémique fondamental pour le maintien de la productivité agricole et de la diversité végétale. Elle assure le transfert des grains de pollen des

organes mâles vers les organes femelles des fleurs, permettant ainsi la fécondation et la production de graines. En milieu agricole, environ 80 % des plantes à fleurs cultivées dépendent partiellement ou totalement des pollinisateurs, notamment les insectes (abeilles, papillons, syrphes, etc.) (Klein et al., 2007).

La perte de diversité florale causée par l'intensification agricole réduit la disponibilité des ressources alimentaires pour les pollinisateurs, mettant en péril la durabilité des systèmes de production. Ainsi, préserver la flore spontanée adjacente aux parcelles cultivées peut améliorer la régulation biologique naturelle, renforcer la pollinisation croisée et contribuer à une meilleure stabilité de rendement à long terme (Garibaldi et al., 2013).

1.1.3. Indicateurs de mesure de la biodiversité végétale :

1.1.3.1. Richesse spécifique :

La richesse floristique est définie comme le nombre d'espèces recensées à l'intérieur des limites d'un territoire en tenant compte de sa surface (Aké-Assi, 1984). Sa mesure a consisté à faire le décompte de toutes les espèces recensées dans chaque placette sans tenir compte de leur abondance. Les genres et les familles des espèces inventoriées sont aussi déterminés. La liste floristique de chaque parcelle a été dressée. La nomenclature utilisée est celle d'Angiosperm Phylogeny Group III (APG III) (Haston et al., 2009). Par la suite, le nombre d'espèces par agrosystème a été déterminé.

1.1.3.1. Indices de diversité :

– Shannon :

L'indice de diversité de Shannon a été utilisé pour identifier les agrosystèmes les plus diversifiés en termes floristiques. Cet indice combine le nombre d'espèces et l'abondance relative et permet de quantifier la diversité floristique d'un peuplement (Shannon, 1948). L'indice de diversité de Shannon-Weaver noté (H') est donné par l'expression mathématique suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \log_2(p_i)$$

Dans cette formule, n_i est le nombre d'individus de l'espèce i et N le nombre total d'individus de toutes les espèces. Les valeurs de cet indice varient entre 0 et $\ln S$ qui est la

diversité maximale (S étant le nombre total d'espèces dans le milieu). Lorsque le peuplement est composé d'une seule espèce, H' est égal à 0, tandis que pour un agrosystème comportant un nombre élevé d'espèces, il tend vers lnS.

– Simpson :

Il existe plusieurs indices permettant d'évaluer la biodiversité parmi lesquels on retrouve l'**indice de Simpson**. Cet indice aussi appelé indice de dominance mesure la probabilité que deux individus tirés au hasard à partir d'un échantillon appartiennent à la même espèce. Avec cet indice, on donne plus de poids aux espèces abondantes par rapport aux espèces rares. Dès lors, l'ajout d'une espèce rare à un échantillon ne modifiera pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité.

$$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^S p_i^2} \quad D = \frac{1}{\sum_{i=1}^S \frac{n_i^2}{N^2}}$$

où :

- p_i représente l'abondance proportionnelle de l'espèce et est compris entre 0 et 1 : $p_i = \frac{n_i}{N}$; $\sum_{i=1}^S p_i = 1$
- S est la richesse spécifique

Sous cette forme, l'indice est inversement proportionnel à la diversité. La formulation suivante a donc été proposée pour que l'indice soit directement représentatif de la diversité (**Habonimana et al.2011**).

– Équitabilité de Piélou :

Pour un peuplement, l'équitabilité nous renseigne sur la répartition des effectifs entre les différentes espèces. L'indice d'équitabilité (E) de **Piélou (1966)**, est le rapport entre l'indice de Shannon de l'échantillon et la diversité maximale. L'équitabilité varie de 0 à 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce et vers 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance. Dans le cas où cet indice tend vers 1, le milieu en question est dit équilibré. Cet indice nous a permis de mettre en évidence le niveau d'équilibre des différents biotopes du site. Il se calcule selon la formule mathématique suivante :

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Dans cette formule, E représente l'indice d'équitabilité de Piélou ; H', l'indice de Shannon et ln(S) représente la diversité maximale du biotope avec S le nombre total d'espèces du biotope donné.

1.2. Les pratiques agricoles conventionnelles et leur impact sur la biodiversité :

1.2.1. Monoculture et simplification des paysages agricoles :

La monoculture, pratique dominante dans l'agriculture conventionnelle, consiste à cultiver une seule espèce végétale sur de grandes superficies et sur plusieurs saisons successives. Cette simplification structurelle du paysage agricole entraîne une réduction considérable de la diversité végétale, tant cultivée que spontanée, ce qui diminue la diversité des habitats disponibles pour la faune et la flore sauvages (**Tscharntke et al., 2005**). En conséquence, les interactions écologiques bénéfiques, telles que la pollinisation, la régulation des ravageurs ou encore le recyclage des nutriments, sont perturbées.

Par ailleurs, l'homogénéisation des milieux agricoles favorise la fragmentation des habitats naturels, limitant ainsi la dispersion des espèces et la connectivité écologique. Cette fragmentation affaiblit la résilience des écosystèmes face aux perturbations climatiques et biologiques, compromettant leur capacité à fournir des services écosystémiques durables (**Fahrig, 2003**). Cette fragmentation des habitats entraîne également une réduction de la résilience écologique des écosystèmes, en limitant leur capacité à se régénérer et à maintenir leurs fonctions face aux perturbations (Holling, 1973).

1.2.2. Utilisation des intrants chimiques (pesticides, herbicides, engrais) :

L'usage intensif d'intrants chimiques constitue une caractéristique majeure de l'agriculture conventionnelle. Si ces produits visent à accroître la productivité agricole, ils engendrent également des effets néfastes sur la biodiversité. Les pesticides et herbicides affectent non seulement les organismes cibles, mais aussi un large éventail d'espèces non cibles, notamment les pollinisateurs, les auxiliaires de culture et les micro-organismes du sol (**Geiger et al., 2010**).

En particulier, les résidus de produits phytosanitaires perturbent les réseaux trophiques et réduisent la complexité des communautés écologiques. L'accumulation de nitrates et phosphates provenant des engrais chimiques contribue à l'eutrophisation des milieux aquatiques, entraînant une baisse de la qualité de l'eau et un appauvrissement de la flore aquatique (**Tilman et al., 2002**). Ces pratiques réduisent donc la résilience écologique des agroécosystèmes à long terme.

1.2.3. Mécanisation et travail intensif du sol :

La mécanisation agricole, bien qu'essentielle pour améliorer la productivité, entraîne des effets écologiques non négligeables lorsqu'elle est associée à un travail intensif du sol. Dans les systèmes conventionnels, le recours à des engins lourds tels que les charrues à disques et les tracteurs puissants permet d'effectuer des labours profonds et fréquents, favorisant l'aération du sol et l'enfouissement rapide des résidus. Cependant, cette pratique a plusieurs impacts négatifs bien documentés.

Sur le plan physique, le passage répété des machines provoque un **compactage du sol**, réduisant la porosité et la capacité d'infiltration de l'eau (**Hamza & Anderson, 2005**). Ce phénomène entrave le développement racinaire des plantes et limite l'activité biologique des organismes du sol, essentiels à la minéralisation de la matière organique (Brussaard et al., 2007). Par ailleurs, le travail intensif du sol accélère **l'érosion hydrique et éolienne**, particulièrement dans les zones semi-arides comme celles de l'Algérie centrale, fragilisant encore davantage la fertilité des sols.

D'un point de vue écologique, le labour profond perturbe la structure des communautés végétales spontanées en détruisant les habitats souterrains et en sélectionnant des espèces opportunistes à cycle court, souvent nitrophiles, au détriment d'une flore diversifiée et stable (**Storkey et al., 2012 ; Gaba et al., 2016**). Ce processus de **simplification floristique** contribue à la perte de biodiversité fonctionnelle dans les agrosystèmes.

Enfin, la dépendance à la mécanisation lourde augmente la consommation d'énergie fossile et les émissions de gaz à effet de serre, posant un défi environnemental majeur à la durabilité de l'agriculture conventionnelle (**Foley et al., 2011**).

1.3. L'agriculture conventionnelle : principes et pratiques :

1.3.1. Fondements théoriques et conceptuels de l'agriculture conventionnelle :

L'agriculture conventionnelle désigne un modèle de production agricole basé sur l'intensification, la standardisation et la spécialisation des cultures. Sur le plan théorique, elle repose sur l'optimisation des rendements par le recours systématique à des intrants externes (engrais minéraux, pesticides, herbicides), à la mécanisation lourde, à l'irrigation maîtrisée et à des variétés végétales sélectionnées ou améliorées génétiquement (**Altieri, 1999**). Ce système s'est structuré historiquement autour de l'objectif de sécurité alimentaire, notamment après la

Seconde Guerre mondiale, et s'est diffusé massivement dans les pays du Sud dans le cadre de la Révolution verte des années 1960-1970 (**Mazoyer & Roudart, 2002 ; Tilman et al., 2002**).

Cette approche agricole suppose une dissociation claire entre la production et les écosystèmes naturels, considérant le sol comme un simple support physique à fertiliser chimiquement, et la biodiversité comme un facteur de risque à contrôler plutôt qu'un levier de régulation naturelle. Il privilégie une vision court-termiste, centrée sur les performances productives mesurées en quintaux ou tonnes à l'hectare, au détriment des dimensions environnementales et sociales (**Kremen & Miles, 2012**). Par conséquent, l'agriculture conventionnelle tend à uniformiser les paysages agricoles, réduire la diversité cultivée, et appauvrir la biodiversité fonctionnelle associée aux agroécosystèmes.

D'un point de vue conceptuel, l'agriculture conventionnelle s'inscrit dans une logique techniciste héritée du paradigme industriel, où la productivité prime sur la résilience et la durabilité. Elle s'appuie sur une forte dépendance aux ressources fossiles, à l'innovation technologique, et au marché globalisé pour soutenir les chaînes de valeur agricoles. Toutefois, de nombreux travaux récents soulignent les limites de ce modèle en matière de durabilité à long terme, en raison des externalités environnementales (dégradation des sols, pollution des eaux, perte de biodiversité) et des impacts socio-économiques sur les petits producteurs (**Foley et al., 2011 ; Brussaard et al., 2007**).

1.3.2. Diversité des pratiques conventionnelles :

L'agriculture conventionnelle repose sur un ensemble de pratiques techniques visant à optimiser la productivité agricole en réduisant les contraintes environnementales et biologiques. Ces pratiques, bien qu'efficaces sur le plan productif, présentent des impacts environnementaux et socio-économiques importants.

- **Monoculture :**

La monoculture est l'une des pratiques centrales de l'agriculture conventionnelle. Elle consiste à cultiver la même espèce sur une large superficie pendant plusieurs cycles successifs. Cette spécialisation culturelle permet une meilleure maîtrise technique des itinéraires, une standardisation des intrants, et une mécanisation complète, réduisant ainsi les coûts de production à court terme (**Cassman, 1999**). Par exemple, la culture continue du blé dans les grandes plaines nord-américaines ou celle des céréales dans le nord de l'Algérie illustre ce

modèle. Cependant, la monoculture entraîne une baisse de la diversité biologique intra-parcellaire, une dégradation de la structure du sol, et favorise l'apparition de maladies spécifiques, nécessitant ainsi davantage de traitements phytosanitaires (Tilman et al., 2002).

- **Utilisation intensive des intrants chimiques :**

L'agriculture conventionnelle se caractérise également par l'usage massif d'intrants chimiques, notamment les engrais minéraux azotés, phosphorés et potassiques, visant à compenser la faible fertilité naturelle des sols soumis à des exploitations intensives (Matson et al., 1997). Par ailleurs, les pesticides (herbicides, insecticides et fongicides) sont appliqués de manière préventive ou curative pour protéger les cultures des bioagresseurs. Si cette pratique permet d'assurer des rendements élevés et stables, elle a néanmoins engendré l'apparition de résistances chez certains organismes nuisibles, la pollution des nappes phréatiques et la contamination des chaînes alimentaires (Gliessman, 2015).

- **Irrigation modernisée :**

Le recours à l'irrigation est un levier majeur de l'intensification agricole conventionnelle. Les systèmes modernes d'irrigation, qu'ils soient gravitaires ou sous pression (aspersion, goutte-à-goutte), permettent d'augmenter considérablement la productivité des cultures, en particulier dans les zones à climat aride ou semi-aride comme en Afrique du Nord et au Moyen-Orient (Foley et al., 2011). Cependant, l'irrigation intensive mal maîtrisée provoque souvent une salinisation progressive des sols, une surexploitation des nappes et une détérioration de la qualité des eaux de drainage, compromettant la durabilité des écosystèmes agricoles (Qadir et al., 2014).

- **Mécanisation accrue :**

La mécanisation constitue un facteur déterminant dans l'agriculture conventionnelle. Elle permet de réaliser le travail du sol, le semis, la fertilisation, la protection phytosanitaire et la récolte avec une rapidité et une précision élevée, réduisant ainsi la dépendance à la main-d'œuvre (Pingali, 2007). Par exemple, l'utilisation de moissonneuses-batteuses modernes dans les exploitations céréalières algériennes a permis de réduire la durée des récoltes et les pertes post-récolte. Toutefois, la mécanisation intensive peut provoquer un tassement du sol et une perturbation de sa structure, impactant négativement l'infiltration de l'eau et l'activité biologique (Hamza & Anderson, 2005).

1.3.3. Effets de l'agriculture conventionnelle sur la biodiversité végétale :

L'intensification agricole conventionnelle a eu des conséquences majeures sur la biodiversité végétale à l'échelle locale et mondiale. L'une des principales caractéristiques de ce modèle est la simplification écologique des agrosystèmes. En effet, la conversion d'écosystèmes naturels diversifiés en monocultures homogènes entraîne une réduction drastique de la richesse spécifique et de l'abondance des plantes adventices et indigènes (**Benton et al., 2003**).

- **Diminution de la flore adventice :**

L'utilisation intensive des herbicides dans les systèmes conventionnels a conduit à une forte diminution des plantes adventices, considérées comme concurrentes des cultures (Storkey et al., 2012). Cependant, ces plantes remplissent des fonctions écologiques essentielles : elles maintiennent la fertilité des sols, limitent l'érosion par couverture permanente, et servent de ressources alimentaires et d'habitats pour de nombreux organismes auxiliaires, notamment les insectes pollinisateurs et prédateurs naturels des ravageurs (**Marshall et al., 2003**).

- **Homogénéisation des paysages agricoles :**

La spécialisation des exploitations et la généralisation des monocultures ont également provoqué une homogénéisation spatiale des paysages agricoles. Selon **Tscharntke et al. (2005)**, la réduction des habitats semi-naturels, tels que les haies, bosquets, prairies permanentes et bandes enherbées, a entraîné la disparition progressive de nombreuses espèces végétales inféodées à ces milieux. Cette perte de diversité végétale a des répercussions en cascade sur la faune, notamment sur la diversité des insectes pollinisateurs et des oiseaux (**Bianchi et al., 2006**).

- **Impacts sur la diversité génétique cultivée :**

L'agriculture conventionnelle a également contribué à l'érosion génétique des plantes cultivées. La sélection de variétés à haut rendement, combinée à l'abandon des variétés traditionnelles locales, a réduit la diversité intraspécifique, fragilisant ainsi la résilience des systèmes agricoles face aux maladies émergentes et aux changements climatiques (**FAO, 2010**).

- **Exemples de réussites et programmes d'atténuation :**

Malgré ces impacts négatifs, certaines initiatives d'intégration de la conservation à l'agriculture conventionnelle ont montré leur efficacité. En Europe, l'installation de bandes fleuries ou de jachères environnementales en bordure des champs a permis de restaurer une partie de la flore adventice tout en améliorant la présence des auxiliaires de cultures et la pollinisation **(Haaland et al., 2011)**.

De même, des programmes de gestion intégrée des adventices favorisent une régulation écologique des populations végétales non cultivées sans élimination totale, maintenant ainsi la diversité fonctionnelle du milieu agricole **(Dornelas et al., 2014)**.

Conclusion :

Ce chapitre révèle que la biodiversité végétale constitue un pilier fondamental du fonctionnement des agroécosystèmes, assurant des services écosystémiques indispensables à la production agricole durable. Les indices de diversité spécifique, génétique et fonctionnelle constituent des outils précieux pour évaluer et monitorer cette biodiversité dans les systèmes agricoles.

L'agriculture conventionnelle, par ses pratiques de simplification et d'usage intensif d'intrants chimiques, génère une érosion préoccupante de la biodiversité végétale, compromettant la résilience écologique des agroécosystèmes. Cette dégradation appelle à repenser fondamentalement nos modèles productifs.

L'agroécologie se présente comme une alternative crédible et nécessaire, offrant un cadre conceptuel et pratique pour transformer la biodiversité en facteur de production plutôt qu'en contrainte. Ses approches diversifiées - de l'agroforesterie aux cultures associées - démontrent qu'il est possible de concilier performance productive et préservation de la biodiversité.

Les perspectives d'avenir résident dans l'approfondissement des recherches sur les mécanismes écologiques sous-jacents aux systèmes agroécologiques, le développement d'indicateurs adaptés au suivi de la biodiversité fonctionnelle, et l'accompagnement des transitions vers des modèles agricoles plus durables. Cette transformation nécessite une

approche systémique intégrant les dimensions scientifiques, techniques, économiques et sociales de l'agriculture de demain.

PARTIE II :
MATÉRIELS ET MÉTHODES

Chapitre II : Matériels et Méthodes

Introduction

La caractérisation comparative de la biodiversité végétale spontanée entre systèmes agricoles conventionnels et agroécologiques nécessite une approche méthodologique rigoureuse et adaptée aux spécificités des environnements arides. Cette démarche d'investigation s'inscrit dans le cadre d'une recherche appliquée visant à quantifier l'impact différentiel des pratiques agricoles sur les communautés végétales dans un contexte climatique particulièrement contraignant.

Le dispositif méthodologique développé repose sur une stratégie d'étude comparative de terrain combinant relevés floristiques *in situ*, analyse de la banque de graines du sol et caractérisation socio-technique des pratiques agricoles. Cette approche multi-échelle permet d'appréhender la diversité végétale dans sa complexité, intégrant à la fois la végétation active et les communautés latentes présentes dans le réservoir séminal du sol.

Le choix de la zone d'étude du living lab de Laghouat répond à des impératifs scientifiques précis : homogénéité pédoclimatique garantissant la comparabilité des systèmes étudiés, représentativité des conditions arides méditerranéennes, et coexistence de pratiques agricoles conventionnelles et agroécologiques permettant l'analyse comparative. Cette investigation s'articule autour de trois axes méthodologiques complémentaires : la caractérisation exhaustive du contexte géographique et climatique, l'échantillonnage standardisé des communautés végétales selon des protocoles éprouvés, et l'évaluation quantitative de la diversité par des indices écologiques reconnus.

2.1. Présentation de la zone d'étude : les communes de Laghouat et d'El Assafia

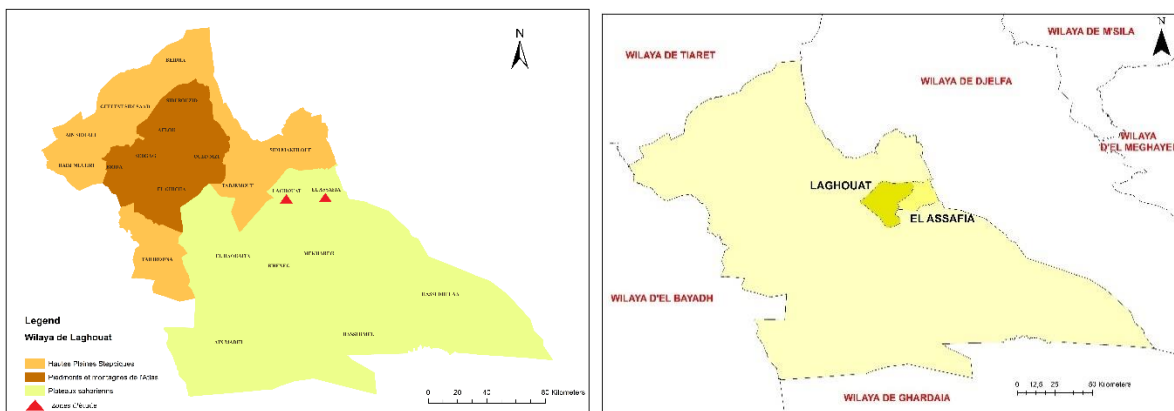
2.1.1. Localisation et situation géographique

La présente recherche porte sur les communes de Laghouat et d'El Assafia qui constituent conjointement la zone d'étude que nous appelons le Living Lab de Laghouat¹.

¹Un Living Lab (LL) ou Laboratoire vivant agroécologique est un lieu d'échanges structurés sur la transition agroécologique où la co-construction des connaissances se produit grâce au dialogue organisé entre les principales parties prenantes, notamment les agriculteurs, les industries, les gouvernements, les ONG, les organisations de consommateurs, les institutions de recherche et les services de conseil locaux. L'association El Argoub Laghouat

Implantées dans la partie orientale de la wilaya de Laghouat, au sud de l'Algérie, ces deux entités administratives s'établissent à l'extrémité nord-orientale du plateau saharien (PS), en bordure septentrionale du grand désert du Sahara. Cette localisation géographique spécifique leur confère une importance particulière en tant que frontière méridionale de la phoeniciculture, marquant la limite au-delà de laquelle la maturation des dattes devient impossible (**Belmecheri et Moulai, 2023**).

Cette zone d'étude (voir figure 1) s'intègre dans l'ensemble territorial du plateau saharien (PS), formation géographique qui couvre 66,38% de la superficie totale de la wilaya de Laghouat. Ce territoire présente une morphologie caractérisée par une topographie plane et un régime climatique aride, avec des précipitations annuelles oscillant entre 100 et 150 millimètres. La contiguïté territoriale des deux communes et la similitude de leurs caractéristiques géophysiques justifient leur appréhension en tant qu'entité d'analyse homogène et cohérente (**Belmecheri et Moulai, 2023**).



Source : Moulai, 2023.

Figure 1. Les zones agroécologiques de la wilaya de Laghouat et localisation de la zone d'étude du living lab (Communes de Laghouat et El Assafia).

2.1.2. Caractéristiques géomorphologiques :

2.1.2.1. Relief et topographie :

Le territoire d'étude se distingue par une configuration topographique particulièrement plane qui offre des conditions favorables au développement des activités agricoles. Cette morphologie relativement horizontale constitue un atout majeur pour la limitation des phénomènes érosifs, comme en témoignent les données de répartition des pentes où 73,78%

mène un projet intitulé NATAE (North African Transition to AgroEcology) au niveau du Living Lab de Laghouat regroupant les communes de Laghouat et d'El Assafia.

des terres de Laghouat et 75% de celles d'El Assafia s'inscrivent dans la classe de déclivité comprise entre 0% et 3% (**BNEDER, 2006**).

2.1.2.2. Altitude :

La répartition altitudinale du territoire d'étude révèle une distribution équilibrée entre deux classes d'élévation modérées. Les terrains situés en dessous de 600 mètres d'altitude couvrent 49,05% de la superficie totale, tandis que les zones comprises dans la tranche altitudinale de 600 à 800 mètres représentent 50,95% des terres (**Bneder, 2006**).

2.1.3. Synthèse climatique de la zone d'étude :

L'étude des paramètres climatologiques de notre zone d'investigation sur une période étendue de 44 années (1981 à avril 2025) basée sur les données NASA (2025) met en évidence des conditions environnementales particulièrement sélectives qui déterminent la composition et la distribution des communautés végétales spontanées.

2.1.3.1. Régimes thermiques :

La zone d'étude présente un régime thermique caractérisé par une moyenne annuelle de 17,7°C, révélant des contrastes saisonniers prononcés. Les maxima thermiques s'établissent en juillet avec 30,7°C, contrastant avec les minima hivernaux de janvier à 6,5°C. Cette amplitude thermique de 24,2°C impose aux espèces végétales des adaptations physiologiques spécifiques pour résister aux stress thermiques extrêmes. Les fortes chaleurs estivales peuvent provoquer la fermeture stomatique prolongée et induire des mécanismes de protection comme l'accumulation d'osmolytes, tandis que les températures hivernales relativement douces permettent le maintien d'une activité photosynthétique réduite chez certaines espèces pérennes.

2.1.3.2. Régimes hydriques :

La pluviométrie régionale révèle un caractère nettement déficitaire avec des apports annuels moyens de 165,9 mm. La répartition pluviométrique présente une hétérogénéité temporelle marquée, septembre constituant le pic pluviométrique avec 21,4 mm, tandis que juillet n'enregistre que 4,4 mm. Ce coefficient de variation dépassant 80% illustre l'erraticité du régime hydrique, contraignant les espèces végétales à développer des stratégies d'économie hydrique sophistiquées. Cette imprévisibilité pluviométrique favorise la sélection d'espèces à plasticité phénologique élevée, capables d'exploiter rapidement les fenêtres d'opportunité hydrique.

2.1.3.3. Caractérisation de l'aridité :

L'examen du diagramme ombrothermique de Bangouls et Gausson (voir figure 2) illustre le déséquilibre hydro-thermique caractéristique de la région. Cette représentation graphique souligne la persistance de précipitations insuffisantes face à des températures soutenues, particulièrement manifestes durant la période estivale. La synchronisation entre les maxima thermiques (juin à septembre) et les minima pluviométriques intensifie le stress hydrique, créant des conditions particulièrement sélectives pour la végétation. L'évapotranspiration potentielle dépasse largement les apports pluviométriques, générant un déficit hydrique chronique.

Cette analyse met en évidence une période de stress hydrique quasi-continue s'étalant de février à décembre, représentant 11 mois sur 12. Janvier demeure le seul mois présentant un bilan hydrique légèrement excédentaire avec 14,9 mm de précipitations dépassant le seuil critique de 13,0 mm selon le critère $P > 2T$. Le déficit hydrique culmine en juillet où l'écart entre les précipitations réelles (4,4 mm) et les besoins théoriques (61,3 mm) atteint des proportions dramatiques. La période de mai à août se distingue par une aridité particulièrement sévère, contraignant la végétation à adopter des stratégies de survie extrêmes.

Ces conditions climatiques caractérisent un environnement aride typique des régions désertiques ou semi-désertiques, où seules les espèces végétales hautement spécialisées peuvent prospérer sans apports hydriques artificiels.

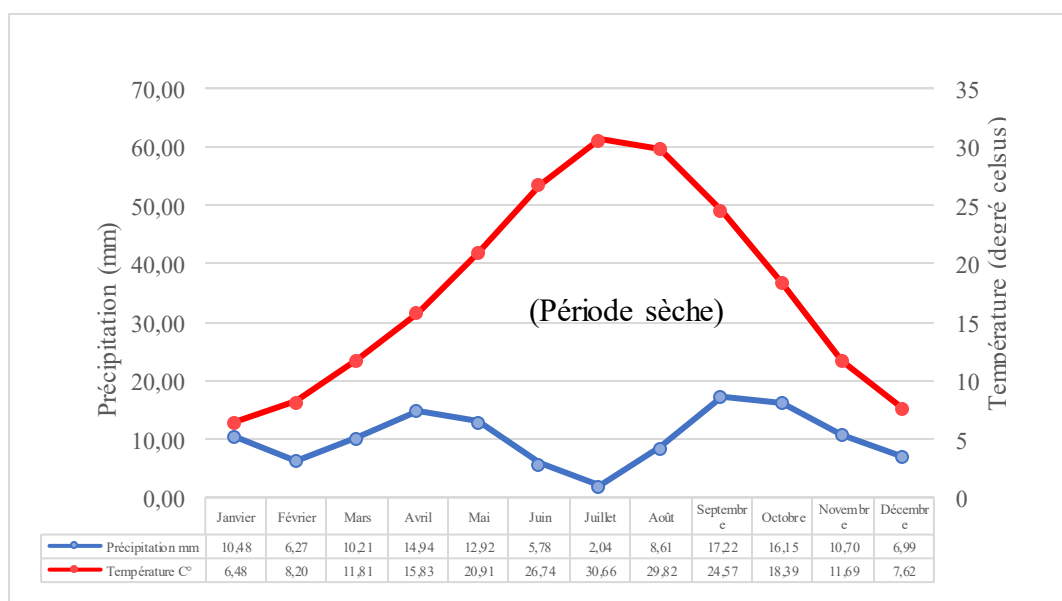


Figure 2. Diagramme ombrothermique de Bangouls et Gausson - Station de Laghouat (1981-2025).

2.1.3.4. Classification climatique selon l'indice de Martonne :

L'application de l'indice de Martonne selon la formule $Aa = P/(T+10)$, où P correspond aux précipitations annuelles moyennes (165,19 mm) et T à la température annuelle moyenne (18,81°C) pour la période 1981-2025, produit une valeur de 5,73. Cette quantification positionne sans équivoque la région dans le domaine des **climats arides**.

Cette faible valeur résulte de la conjugaison défavorable entre une pluviométrie limitée et des températures élevées, exacerbant le stress hydrique annuel. Cette classification climatique, confirmée par l'indice de De Martonne de 5,97, détermine les contraintes environnementales fondamentales auxquelles font face les communautés végétales. Ces conditions se caractérisent par des apports pluviométriques très restreints et erratiques de 165,6 mm annuels, une aridité quasi-permanente sur 11 mois, un stress hydrique intense de février à décembre, une forte variabilité interannuelle, et un déficit chronique par rapport aux besoins évapotranspiratoires de la végétation.

2.1.3.5. Dynamique éolienne :

Les mesures de vitesse du vent à 2 mètres d'altitude sur la période 1981-2025 révèlent une variabilité saisonnière significative. Les vitesses mensuelles moyennes fluctuent typiquement entre 2 et 4 m/s (voir figure 3), avec des pics hivernaux et printaniers contrastant avec des accalmies automnales. Cette dynamique éolienne affecte directement la transpiration végétale, l'évaporation du sol et la dispersion des propagules végétales.

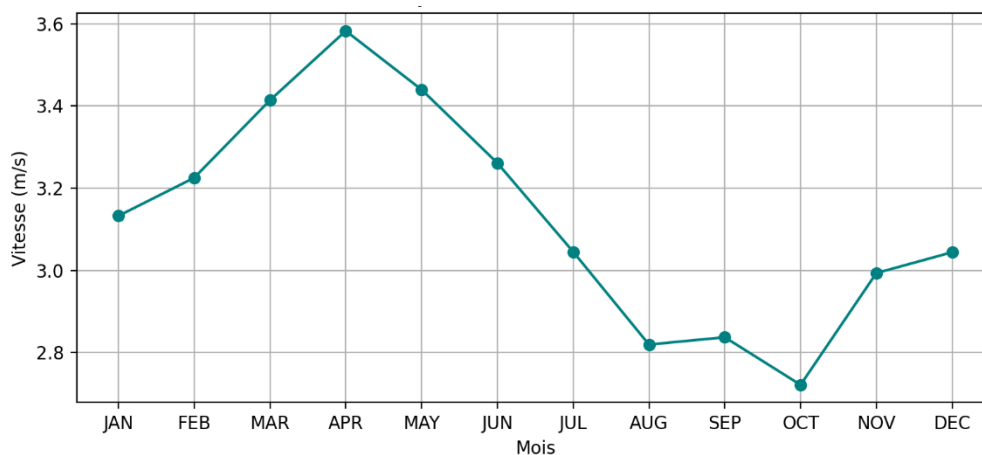


Figure 3. Vitesse moyenne du vent à 2 m (1981-2025).

L'analyse de la rose des vents (voir figure 4) indique une dominance marquée des flux provenant du secteur 300-330° (nord-ouest), complétés par les secteurs 330-360° (nord) et 270-

300° (ouest). Cette prédominance directionnelle influence les modalités de dispersion des graines, l'orientation préférentielle de croissance de certaines espèces, et les phénomènes d'érosion éolienne affectant l'établissement des plantules.

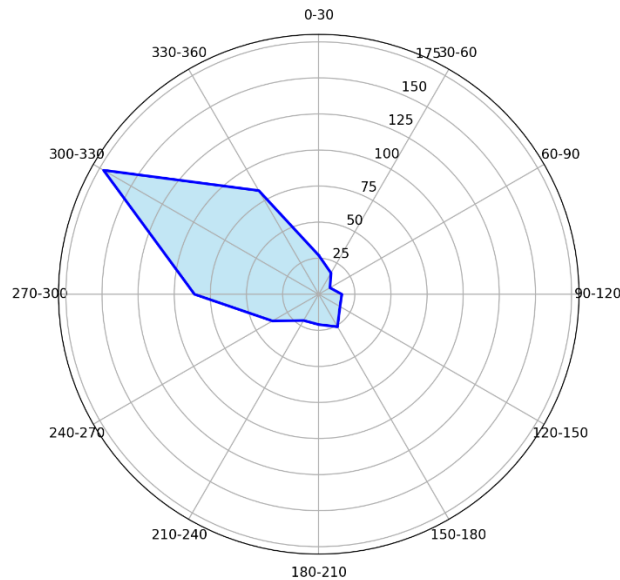


Figure 4. Rose des vents (direction dominante) entre 1981 et 2025.

2.1.3.6. Humidité atmosphérique :

L'humidité relative à 2 mètres (%) : Mesure le taux d'humidité de l'air, qui influence la sensation de chaleur, la transpiration des plantes et le risque de sécheresse.

L'humidité spécifique à 2 mètres (g/kg) : Représente la quantité de vapeur d'eau dans l'air, utile pour caractériser le potentiel d'évaporation et la formation de nuages.

L'humidité relative mesurée à 2 mètres d'altitude (voir figure 5) présente des oscillations importantes au cours du cycle annuel, culminant en hiver avec des valeurs pouvant atteindre 70% et chutant dramatiquement en été jusqu'à des minima inférieurs à 20%. Cette faible humidité estivale exacerbe les phénomènes de dessiccation et intensifie la demande évaporatoire sur la végétation. L'humidité spécifique, indicatrice de la teneur en vapeur d'eau atmosphérique, suit une évolution comparable avec des maxima durant les périodes chaudes, conditionnant le potentiel évaporatoire et les processus de formation de rosée bénéfiques à certaines espèces.

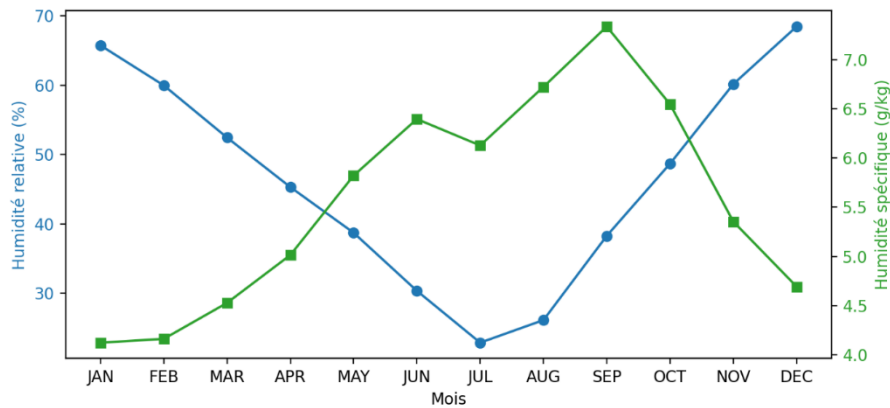


Figure 5. Humidité relative et spécifique moyenne (1981-2025).

2.1.4. Ressources hydriques et hydrographie :

2.1.4.1. Potentiel hydrique :

L'analyse des ressources en eau révèle un déséquilibre prononcé entre les potentialités naturelles disponibles et leur mobilisation concrète. Dans la commune de Laghouat, le potentiel hydrique théorique généré par les écoulements superficiels et les processus d'infiltration s'élève à 3,3 millions de m³, contrastant avec les volumes réellement exploités (ressources de surface et souterraines confondues) qui atteignent 26,31 millions de m³. Pour El Assafia, cette disparité se manifeste par un potentiel de 1,8 million de m³ face à une mobilisation effective de 6,38 millions de m³ (**Bneder, 2006 ; Belmecheri et Moulai, 2023**).

2.1.4.2. Hydrographie :

L'organisation du réseau hydrographique de la zone d'investigation s'organise principalement autour de deux cours d'eau majeurs : l'Oued M'zi et l'Oued Messaad. Néanmoins, la faiblesse chronique et l'irrégularité caractéristique du régime pluviométrique limitent considérablement les ressources hydriques superficielles, induisant une dépendance accrue des différents secteurs économiques (agriculture, approvisionnement en eau potable, industrie) vis-à-vis d'une exploitation intensive des réserves souterraines (**Belmecheri et Moulai, 2023**).

2.1.5. Systèmes de production agricole :

2.1.5.1. Structure foncière et répartition territoriale :

Les communes de Laghouat et d'El Assafia constituent un pôle agricole d'importance dans le contexte régional aride, représentant approximativement 4% de la Surface Agricole Totale (SAT) de la wilaya. L'examen de l'organisation foncière met en évidence la

prédominance caractéristique des petites exploitations familiales, trait distinctif des systèmes agricoles traditionnels des zones arides algériennes.

2.1.5.2. Caractéristiques de la structure foncière :

L'organisation des exploitations agricoles révèle une dominance marquée des petites unités de production, avec approximativement 70% des exploitations agricoles présentant une superficie inférieure à 5 hectares. Ce modèle agricole familial et vivrier conserve sa prédominance et s'articule essentiellement autour de l'autoconsommation et de la commercialisation locale. Cette structuration témoigne également d'un morcellement foncier considérable qui se traduit par une fragmentation des terres agricoles, entravant les économies d'échelle et la modernisation des systèmes productifs (DSA, 2025).

2.1.5.3. La Surface Agricole Utile (SAU) :

La SAU totale de la wilaya de Laghouat s'établit à 77 732 hectares. La zone d'investigation concentre 12,34% de la SAU totale de la wilaya, avec une distribution inégale entre les deux entités communales. Laghouat représente 7,97% de la SAU totale de la wilaya (soit 6 201 hectares) tandis qu'El Assafia en constitue 4,35% (soit 3 389 hectares). Concernant la SAU irriguée, la wilaya de Laghouat compte plus de la moitié de cette superficie (52,32%) sous irrigation, avec 40 686 hectares de SAU irriguée. L'irrigation par aspersion et l'irrigation goutte-à-goutte représentent 98,33% des systèmes d'irrigation. Pour la zone d'étude, Laghouat présente 93,68% de sa SAU sous irrigation (soit 5 809,09 hectares).

Cette concentration relativement substantielle de la SAU irriguée dans ces deux communes atteste de leur importance stratégique dans l'organisation agricole régionale, particulièrement dans un contexte de rareté hydrique (DSA, 2025).

2.2. Protocole d'échantillonnage et de relevés floristiques :

2.2.1. Stratégie d'échantillonnage des exploitations en agriculture conventionnelle :

2.2.1.1. Identification de la population d'étude conventionnelle :

L'identification des exploitations agricoles en agriculture conventionnelle s'est opérée sur une population cible constituée d'agriculteurs pratiquant principalement la céréaliculture selon les méthodes conventionnelles, bénéficiant du dispositif public de soutien à la production céréalière. Cette population constitue un groupe témoin permettant d'évaluer l'impact différentiel des pratiques agricoles sur les communautés végétales spontanées par comparaison avec les exploitations en transition agroécologique

Ce dispositif public, géré par la Coopérative des Céréales et des Légumineuses Secs (CCLS), constitue le principal mécanisme public d'encadrement de la production céréalière conventionnelle dans la wilaya de Laghouat. Il comprend la mise à disposition d'intrants chimiques subventionnés (engrais et pesticides), la fourniture de semences certifiées et l'achat garanti de la production à des prix soutenus par l'État. Ce système d'encadrement public assure une certaine homogénéité dans les pratiques agricoles conventionnelles et constitue un cadre de référence fiable pour l'identification de la population d'étude des communautés végétales.

2.2.1.2.Méthode d'échantillonnage par réseau de contacts :

L'échantillonnage a été conduit selon une approche par réseau de contacts (snowball sampling), méthode particulièrement adaptée lorsque la population d'étude n'est pas organisée en structures associatives formelles (**Biernacki & Waldorf, 1981**). Cette technique d'échantillonnage non probabiliste consiste à identifier un premier contact au sein de la population cible, qui facilite ensuite l'accès à d'autres membres du réseau partageant des caractéristiques similaires.

Le point d'entrée sur le terrain a été établi par l'intermédiaire d'un céréaliculteur expérimenté, bénéficiaire du dispositif de la CCLS depuis plus de 15 ans et reconnu localement pour son expertise technique. Ce contact initial a joué le rôle d'informateur clé (key informant) et a facilité l'introduction auprès de quatre autres agriculteurs pratiquant majoritairement la céréaliculture dans la même zone d'étude. Cette méthode présente l'avantage de garantir l'accès à des exploitations représentatives des pratiques locales et d'assurer la participation volontaire des agriculteurs grâce à la recommandation d'un pair (**Atkinson et Flint, 2001**).

La zone géographique d'étude couvre le territoire du living lab de Laghouat (communes de Laghouat et d'El Assafia). Cette stratégie géographique permet de contrôler les variables pédoclimatiques et socio-économiques, facilitant ainsi la comparaison entre les deux systèmes de production pour l'étude de leurs effets sur les communautés végétales spontanées (**Yin, 2018**).

2.2.1.3.Justification de la taille d'échantillon et du design comparatif :

La sélection de 5 exploitations conventionnelles correspond à un design d'étude comparative (matched-pair design) avec les 5 exploitations agroécologiques. Cette approche méthodologique est largement utilisée en sciences agricoles pour évaluer l'impact de différents

systèmes de production sur la biodiversité végétale et les variables environnementales (**Seufert et al., 2012**).

Le choix de 5 exploitations conventionnelles répond aux impératifs méthodologiques de l'étude des communautés végétales. Les relevés floristiques détaillés selon la méthode du quadrat avec 5 points de prélèvement par exploitation nécessitent des ressources temporelles importantes pour l'identification taxonomique et l'analyse des échantillons de banque de graines du sol. La durée des enquêtes approfondies sur les pratiques agricoles (2 à 3 heures par exploitation) et les tests de germination en conditions contrôlées (10 jours de suivi puis phase d'induction avec semis de blé) représentent un investissement temporel considérable.

Bien que la taille d'échantillon soit réduite, le design comparatif apparié permet de maximiser la puissance statistique en contrôlant les variables confondantes liées au contexte pédoclimatique (**Ruxton & Neuhäuser, 2010**). Les études comparatives en agroécologie végétale utilisent fréquemment des échantillons de taille similaire : José-María et al. (2010) ont comparé 4 exploitations biologiques et conventionnelles pour évaluer l'impact sur la diversité végétale, tandis que Gabriel et al. (2010) ont analysé 6 exploitations par système de production.

2.2.1.4. Critères de sélection et processus de validation :

La sélection des exploitations conventionnelles a été réalisée selon des critères standardisés permettant d'assurer la comparabilité avec les exploitations agroécologiques tout en respectant les spécificités des systèmes conventionnels et leur impact sur les communautés végétales.

Les critères d'inclusion spécifiques exigeaient que les exploitations retenues soient orientées principalement vers la production céréalière, garantissant ainsi un système cultural homogène favorable au développement de communautés végétales caractéristiques des agrosystèmes conventionnels. La taille minimale de 5 hectares correspondait au seuil retenu pour les exploitations agroécologiques, permettant un échantillonnage floristique représentatif selon le protocole de 5 quadrats par exploitation. La localisation dans le périmètre du living lab de Laghouat assurait la comparabilité des conditions pédoclimatiques influençant la composition des communautés végétales.

Les critères d'exclusion écartaient les exploitations ayant connu une transition vers l'agriculture biologique ou agroécologique formalisée pour maintenir l'homogénéité du groupe "conventionnel". Les exploitations spécialisées uniquement en arboriculture ont été écartées pour assurer la comparabilité avec le groupe agroécologique. Les exploitations ayant subi des perturbations majeures récentes (changement de propriétaire, sinistres climatiques) susceptibles d'affecter la végétation spontanée ont également été exclues.

Le processus de validation terrain incluait une visite de reconnaissance de chaque exploitation pré-sélectionnée permettant de vérifier in situ le respect des critères de sélection. Cette validation a inclus la confirmation du système de production majoritairement céréalier, l'évaluation de l'accessibilité des parcelles pour les relevés floristiques et l'obtention du consentement éclairé de l'agriculteur pour sa participation à l'étude des communautés végétales.

2.2.1.5. Limites méthodologiques et biais potentiels :

La méthode d'échantillonnage par réseau de contacts peut introduire un biais vers les agriculteurs les mieux intégrés socialement et potentiellement les plus ouverts aux approches de recherche. Ce biais est partiellement contrôlé par la diversité des profils d'exploitation retenus, incluant des systèmes très intensifs comme plus extensifs.

L'absence de base de sondage exhaustive des agriculteurs conventionnels limite la généralisation statistique des résultats à l'ensemble de la population régionale. Cependant, l'objectif d'étude comparative exploratoire des communautés végétales justifie cette approche méthodologique. La diversité des pratiques observées au sein même du groupe "conventionnel" (utilisation d'herbicides vs désherbage mécanique) peut introduire une variabilité intra-groupe importante, mais elle reflète la réalité des pratiques locales et permet d'analyser l'effet de différents niveaux d'intensification sur la végétation spontanée.

Bien que la localisation géographique soit contrôlée, les différences inhérentes entre systèmes conventionnels et agroécologiques (philosophie de production, ancienneté des pratiques, niveau de diversification) constituent des variables confondantes inévitables, mais documentées dans l'analyse des résultats sur les communautés végétales.

2.3. Relevés des communautés végétales spontanées :

2.3.1. Dispositif d'échantillonnage spatial :

L'échantillonnage des communautés végétales spontanées a été réalisé selon un plan d'échantillonnage systématique en diagonal dans chaque exploitation agricole enquêtée (Gounot, 1969 ; Daget et Poissonet, 1971). Cette approche permet de couvrir l'hétérogénéité spatiale des parcelles tout en maintenant une représentativité statistique acceptable (Kent et Coker, 1992). Cinq points de prélèvement ont été positionnés le long d'une transection diagonale traversant chaque exploitation, assurant une répartition homogène de l'effort d'échantillonnage sur l'ensemble de la surface étudiée.

2.3.1.1. Relevés floristiques in situ :

a) Méthode du quadrat

Les relevés floristiques ont été effectués selon la méthode du quadrat fixe (Braun-Blanquet, 1932 ; Mueller-Dombois et Ellenberg, 1974), technique standardisée largement utilisée en écologie végétale pour l'étude des communautés herbacées (Goldsmith et al., 1986). Chaque point d'échantillonnage était matérialisé par un quadrat de 1 m × 1 m (voir figure 6), dimension appropriée pour l'étude de la végétation herbacée spontanée en milieu agricole (Stohlgren et al., 1995).



Source : Chouireb, 2025.

Figure 6. Quadrat de 1 m x 1 m utilisé pour le relevé floristique in situ.

b) Variables relevées

Pour chaque espèce identifiée dans les quadrats, plusieurs paramètres ont été systématiquement enregistrés sur des **fiches d'inventaire standardisées**. L'identification taxonomique comprenait le nom scientifique selon la nomenclature de Quézel et Santa (1962-1963) ainsi que le nom vernaculaire local lorsqu'il était connu. L'appartenance familiale a été déterminée selon la classification du système APG IV (2016).

La strate de végétation a été définie selon la classification de **Géhu et Rivas-Martinez (1981)**, distinguant les strates arborée (>7m), arbustive (2-7m), buissonnante (0,5-2m), herbacée (<0,5m) et muscinale. L'abondance-dominance de chaque espèce a été évaluée selon l'échelle de **Braun-Blanquet (1932)** modifiée, avec six classes d'abondance : la classe 0 correspond aux individus rares avec un recouvrement très faible, la classe 1 aux individus assez abondants, mais avec un recouvrement inférieur à 5%, la classe 2 aux individus très abondants avec un recouvrement de 5 à 25%, la classe 3 à un recouvrement de 25 à 50% quelle que soit l'abondance, la classe 4 à un recouvrement de 50 à 75%, et la classe 5 à un recouvrement supérieur à 75%.

Le stade phénologique de chaque espèce a été noté en utilisant un code standardisé : végétatif (v), boutons/bourgeons (b), floraison (f), fructification (fr), dissémination (d), ou sénescence (s). Enfin, la fréquence d'occurrence a été calculée comme le nombre de répétitions de chaque espèce sur l'ensemble des quadrats échantillonnés.

c) Période et conditions de relevé

Les inventaires floristiques ont été réalisés durant la période optimale de développement de la végétation spontanée, permettant l'identification du maximum d'espèces en période de reproduction (**Grime, 1979**), à savoir en printemps (entre 25 et 26 mars 2025).

2.3.2. Caractérisation des pratiques agricoles :

Parallèlement aux relevés floristiques, une **enquête socio-technique** a été menée auprès des exploitants agricoles au moyen d'un questionnaire semi-directif standardisé. Ce questionnaire, structuré en 11 sections thématiques, visait à caractériser l'ensemble des pratiques agricoles susceptibles d'influencer la diversité végétale spontanée (Stoate et al., 2001 ; Benton et al., 2003).

Les différentes dimensions explorées comprenaient l'historique et les pratiques culturelles actuelles, les systèmes de cultures et rotations, la gestion des adventices et l'utilisation d'herbicides, ainsi que la gestion des couverts végétaux. Le questionnaire abordait également les prairies et surfaces herbacées, les pratiques agroforestières et infrastructures agroécologiques, l'utilisation d'intrants phytosanitaires et fertilisants, et les systèmes d'irrigation. Les sections finales portaient sur la gestion des ressources génétiques cultivées, les perceptions et connaissances sur la diversité végétale, et les perspectives d'évolution des pratiques.

2.4. Analyse des communautés végétales latentes par germination :

2.4.1. Prélèvement et préparation des échantillons de sol :

Dans chaque quadrat, un échantillon de sol superficiel (0-10 cm de profondeur) a été prélevé selon un protocole standardisé (**Thompson et al., 1997**). Ces échantillons, représentant la banque de graines du sol (seed bank), ont été conditionnés dans des pots étiquetés pour analyse en conditions contrôlées.

2.4.2. Test de germination en conditions contrôlées :

La méthode de germination en pots a été appliquée pour révéler les communautés végétales latentes présentes dans la banque de graines du sol (**Gross, 1990 ; Bekker et al., 1997**). Le protocole expérimental comprenait deux phases successives.

- **La première phase** consistait en une germination spontanée d'une durée de 30 jours. Les échantillons de sol ont été placés en conditions contrôlées favorables à la germination avec une température, une humidité et une luminosité optimales. Un arrosage a été effectué à l'aide d'une solution d'eau contenant de l'acide gibbérellique afin de stimuler la germination. L'observation quotidienne des germinations a permis l'identification des espèces émergentes selon leurs caractères morphologiques juvéniles.
- **La seconde phase** correspondait à une germination induite par semis de blé sur une durée variable avec des irrigations comprenant de l'acide gibbérellique pour favoriser la germination. Après la phase de germination spontanée, du blé (*Triticum aestivum L.*) a été semé dans les mêmes échantillons de sol. Cette technique de "plante nurse" favorise la levée de dormance de certaines espèces spontanées par modification des conditions physicochimiques du substrat (**Roberts, 1981 ; Baskin et Baskin, 2014**).

2.5. Identification et inventaire complémentaire :

Les espèces identifiées lors de ces tests de germination ont été intégrées aux inventaires floristiques initiaux, permettant une évaluation plus complète de la diversité végétale potentielle de chaque site d'étude.

2.5.1. Identification taxonomique des espèces

L'identification des espèces rencontrées a été réalisée à l'aide de références botaniques classiques, notamment les ouvrages de **Quézel et Santa (1962, 1963)** et **Ozenda (1977)**. Ces sources, reconnues pour leur rigueur scientifique et leur exhaustivité dans la description de la flore méditerranéenne et saharienne, ont permis une détermination précise des espèces sur la base de critères morphologiques tels que la structure des feuilles, des fleurs, des fruits et des tiges.

2.6. Calcul des indices de diversité :

a. Indices de richesse et de diversité :

Pour chaque exploitation étudiée, plusieurs indices écologiques ont été calculés afin de quantifier différentes composantes de la diversité végétale (Magurran, 2004 ; Gotelli et Colwell, 2001).

b. La richesse spécifique (S) :

- **Définition** : La richesse spécifique correspond au nombre total d'espèces présentes dans un échantillon donné.

Correspond au nombre total d'espèces observées dans chaque exploitation.

c. L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') :

- **Définition** : Mesure la diversité en prenant en compte à la fois la richesse spécifique et l'abondance relative des espèces. Plus l'indice est élevé, plus la diversité est grande.

À été calculé selon la formule $H' = -\sum (p_i \times \ln p_i)$, où p_i représente la proportion de l'espèce i dans la communauté.

d. L'équitabilité de Pielou (E) :

À été déterminée par le rapport $E = H' / \ln S$, où H' correspond à l'indice de Shannon et S à la richesse spécifique.

e. Indice de diversité de Simpson (D) :

- **Définition** : Cet indice évalue la probabilité que deux individus choisis au hasard dans la communauté appartiennent à la même espèce.

À été calculé selon la formule $D = 1 / \sum (p_i)^2$, où p_i représente la proportion de l'espèce i dans la communauté.

f. Indices de valeur patrimoniale :

Le nombre d'espèces endémiques a été déterminé par le recensement des espèces à distribution géographique restreinte selon Quézel et Santa (1962-1963) et la base de données GBIF. Le nombre d'espèces utiles a été établi par l'inventaire des espèces présentant un intérêt ethnobotanique, médicinal, alimentaire ou fourrager selon la littérature spécialisée.

Conclusion

Le dispositif méthodologique présenté constitue un cadre d'investigation adapté à l'étude comparative de la biodiversité végétale spontanée dans les agroécosystèmes arides. La combinaison d'approches complémentaires - relevés floristiques directs, tests de germination des banques de graines et enquêtes socio-techniques - permet une appréhension exhaustive des communautés végétales et de leurs déterminants anthropiques.

La stratégie d'échantillonnage retenue, bien que contrainte par les réalités de terrain et les ressources disponibles, assure une représentativité satisfaisante des systèmes étudiés grâce au contrôle des variables pédoclimatiques et à l'application de protocoles standardisés. Le design comparatif apparié entre exploitations conventionnelles et agroécologiques maximise la puissance statistique tout en minimisant l'influence des facteurs confondants.

L'originalité de cette approche réside dans l'intégration de la dimension latente de la diversité végétale par l'analyse des banques de graines du sol, dimension souvent négligée dans les études floristiques classiques, mais cruciale pour comprendre le potentiel de résilience des communautés végétales. Les tests de germination en conditions contrôlées révèlent ainsi une biodiversité "cachée" qui enrichit considérablement l'évaluation de la diversité réelle des agroécosystèmes.

Les limites méthodologiques identifiées - taille d'échantillon réduite, biais d'échantillonnage par réseau de contacts, variabilité intra-groupe - sont documentées et prises en compte dans l'interprétation des résultats. Ces contraintes, inhérentes aux études de terrain en milieu agricole, n'invalident pas la démarche comparative qui demeure l'objectif principal de cette investigation.

Ce protocole méthodologique rigoureux constitue ainsi le socle scientifique nécessaire à l'analyse comparative de l'impact des pratiques agricoles sur la biodiversité végétale, préalable indispensable à l'évaluation du potentiel agroécologique des systèmes de production en milieu aride.

PARTIE III :
RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Chapitre III : Résultats et discussions

Introduction :

L'évaluation de l'impact des pratiques agricoles sur la diversité végétale spontanée constitue un enjeu scientifique majeur pour comprendre les mécanismes écologiques qui régissent la biodiversité dans les agroécosystèmes. Dans un contexte global d'intensification agricole et de préoccupations croissantes concernant l'érosion de la biodiversité, l'analyse des relations entre modes de gestion et communautés végétales devient cruciale pour orienter les transitions vers des systèmes plus durables.

Ce chapitre présente les résultats de l'analyse comparative de cinq exploitations agricoles conventionnelles situées dans les communes de Laghouat et d'El Assafia. L'objectif principal est de caractériser la diversité végétale spontanée dans ces systèmes et d'identifier les facteurs déterminants de sa structuration.

La première partie expose la diversité des espèces et familles végétales recensées, révélant la richesse floristique spécifique à chaque exploitation. La deuxième section quantifie l'état de la diversité à travers des indices écologiques standardisés, permettant une comparaison objective entre systèmes. La troisième partie, cœur de l'analyse, explore les relations complexes entre pratiques agricoles et communautés végétales spontanées à travers une approche multivariée. Enfin, la discussion synthétise des résultats dans le cadre théorique de l'écologie des agroécosystèmes et propose des perspectives pour la gestion durable de la biodiversité agricole.

3.1. Diversité des espèces et des familles étudiées :

3.1.1. Diversité des espèces par exploitation agricole :

Ce tableau présente la répartition des espèces végétales recensées dans cinq exploitations agricoles (EC1 à EC5). Il indique le nombre d'occurrences de chaque espèce par exploitation, ainsi que le total et le pourcentage de chaque espèce par rapport à l'ensemble. Ces données permettent de mettre en évidence la diversité floristique et la variation de la présence des espèces d'une exploitation à l'autre, traduisant ainsi les différences environnementales et les pratiques agricoles adoptées

Tableau 01. Répartition des espèces végétales par exploitation agricole et leur fréquence.

S/Emb.	Classe	Famille	Nom scientifique	EC 1	EC 2	EC 3	EC 4	EC 5	Total	%
Angiospermes	Dicotylédones	Asteraceae	<i>Anacyclus homogamos</i> (Maire) Humphries	+	0	0	+	0	++	4.87
			<i>Calendula arvensis</i> L.	0	0	0	+	0	+	2.43
			<i>Carthamus lantans</i> L.	0	0	0	+	0	+	2.43
			<i>Centaurea calcitrapa</i> L.	0	+	0	0	0	+	2.43
			<i>Erigeron bonariensis</i> L.	+	0	0	0	0	+	2.43
			<i>Lactuca canadensis</i> L.	0	0	+	0	0	+	2.43
			<i>Onopordum illyricum</i>	+	0	0	0	0	+	2.43
			<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth	0	0	0	+	0	+	2.43
			<i>Scolymus hispanicus</i> L.	+	0	0	0	0	+	2.43
			<i>Senecio glaucus</i> L.	+	0	0	0	0	+	2.43
			<i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaerth	0	0	0	+	0	+	2.43
		Brassicaceae	<i>Enarthrocarpus clavatus</i> Delile ex Godr.	+	0	0	0	0	+	2.43
			<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	+	++	0	+	+	++++ +	12.19
			<i>Lepidium draba</i> L.	0	+	+	0	0	++	4.87
			<i>Moricandia arvensis</i> (L.) DC	+	0	0	+	+	+++	7.31

		<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.	0	0	++	0	+	+++	7.31
		<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	0	+	0	0	0	+	2.43
		<i>Sisymbrium crassifolium</i> Cav.	0	0	0	+	0	+	2.43
		<i>Sisymbrium irio</i> L.	+	0	0	0	0	+	2.43
	<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Silene nocturna</i> L.	0	0	0	+	0	+	2.43
	<i>Convolvulaceae</i>	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	0	+	0	0	0	+	2.43
	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia dracunculoides</i> Lam.	0	0	0	+	0	+	2.43
	<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus armatus</i> Willd.	0	0	0	+	0	+	2.43
		<i>Medicago polymorpha</i> L.	0	0	+	0	0	+	2.43
		<i>Vicia sativa</i> L.	0	0	+	0	0	+	2.43
	<i>Malvaceae</i>	<i>Malva parviflora</i> L.	0	+	+	0	0	++	4.87
	<i>Papaveraceae</i>	<i>Glaucium corniculatum</i> (L.) Rudolph	+	0	0	0	0	+	2.43
		<i>Platycapnos spicata</i> (L.) Berth.	+	0	0	0	0	+	2.43
	<i>Polygonaceae</i>	<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	0	0	+	0	0	+	2.43
		<i>Rumex vesicarius</i> L.	0	0	0	+	0	+	2.43
	Nombre total	09	30	11	07	08	12	03	41

Source : Chouireb, 2025.

3.1.2. Diversité des familles par exploitation agricole :

La diversité des familles végétales représente un indicateur essentiel de la richesse floristique et de la complexité écologique d'un agroécosystème. Chaque exploitation agricole, en fonction de ses pratiques culturales, de ses conditions pédoclimatiques et de ses choix agronomiques, présente une composition floristique unique.

Dans cette section, nous nous intéressons à la diversité (Figure 7) et à la répartition et à la diversité des familles végétales observées dans chacune des cinq exploitations étudiées (voir figure 8). Cette analyse permet de comparer les dynamiques floristiques propres à chaque milieu agricole et de mettre en évidence les éventuelles convergences ou divergences entre les fermes.

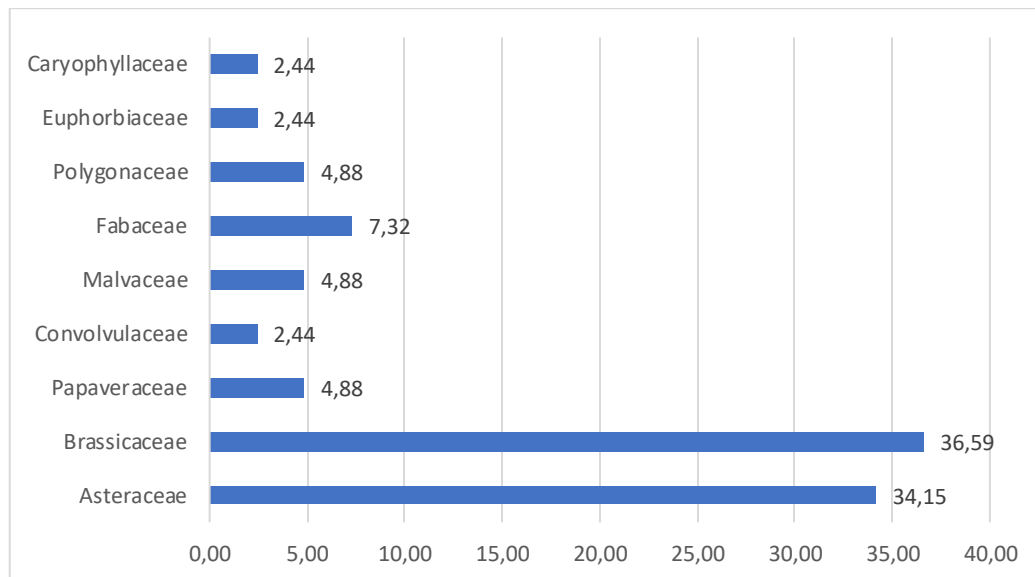
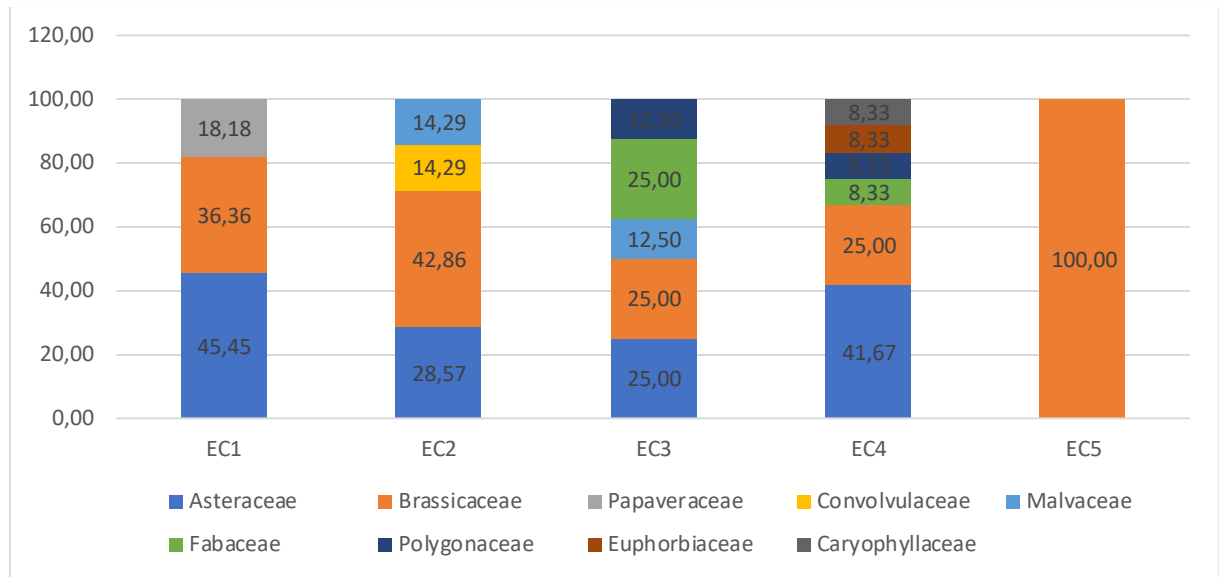


Figure 7.Diversités des familles botaniques.



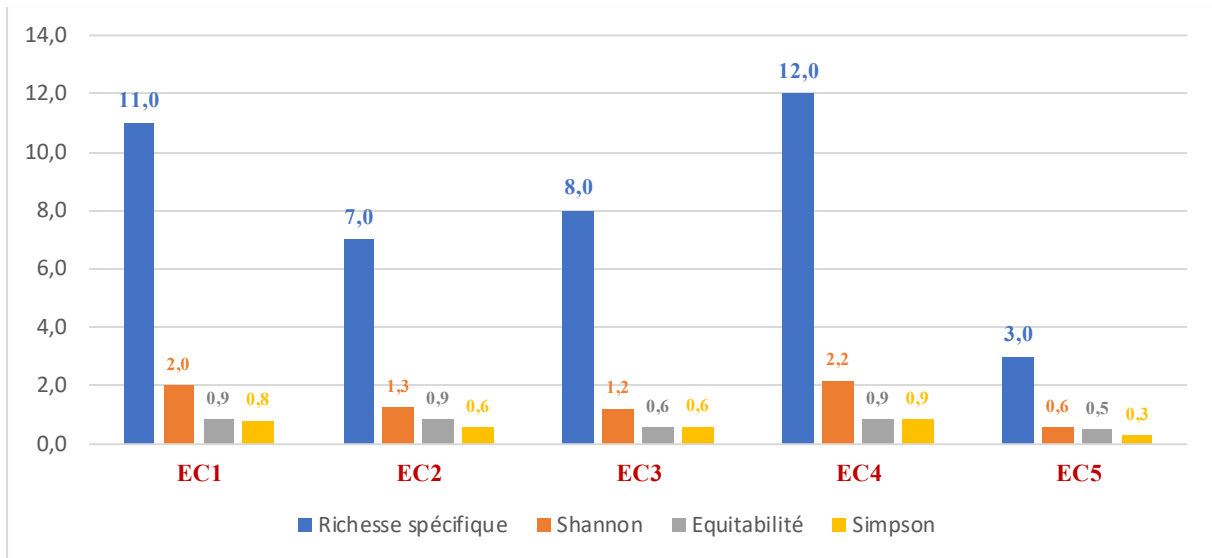
Source : Chouireb, 2025.

Figure 8. Évaluation de la diversité des familles botaniques dans cinq exploitations agricoles enquêtées.

3.2. État de la diversité végétale dans les différents systèmes agricoles :

3.2.1. Indices de diversité floristique :

L'évaluation de la diversité floristique (voir le tableau 2) constitue une étape essentielle pour comprendre la structure et la dynamique des communautés végétales. Parmi les outils les plus utilisés figurent les indices écologiques tels que l'indice de Shannon, la richesse spécifique et l'équité. Ces indicateurs permettent non seulement de quantifier la variété des espèces présentes dans un écosystème donné, mais aussi de détecter les effets des pratiques agricoles sur la stabilité et la résilience des milieux (Magurran, 2004). En analysant ces indices, il devient possible d'identifier les zones à forte ou faible diversité et d'établir des corrélations avec les modes de gestion agricole. (voir figure 9)



Source : Chouireb, 2025.

Figure 9. Analyse de la biodiversité dans différents sites d'exploitation à l'aide des indices de Shannon, Simpson, richesse spécifique et équitabilité.

3.3. Relations entre pratiques agricoles et communautés végétales spontanées dans les exploitations conventionnelles

3.3.1. Caractérisation des systèmes de production et leur impact potentiel sur la diversité végétale

- Caractéristiques générales des exploitations

L'ensemble des cinq exploitations étudiées (EC1 à EC5) pratique une agriculture conventionnelle. Les surfaces exploitées varient considérablement, allant de 5,5 ha au niveau de l'exploitation EC3 à 15 ha au niveau de l'exploitation EC1, avec une surface cultivée effective de 12,5 ha. L'expérience des agriculteurs s'échelonne de 3 ans pour le plus récent (agriculteur de l'exploitation EC5) à 45 ans pour le plus expérimenté (agriculteur de l'exploitation EC2), offrant un gradient intéressant pour analyser l'évolution des pratiques dans le temps.

- Systèmes de rotation et diversité cultivée

Les systèmes de rotation révèlent des différences notables en termes de diversité cultivée. L'exploitation EC1 se distingue par une rotation triennale incluant quatre espèces (blé, orge, luzerne et fève), intégrant ainsi des légumineuses fixatrices d'azote. Les exploitations EC2 et EC3 pratiquent également des rotations triennales, mais avec seulement trois espèces, associant les céréales (blé et orge) au maraîchage. En revanche, les exploitations EC4 et EC5 se limitent à des rotations biennales très simplifiées, alternant uniquement blé dur et orge.

Cette diversité des rotations a des implications directes sur la diversité des familles botaniques représentées. Toutes les exploitations cultivent des graminées (céréales), mais seule EC1 intègre des légumineuses dans sa rotation principale, tandis que les exploitations EC2 et EC3 incluent des solanacées par le biais du maraîchage. Cette différenciation pourrait influencer la composition des communautés adventices, les légumineuses modifiant notamment la disponibilité en azote du sol.

- **Gestion des adventices et utilisation d'herbicides**

La gestion des adventices constitue probablement le facteur le plus discriminant entre les exploitations pour expliquer les variations de diversité végétale spontanée. Trois exploitations (EC1, EC4 et EC5) privilégient exclusivement le désherbage mécanique et n'utilisent jamais d'herbicides. Cette approche permet théoriquement le maintien d'une flore adventice diversifiée, les interventions mécaniques étant généralement moins sélectives que les traitements chimiques.

À l'opposé, les exploitations EC2 et EC3 pratiquent un désherbage chimique systématique avec des applications en plein champ. Cette stratégie intensive peut considérablement réduire la richesse spécifique des communautés végétales spontanées, les herbicides éliminant de nombreuses espèces adventices sans distinction. L'intervention s'effectue une fois par cycle cultural dans ces deux exploitations, ce qui représente une pression herbicide régulière sur les écosystèmes cultivés.

- **Autres pratiques phytosanitaires et fertilisation**

L'utilisation d'autres produits phytosanitaires reste limitée dans l'ensemble des exploitations. Les fongicides et insecticides sont employés rarement ou uniquement en cas de nécessité, sauf dans les exploitations EC4 et EC5 qui n'en utilisent jamais. Cette relative modération dans l'usage des pesticides pourrait favoriser le maintien de certaines espèces végétales spontanées sensibles à ces traitements.

Concernant la fertilisation, toutes les exploitations privilégient les apports minéraux comme source principale de nutrition des cultures. Cette homogénéité des pratiques de fertilisation suggère que ce facteur ne devrait pas constituer un élément discriminant majeur pour expliquer les différences de diversité végétale entre exploitations.

- Couverts végétaux et surfaces non cultivées

Une lacune importante ressort de l'analyse : aucune des cinq exploitations n'utilise de couverts végétaux entre les cultures principales. Cette absence généralisée prive les écosystèmes agricoles d'une source potentielle importante de diversification végétale et de protection du sol durant les périodes d'interculture.

En revanche, certaines exploitations maintiennent des surfaces herbacées qui peuvent constituer des refuges pour la flore spontanée. L'exploitation EC1 dispose de 2,5 ha de prairies temporaires gérées en pâturage, représentant 16,66% de sa surface agricole utile. L'exploitation EC4 présente une situation encore plus favorable avec 5 ha de prairies temporaires, soit 41% de sa surface cultivée. Ces surfaces, laissées en évolution naturelle, offrent des conditions propices au développement d'une végétation diversifiée.

- Aménagements favorables à la biodiversité

Les aménagements favorables à la biodiversité varient considérablement entre exploitations. L'exploitation EC1 maintient 2,5 ha de jachères (16,66% de la SAU) gérées sans intervention, permettant une évolution naturelle de la végétation. L'exploitation EC4 dispose également de 5 ha de jachères laissées en évolution naturelle. Ces espaces constituent des réservoirs potentiels d'espèces végétales spontanées qui peuvent coloniser les parcelles cultivées adjacentes.

L'exploitation EC3 se distingue par l'utilisation de fumier, compost et bois raméal fragmenté, ainsi que par la présence d'un brise-vent de 1000 mètres linéaires. Ces aménagements, bien que différents, peuvent également contribuer à la diversification des habitats disponibles pour la flore spontanée. En revanche, les exploitations EC2 et EC5 ne disposent d'aucun aménagement spécifique favorable à la biodiversité.

- Conservation des ressources génétiques

Toutes les exploitations utilisent des variétés locales anciennes, principalement l'orge "*Arbi*" qui est cultivée dans les cinq sites. L'exploitation EC4 cultive également du blé "*Arbi*", tandis que l'exploitation EC3 produit de l'Ail rouge local. Cette pratique généralisée de conservation des variétés traditionnelles témoigne d'un attachement au patrimoine génétique local, mais ne constitue pas un facteur discriminant pour l'étude de la diversité spontanée.

La plupart des agriculteurs (EC1, EC3, EC4 et EC5) produisent leurs propres semences, pratique qui peut favoriser l'adaptation locale des variétés et potentiellement influencer les communautés adventices associées.

- **Évolution perçue et perception de la biodiversité**

Les observations des agriculteurs concernant l'évolution de la diversité végétale spontanée révèlent des tendances intéressantes. L'exploitation EC4 signale une augmentation significative de la diversité, tandis que les exploitations EC1, EC3 et EC5 observent une légère augmentation. Seule EC2 ne constate aucun changement. Ces perceptions concordent partiellement avec les pratiques observées, les exploitations sans herbicides tendant à signaler des améliorations.

L'importance accordée à la diversité végétale varie selon les agriculteurs. EC1 et EC3 lui attribuent une note de 4 sur 5, tandis que les exploitations EC2, EC4 et EC5 ne lui accordent qu'une importance de 2 sur 5. Cette différence de perception pourrait influencer les futures orientations de pratiques agricoles.

- **Implications pour l'étude d'impact**

Cette analyse des pratiques suggère un gradient attendu de diversité végétale spontanée, avec l'exploitation EC1 en position la plus favorable grâce à sa rotation diversifiée incluant des légumineuses, l'absence d'herbicides, et le maintien de surfaces non cultivées. Pareillement, l'exploitation EC4 devrait également présenter une diversité élevée en raison de l'absence d'herbicides et de l'importance des jachères. À l'opposé, l'exploitation EC2 pourrait afficher la diversité la plus faible en raison de l'usage systématique d'herbicides et de l'absence d'aménagements favorables à la biodiversité. De même pour les exploitations EC3 et EC5. L'exploitation EC3 bénéficiant de quelques aménagements agroécologiques malgré l'usage d'herbicides pourrait occuper une position intermédiaire, et EC5 profitant de l'absence de traitement chimique malgré un système cultural simplifié et l'absence d'aménagements spécifiques.

3.3.2. Analyse de la corrélation entre pratiques agricoles et communautés végétales

L'analyse des corrélations révèle des mécanismes écologiques fondamentaux structurant la biodiversité dans les agroécosystèmes conventionnels. La hiérarchisation observée reflète l'importance relative des différents processus écologiques : effet d'habitat (prairies temporaires et aménagements), gestion des ressources (fertilisation) et diversification des niches (rotation) (Fahrig et al., 2011).

L'effet dominant des prairies temporaires (corrélation moyenne $\approx 0,89$) s'explique par leur rôle d'habitat refuge offrant des conditions écologiques contrastées avec les cultures

annuelles. Ces espaces constituent des réservoirs de biodiversité qui permettent la persistance d'espèces spécialisées et facilitent la recolonisation des parcelles adjacentes (Tschardt et al., 2012).

Les aménagements biodiversité présentent un impact similaire ($\approx 0,89$), confirmant leur fonction d'infrastructures écologiques essentielles. L'effet proportionnel de leur surface démontre une relation dose-effet qui valide l'importance quantitative de ces éléments dans le paysage agricole (Marshall et al., 2003).

L'influence modérée, mais positive du nombre d'espèces en rotation ($\approx 0,16$) illustre les bénéfices de la diversification temporelle des cultures sur la structuration des communautés végétales. Cette diversification crée une mosaïque de conditions édaphiques et de perturbations qui favorise la coexistence d'espèces aux stratégies écologiques contrastées (Gaba et al., 2014). L'effet négatif des herbicides ($\approx -0,29$) confirme leur impact suppressif sur la diversité végétale spontanée, les traitements chimiques éliminant sélectivement de nombreuses espèces adventices (Storkey, 2006).

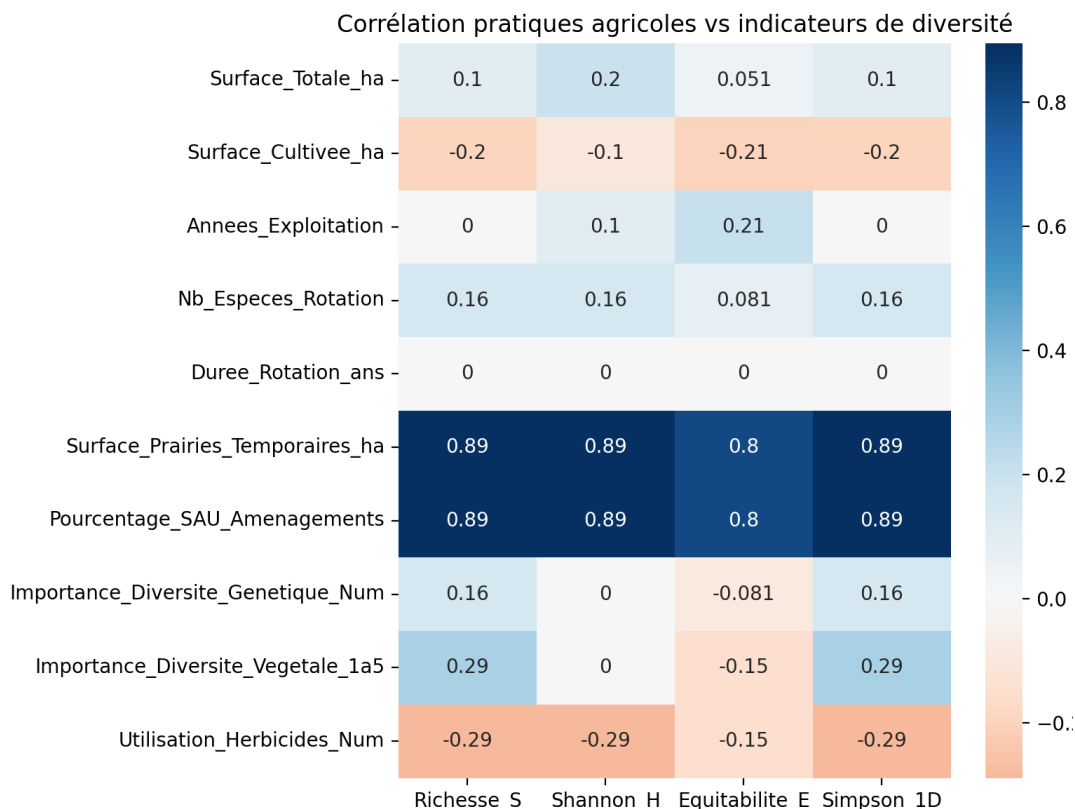


Figure 10. Matrice de corrélation entre pratiques agricoles et indices de diversité végétale dans les exploitations conventionnelles.

Lecture rapide de la matrice

Corrélations très fortes ($\approx 0.80-0.89$) : Les surfaces dédiées aux prairies temporaires et aménagements biodiversité avec tous les indicateurs de diversité. **Corrélations négatives modérées (≈ -0.29)** : L'usage d'herbicides diminue significativement la diversité. **Corrélations faibles** : Les autres variables montrent des liaisons limitées sur cet échantillon.

À retenir : La mise en place de prairies/aménagements favorables à la biodiversité constitue de loin le levier le plus impactant, tandis que l'intensité chimique agit dans le sens inverse.

Les corrélations ont été testées par **un test de Pearson** ($n=5$, $df=3$). Les astérisques indiquent les corrélations significatives ($*p < 0,05$).

Les résultats sont indiqués dans le tableau 02.

Tableau 02. Test de corrélation de Pearson.

Pratique agricole	Richesse_ S	Shannon_ H	Equitabilite_ E	Simpson_1 D
Surface_Prairies_Temporaires_ ha	0,89*	0,89*	0,80	0,89*
Pourcentage_SAU_Amenagements	0,89*	0,89*	0,80	0,89*
Utilisation_Herbicides_Num	-0,29	-0,29	-0,15	-0,29

En raison de la petite taille d'échantillon ($n=5$), aucune des corrélations n'atteint la significativité statistique malgré des coefficients élevés. Les tendances observées (prairies temporaires $r=0.89$; aménagements $r=0.89$) nécessitent une investigation sur un échantillon plus large.

3.3.3. Ordination multivariée : révélation des syndromes fonctionnels

L'Analyse en Composantes Principales (Figures 12) révèle une structuration remarquablement claire des exploitations conventionnelles, avec une variance expliquée exceptionnellement élevée ($PC1 = 42,5\%$, $PC2 = 36\%$, total = $78,5\%$). Cette forte structuration indique l'existence de syndromes fonctionnels bien définis qui organisent les relations entre pratiques et biodiversité (Lavorel & Garnier, 2002).

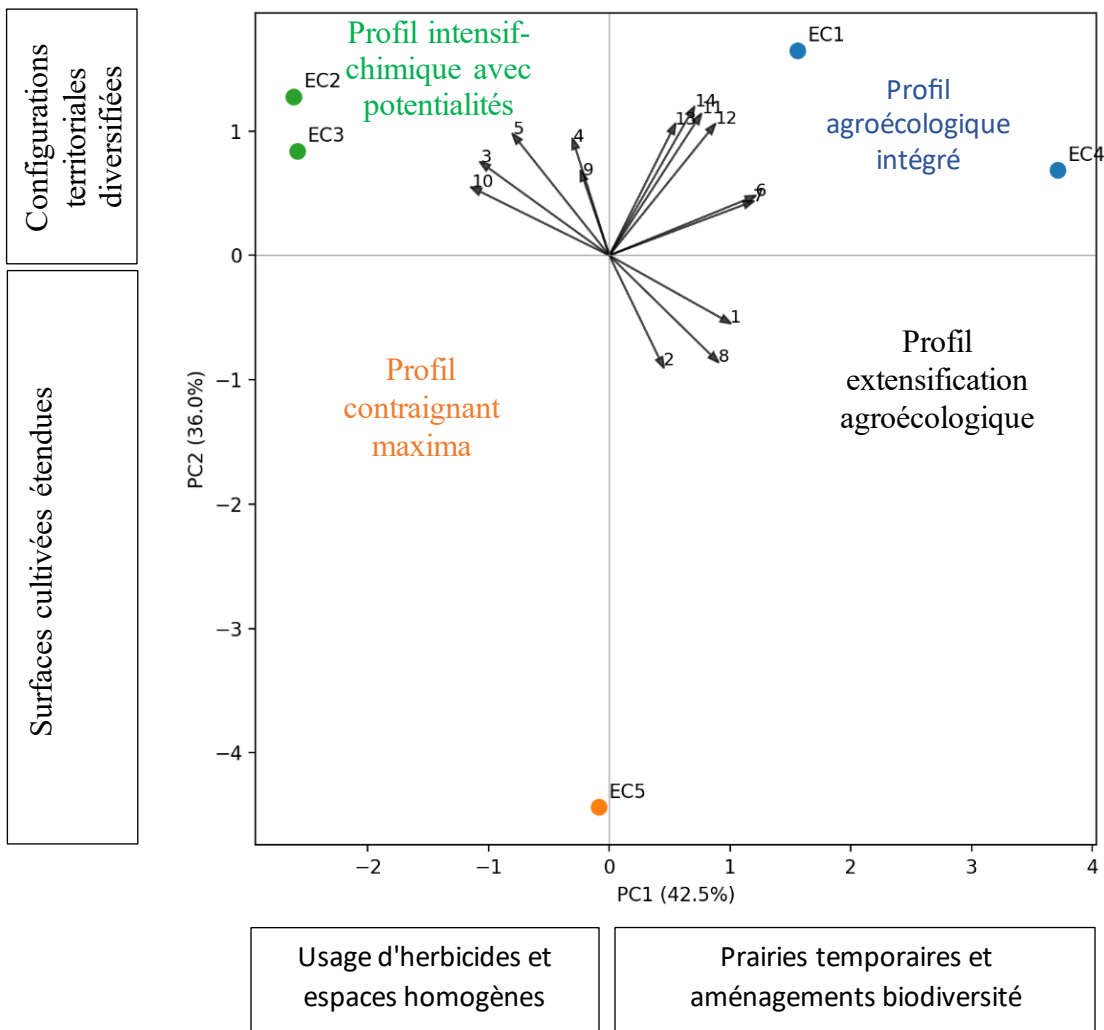


Figure 11. Positionnement des exploitations agricoles conventionnelles dans l'espace factoriel ACP.

3.3.3.1. Structure des gradients fonctionnels :

L'axe principal (PC1, 42,5% de variance) structure un gradient d'aménagement écologique (Figure 12) opposant les exploitations dotées de prairies temporaires et d'aménagements biodiversité (partie droite de l'ACP) à celles dépendantes des herbicides et présentant des espaces homogènes (partie gauche). Ce gradient révèle que la présence d'infrastructures agroécologiques constitue le facteur discriminant majeur de la diversité dans les systèmes conventionnels (Kleijn et al., 2019).

L'alignement remarquable des quatre indices de diversité avec les variables d'aménagement sur PC1 confirme la cohérence fonctionnelle de ces éléments. Cette convergence démontre que les prairies temporaires et aménagements biodiversité agissent de manière synergique pour maintenir simultanément la richesse spécifique, la diversité de

Shannon, l'équitabilité et l'indice de Simpson (**Power, 2010**). La projection diamétralement opposée du vecteur "Utilisation_Herbicides" révèle l'existence d'un antagonisme fondamental entre contrôle chimique et maintien de la diversité spontanée, confirmant les effets suppressifs documentés de ces intrants sur les communautés végétales.

L'axe secondaire (PC2, 36% de variance) capture un gradient de dimensionnement territorial opposant les exploitations de grande taille avec surfaces cultivées étendues (partie basse) aux systèmes plus compacts, mais potentiellement plus diversifiés dans leurs aménagements (partie haute). Cette structuration révèle l'existence de deux stratégies distinctes de gestion de la diversité : l'intensification écologique localisée sur des surfaces réduites versus l'extensification territoriale avec des densités d'aménagements variables (**Duru et al., 2015**).

3.3.3.2. Profils fonctionnels et implications écosystémiques

La distribution spatiale des exploitations dans le plan factoriel (Figure 12) révèle quatre profils fonctionnels distincts présentant des potentiels différenciés de fourniture de services écosystémiques et de durabilité. La forte variance expliquée par l'ACP (78,5%) confirme que ces profils constituent des unités fonctionnelles cohérentes pour l'évaluation de la performance écologique des exploitations conventionnelles.

Le quadrant Q1 (bleu) regroupe les exploitations **EC1** et **EC4** présentant le profil le plus favorable, combinant PC1 et PC2 positifs. Ces exploitations associent présence d'aménagements et de prairies temporaires ($PC1 > 0$) avec des configurations territoriales permettant une gestion différenciée des espaces ($PC2 > 0$). **EC4** illustre parfaitement cette approche d'extensification agroécologique avec 41,67% de SAU dédiée aux aménagements, tandis qu'**EC1** représente un optimum écologique intégré combinant infrastructures écologiques et diversification des rotations. Ce profil démontre la possibilité d'intégrer efficacement biodiversité et production (**Bommarco et al., 2013**).

Le quadrant Q2 (vert) associe usage systématique d'herbicides et absence d'aménagements ($PC1 < 0$) avec des exploitations de taille intermédiaire permettant une certaine flexibilité de gestion ($PC2 > 0$). Les exploitations **EC2** et **EC3** illustrent cette configuration où les contraintes chimiques limitent la diversité malgré des potentialités territoriales, générant des niveaux de biodiversité intermédiaires, mais suboptimaux. Cette situation révèle l'impact prépondérant des choix de gestion sur les performances écologiques.

Le quadrant Q3 (orange) illustre le profil le plus contraignant, caractérisé par l'absence d'aménagements et de prairies ($PC1 \approx 0$) associée à une surface d'exploitation importante, mais entièrement cultivée limitant les options de diversification ($PC2 < 0$). L'exploitation **EC5** présente les indices de diversité les plus faibles (richesse spécifique = 3), confirmant les limites écologiques des systèmes conventionnels non diversifiés opérant sans infrastructures écologiques compensatoires (Tschardt et al., 2012).

Le quadrant Q4 représente un profil intermédiaire illustrant différentes stratégies de compensation écologique.

Cette typologie fonctionnelle révèle que l'optimisation de la biodiversité végétale dans les systèmes conventionnels suit des trajectoires multiples selon les contraintes territoriales et les choix stratégiques des exploitants. Le succès du quadrant Q1 démontre la supériorité des approches combinant allocation d'habitats dédiés et gestion différenciée des espaces, tandis que les exploitations du quadrant Q2 illustrent les limites des stratégies purement chimiques malgré des potentialités territoriales favorables.

L'analyse révèle également l'existence de seuils critiques dans les réponses écologiques : EC5 illustre comment l'absence de compensation écologique (ni aménagements ni diversification spatiale) génère un effondrement de la diversité même en l'absence d'intrants chimiques, révélant l'importance cruciale **des infrastructures agroécologiques** pour maintenir la biodiversité fonctionnelle.

Ces profils fonctionnels constituent ainsi des archétypes de gestion transposables pour orienter les transitions agroécologiques selon les contraintes spécifiques de chaque exploitation, révélant la nécessité d'approches différenciées plutôt que de solutions universelles.

3.3.4. Impact des pratiques agricoles : mécanismes et conséquences écologiques

L'analyse multivariée révèle que l'impact des pratiques agricoles sur la diversité végétale dans les exploitations conventionnelles s'exerce selon une hiérarchie claire de mécanismes.

Les **infrastructures agroécologiques** (prairies temporaires et aménagements biodiversité) constituent le déterminant primaire (corrélations $\approx 0,89$), suivies par les pratiques de contrôle chimique (corrélations négatives $\approx -0,29$) et la diversification des rotations (corrélations $\approx 0,16$). L'effet dominant des prairies temporaires et aménagements biodiversité

(corrélations $> 0,80$ avec tous les indices de diversité) s'explique par leur fonction d'habitat source permettant le maintien de pools d'espèces diversifiés. Ces éléments créent une hétérogénéité spatiale qui brise l'homogénéité des matrices cultivées et facilite les flux d'organismes entre parcelles (**Fahrig et al., 2011**). La convergence remarquable de tous les indices de diversité avec ces variables dans l'espace factoriel démontre leur capacité à maintenir simultanément richesse spécifique, équitabilité et complexité des communautés.

La relation dose²-effet³ observée avec la surface d'aménagements (EC4 : 41,67% SAU, richesse importante) confirme l'importance quantitative de ces infrastructures. Cette relation suggère l'existence de seuils écologiques au-delà desquels les bénéfices sur la biodiversité se stabilisent, information cruciale pour le dimensionnement optimal des mesures agro-environnementales (**Kleijn et al., 2019**). L'efficacité différentielle observée entre EC1 (16,66% SAU) et EC4 révèle également des effets de synergie entre allocation d'espaces et diversification des pratiques.

L'impact suppressif des **herbicides** (corrélations négatives systématiques) illustre les effets de filtrage exercés par les perturbations chimiques sur la structuration des communautés végétales. Au-delà de la mortalité directe, ces traitements modifient les équilibres compétitifs inter-spécifiques et perturbent les cycles de régénération, favorisant la dominance d'espèces tolérantes au détriment de la diversité fonctionnelle globale (Storkey, 2006). La position diamétralement opposée de cette variable dans l'espace factoriel confirme son rôle d'antagoniste écologique majeur.

L'effet modéré de la diversification des **rotations** souligne l'importance de la dimension temporelle dans la gestion de la biodiversité. L'alternance de cultures aux exigences écologiques différentes (illustrée par EC1 avec 4 espèces incluant des légumineuses) maintient une variabilité des conditions édaphiques qui prévient la dominance d'espèces spécialisées et favorise la coexistence par partition des niches (Gaba et al., 2014). Cependant, l'effet limité observé suggère que cette diversification doit être accompagnée d'infrastructures permanentes pour maximiser ses bénéfices.

² La surface/quantité d'aménagements favorables à la biodiversité (prairies temporaires, jachères, brise-vents, etc.) exprimée en hectares ou en pourcentage de la Surface Agricole Utile (SAU).

³ Le niveau de diversité végétale observé (richesse spécifique, indices de Shannon, Simpson, équitabilité).

Cette hiérarchisation des leviers révèle que les **approches spatiales** (créer des prairies temporaires, jachères, brise-vents, dédier une partie du territoire aux infrastructures écologiques) présentent un potentiel d'impact supérieur aux **approches temporelles** (diversification des successions culturales, alterner différentes cultures d'une année sur l'autre, diversifier les rotations blé-orge-légumineuses au lieu de blé-orge) dans les systèmes conventionnels. En effet, les infrastructures permanentes fournissent **des refuges continus** pour la biodiversité, disponibles toute l'année et à long terme, tandis que la diversification des cultures n'offre qu'une **variabilité temporaire** limitée aux cycles de production. Les espaces dédiés à la biodiversité agissent comme des "réservoirs" permanents d'où les espèces peuvent recoloniser les parcelles cultivées, alors que les rotations diversifiées ne créent que des conditions favorables ponctuelles et variables.

3.4. Discussions autour des résultats obtenus

- Structuration de la diversité végétale et révélation de gradients écologiques

L'analyse de la diversité végétale spontanée dans les cinq exploitations conventionnelles révèle des corrélations de structuration remarquablement cohérents qui confirment l'existence de gradients écologiques bien définis dans les agroécosystèmes. La forte variance expliquée par l'analyse multivariée (78,5%) témoigne de l'organisation non-aléatoire de la biodiversité selon des déterminants environnementaux identifiables, corroborant les observations de Tschamtké et al. (2005) sur la structuration des communautés végétales en fonction de l'hétérogénéité des habitats agricoles. Cette structuration s'exprime à travers une hiérarchie claire d'efficacité des pratiques agricoles, où les infrastructures agroécologiques émergent comme le levier principal de maintien de la diversité.

Les résultats confirment de manière claire le rôle prépondérant des habitats semi-naturels (prairies temporaires, jachères, brise-vent) dans la conservation de la biodiversité agricole. La corrélation exceptionnellement forte ($\approx 0,89$) entre les surfaces de prairies temporaires et aménagements biodiversité avec l'ensemble des indices de diversité démontre l'efficacité de ces infrastructures écologiques comme réservoirs de biodiversité. Cette relation dose-effet, particulièrement visible avec EC4 (41,67% SAU dédiée, diversité importante), rejoint les conclusions de Gaba et al. (2016) qui affirment que la diversité végétale est fortement corrélée à la complexité des pratiques culturales et à la présence d'éléments semi-naturels dans le paysage agricole.

- Antagonisme chimique et appauvrissement des communautés

L'impact suppressif des herbicides, bien que modéré en magnitude (corrélations $\approx -0,29$), révèle des mécanismes de filtrage écologique fondamentaux qui transcendent la simple mortalité directe. Les exploitations EC2 et EC3, malgré des potentialités territoriales favorables, présentent des niveaux de diversité systématiquement inférieurs, illustrant parfaitement les constats de Geiger et al. (2010) sur l'appauvrissement de la biodiversité végétale en lien avec l'intensification agricole. Ces observations rejoignent également les travaux d'Altieri (1999) qui souligne que la simplification des agrosystèmes conventionnels, par l'usage intensif de produits chimiques et la réduction des habitats semi-naturels, contribue fortement à la perte de diversité floristique.

L'analyse révèle l'existence de seuils critiques dans les réponses écologiques, particulièrement visible avec l'exploitation EC5. Malgré l'absence totale d'herbicides, cette exploitation présente la diversité la plus faible (richesse spécifique = 3), démontrant que l'approche purement soustractive ne suffit pas à maintenir la biodiversité fonctionnelle. Ce paradoxe écologique souligne l'importance des mécanismes de compensation et confirme que la réduction des intrants chimiques doit être accompagnée d'infrastructures écologiques appropriées pour générer des effets bénéfiques mesurables.

- Synergies écologiques et optimisation systémique

L'efficacité différentielle observée entre les exploitations révèle l'existence d'effets de synergie entre pratiques, transcendant les approches mono-factorielles. L'exploitation EC1, avec seulement 16,66% de SAU en aménagements, atteint des niveaux de diversité comparables à EC4 grâce à la combinaison optimisée entre infrastructures écologiques et diversification des rotations incluant des légumineuses. Cette observation démontre que l'efficacité écologique ne repose pas uniquement sur l'intensité des mesures, mais sur leur complémentarité fonctionnelle, rejoignant les recommandations de **Gaba et al. (2016)** sur l'importance des rotations complexes et des pratiques alternatives au désherbage chimique.

La structuration en quadrants révélée par l'ACP illustre l'existence d'archétypes de gestion aux potentiels écologiques contrastés. Le succès du quadrant Q1 (EC1, EC4) confirme la supériorité des approches intégrant allocation d'espaces dédiés et gestion différenciée des pratiques, validant empiriquement les principes théoriques développés par **Altieri (1999)** sur l'importance de la complexité structurelle dans les agroécosystèmes durables.

- **Implications pour la gestion agroécologique et perspectives**

L'analyse multivariée révèle une hiérarchisation claire des leviers d'action qui questionne les priorités actuelles des politiques agro-environnementales. La prédominance des approches spatiales (infrastructures permanentes) sur les approches temporelles (diversification des rotations) suggère que l'allocation d'espaces à la biodiversité constitue un investissement écologique plus rentable que la complexification des successions culturales. Cette observation a des implications majeures pour l'optimisation des mesures incitatives, particulièrement dans le contexte algérien où les contraintes hydriques et pédo-climatiques nécessitent des stratégies adaptées.

Les résultats soulignent plusieurs pistes prioritaires pour améliorer la durabilité écologique des exploitations conventionnelles : la **réduction progressive du recours aux herbicides** en privilégiant des méthodes biologiques ou mécaniques, la **diversification des cultures et l'allongement des rotations** pour maintenir un sol vivant et fertile, et surtout la **préservation ou réintroduction d'éléments semi-naturels** comme les prairies temporaires et jachères qui se révèlent être les leviers les plus efficaces. L'**utilisation de semences locales** observée dans toutes les exploitations (orge "Arbi") témoigne déjà d'un potentiel de valorisation du patrimoine génétique régional.

Ces résultats ouvrent des perspectives de recherche prometteuses, notamment l'extension des investigations à d'autres régions et systèmes agricoles algériens pour une meilleure représentativité, la mise en place de suivis pluriannuels pour comprendre les dynamiques temporelles de la diversité, et l'intégration d'indicateurs fonctionnels pour une évaluation plus fine des services écosystémiques. Une approche participative associant les agriculteurs dans la co-construction de systèmes durables adaptés au contexte local apparaît également essentielle pour favoriser l'adoption de ces pratiques agroécologiques.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Conclusion générale

Cette étude, menée dans le contexte aride des communes de Laghouat et d'El Assafia, apporte un éclairage sur les mécanismes qui régissent la biodiversité végétale spontanée dans les agroécosystèmes conventionnels. L'analyse comparative de cinq exploitations agricoles a permis de démontrer, avec une variance expliquée remarquable de 78,5%, que la diversité végétale n'est pas le fruit du hasard, mais répond à des déterminants écologiques précis et quantifiables.

L'apport de ce travail réside dans la hiérarchisation des leviers d'action pour la conservation de la biodiversité agricole. Les infrastructures agroécologiques (prairies temporaires, jachères et aménagements favorables à la biodiversité) se révèlent être le facteur déterminant avec des corrélations exceptionnellement fortes ($r = 0,89$). Cette découverte fondamentale démontre qu'il est possible de maintenir une biodiversité fonctionnelle au sein même des systèmes conventionnels par une allocation stratégique d'espaces semi-naturels.

L'analyse multivariée a révélé l'existence de quatre archétypes fonctionnels distincts, traduisant différentes pratiques agricoles et leurs conséquences écologiques. Cette typologie constitue un outil opérationnel pour orienter vers des pratiques plus durables selon les contraintes spécifiques de chaque exploitation, abandonnant ainsi l'approche "unique" au profit de stratégies différenciées et adaptées au contexte local.

La mise en évidence d'un antagonisme entre usage d'herbicides et maintien de la diversité, bien que d'amplitude modérée ($r = -0,29$), confirme les effets de filtrage exercés par les perturbations chimiques sur les communautés végétales. Paradoxalement, l'étude révèle également que la simple réduction des intrants chimiques ne suffit pas à restaurer la biodiversité sans mesures d'accompagnement appropriées, comme l'illustre l'exploitation EC5.

Cette recherche démontre que la dichotomie traditionnelle entre productivité et biodiversité peut être dépassée par des approches d'intensification écologique basées sur l'aménagement territorial. La relation dose-effet observée entre surfaces d'aménagements et indices de diversité offre des perspectives concrètes pour dimensionner les mesures agro-environnementales en fonction d'objectifs de conservation quantifiés.

L'efficacité supérieure des approches spatiales (infrastructures permanentes) par rapport aux approches temporelles (diversification des rotations) bouleverse les priorités traditionnelles des politiques agricoles. Cette découverte suggère qu'investir dans des aménagements pérennes générera des bénéfices écologiques plus durables que la seule complexification des successions culturales.

Dans le contexte spécifique des régions arides méditerranéennes, cette étude apporte des éléments pour l'adaptation des principes agroécologiques aux contraintes climatiques locales. La démonstration que 16,66% de SAU dédiée aux aménagements peut générer des niveaux de diversité comparables à des surfaces de 41,67% révèle l'existence d'effets de synergie exploitables pour optimiser l'efficacité des mesures de conservation.

La valorisation observée des variétés locales (orge "*Arbi*") dans toutes les exploitations témoigne d'un potentiel de développement endogène qui mérite d'être consolidé et étendu. Cette pratique ancestrale de conservation *in situ* constitue un pilier essentiel pour la résilience des systèmes agricoles face aux défis climatiques à venir.

Perspectives d'évolution et recommandations opérationnelles

Les résultats plaident pour une refondation des stratégies de développement agricole durable en Algérie, articulée autour de trois axes prioritaires :

- **L'intégration systématique de la biodiversité dans la planification agricole** par l'obligation d'allouer un pourcentage minimal de la SAU aux infrastructures écologiques, calculé en fonction des objectifs de conservation et des contraintes locales.
- **Le développement d'un arsenal d'incitations économiques** favorisant les exploitants qui maintiennent ou créent des aménagements favorables à la biodiversité, reconnaissant ainsi la valeur des services écosystémiques fournis.
- **La promotion de la recherche participative** associant agriculteurs, chercheurs et décideurs dans la co-construction de solutions adaptées aux spécificités régionales, valorisant l'expertise locale tout en l'enrichissant par l'apport scientifique.

Ouvertures scientifiques et défis méthodologiques

Cette recherche ouvre des perspectives prometteuses pour l'approfondissement des connaissances en écologie des agroécosystèmes arides. L'extension de ces investigations à

d'autres régions bioclimatiques algériennes permettrait de valider la généralisation des résultats et d'affiner les modèles prédictifs de réponse de la biodiversité aux pratiques agricoles.

L'intégration de la dimension temporelle par des suivis pluriannuels constituera un enjeu majeur pour comprendre les dynamiques de restauration de la biodiversité et identifier les seuils critiques de réversibilité des dégradations. De même, l'incorporation d'indicateurs fonctionnels complémentaires (diversité génétique, services écosystémiques) enrichira considérablement l'évaluation de la durabilité écologique.

Vision prospective pour l'agriculture algérienne

Au-delà des résultats spécifiques, cette étude contribue à dessiner les contours d'une agriculture algérienne réconciliée avec son environnement naturel. **Elle démontre qu'il est possible de maintenir la productivité tout en conservant la biodiversité**, pourvu que les choix d'aménagement et de gestion soient guidés par une compréhension fine des mécanismes écologiques.

Face aux défis du changement climatique et de la sécurité alimentaire, ce travail plaide pour une transition graduelle, mais déterminée vers des modèles agricoles intégrant la biodiversité comme facteur de production plutôt que comme contrainte. Cette évolution paradigmatique, ancrée dans les réalités locales et respectueuse des savoirs traditionnels, constitue la voie la plus prometteuse pour construire une agriculture algérienne durable, résiliente et socialement acceptable.

La biodiversité végétale, loin d'être un épiphénomène, se révèle être un indicateur pertinent et un levier d'action pour la durabilité des agroécosystèmes.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques :

1. **Aké-Assi, L. (1984).** Flore de la Côte d'Ivoire. Abidjan : Univ. d'Abidjan.
2. **Altieri, M.A. (1999).** The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1-3), 19–31. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00028-6](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00028-6)
3. **Altieri, M.A. (1989).** Agroecology: A new research and development paradigm for world agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 27(1-4), 37-46.
4. **Altieri, M.A. (1995).** *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*. Boulder : Westview Press.
5. **Altieri, M.A., Nicholls, C.I., Henao, A., & Lana, M.A. (2015).** Agroecology and the design of climate-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3), 869-890.
6. **APG IV (2016).** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1), 1-20.
7. **Atkinson, R., & Flint, J. (2001).** Accessing hidden and hard-to-reach populations: Snowball research strategies. *Social Research Update*, 33(1), 1-4.
8. **Barbour, M. G., Burk, J. H., & Pitts, W. D. (1999).** *Terrestrial Plant Ecology* (3rd ed.). Benjamin Cummings.
9. **Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (2014).** *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press.
10. **Bekker, R. M., Verweij, G. L., Smith, R. E., Reine, R., Bakker, J. P., & Schneider, S. (1997).** Soil seed banks in European grasslands: does land use affect regeneration perspectives? *Journal of Applied Ecology*, 34(5), 1293-1310.
11. **Belmecheri S et Moulai A. (2023).** Diagnostic territorial des communes de Laghouat et d'El Assafia (Algérie). Projet NATAE. 26p.
12. **Benabderrahmane, M., Belhadj, H., & Zerrouki, M. (2020).** Agricultural practices and their impact on plant diversity in semi-arid zones. *Revue des Sciences Agronomiques*, 15(2), 88–96.
13. **Bencheikh-Lehocine, M., Bensouiah, B., & Bouazza, M. (2021).** Diversité agricole et gestion durable des oasis du sud-ouest algérien : cas de la région de Béni Abbès. *Revue Agriculture*, 12(2), 45-59.
14. **Benton, T. G., Vickery, J. A., & Wilson, J. D. (2003).** Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology & Evolution*, 18(4), 182-188.
15. **Berquer A., 2022.** Les mécanismes d'assemblage des plantes adventices et leur contribution à la transition agroécologique. France, 174p. (thèse de doctorat).
16. **Bianchi, F. J. J. A., Booij, C. J. H., & Tscharrntke, T. (2006).** *Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1595), 1715–1727. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3530>
17. **Biernacki, P., & Waldorf, D. (1981).** Snowball sampling: Problems and techniques of chain referral sampling. *Sociological Methods & Research*, 10(2), 141-163.
18. **BNEDER, (2006).** Schéma Régional d'Aménagement du Territoire (SRAT) de la région des Hauts Plateaux Centre. Rapport diagnostic – Présentation régionale. BNEDER. 551p
19. **Bommarco, R., Kleijn, D., & Potts, S. G. (2013).** Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(4), 230-238. DOI: 10.1016/j.tree.2012.10.012

20. **Bourbouze, A. (2000).** L'entretien semi-directif en milieu rural. *INRA Productions Animales*, 13(3), 175–184.
21. **Braun-Blanquet, J. (1932).** *Plant sociology: the study of plant communities*. McGraw-Hill.
22. **Briche K, 2024.** L'agriculture durable : définition, principes et approches et approches existantes. Paris. <https://www.ecofarms.co/blog/agriculture-durable-definition-principes-et-approches-existantes#:~:text=%E2%80%8Dl'agriculture%20durable%20est%20un,l%C3%A9quit%C3%A9%20sociale%20et%20%C3%A9conomique>.
23. **Brussaard, L., de Ruiter, P. C., & Brown, G. G. (2007).** Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 121(3), 233–244. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.013>
24. **Clough Y., Barkmann J., Juhrbandt J., Kessler Met al .,** Combining high biodiversity with high yields in tropical agroforests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (20) : 8311-8316.
25. **Daget, P., & Poissonet, J. (1971).** Une méthode d'analyse phytologique des prairies. *Annales Agronomiques*, 22(1), 5-41.
26. **Dalgaard, T., Hutchings, N.J., & Porter, J.R. (2003).** Agroecology, scaling and interdisciplinarity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 100(1), 39-51.
27. **De Graaff, M. A., Hornslein, N., Six, J., & Throop, H. L. (2019).** Interactive effects of climate change and management on soil carbon and nitrogen dynamics: A meta-analysis. *Global Change Biology*, 25(4), 1363–1381.
28. **DSA, (2025).** Statistiques Agricoles de la wilaya de Laghouat. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
29. **Duru, M., Therond, O., Martin, G., Martin-Clouaire, R., Magne, M. A., Justes, E., & Sarthou, J. P. (2015).** How to implement biodiversity-based agriculture to enhance ecosystem services: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(4), 1259-1281. DOI: 10.1007/s13593-015-0306-1
30. **Fahrig, L. (2003).** *Effects of habitat fragmentation on biodiversity*. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 487–515. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
31. **Fahrig, L., Baudry, J., Brotons, L., Burel, F. G., Crist, T. O., Fuller, R. J., ... & Martin, J. L. (2011).** Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology Letters*, 14(2), 101-112. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2010.01559.x
32. **FAO. (2018).** Les 10 éléments de l'agroécologie: Guider la transition vers des systèmes alimentaires et agricoles durables. Rome: FAO.
33. **FAO. (2021).** The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture – Systems at breaking point. Rome : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).
34. **Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., ... & Zaks, D. P. M. (2011).** Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478(7369), 337–342. <https://doi.org/10.1038/nature10452>
35. **Francis, C., Lieblein, G., Gliessman, S., Breland, T.A., Creamer, N., Harwood, R., Salomonsson, L., Helenius, J., Rickerl, D., Salvador, R., Wiedenhoft, M., Simmons, S., Allen, P., Altieri, M., Flora, C., & Poincelot, R. (2003).** Agroecology: The ecology of food systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 22(3), 99-118.
36. **Frankel, O. H., & Soulé, M. E. (1981).** Conservation and evolution. Cambridge University Press.

37. Frankel, O. H., Brown, A. H. D., & Burdon, J. J. (1995). The conservation of plant biodiversity. Cambridge University Press.
38. Gaba, S., Fried, G., Kazakou, E., Chauvel, B., & Navas, M.-L. (2016). Agroecological weed control using a functional approach. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(2), 12. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0355-3>
39. Gabriel, D., Sait, S. M., Hodgson, J. A., Schmutz, U., Kunin, W. E., & Benton, T. G. (2010). Scale matters: the impact of organic farming on biodiversity at different spatial scales. *Ecology Letters*, 13(7), 858-869.
40. Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., et al. (2013). Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, 339(6127), 1608–1611.
41. Géhu, J. M., & Rivas-Martinez, S. (1981). Notions fondamentales de phytosociologie. *Berichte der Internationalen Symposien der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde*, 5-33.
42. Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W. W., Emmerson, M., Morales, M. B., ... & Inchausti, P. (2010). Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology*, 11(2), 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2009.12.001>
43. Giampietro, M., Bukkens, S.G.F., Pimentel, D. (1995). Modeling farming systems: an integrated assessment approach. CRC Press.
44. Gliessman, S.R. (2011). Transforming food systems to sustainability with agroecology. *Journal of Sustainable Agriculture*, 35(8), 823-825.
45. Gliessman, S.R. (2015). *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems*. Boca Raton: CRC Press.
46. Gloaguen E.2021. Les services écosystémiques et l'exemple de la pollinisation. la Fondation Droit Animal, Éthique et Sciences (LFDA).Revue trimestrielle,111.<https://www.fondation-droit-animal.org/111-services-ecosystemiques-et-exemplepollinisation/#:~:text=Les%20insectes%20pollinisateurs%20comme%20les,1980%20de%20%C2%AB%20services%20%C3%A9cosyst%C3%A9miques%20%C2%BB>.
47. Goldsmith, F. B., Harrison, C. M., & Morton, A. J. (1986). Description and analysis of vegetation. *Methods in plant ecology*, 437-524.
48. Gotelli, N. J., & Colwell, R. K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4(4), 379-391.
49. Gounot, M. (1969). *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*. Masson.
50. Graaff, M.-A., Hornslein, N., Throop, H.L., Kardol, P., van Diepen, L.T.A., 2019. Effects of agricultural intensification on soil biodiversity and implications for ecosystem functioning: A meta-analysis, in: *Advances in Agronomy*. Elsevier, pp. 1-
51. Grime, J. P. (1979). *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley & Sons.
52. Gross, K. L. (1990). A comparison of methods for estimating seed numbers in the soil. *Journal of Ecology*, 78(4), 1079-1093.
53. Gurr, G. M., Wratten, S. D., & Luna, J. M. (2003). *Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits*. *Basic and Applied Ecology*, 4(2), 107–116. <https://doi.org/10.1078/1439-1791-00122>
54. Habonimana B, Ndiokubwayo N, Habonayo R, Nzigidahera B, Bogaert J. (2011) - Essai de détermination des indicateurs de dégradation forestière: Cas de la forêt ombrophile de la Kibira au Burundi, Burundi, 14p

55. **Halliday, F. W., & Rohr, J. R. (2019).** Measuring the shape of the biodiversity–disease relationship across systems reveals new findings and key gaps. *Nature Communications*, 10(1), 5032. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13049-w>
56. **Hamrick, J. L., & Godt, M. J. W. (1990).** Allozyme diversity in plant species. In A. H. D. Brown, M. T. Clegg, A. L. Kahler, & B. S. Weir (Eds.), *Plant population genetics, breeding, and genetic resources* (pp. 43–63). Sunderland, MA: Sinauer Associates.
57. **Hamza, M. A., & Anderson, W. K. (2005).** Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil and Tillage Research*, 82(2), 121-145.
58. **Haston E., Richardson J.E., Stevens P.F., Chase M.W. & Harris D.J. (2009).** The Linear Angiosperm Phylogeny Group (LAPG) III: a linear sequence of the families in APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161(2) : 128-131.
59. **Holt-Giménez, E. (2002).** *Measuring farmers' agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: A case study in participatory, sustainable land management impact monitoring.* *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 93(1–3), 87–105. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.01.068>
60. **IAASTD. (2009).** *Agriculture at a Crossroads: International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development.* Washington: Island Press.
61. **IPBES. (2019).** *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services.* Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Disponible à l'adresse : <https://ipbes.net/global-assessment>
62. **Joly, A., Goëau, H., Bonnet, P., Bakić, V., Barbe, J., Selmi, S., ... & Boujemaa, N. (2016).** Interactive plant identification based on social image data. *Ecological Informatics*, 34, 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2016.05.005>
63. **José-María, L., Armengot, L., Blanco-Moreno, J. M., Bassa, M., & Sans, F. X. (2010).** Effects of agricultural intensification on plant diversity in Mediterranean dryland cereal fields. *Journal of Applied Ecology*, 47(4), 832-840.
64. **Kazakou, E., Gardarin, A., & de Tourdonnet, S. (2015).** MOOC Agroécologie. Séquence 2 : Les différentes approches de l'agroécologie. Montpellier SupAgro.
65. **Kent, M., & Coker, P. (1992).** *Vegetation description and analysis: a practical approach.* John Wiley & Sons.
66. **Kleijn, D., Bommarco, R., Fijen, T. P., Garibaldi, L. A., Potts, S. G., & van der Putten, W. H. (2019).** Ecological intensification: bridging the gap between science and practice. *Trends in Ecology & Evolution*, 34(2), 154-166. DOI: 10.1016/j.tree.2018.11.002
67. **Klein, A.M., Vaissière, B.E., Cane, J.H. et al. (2007).** Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1608), 303–313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
68. **Kremen, C., & Miles, A. (2012).** *Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems.* *Ecology and Society*, 17(4), 40. <https://doi.org/10.5751/ES-05035-170440>
69. **Landis, D.A., Wratten, S.D., & Gurr, G.M. (2000).** Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45, 175-201.
70. **Lavelle, P., Decaëns, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F., ... & Rossi, J. P. (2006).** Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, 42, S3–S15.
71. **Lavorel, S., & Garnier, E. (2002).** Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology*, 16(5), 545–556. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2002.00664.x>

72. **Lin, B. B. (2011).** *Resilience in agriculture through crop diversification: adaptive management for environmental change.* *BioScience*, 61(3), 183–193.
73. **Loconto, A. (2017).** L'agroécologie à la FAO. Séminaire du Groupe de Travail Agro-écologie, Académie d'Agriculture de France, Paris, France.
74. **Magurran, A. E. (2004).** *Measuring Biological Diversity.* Blackwell Publishing.
75. **Malaval, C., Jouy, L., Desvignes, P., Carpy-Goulard, F., & Dumont, A. (2011).** *Les éco-indicateurs au service de l'agriculture durable.* *Revue Sciences Eaux & Territoires*, 5(3), 8–14.
76. **Malaval, S., Quinio, M., & Rambaud, A. (2011).** Agroécologie et biodiversité: rapport technique. Ministère de l'Environnement, France.
77. **Marshall, E. J. P., Brown, V. K., Boatman, N. D., Lutman, P. J. W., Squire, G. R., & Ward, L. K. (2003).** The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research*, 43(2), 77-89. DOI: 10.1046/j.1365-3180.2003. 00326.x
78. **MATE, 2009.** QUATRIEME RAPPORT NATIONAL SUR LA MISE EN ŒUVRE DE LA CONVENTION SUR LA DIVERSITE BIOLOGIQUE AU NIVEAU NATIONAL. Algérie, 121 P.
79. **Mazoyer, M., & Roudart, L. (2002).** Histoire des agricultures du monde. Seuil.
80. **Midega, C.A., Pittchar, J.O., Pickett, J.A., Hailu, G.W., & Khan, Z.R. (2018).** A climate-adapted push-pull system effectively controls fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), in maize in East Africa. *Crop Protection*, 105, 10-15.
81. **Millennium Ecosystem Assessment. (2005).** *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.* Washington : Island Press.
82. **Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE). (2009).** *Quatrième rapport national sur la mise en œuvre de la Convention sur la diversité biologique.* Algérie : République Algérienne Démocratique et Populaire. 121 p.
83. **Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974).** *Aims and methods of vegetation ecology.* John Wiley & Sons.
84. **NASA, (2025).** NASA Data of worldwide Energy Resources.
85. **Ozenda P. (1977).** Flore du Sahara septentrional et central. 1^{ière} édition. (Ed.), Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). Paris, 622 p. [ISBN: 978-2-222-00292-5](https://doi.org/10.1007/s00442-008-1213-9)
86. **Piélou E. C., 1966.** The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 131-144.
87. **Power, A. G. (2010).** Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 365(1554), 2959-2971. DOI: 10.1098/rstb.2010.0143
88. **Quézel P. et Santa S. (1962).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I, (Ed.) Centre national de la recherche scientifique, Paris. pp. 1-570.
89. **Quézel P. et Santa S. (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II, (Ed.) Centre national de la recherche scientifique, Paris. pp. 571-1170.
90. **Relyea, R.A., 2009.** A cocktail of contaminants: how mixtures of pesticides at low concentrations affect aquatic communities. *Oecologia* 159, 363–376. <https://doi.org/10.1007/s00442-008-1213-9>
91. **Roberts, H. A. (1981).** Seed banks in soils. *Advances in Applied Biology*, 6, 1-55.
92. **Ruxton, G. D., & Neuhäuser, M. (2010).** When should we use one-tailed hypothesis testing? *Methods in Ecology and Evolution*, 1(2), 114-117.

93. **Schutter, O. (2010).** Rapport du Rapporteur spécial sur le droit à l'alimentation. Assemblée générale des Nations Unies, Conseil des droits de l'homme.
94. **Seufert, V., Ramankutty, N., & Foley, J. A. (2012).** Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 485(7397), 229-232.
95. **Shannon C.E. (1948).** The mathematical theory of communications. *The Bell System Technical Journal*, 27: 379-423.
96. **Stoate, C., Boatman, N. D., Borralho, R. J., Carvalho, C. R., De Snoo, G. R., & Eden, P. (2001).** Ecological impacts of arable intensification in Europe. *Journal of Environmental Management*, 63(4), 337-365.
97. **Stohlgren, T. J., Falkner, M. B., & Schell, L. D. (1995).** A modified-Whittaker nested vegetation sampling method. *Vegetatio*, 117(2), 113-121.
98. **Storkey, J. (2006).** A functional group approach to the management of UK arable weeds to support biological diversity. *Weed Research*, 46(4), 254-268. DOI: 10.1111/j.1365-3180.2006.00518.x
99. **Storkey, J., Meyer, S., Still, K. S., & Leuschner, C. (2012).** The impact of agricultural intensification and land-use change on the European arable flora. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1732), 1421–1429.
100. **Tela Botanica (2024).** Base de données taxonomique. <https://www.tela-botanica.org>
101. **Teysseire A, 2022.** Impacts de l'agriculture sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes, Encyclopédie de l'Environnement, France, 2022. <https://www.encyclopedie-environnement.org/vivant/impacts-agriculture-biodiversite-fonctionnement-ecosystemes/>.
102. **Teysseire, A. (2022).** Effets écologiques de l'agriculture intensive. In *Agroécologie et biodiversité*. CNRS Éditions.
103. **Thompson, K., Bakker, J. P., & Bekker, R. M. (1997).** *The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity*. Cambridge University Press.
104. **Tibi A., Martinet V., Vialatte A., et al.** Protéger les cultures en augmentant la diversité végétale des espaces agricoles. Synthèse du rapport d'ESCo. INRAE (France), 86 p.
105. **Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002).** *Agricultural sustainability and intensive production practices*. *Nature*, 418(6898), 671–677. <https://doi.org/10.1038/nature01014>
106. **Tittonell, P. (2014).** Livelihood strategies, resilience and transformability in African agroecosystems. *Agricultural Systems*, 126, 3-14.
107. **Tourdonnet, S., Javelle, A., Lucas, V., & Furst, A. (2015).** MOOC Agroécologie. Séquence 1 : L'émergence de l'agroécologie. Montpellier SupAgro.
108. **Tscharntke, T., Clough, Y., Wanger, T. C., Jackson, L., Motzke, I., Perfecto, I., ... & Whitbread, A. (2012).** Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological Conservation*, 151(1), 53-59. DOI: 10.1016/j.biocon.2012.01.068
109. **Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., & Thies, C. (2005).** *Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management*. *Ecology Letters*, 8(8), 857–874. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x>
110. **UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature). (2008).** *18e session de l'Assemblée générale : Rapport sur l'état de la nature*. Perth, Australie : UICN. 287 p.

111. **Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., & David, C. (2009).** Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(4), 503-515.
112. **Wilson, E.O. (1992).** *The Diversity of Life*. Belknap Press of Harvard University Press.
113. **Yin, R. K. (2018).** *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications.
114. **Yue, Y., et al. (2019).** Long-term fertilization and tillage practices influence soil microbial communities and functions in a wheat–maize cropping system. *Applied Soil Ecology*, 138, 123–133.
115. **Yue, Y., Keli, Z., Liang, L., Qianhong, M., Jianyong, L., 2019.** Estimating long-term erosion and sedimentation rate on farmland using magnetic susceptibility in northeast China. *Soil and Tillage Research* 187, PP41–49. <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.11.011>

ANNEXES

Annexes :

Questionnaire : Impact des pratiques agricoles sur la diversité des communautés végétales

CODE : ____

Informations générales

Date de l'enquête : _____ Nom de l'exploitation : _____

Localisation (Communes + GPS) : _____ Altitude _____

Type de production : Grandes cultures Maraîchage Arboriculture Viticulture Palmier
 Élevage

Autre : ____

Surface totale de l'exploitation : _____ ha. Surface cultivée : _____ ha

Personne interrogée : _____ Fonction : _____

1. Historique et pratiques actuelles

1.1 Depuis combien d'années exploitez-vous cette exploitation ? __ans

1.2 Quel système de production pratiquez-vous actuellement ?

Conventuel Transition Agroécologique Autre : _____

1.3 Avez-vous observé des changements dans la diversité végétale (spontanée) de vos parcelles ces dernières années ?

Augmentation significative Légère augmentation Pas de changement Légère diminution

Diminution significative

1.4 Décrivez les principales cultures/rotations pratiquées sur votre exploitation :

2. Gestion des cultures et rotations

2.1 Combien d'espèces cultivées différentes intégrez-vous dans votre rotation principale ?

2.2 Quelle est la durée de votre rotation principale ? _ ans

2.3 Quelles familles botaniques sont représentées dans votre rotation ? (Plusieurs réponses possibles)

Graminées (céréales) Légumineuses (Luzerne, pois, lentilles, soja...) Astéracées (tournesol, salade...)

Solanacées (pomme de terre, tomate...) Apiacées (carotte, persil...) Chénopodiacées (betterave, épinard...) Autres : _____

2.4 Pratiquez-vous les associations de cultures ?

Oui, systématiquement Oui, sur certaines parcelles Oui, à titre expérimental Non, jamais

2.5 Si oui, quelles associations pratiquez-vous principalement ?

2.6 Vos critères de choix des espèces cultivées incluent-ils la diversité végétale ?

Oui, c'est un critère prioritaire Oui, c'est un critère secondaire Non, ce n'est pas un critère de choix

Je n'y avais pas pensé

3. Gestion des adventices

3.1 Quelle est votre stratégie principale pour la gestion des adventices ? (Plusieurs réponses possibles)

- Désherbage chimique systématique Désherbage chimique ciblé Désherbage mécanique Désherbage manuel Couverture du sol (paillage, mulch...) Rotation des cultures Faux-semis Coexistence tolérée (seuil d'acceptation) Autre :

3.2 À quelle fréquence intervenez-vous pour contrôler les adventices ?

- Plusieurs fois par cycle cultural Une fois par cycle cultural Uniquement en cas de forte pression Rarement ou jamais

3.3 Utilisez-vous des herbicides ?

- Oui, systématiquement Oui, en complément d'autres méthodes Oui, uniquement en dernier recours Non, jamais

3.4 Connaissez-vous approximativement le nombre d'espèces d'adventices présentes sur votre exploitation ? Oui, précisément (nombre : _____) Oui, approximativement (nombre : _____) Non, mais j'observe une diversité Non, je ne les ai jamais comptées

3.5 Avez-vous constaté des évolutions dans les populations d'adventices ces dernières années ?

- Apparition de nouvelles espèces Disparition de certaines espèces Changements dans l'abondance relative Développement de résistances Pas de changement notable Je ne sais pas Précisez : _____

4. Gestion des couverts végétaux

4.1 Utilisez-vous des couverts végétaux entre vos cultures principales ?

- Oui, systématiquement Oui, sur certaines parcelles Oui, occasionnellement Non, jamais

4.2 Si oui, quels types de couverts utilisez-vous ? (Plusieurs réponses possibles)

- Espèce unique Mélanges simples (2-3 espèces) Mélanges complexes (>3 espèces) Mélanges sur mesure selon les objectifs Autre : _____

4.3 Quelles espèces ou familles botaniques privilégiez-vous dans vos couverts ? (Plusieurs réponses possibles)

- Graminées (avoine, seigle...) Légumineuses (vesce, trèfle, féverole...) Crucifères (moutarde, radis...) Phacélie Sarrasin Tournesol Autres : _____

4.4 Quels sont vos principaux objectifs avec ces couverts ? (classez de 1 à 3, 1 étant le plus important)

- ___ Protection du sol contre l'érosion ___ Apport d'azote (légumineuses) ___ Structuration du sol ___ Réduction des adventices ___ Favoriser la biodiversité ___ Fourrage. ___ Autre : _____

4.5 Comment détruisez-vous vos couverts végétaux ?

- Destruction mécanique (rouleau, broyage...) Destruction chimique Destruction par le gel Destruction par pâturage Autre : _____

5. Prairies et surfaces herbacées

5.1 Avez-vous des prairies sur votre exploitation ?

Oui, prairies permanentes (surface :) Oui, prairies temporaires (surface : 2,5 ha) Non

5.2 Si oui, comment sont-elles gérées ? (Plusieurs réponses possibles)

Fauche uniquement Pâturage uniquement Mixte fauche/pâturage Amendements organiques réguliers Fertilisation minérale Sursemis périodique Autre :

5.3 Pour les prairies semées, utilisez-vous :

Une seule espèce (précisez : _____) Mélanges simples (2-3 espèces) Mélanges multi-espèces (>3 espèces) Mélanges graminées-légumineuses

5.4 Combien d'espèces végétales différentes estimez-vous avoir dans vos prairies permanentes ?

Moins de 10 espèces Entre 10 et 20 espèces Entre 20 et 30 espèces Plus de 30 espèces
 Je ne sais pas

5.5 Avez-vous observé des espèces rares ou remarquables dans vos prairies ?

Oui (précisez : _____) Non Je ne sais pas les identifier

6. Pratiques agroforestières et infrastructures agroécologiques

6.1 Avez-vous des systèmes agroforestiers sur votre exploitation ?

Oui, alignements d'arbres dans les cultures Oui, haies en bordure de parcelles Oui, sylvopastoralisme Utilisation de fumier/composte/BRF Brise-Vent Non, aucun

6.2 Si oui, quelle superficie ou linéaire cela représente-t-il ? aucun

6.3 Combien d'espèces d'arbres et arbustes différentes composent ces systèmes ? aucun.

6.4 Quels autres aménagements favorables à la diversité végétale avez-vous mis en place ? (Plusieurs réponses possibles)

Bandes boisée Bandes enherbées Jachères apicoles/mellifères/élevage Zones de régénération naturelle Aucun Autre : _____

6.5 Quelle surface totale ces aménagements représentent-ils sur votre exploitation ? ___ ha ou ___ % de la SAU

6.6 Comment gérez-vous ces espaces ? (Plusieurs réponses possibles)

Entretien minimal (1 fois par an ou moins) Entretien régulier (plusieurs fois par an) Renouvellement périodique des semis Aucun entretien (évolution naturelle) Autre :

7. Intrants et pratiques culturales

7.1 Utilisez-vous des herbicides ? Oui, systématiquement Oui, ponctuellement Non, jamais

7.2 Si oui, pratiquez-vous des applications localisées ou en plein champs ?

Principalement en plein champs Principalement localisées Les deux à parts égales

7.3 Utilisez-vous d'autres produits phytosanitaires (fongicides, insecticides) ?

- Oui, systématiquement selon un calendrier Oui, uniquement en cas de nécessité Rarement
 Non, jamais

7.4 Quelle est votre principale source de fertilisation ?

- Principalement minérale Principalement organique Mixte minérale et organique
 Principalement par les légumineuses Autre : _____

7.5 Quel type d'irrigation utilisez-vous principalement ? Aspersion Goutte-à-goutte
 Micro-aspersion Irrigation gravitaire Irrigation par submersion contrôlée Autre :

7.6 Selon vous, quel impact ont vos pratiques d'irrigation sur la diversité végétale ?

- Impact positif Impact négatif Pas d'impact significatif Je ne sais pas Précisez :

8. Observations sur la diversité végétale

8.1 Avez-vous déjà réalisé un inventaire de la flore sur votre exploitation ?

- Oui, avec l'aide d'un expert Oui, par mes propres moyens Non, jamais

8.2 Si oui, combien d'espèces végétales sauvages (hors cultures) avez-vous identifiées ?

8.3 Observez-vous des espèces végétales, rares ou protégées sur votre exploitation ?

- Oui (précisez :) Non Je ne sais pas les identifier

8.4 Avez-vous constaté des changements dans la diversité végétale sauvage depuis que vous exploitez ces terres ?

- Augmentation significative Légère augmentation Stable Légère diminution
 Diminution significative Je ne sais pas

8.5 Quels facteurs vous semblent influencer positivement la diversité végétale sur votre exploitation ? (Plusieurs réponses possibles) Réduction des herbicides Diversification des cultures Zones non cultivées Travail du sol réduit Haies et aménagements agroécologiques Pâturage extensif Année pluvieuse Autre : _____

9. Gestion des ressources génétiques végétales cultivées

9.1 Utilisez-vous des variétés anciennes ou populations paysannes pour vos cultures ?

- Oui, principalement Oui, sur certaines cultures Non, uniquement des variétés commerciales Autre

9.2 Si oui, pour quelles cultures et quelles variétés ?

Orge, variété Arbi

9.3 Produisez-vous vos propres semences ou plants ?

- Oui, pour toutes les cultures Oui, pour certaines cultures Non, jamais

9.4 Êtes-vous impliqué(e) dans des réseaux d'échange ou de conservation de semences ?

- Oui (précisez : _____) Non

9.5 Quel niveau d'importance accordez-vous à la diversité génétique au sein de vos cultures ?

- Très important Important Moyennement important Peu important Sans importance

10. Perception et connaissances

10.1 Sur une échelle de 1 à 5, quel niveau **d'importance** accordez-vous à la diversité végétale (cultivée et spontanée) pour votre système de production ?

(1 = pas important, 5 = extrêmement important) 1 2 3 4 5

10.2 Comment évaluez-vous votre niveau de **connaissance sur la botanique et l'écologie** des communautés végétales ?

Expert Bonnes connaissances Connaissances moyennes Connaissances limitées Très peu de connaissances

10.3 Quelles sont vos principales sources d'information sur la diversité végétale ? (Plusieurs réponses possibles)

Conseillers agricoles Formation professionnelle Publications scientifiques Médias agricoles (revues, sites web) Autres agriculteurs Associations Réseaux sociaux Autre :

10.4 Quels services écosystémiques associez-vous à la diversité végétale sur votre exploitation ? (Plusieurs réponses possibles)

Pollinisation Contrôle des ravageurs Fertilité des sols Résilience face aux aléas climatiques Qualité des produits Paysage et cadre de vie Autre : Pâturage pour l'élevage

11. Perspectives et besoins

11.1 Envisagez-vous de modifier certaines de vos pratiques dans les prochaines années pour favoriser la diversité végétale ?

Oui, certainement Probablement Probablement pas Non Je ne sais pas encore

11.2 Si oui, lesquelles ?

11.3 Quels sont les principaux obstacles qui vous empêchent d'adopter (davantage) de pratiques favorables à la diversité végétale ? (Plusieurs réponses possibles)

Contraintes économiques Manque de connaissances techniques Manque de matériel adapté Gestion plus complexe Contraintes réglementaires Risques perçus pour la productivité Autre : _____

11.4 De quelles informations ou outils auriez-vous besoin pour mieux prendre en compte et favoriser la diversité végétale dans votre système de production ?

Connaissance sur les espèces et leur entretien

11.5 Seriez-vous intéressé(e) par un diagnostic complet de la biodiversité végétale sur votre exploitation ?

Oui, très intéressé(e) Plutôt intéressé(e) Peu intéressé(e) Pas du tout intéressé(e)

Commentaires supplémentaires

FICHE D'INVENTAIRE DE RELEVÉS FLORISTIQUES
INFORMATIONS GÉNÉRALES

CODE : __

Date du relevé : _____

Observateur(s) : _____

Localisation :

- Nom du site : _____
- Commune : _____
- Coordonnées GPS : _____ Latitude : _____ Longitude : _____
- Altitude : _____ m
- Sol : _____

MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE

Type de relevé :

- Quadrat

Taille de la surface échantillonnée : __ m²

INVENTAIRE DES ESPÈCES

N°	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Famille	Strate *	Abondance **	Phénologie ***	Fréquences ****
ECHANTILLON 1							
1							
2							
3							
xx							
ECHANTILLON 2							
1							
2							
3							
xx							
ECHANTILLON 3							
1							
2							
3							
xx							
ECHANTILLON xx							
1							
2							
3							
xx							

MOYENNE

Example :

N°	Nom scientifique	Famille	Strate	Abondance moyenne	Phénologie	Fréquence moyenne	Présence
1	<i>Anacyclus homogamos</i> (Maire) Humphries	Asteraceae	B	2	f	17	1/5
2	<i>Enarthrocarpus clavatus</i> Delile ex Godr.	Brassicaceae	B	1	f,b	4	2/5
3	<i>Erigeron bonariensis</i> L.	Asteraceae	B	1	f,b	7	1/5
4	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	Brassicaceae	B	0	f,d,b	1	2/5
5	<i>Glaucium corniculatum</i> (L.) Rudolph	Papaveraceae	B	0	f	2	1/5
6	<i>Moricandia arvensis</i> (L.) DC.	Brassicaceae	B	1	f,b	6	1/5
7	<i>Onopordum illyricum</i>	Asteraceae	B	1	v	3,25	4/5
8	<i>Platycapnos spicata</i> (L.) Bernth.	Papaveraceae	B	0	f	2	1/5
9	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Asteraceae	B	0	v	1	1/5
10	<i>Senecio glaucus</i> L.	Asteraceae	B	1	f	3,25	4/5
11	<i>Sisymbrium irio</i> L.	Brassicaceae	B	0	f	1,5	2/5

***Strates** : A (arborée >7m), a (arbustive 2-7m), B (buissonnante 0,5-2m), h (herbacée <0,5m), M (muscinale)

****Abondance-Dominance** (Échelle de Braun-Blanquet) :

- 0 : individus rares ou très rares, recouvrement très faible
- 1 : individus assez abondants, mais recouvrement faible (<5%)
- 2 : individus très abondants, recouvrement 5-25%
- 3 : recouvrement de 25-50%, abondance quelconque
- 4 : recouvrement de 50-75%, abondance quelconque
- 5 : recouvrement >75%, abondance quelconque

*****Phénologie** : v : végétatif b : boutons/bourgeons f : floraison fr : fructification d : dissémination s : sénescence

******Fréquence** : Répétition d'une même espèce.

PHOTOTEQUES

<i>Anacyclus homogamos (Maire) Humphries</i>	<i>Enarthrocarpus clavatus Delile ex Godr.</i>
<i>Erigeron bonariensis L.</i>	<i>Eruca vesicaria (L.) Cav.</i>
<i>Glaucium corniculatum (L.) Rudolph</i>	<i>Moricandia arvensis (L.) DC.</i>
<i>Onopordum illyricum</i>	<i>Platycapnos spicata (L.) Bernth.</i>
<i>Scolymus hispanicus L.</i>	<i>Senecio glaucus L.</i>
<i>Sisymbrium irio L.</i>	

Résultats obtenus :

code exploitation agricole		EC1	EC2
Date d'installation		12 ans	45 ans
familles des communautés végétales identifiées	Brassicaceae	4	3
	Malvaceae	0	1
	Ranunculaceae	0	0
	Poaceae	0	0
	Euphorbiaceae	0	0
	Fabaceae	0	0
	Asteraceae	5	2
	Amaranthaceae	0	0
	Polygonaceae	0	0
	Ephedraceae	0	0
	Nitrariaceae	0	0
	Plantaginaceae	0	0
	Geraniaceae	0	0
	Cistaceae	0	0

	Lamiaceae	0	0
	Papaveraceae	2	0
	Convolvulaceae	0	1
	Caryophyllaceae	0	0
production agricole (* présence , 0 absence)	grande culture	*	*
	maraichage	0	*
	arboriculture	0	0
	vigne	0	0
	palmier dattier	0	0
	elevage	*	0
	légumineuses	* luzerne et fève	0
type de sol		sablo-argileux	sablo-argileux
pH		7,47	7,59
conductivité électrique	moyen(ds/m)	0,17	0,27
	interprétation	sol non salin	sol non salin
calcaire actif	taux caco3%	12,1	20,8
	interprétation	sol moyennement calcaire	sol calcaire
indice de pénétration		40%	30%
Infiltration de l'eau	vitesse(mm/h)	240	140
	interprétation	Rapide - Sol à structure grumeleuse, forte infiltration	Rapide - Sol à structure grumeleuse, forte infiltration
vess	Evaluation	2,2	3,4
	Interprétation	Ferme, mélange d'agrégats arrondis et angulaires	Compact, agrégats majoritairement angulaires
Diversité du paysage(%de couverture de l'exploitation)	c,annuelles	100	100
	c,pérennes	0	0
	prairies	0	0

	Zones bâties	0	0
analyse sensorielle	score	3	3,4
	interprétation	légèrement terreuse	légèrement terreuse
Test du ruban (Longueur maximale du ruban formé (cm))	Longueur(cm)	6,4	7,9
	Type de sol	argileux	argileux
surface	SAU(ha)	15	6
	SAU cultivée(ha)	12,5	6
Valeur Azote (N) en%		0,1	0,1
Interprétation valeur azote (N%)		Faible : Teneur insuffisante pour la plupart des cultures. Nécessite un apport supplémentaire d'azote	Faible : Teneur insuffisante pour la plupart des cultures. Nécessite un apport supplémentaire d'azote
valeur carbon organique total (%)		2,1	18
interprétation valeur COT(%)		Moyen : Bon niveau de matière organique. Capacité satisfaisante à retenir l'eau et les nutriments.	Moyen-Faible : Niveau légèrement en-dessous de la moyenne en matière organique. Pourrait bénéficier d'apports organiques réguliers.
rapport C/N (calculé)		21/1=21	18/1=18
Interprétation rapport C/N		Élevé : Un rapport C/N=21 indique une décomposition relativement lente de la matière organique. L'azote présent est en partie immobilisé par les microorganismes du sol pour décomposer le carbone excédentaire, le	Élevé : Indique une immobilisation partielle de l'azote par les microorganismes. Décomposition modérément lente de la matière organique.

	rendant temporairement moins disponible pour les plantes. Une diminution de ce rapport favoriserait la minéralisation et améliorerait la disponibilité de l'azote.	
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--