OPTIONS méditerranéennes

The transition to agroecology in North Africa: science, practice, and policy

Edited by:
Rita Jalkh (coord.), Inès Zouari (coord.),
Mélanie Requier-Desjardins, Karima Boudedja, Cheikh Sidya Fall,
Ghizlane Echchgadda, Generosa Calabrese



OPTIONS
méditerranéennes

SERIES B: Studies and Research
2026 - Number 77

CIHEAM

NATAE
North African Transition to AgroEcology

CIHEAM

Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes

International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies

Président.e / *President:* Frida KRIFCA

Secrétaire Général / *Secretary General:* Teodoro MIANO

11, rue Newton, 75116 Paris, France
Tél.: +33 (0) 1 53 23 91 00 - Fax: +33 (0) 1 53 23 91 01 /02
secretariat@ciheam.org
www.ciheam.org

Le Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM) a été créé, à l'initiative conjointe de l'OCDE et du Conseil de l'Europe, le 21 mai 1962. C'est une organisation intergouvernementale qui réunit aujourd'hui treize Etats membres du bassin méditerranéen (Albanie, Algérie, Egypte, Espagne, France, Grèce, Italie, Liban, Malte, Maroc, Portugal, Tunisie et Turquie).

Le CIHEAM se structure autour d'un Secrétariat général situé à Paris et de quatre Instituts Agronomiques Méditerranéens (IAM), localisés à Bari (Italie), Chania (Grèce), Montpellier (France) et Saragosse (Espagne).

Avec au cœur de son action trois missions fondamentales (formation, recherche, coopération), le CIHEAM s'est progressivement imposé comme une référence dans ses domaines d'activité : l'agriculture, l'alimentation et le développement rural durable en Méditerranée.

Founded in 1962 at the joint initiative of the OECD and the Council of Europe, the International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies (CIHEAM) is an intergovernmental organisation comprising thirteen member countries from the Mediterranean Basin (Albania, Algeria, Egypt, France, Greece, Italy, Lebanon, Malta, Morocco, Portugal, Spain, Tunisia and Turkey).

CIHEAM is made up of a General Secretariat based in Paris and four Mediterranean Agronomic Institutes (MAI) located in Bari (Italy), Chania (Greece), Montpellier (France) and Zaragoza (Spain).

In pursuing its three central missions (education, research and cooperation), CIHEAM has become a reference in its fields of activity: Mediterranean agriculture, food and sustainable rural development.

Instituts Agronomiques Méditerranéens
Mediterranean Agronomic Institutes
Bari - Chania - Montpellier - Zaragoza

CIHEAM Bari
Dir.: Biagio DI TERLIZZI
9 Via Ceglie
70010 Valenzano,
Città Metropolitana di Bari, Italy
Tel.: (+39) (080) 4606 111
www.bari.ciheam.org

CIHEAM Chania
Dir.: George BAOURAKIS
Makedonias 1, Alsyllio Agrokipio
73100 Chania, Crete, Greece
Tel.: (+30) 2821035000
www.chania.ciheam.org

CIHEAM Montpellier
Dir.: Thierry DUPEUBLE
3191 Route de Mende
34093 Montpellier Cedex 5, France
Tel.: (+33) (0)4 67 04 60 00
www.montpellier.ciheam.org

CIHEAM Zaragoza
Dir.: Raúl COMPES
1005 Avenida Montañana
50059 Zaragoza, Spain
Tel.: (+34) 976 716000
www.zaragoza.ciheam.org

Contact / *Contact*

omadmin@montpellier.ciheam.org

The transition to agroecology in North Africa: science, practice, and policy

This project is funded by the European Union under the Grant Agreement no. 101084647. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Research Executive Agency (REA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them. For the associated partner in the NATAE project, this work has received funding from the Swiss State Secretariat for Education, Research and Innovation (SERI).

The authors acknowledge all local partners who have participated in this work and share their thanks for their contribution, efforts and knowledge in the process of this reflection and in making this publication possible. All information and/or photos appearing in this report have been taken with the informed consent of the person(s) appearing.

Opinions, data and information presented in this edition are the sole responsibility of the author(s) and neither CIHEAM nor the Member Countries accept any liability therefor.

Ce projet est financé par l'Union européenne dans le cadre de l'accord de subvention n° 101084647. Les opinions exprimées sont cependant celles de l'auteur ou des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles de l'Union européenne ou de l'Agence européenne de l'Exécutif de la Recherche (REA). Ni l'Union européenne ni l'autorité de financement ne peuvent en être tenues responsables. Pour le partenaire associé au projet NATAE, ce travail a reçu un financement du Secrétariat d'État suisse à l'éducation, à la recherche et à l'innovation (SERI).

Les auteurs reconnaissent tous les partenaires locaux ayant participé à ce travail et expriment leur gratitude pour leur contribution, leurs efforts et leurs connaissances dans le processus de cette réflexion et pour avoir rendu cette publication possible. Toutes les informations et/ou photos apparaissant dans ce rapport ont été prises avec le consentement éclairé de la(s) personne(s) présente(s).

Les opinions, les données et les faits exposés dans ce numéro sont sous la responsabilité des auteurs et n'engagent ni le CIHEAM, ni les Pays membres.

CIHEAM

The transition to agroecology in North Africa: science, practice, and policy

Edited by:
Rita Jalkh (coord.), Inès Zouari (coord.),
Mélanie Requier-Desjardins, Karima Boudedja, Cheikh Sidya Fall,
Ghizlane Echchgadda, Generosa Calabrese

OPTIONS
méditerranéennes
Head of publication: Teodoro MIANO

2026 | Series B: Studies and Research | Number 77

Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes
International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies

L'édition technique, la correction des bibliographies et la mise en page ont été réalisées par Publications & Valorisation au CIHEAM Montpellier / *Technical editing, layout, bibliography checking and formatting of this issue was by the Publications & Research Dissemination at CIHEAM Montpellier:* Cécile Adamolle & Rafaèle Sarrade

Crédit photo de couverture / *Cover photo credits*: Hatim Belyamani, 2015

Edition numérique / *Digital Edition*

Fiche bibliographique / *Cataloguing data*:

Comment citer cette publication / *How to quote this document*:

Jalkh, R. (coord.), Zouari, I. (coord.), Requier-Desjardins, M., Boudedja, K., Fall, C. S., Echchgadda, G., & Calabrese, G. (eds.). (2026). *The transition to agroecology in North Africa: science, practice, and policy* (Options Méditerranéennes, Série B : Etudes et Recherches, n. 77). CIHEAM Montpellier.
https://om.ciheam.org/web/controleurFrontal.php?action=afficherOption&IDOM=1079

Catalogue des numéros d'Options Méditerranéennes sur / *Catalogue of Options Méditerranéennes issues on*: om.ciheam.org

ISSN: 1016-1228 – ISBN: 978-2-85352-650-0 © CIHEAM, 2026

Reproduction partielle ou totale interdite sans l'autorisation du CIHEAM

Reproduction in whole or in part is not permitted without the consent of the CIHEAM

Contents

Foreword / *Préface* - *Mélanie Requier-Desjardins, Rachel Bezner Kerr* 3
Introduction - *Rita Jalkh, Inès Zouari* 5

Theme 1
Current tendencies in understanding territorial realities of agriculture and the perceptions, dynamics, and state of agroecological transition in North Africa

Tendances actuelles dans la compréhension des réalités territoriales de l'agriculture, des perceptions, des dynamiques et de l'état de la transition agroécologique en Afrique du Nord

Les trajectoires de l'agroécologie en Afrique du Nord : Une analyse compréhensive des pratiques et des dynamiques de transition
Ali Daoudi, Mélanie Requier-Desjardins, Karima Boudedja, Ghizlane Echchgadda, Haïfa Benmoussa, Zoubir Chattou, Souad Benmoussa, Cheikh Sidya Fall, Hatem Belhouchette 17

Agroecology from the eyes of the stakeholders: A multi-actor qualitative analysis on perceptions from North Africa
Rita Jalkh, Mélanie Requier-Desjardins, Tahani Abdelhakim, Amel Bouzid, Cheikh Sidya Fall, Salma Jallouli, Taha Lahrech, Gamal Siam 37

Le savoir, savoir-faire traditionnels et pratiques agroécologiques dans les régions montagneuses marocaines : Etude de cas (Skoura M'Dazz)
Hatim Amessaghrou, Outmane El Omry, Oussama Aourouche, Zoubir Chattou, Khalid Daoui, Ghizlane Echchgadda 51

Diagnostic péri-urbain des pratiques agroécologiques de la région de PK-17 au Riyadh, Mauritanie
Theresa El Chahrouk El Maalouf, Cheikh Sidya Fall 71

Céréaliculture pluviale et agroécologie en contexte semi-aride : Une analyse des logiques d'adaptation par bricolage à Béni Fouda (Wilaya de Sétif, Algérie)
Ali Daoudi, Karima Brahim, Mélanie Requier-Desjardins 81

Agroecological dynamics in two Algerian territories: The contributions of an analysis in terms of social acceptability
Lilia Benzerara, Mélanie Requier-Desjardins, Pascale Moity-Maïzi 93

Etat des lieux des systèmes maraîchers et réflexions sur les conditions de développement d'une production maraîchère durable au PK-17, commune de Riyad, Nouakchott, Mauritanie
Theresa El Chahrouk El Maalouf, Mohamed Lemin Ahmed Lemin, Cheikh Sidya Fall, Yvan Le Coq 109

Les 10 éléments de l'agroécologie en action Etude de cas du Niébé à Tizi Ouzou
Amestan Fellag 119

Transitions agroécologiques et défis climatiques : Perceptions et acceptabilité sociale en milieu périurbain d'Aït Othmane (Saïss/Meknès - Maroc)
Zoubir Chattou 125

Theme 2

Co-designing and adapting pathways for stimulating a transition towards agroecology in North Africa through innovation, knowledge exchange and scaling

Co-conception et adaptation de trajectoires pour stimuler la transition vers l'agroécologie en Afrique du Nord à travers l'innovation, l'échange de connaissances et la mise à l'échelle

Approche participative et inclusive pour la transition agroécologique dans une région montagneuse en Algérie
Karima Boudedja, Fatah Ameur, Amine Oulmane, Aissa Belhadi, Amel Bouzid 141

Effects of the zucchini and coriander cultural association on the regulation of pests, weed flora and pollinator biodiversity in an agroecological system. Study in a semi-arid zone at the "Ait Othmane" Living Lab (Morocco)
Nabil Zainou, Hatim Amessaghrou, Aourouche Oussama, El Omry Outmane, Zoubir Chattou, Echchgadda Ghizlane 157

Towards an agroecological transition in semi-arid and peri-urban agriculture: Insights from Nouakchott, Mauritania
Mireille El Assaad, Seyhan-Sevde Cagiran, Cheikh Sidya Fall, Amélie Bourceret 175

Upscaling combinations of agroecological practices in Tunisia: A landscape analysis from Siliana to neighbouring governorates to support the agroecological transition
Generosa J. Calabrese, Alessia Perrino, Zeineb Kassouk, Mehdi Ben Mimoun, Marie Reine Bteich, Stefania Gualano, Gabriele Favia, Franco Santoro 193

Theme 3

Status and impact of policy frameworks and education systems on agroecology in North Africa

État des lieux et impact des cadres politiques et des systèmes d'enseignement sur l'agroécologie en Afrique du Nord

Curricula et syllabus en agroécologie en Afrique du Nord : Etat des lieux, analyse et perspectives
Mokhtar Baraket, Haïfa Benmoussa, Salma Jallouli, Sawsen Ayadi, Wafa Koussani, Inès Zouari, Youssef Trifa, Mehdi Ben Mimoun 223

Diversity of stakeholder's perceptions and priorities of policy options for agroecological transition in Tunisia
Salma Jallouli, Inès Zouari, Wafa Koussani, Tilahun Kenea Tiba, Haïfa Benmoussa, Sawsen Ayadi, Seyed-Ali Hosseini-Yekani, Youssef Trifa, Mehdi Ben Mimoun 235

Trajectoires vers une agriculture durable en Méditerranée (France-Maroc) : Dynamiques socio-territoriales, enjeux de pouvoir et curricula de formation
Véronique Chalando, Lyazid Aboughaya, Mohammed Aderghal, Angela Barthes, Jean-Marc Lange, Bruno Romagny 247

Abstract / Résumé 261

Foreword

In 2022, the North African Transitions in Agroecology (NATAE) project was launched with support from the European Commission under its Research and Innovation Fund, within the Farm to Fork topic of the Horizon Europe programme, and which focuses on agroecological approaches in agricultural production systems in Africa.

For 4 years, 23 scientific and academic partners, research centres and higher education institutes, international organizations and civil society organizations have joined forces to experiment with and assess the multiple impacts of agroecological systems that integrate a food systems dimension. Their work draws on scientific evidence, education, capacity building, policy advocacy and co-production of knowledge in transdisciplinary devices such as Living Labs.

This book presents the contribution of partners most closely involved in the project's 12 sites. It brings together the views of young researchers and civil society actors with those of experienced researchers in order to share the first results of the NATAE project with a broad community of stakeholders. Several members of the NATAE Scientific Steering Committee are also among the authors of this book.

This special issue of Options Méditerranéennes aims to examine the unique characteristics and potential of agroecology in southern Mediterranean countries, its benefits for producers and consumers in rural areas and beyond, and its contribution to the resilience and performance of Mediterranean production systems. The collection includes in particular case studies in dry and rainfed areas, as well in mountainous and peri-urban areas in Algeria, Morrocco, Mauritania and Tunisia.

There is no doubt that this publication will be followed by others, reflecting a broader awareness of the importance of making political investments at the national and regional levels to seek context-specific agricultural and rural solutions. These solutions should combine local and scientific knowledge to foster joint innovation. Drawing on agroecological principles and elements, this multi-actor process will help strengthen efforts to combat the impacts of climate change in the Mediterranean region and ensure its long-term food security.

Mélanie Requier-Desjardins

NATAE project Scientific Coordinator
Coordinator of the Master's programme in Climate Change, Agricultural Management and Territories (CGAT), CIHEAM-IAMM, UMR SENS, F-34093 Montpellier, France

Rachel Bezner Kerr

Professor, Ashley School of Global Development and the Environment, Director, Institute for African Development, Cornell University, Ithaca, New York, USA
Coordinating Lead Author, IPCC AR6; Lead Author, IPCC AR7

Préface

En 2022, le projet North African Transitions in Agroecology (NATAE) a été lancé avec le soutien de la Commission européenne dans le cadre de son Fonds de recherche et d'innovation, dans le cadre du thème Farm to Fork du programme Horizon Europe, et qui se concentre sur les approches agroécologiques des systèmes de production agricole en Afrique.

Depuis 4 ans, 23 partenaires scientifiques et académiques, centres de recherche et instituts d'enseignement supérieur, organisations internationales et organisations de la société civile ont uni leurs forces pour expérimenter et évaluer les multiples impacts des systèmes agroécologiques qui intègrent une dimension des systèmes alimentaires. Leur travail s'appuie sur des preuves scientifiques, l'éducation, le renforcement des capacités, le plaidoyer politique et la coproduction de connaissances dans des dispositifs transdisciplinaires tels que Living Labs.

Ce livre présente la contribution des partenaires les plus étroitement impliqués dans les 12 sites du projet. Il réunit les points de vue de jeunes chercheurs et d'acteurs de la société civile avec ceux de chercheurs expérimentés afin de partager les premiers résultats du projet NATAE avec une large communauté de parties prenantes. Plusieurs membres du Comité de pilotage scientifique de NATAE figurent également parmi les auteurs de ce livre.

Ce numéro spécial d'Options Méditerranéennes vise à examiner les caractéristiques uniques et le potentiel de l'agroécologie dans les pays méditerranéens du Sud, ses bénéfices pour les producteurs et les consommateurs en zones rurales et au-delà, ainsi que sa contribution à la résilience et à la performance des systèmes de production méditerranéens. La collection inclut notamment des études de cas dans les zones sèches et pluviales, ainsi que dans les zones montagneuses et périurbaines d'Algérie, du Maroc, de Mauritanie et de Tunisie.

Nul doute que cet ouvrage sera suivi par d'autres, témoignant d'une prise de conscience élargie sur l'importance d'investir politiquement aux échelles nationales et régionales dans la recherche de solutions agricoles et rurales contextualisées, combinant savoirs locaux et scientifiques pour des innovations conjointes ; en s'appuyant sur les principes et les éléments de l'agroécologie, ce processus multi acteur permettra de renforcer la lutte contre les impacts du changement climatique dans la région méditerranéenne et de garantir sa sécurité alimentaire sur le long terme.

Mélanie Requier-Desjardins

Coordinatrice scientifique du projet NATAE
Coordinatrice du Master Changement Climatiques, Gestion Agricole et Territoires (CGAT), CIHEAM-IAMM,
UMR SENS, F-34093 Montpellier, France

Rachel Bezner Kerr

Professeure, Ashley School of Global Development and the Environment, Directrice de l'Institute for African Development, Cornell University, Ithaca, New York, États-Unis
Autrice principale coordinatrice du 6e rapport d'évaluation du GIEC (AR6);
Autrice principale du 7e rapport d'évaluation du GIEC (AR7)

Introduction

Rita Jalkh[1], Inès Zouari[2]

[1]NATAE Project Manager and Postdoctoral Researcher
CIHEAM-IAMM, UMR SENS, F-34093 Montpellier, France
SENS, Univ Montpellier, CIRAD, IRD, Univ Paul Valery Montpellier 3, F-34093 Montpellier, France

[2]NATAE Work Package 7 leader, Team member
University of Carthage, National Institute of Agronomy of Tunisia, Laboratory of Genetics and Cereal Improvement LR14AGR01, Tunis, 1082, Tunisia

North Africa is facing critical challenges with respect to climate change and agriculture. Although considered as the second most important agricultural region in Africa (ISS African Futures, 2026), it is among the most food-import-dependent in the world and is widely recognised as a hotspot for climate change (FAO et al., 2023; IPCC, 2023; Le Mouël et al., 2023). Rising temperatures at twice the global average, increasing drought, and the growing frequency of climatic shocks are placing mounting pressure on already strained natural resources (IPCC, 2023). The region already registers some of the lowest shares of arable land in the world, reaching less than 5% or half global averages, and water remains a largely limiting factor having declined by up to 75% since the 1950s (Abdelhedi & Zouari, 2020; UNCCD, 2024). In addition to water scarcity, increasing pressures are exerted on soil fertility, biodiversity, and genetic heritage that underpin agricultural productivity.

Moreover, socio-economic constraints, including demographic growth, rapid urbanisation, and persistent rural poverty further compound these pressures, while the volatility of global market repeatedly exposes the fragility of food systems that rely heavily on external inputs and imports (Middle East Institute, 2025). In this context, the question is how can agriculture in North Africa be transformed to become simultaneously productive, equitable, resilient and sustainable.

In the last few decades, agroecology has gained growing attention as an approach that can provide relevant responses to such challenges.

By drawing on ecological principles and integrating them with social and economic considerations, agroecology seeks to design farming and food systems that are diversified, efficient, and adapted to local conditions (Bezner Kerr et al., 2021; HLPE, 2019; Wezel et al., 2020). Today, agroecology is internationally recognised and defined by 10 elements of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and by 13 principles of the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition (HLPE). Agroecology does not rely on single solutions. Instead, it promotes combinations of practices tailored to specific territorial contexts, which may include, for example, soil conservation, crop diversification, agroforestry, integrated pest management, and livestock–crop integration. Agroecological principles also extend beyond the farm scale, encompassing multiple levels of intervention, from the farm and value chain to the territory and landscape. Equally important, agroecology recognises that transitions are not only technical in nature but are rather deeply social, requiring the engagement of farmers, consumers, civil society organisations, researchers, policymakers, and other involved stakeholders (Bezner Kerr et al., 2021; Cassart et al., 2025; Jones et al., 2022). It is precisely this dual dimension, scientific and societal, that makes agroecology and interesting approach to consider for transitioning territories such as that of North Africa.

It is within this context that the NATAE project (Fostering agroecology transition in North Africa through multi-actor evaluation and networking) was launched. NATAE is a four-year Research and Innovation Action, funded by the European Union's Horizon Europe programme (Grant

Agreement no. 101084647) and coordinated by the CIHEAM IAMM. It brings together a multidisciplinary and multi-actor consortium of 23 partners including research and higher-education institutions, international organisations, and local NGOs from across Europe, North Africa, and beyond. The project aims to foster the agroecological transition in North African territories through the development of co-designed and tailored science-based findings supported by their dissemination and networking.

A defining feature of the NATAE project is its multi-actor participatory approach, anchored in Living Labs. Living Labs in NATAE are defined as self-organised places of structural exchange between food system actors on the identification and testing of combinations of agroecological practices while working towards a joint vision for and implementation of an agroecological transition. They are spaces that bring together a multitude of local players of a certain territory with researchers, while also involving national or regional actors where relevant, in order to provide an environment of co-construction and learning in real-life settings addressing local challenges and opportunities. Living Labs consider farmers and other local players as co-researchers ensuring that their knowledge is ethically collected, preserved, and used for a larger collective benefit. In NATAE, seven Living Labs and five Replication Labs are established across five North African countries: Algeria, Egypt, Mauritania, Morocco, and Tunisia; with an additional Replication Lab in South Africa. These sites were selected as they represent five different agroecosystems: oases and peri-oases, mountains, peri-urban areas, cereal plains, and irrigated valleys. This diversity allows the project to capture the heterogeneity of North African agriculture and to investigate the transferability of agroecological pathways across different contexts.

The NATAE project is organised in 7 different scientific Work Packages:

- Work Package 1: Multidimensional and multiscale agroecological practices strategy evaluation framework; leader: Mediterranean Agronomic Institute of Bari (CIHEAM IAMB)
- Work Package 2: Optimizing the performance of agroecological practices combinations
- by developing and using an integrating modelling chain decision tool; leader: Mediterranean Agronomic Institute of Montpellier (CIHEAM IAMM)
- Work Package 3: Evaluating and fostering the integration of agroecology in multi-scale food systems; leader: University of Thessaly (UTH)
- Work Package 4: Living Labs and Replication Labs; leader: Wageningen University and Research (WUR)
- Work Package 5: Networking, capitalisation and dissemination; leader: Centre d'Actions et de Réalisations Internationales (CARI)
- Work Package 6: EU-compliant policies to foster AE transition in North African countries; leader: Leibniz-Zentrum Fuer Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.
- Work Package 7: Introducing agroecology in education and extension on North African agriculture; leader: National Agronomic Institute of Tunisia (INAT)

In addition, the NATAE project has two separate Work Packages dedicated to ethical processes and project management.

This issue of Options Méditerranéennes provides a space for the capitalisation and dissemination of NATAE's emerging results. As a collection published by the CIHEAM since 1970, the Options Méditerranéennes has long served as a bridge between scientific and non-scientific communities including development actors, policymakers, and civil society. The present issue is similarly structured to be accessible to multiple actors engaging or interested in agroecology in North Africa. It brings together contributions from across the project's consortium; not only researchers, but also students and civil society partners. As the project enters its last phases and ends in November 2026, this issue intends to synthesise some conceptual reflections methodological approaches, and research findings that emerged from the project with scientific rigour, while maintaining their transferability to operational and policy audiences.

The contributions to this issue, written in either English or French, are organised around three thematic axes, which mirror the project's work packages and reflect the scope of the agroecological transition, its challenges and opportunities.

Theme 1: Current tendencies in understanding territorial realities of agriculture and the perceptions, dynamics, and state of agroecological transition in North Africa

This theme describes the diversity of agricultural systems and the dynamics agroecological transition that can be found today within the different Living Labs in North Africa. This theme focuses on the territorial, socioeconomic and institutional characteristics that define the current state and potential future trajectories of agroecological transition in the region. The local findings can be described quantitatively and/or qualitatively from direct results and/or methodologies for:

- The characterisation of the territories and their corresponding features such as their landscape, mapping, farming systems and typologies, environment, biodiversity, climate change impact, natural resources, and others.
- Understanding farmers' perceptions, and social acceptability of agroecology, including the role of traditional knowledge, social dynamics, and knowledge exchange in shaping the adoption and evolution of practices.

Theme 2: Co-designing and adapting pathways for stimulating a transition towards agroecology in North Africa through innovation, knowledge exchange and scaling

This theme groups contributions addressing transition pathways, participatory approaches, and context specific innovations. It explores how multi-actor processes, knowledge sharing and agroecological practices adapted to the varying North African contexts can promote transition to more sustainable and resilient agricultural systems. These could include:

- Identifying a diversity of agroecological transition pathways based on territorial diagnoses and scenario analyses centred on farmers' realities, constraints and expectations
- Exploring the potential of multi-actor and inclusive approaches to foster knowledge exchange and farmers' empowerment
- Designing, assessing, and scaling context-specific agroecological practices combinations that promote transition to more sustainable and resilient farming systems

Theme 3: Status and impact of policy frameworks and education systems on agroecology in North Africa

This theme examines the enabling factors and barriers that could encourage or hinder the transition towards agroecology in North Africa in terms of policy and education. It mainly considers elements characterising the public policy frameworks and educational systems currently in place and their direct implications on agroecological transition, specifically in terms of:

- Understanding the stakeholder priorities to identify opportunities and constraints for designing context-specific agroecological policies.
- Examining the integration of agroecology into higher education curricula and identifying gaps in the teaching of its environmental, socio-economic, and governance dimensions.
- Analysing the territorial, political, socio-economic and educational dynamics that shape the agroecological transition pathways in different Mediterranean contexts.

References

Abdelhedi, I. T., & Zouari, S. Z. (2020). Agriculture and food security in North Africa: A theoretical and empirical approach. *Journal of the Knowledge Economy*, *11*(1), 193–210. https://doi.org/10.1007/s13132-018-0528-y

Bezner Kerr, R., Madsen, S., Stüber, M., Liebert, J., Enloe, S., Borghino, N., Parros, P., Mutyambai, D. M., Prudhon, M., & Wezel, A. (2021). Can agroecology improve food security and nutrition? A review. *Global Food Security*, *29*, 100540. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100540

Cassart, P., Frei, A., Hauggaard-Nielsen, H., Kruse Rasmussen, H., Swartebroeckx, A., Froidmont, E., Stilmant, D., & Rossing, W. (2025). A heuristic framework to portray agroecological transition initiatives in reflexive arrangements, illustrated with a conservation agriculture network in Denmark. *Ecology and Society*, *30*(2), 10. https://doi.org/10.5751/ES-15770-300210

FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO, & UNESCWA. (2023). *Near east and North Africa: Regional overview of food security and nutrition 2022. Trade as an enabler for food security and nutrition*. FAO; IFAD; UNICEF; WHO; ESCWA; WFP. https://doi.org/10.4060/cc4773en

HLPE. (2019). *Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition* (HLPE Report 14, p. 162). Committee on World Food Security. http://www.fao.org/3/ca5602en/ca5602en.pdf

IPCC. (2023). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability: Working group II contribution to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (p. 3056) [Working group II contribution to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change]. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844

ISS African Futures. (2026). *North Africa development futures*. Economics: Current Path. https://futures.issafrica.org/geographic/regions/north-africa/#economics

Jones, S. K., Bergamini, N., Beggi, F., Lesueur, D., Vinceti, B., Bailey, A., DeClerck, F. A., Estrada-Carmona, N., Fadda, C., Hainzelin, E. M., Hunter, D., Kettle, C., Kihara, J., Jika, A. K. N., Pulleman, M., Remans, R., Termote, C., Fremout, T., Thomas, E., … Quintero, M. (2022). Research strategies to catalyze agroecological transitions in low- and middle-income countries. *Sustainability Science*, *17*(6), 2557–2577. https://doi.org/10.1007/s11625-022-01163-6

Le Mouël, C., Forslund, A., Marty, P., Manceron, S., Marajo-Petitzon, E., Caillaud, M.-A., Dumas, P., & Schmitt, B. (2023). Can the Middle East-North Africa region mitigate the rise of its food import dependency under climate change? *Regional Environmental Change*, *23*(2), 52. https://doi.org/10.1007/s10113-023-02045-y

Mahmoud, M. (2025). *Managing threats to food security: Water and agricultural resilience in North Africa* (p. 21). Middle East Institute. https://mei.edu/publication/managing-threats-food-security-water-and-agricultural-resilience-north-africa/

UNCCD. (2024). *Three-quarters of earth's land became permanently drier in last three decades*. https://www.unccd.int/sites/default/files/2024-12/PR%20aridity%20report.pdf

Wezel, A., Herren, B. G., Kerr, R. B., Barrios, E., Gonçalves, A. L. R., & Sinclair, F. (2020). Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *40*(6), 40. https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z

Introduction

Rita Jalkh[1], Inès Zouari[2]

[1]NATAE Project Manager and Postdoctoral Researcher
CIHEAM-IAMM, UMR SENS, F-34093 Montpellier, France
SENS, Univ Montpellier, CIRAD, IRD, Univ Paul Valery Montpellier 3, F-34093 Montpellier, France

[2]NATAE Work Package 7 leader, Team member
University of Carthage, National Institute of Agronomy of Tunisia, Laboratory of Genetics and Cereal Improvement LR14AGR01, Tunis, 1082, Tunisia

L'Afrique du Nord fait face à des défis critiques en ce qui concerne le changement climatique et l'agriculture. Bien qu'elle soit considérée comme la deuxième région agricole la plus importante d'Afrique (ISS African Futures, 2026), elle est l'une des plus dépendantes des importations alimentaires au monde et est largement reconnue comme un foyer chaud pour le changement climatique (FAO et al., 2023 ; IPCC, 2023 ; Le Mouël et al., 2023). La hausse des températures à deux fois la moyenne mondiale, la sécheresse croissante et la fréquence croissante des chocs climatiques exercent une pression croissante sur des ressources naturelles déjà mises à rude épreuve (IPCC, 2023). La région enregistre déjà certaines des parts les plus faibles de terres arables au monde, atteignant moins de 5 % ou la moitié des moyennes mondiales, et l'eau reste un facteur largement limitant, ayant diminué jusqu'à 75 % depuis les années 1950 (Abdelhedi & Zouari, 2020 ; UNCCD, 2024). En plus de la rareté de l'eau, des pressions croissantes sont exercées sur la fertilité des sols, la biodiversité et le patrimoine génétique qui sous-tendent la productivité agricole.

De plus, les contraintes socio-économiques, notamment la croissance démographique, l'urbanisation rapide et la pauvreté rurale persistante, renforcent encore ces pressions, tandis que la volatilité du marché mondial met à plusieurs reprises en lumière la fragilité des systèmes alimentaires qui dépendent fortement des intrants et importations externes (Mahmoud, 2025). Dans ce contexte, la question est de savoir comment l'agriculture en Afrique du Nord peut-elle être transformée pour devenir simultanément productive, équitable, résiliente et durable.

Au cours des dernières décennies, l'agroécologie a gagné en visibilité en tant qu'approche capable d'apporter des réponses pertinentes à de tels défis.

En s'appuyant sur des principes écologiques et en les intégrant à des considérations sociales et économiques, l'agroécologie cherche à concevoir des systèmes agricoles et alimentaires diversifiés, efficaces et adaptés aux conditions locales (Bezner Kerr et al., 2021 ; HLPE, 2019 ; Wezel et al., 2020). Aujourd'hui, l'agroécologie est reconnue internationalement et définie par 10 éléments de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et par 13 principes du High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition (HLPE). L'agroécologie ne repose pas sur des solutions uniques. Elle promeut plutôt des combinaisons de pratiques adaptées à des contextes territoriaux spécifiques, pouvant inclure, par exemple, la conservation des sols, la diversification des cultures, l'agroforesterie, la gestion intégrée des ravageurs et l'intégration du bétail–culture. Les principes agroécologiques dépassent également l'échelle agricole, englobant plusieurs niveaux d'intervention, de la ferme et de la chaîne de valeur au territoire et au paysage. Tout aussi important, l'agroécologie reconnaît que les transitions ne sont pas seulement de nature technique mais sont profondément sociales, nécessitant l'engagement des agriculteurs, des consommateurs, des organisations de la société civile, des chercheurs, des décideurs politiques et d'autres parties prenantes impliquées (Bezner Kerr et al., 2021 ; Cassart et al., 2025 ; Jones et al., 2022). C'est précisément cette double dimension, scientifique et

sociétale, qui fait de l'agroécologie une approche intéressante à considérer pour des territoires en transition tels que l'Afrique du Nord.

C'est dans ce contexte que le projet NATAE (Favoriser la transition agroécologique en Afrique du Nord par l'évaluation et le réseautage multi-acteurs) a été lancé. NATAE est une action de recherche et d'innovation de quatre ans, financée par le programme Horizon Europe de l'Union européenne (accord de subvention n° 101084647) et coordonné par le CIHEAM IAMM. Il réunit un consortium multidisciplinaire et multi-acteur de 23 partenaires, comprenant des institutions de recherche et d'enseignement supérieur, des organisations internationales et des ONG locales d'Europe, d'Afrique du Nord et au-delà. Le projet vise à favoriser la transition agroécologique dans les territoires nord-africains par le développement de résultats scientifiques co-conçus et adaptés, soutenus par leur diffusion et leur mise en réseau.

Une caractéristique déterminante du projet NATAE est son approche participative multi-acteurs, ancrée dans les Living Labs. Les Living Labs dans NATAE sont définis comme des lieux auto-organisés d'échange structurel entre acteurs du système alimentaire pour identifier et tester des combinaisons de pratiques agroécologiques tout en travaillant vers une vision commune et la mise en œuvre d'une transition agroécologique. Ce sont des espaces qui rassemblent une multitude d'acteurs locaux d'un certain territoire avec des chercheurs, tout en impliquant des acteurs nationaux ou régionaux lorsque cela est pertinent, afin de créer un environnement de co-construction et d'apprentissage dans des contextes réels répondant aux défis et opportunités locaux. Living Labs considère les agriculteurs et autres acteurs locaux comme des co-chercheurs, veillant à ce que leurs connaissances soient collectées, préservées et utilisées de manière éthique pour un bénéfice collectif plus large. Dans NATAE, sept Living Labs et cinq Replication Labs sont établis dans cinq pays nord-africains : Algérie, Égypte, Mauritanie, Maroc et Tunisie ; avec un Replication Lab supplémentaire en Afrique du Sud. Ces sites ont été sélectionnés car ils représentent cinq agroécosystèmes différents : oasis et péri-oasis, montagnes, zones périurbaines, plaines céréalières et vallées irriguées. Cette diversité permet au projet de saisir l'hétérogénéité de l'agriculture nord-africaine et d'étudier la transférabilité des voies agroécologiques à travers différents contextes.

Le projet NATAE est organisé en 7 paquets de travail scientifiques différents :

- Package de travail 1 : Cadre d'évaluation stratégique des pratiques agroécologiques multidimensionnelles et multi-échelles ; responsable : Institut agronomique méditerranéen de Bari (CIHEAM IAMB)
- Package de travail 2 : Optimisation de la performance des combinaisons de pratiques agroécologiques
- en développant et utilisant un outil intégré de décision de chaîne de modélisation ; leader : Institut agronomique méditerranéen de Montpellier (CIHEAM-IAMM)
- Package de travail 3 : Évaluation et promotion de l'intégration de l'agroécologie dans les systèmes alimentaires à plusieurs échelles ; responsable : Université de Thessalie (UTH)
- Package de travail 4 : Laboratoires vivants et laboratoires de réplication ; responsable : Université et recherche de Wageningen (WUR)
- Package de travail 5 : Réseautage, capitalisation et diffusion ; responsable : Centre d'Actions et de Réalisations Internationales (CARI)
- Package de travail 6 : Politiques conformes à l'UE pour favoriser la transition AE dans les pays nord-africains ; responsable : Leibniz-Zentrum Fuer Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.
- Package de travail 7 : Introduction de l'agroécologie dans l'éducation et l'extension sur l'agriculture nord-africaine ; responsable : Institut national d'agronomie de Tunisie (INAT)

De plus, le projet NATAE dispose de deux paquets de travail distincts dédiés aux processus éthiques et à la gestion de projet.

Ce numéro d'Options Méditerranéennes offre un espace pour la capitalisation et la diffusion des résultats émergents de NATAE. En tant que recueil publié par le CIHEAM depuis 1970, les Options Méditerranéennes ont longtemps servi de pont entre les communautés scientifiques et non scientifiques, y compris les acteurs du développement, les décideurs politiques et la société civile. Le numéro actuel est structuré de manière similaire pour être accessible à de multiples acteurs engagés ou intéressés par l'agroécologie en Afrique du Nord. Il rassemble des contributions de l'ensemble du consortium du projet ; non seulement des chercheurs, mais aussi des étudiants et des partenaires de la société civile. Alors que le projet entre dans ses dernières phases et se termine en novembre 2026, ce numéro vise à synthétiser certaines réflexions conceptuelles, approches méthodologiques et résultats de recherche issus du projet avec rigueur scientifique, tout en maintenant leur transférabilité aux publics opérationnels et politiques.

Les contributions à ce numéro, rédigées en anglais ou en français, sont organisées autour de trois axes thématiques, qui reflètent les dossiers de travail du projet et reflètent l'ampleur de la transition agroécologique, ses défis et ses opportunités.

Thème 1 : Tendances actuelles dans la compréhension des réalités territoriales de l'agriculture, des perceptions, des dynamiques et de l'état de la transition agroécologique en Afrique du Nord

Ce thème décrit la diversité des systèmes agricoles et la dynamique de la transition agroécologique que l'on peut observer aujourd'hui dans les différents laboratoires vivants d'Afrique du Nord. Ce thème se concentre sur les caractéristiques territoriales, socioéconomiques et institutionnelles qui définissent l'état actuel et les trajectoires futures potentielles de la transition agroécologique dans la région. Les résultats locaux peuvent être décrits quantitativement et/ou qualitativement à partir de résultats directs et/ou de méthodologies pour :

- La caractérisation des territoires et de leurs caractéristiques correspondantes telles que leur paysage, leur cartographie, leurs systèmes agricoles et typologies, l'environnement, la biodiversité, l'impact du changement climatique, les ressources naturelles, et d'autres encore.
- Comprendre les perceptions des agriculteurs et l'acceptabilité sociale de l'agroécologie, y compris le rôle des savoirs traditionnels, des dynamiques sociales et de l'échange de connaissances dans la formation de l'adoption et de l'évolution des pratiques.

Thème 2 : Co-conception et adaptation de trajectoires pour stimuler la transition vers l'agroécologie en Afrique du Nord à travers l'innovation, l'échange de connaissances et la mise à l'échelle

Ce thème regroupe des contributions portant sur les voies de transition, les approches participatives et les innovations spécifiques au contexte. Il explore comment les processus multiacteurs, le partage des connaissances et les pratiques agroécologiques adaptées aux différents contextes nord-africains peuvent favoriser la transition vers des systèmes agricoles plus durables et résilients. Cela pourrait inclure :

- Identifier une diversité de voies de transition agroécologique sur la base de diagnostics territoriaux et d'analyses de scénarios centrés sur les réalités, contraintes et attentes des agriculteurs
- Explorer le potentiel des approches multi-acteurs et inclusives pour favoriser l'échange de connaissances et l'autonomisation des agriculteurs
- Concevoir, évaluer et mettre à l'échelle des combinaisons de pratiques agroécologiques spécifiques au contexte qui favorisent la transition vers des systèmes agricoles plus durables et résilients

Thème 3 : État des lieux et impact des cadres politiques et des systèmes d'enseignement sur l'agroécologie en Afrique du Nord

Ce thème examine les facteurs et obstacles favorisants qui pourraient encourager ou freiner la transition vers l'agroécologie en Afrique du Nord en termes de politique et d'éducation. Il prend principalement en compte les éléments caractérisant les cadres de politiques publiques et les systèmes éducatifs actuellement en place ainsi que leurs implications directes sur la transition agroécologique, notamment en termes de :

- Comprendre les priorités des parties prenantes afin d'identifier les opportunités et contraintes pour concevoir des politiques agroécologiques spécifiques au contexte.
- Examiner l'intégration de l'agroécologie dans les programmes d'enseignement supérieur et identifier les lacunes dans l'enseignement de ses dimensions environnementales, socio-économiques et de gouvernance.
- Analyse des dynamiques territoriales, politiques, socio-économiques et éducatives qui façonnent les voies de transition agroécologique dans différents contextes méditerranéens.

References

Abdelhedi, I. T., & Zouari, S. Z. (2020). Agriculture and food security in North Africa: A theoretical and empirical approach. *Journal of the Knowledge Economy*, *11*(1), 193–210. https://doi.org/10.1007/s13132-018-0528-y

Bezner Kerr, R., Madsen, S., Stüber, M., Liebert, J., Enloe, S., Borghino, N., Parros, P., Mutyambai, D. M., Prudhon, M., & Wezel, A. (2021). Can agroecology improve food security and nutrition? A review. *Global Food Security*, *29*, 100540. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100540

Cassart, P., Frei, A., Hauggaard-Nielsen, H., Kruse Rasmussen, H., Swartebroeckx, A., Froidmont, E., Stilmant, D., & Rossing, W. (2025). A heuristic framework to portray agroecological transition initiatives in reflexive arrangements, illustrated with a conservation agriculture network in Denmark. *Ecology and Society*, *30*(2), 10. https://doi.org/10.5751/ES-15770-300210

FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO, & UNESCWA. (2023). *Near east and North Africa: Regional overview of food security and nutrition 2022. Trade as an enabler for food security and nutrition*. FAO; IFAD; UNICEF; WHO; ESCWA; WFP. https://doi.org/10.4060/cc4773en

HLPE. (2019). *Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition* (HLPE Report 14, p. 162). Committee on World Food Security. http://www.fao.org/3/ca5602en/ca5602en.pdf

IPCC. (2023). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability: Working group II contribution to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (p. 3056) [Working group II contribution to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change]. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844

ISS African Futures. (2026). *North Africa development futures*. Economics: Current Path. https://futures.issafrica.org/geographic/regions/north-africa/#economics

Jones, S. K., Bergamini, N., Beggi, F., Lesueur, D., Vinceti, B., Bailey, A., DeClerck, F. A., Estrada-Carmona, N., Fadda, C., Hainzelin, E. M., Hunter, D., Kettle, C., Kihara, J., Jika, A. K. N., Pulleman, M., Remans, R., Termote, C., Fremout, T., Thomas, E., … Quintero, M. (2022). Research strategies to catalyze agroecological transitions in low- and middle-income countries. *Sustainability Science*, *17*(6), 2557–2577. https://doi.org/10.1007/s11625-022-01163-6

Le Mouël, C., Forslund, A., Marty, P., Manceron, S., Marajo-Petitzon, E., Caillaud, M.-A., Dumas, P., & Schmitt, B. (2023). Can the Middle East-North Africa region mitigate the rise of its food import dependency under climate change? *Regional Environmental Change*, *23*(2), 52. https://doi.org/10.1007/s10113-023-02045-y

Mahmoud, M. (2025). *Managing threats to food security: Water and agricultural resilience in North Africa* (p. 21). Middle East Institute. https://mei.edu/publication/managing-threats-food-security-water-and-agricultural-resilience-north-africa/

UNCCD. (2024). *Three-quarters of earth's land became permanently drier in last three decades*. https://www.unccd.int/sites/default/files/2024-12/PR%20aridity%20report.pdf

Wezel, A., Herren, B. G., Kerr, R. B., Barrios, E., Gonçalves, A. L. R., & Sinclair, F. (2020). Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *40*(6), 40. https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z

Theme 1

Current tendencies in understanding territorial realities of agriculture and the perceptions, dynamics, and state of agroecological transition in North Africa

Thème 1

Tendances actuelles dans la compréhension des réalités territoriales de l'agriculture, des perceptions, des dynamiques et de l'état de la transition agroécologique en Afrique du Nord

Les trajectoires de l'agroécologie en Afrique du Nord : une analyse compréhensive des pratiques et des dynamiques de transition

Ali Daoudi[1], Mélanie Requier-Desjardins[2], Karima Boudedja[3], Ghizlane Echchgadda[4], Haïfa Benmoussa[5], Zoubir Chattou[6], Souad Benmoussa[7], Cheikh Sidya Fall[8], Hatem Belhouchette[9]

[1]Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA), 16200, Alger, Algérie

[2]CIHEAM-IAMM, UMR SENS, F-34093 Montpellier, France
SENS, Univ Montpellier, CIRAD, IRD, Univ Paul Valery Montpellier 3, Montpellier, France

[3]Centre de Recherche en Economie Appliquée pour le Développement, Alger, Algérie

[4]Département de Protection des Plantes, Unité d'Agroécologie,
Ecole Nationale d'agriculture de Meknès, Maroc

[5]Université de Carthage, Institut National Agronomique de Tunisie, Laboratoire GREEN-TEAM,
LR17AGR01, Tunis, Tunisie

[6]Département d'Ingénierie de développement rural, Ecole Nationale d'agriculture de Meknès, Maroc

[7]Association El Argoub, Laghouat, Algérie

[8]Groupe de Recherche et de Réalisations pour le Développement Rural, Nouakchott, Mauritanie

[9]CIHEAM-IAMM, UMR ABSys, F-34093 Montpellier, France
ABSys, Univ Montpellier, CIHEAM-IAMM, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France

Résumé. La région méditerranéenne, particulièrement affectée par le changement climatique, voit ses systèmes agricoles et alimentaires confrontés à des impératifs de transformation. Cet article propose une analyse transversale des dynamiques de transition agroécologique en Afrique du Nord, en s'appuyant sur les résultats de sept diagnostics territoriaux conduits dans quatre pays (Algérie, Mauritanie, Maroc et Tunisie) dans le cadre du projet NATAE. En rupture avec les approches normatives qui postulent une trajectoire linéaire et institutionnelle de transition, notre analyse repose sur un cadre compréhensif, empirique et analytique, centré sur les pratiques réelles des agriculteurs et les rationalités qui les sous-tendent. L'étude révèle que la transition agroécologique dans la région est moins un processus planifié qu'une dynamique d'adaptation permanente et d'hybridation, façonnée par des contraintes structurelles (foncier, accès à l'eau, aux aides publiques, au marché) et des logiques d'action hétérogènes diversifiées. Nous proposons une typologie de quatre dynamiques principales – l'agroécologie comme un ensemble de pratiques et de savoir-faire hérité, l'agroécologie héritée, l'agroécologie pragmatique et adaptative (souvent qualifiée de bricolage) de bricolage s'apparentant à des pratiques souvent hybrides, l'agroécologie exogène introduite de l'extérieur du territoire et celle de conviction, témoignant d'un engagement politique et citoyen – qui illustrent la diversité des chemins empruntés par les agriculteurs de la région. Ces trajectoires, situées à différents niveaux de transformation, soulignent que l'enjeu n'est pas tant l'adoption de pratiques dites agroécologiques que la compréhension des conditions permettant de renforcer les capacités d'innovation et la résilience des systèmes agricoles locaux. Dans ce contexte, la discussion réexamine le concept même de « transition » dans ce contexte, lui substituant celui d'une « instabilité adaptative », et explore les implications politiques différenciées pour soutenir chaque dynamique en vue d'une meilleure résilience.

Mots-clés. Transition agroécologique – Afrique du Nord – Approche compréhensive – Bricolage – Adaptation incrémentale – Résilience

Title. The trajectories of agroecology in North Africa: a comprehensive analysis of transition practices and dynamics

Abstract. *The Mediterranean region, particularly affected by climate change, is witnessing its agricultural and food systems confronted with a pressing need for adaptation. This article provides a cross-cutting analysis of agroecological transition dynamics in North Africa, drawing on the results of eight seven territorial diagnostics conducted in four countries (Algeria, Mauritania, Morocco, and Tunisia) within the framework of the NATAE project. Departing from normative approaches that assume a linear transition pathway, our analysis adopts a comprehensive and analytical framework centered on farmers' actual practices and the rationalities underpinning them. The study reveals that agroecological transition in the region is less a planned process than a continuous dynamic of adaptation and hybridization, shaped by structural constraints (land tenure, access to water, markets) and heterogeneous logics of action. We propose a typology of four main dynamics—inherited agroecology, pragmatic and adaptive agroecology (often referred to as bricolage) bricolage agroecology, exogenous agroecology, and conviction-driven agroecology—illustrating the diversity of pathways followed by farmers across the region. These trajectories, situated at different levels of transformation, highlight that the key issue lies not so much in the adoption of so-called agroecological practices as in understanding the conditions that strengthen innovation capacities and the resilience of local agricultural systems. The discussion critically examines the very notion of "transition" in this context, favoring instead the concept of "adaptive instability," and explores differentiated policy implications for supporting each dynamic, for enhanced resilience.*

Keywords. *Agroecological transition – North Africa – Comprehensive approach – Bricolage – Incremental adaptation – Resilience*

I- Introduction

L'équation alimentaire des pays d'Afrique du Nord est marquée par une complexité et une fragilité structurelle (Abdelhedi & Zouari Zouari, 2020). Le déficit agricole, notamment céréalier, se creuse sous le double effet d'une demande croissante et d'une production locale stagnante, fortement impactée par le changement climatique (Abdelhedi & Zouari Zouari, 2020). Dans ce contexte, la transformation des systèmes agricoles et alimentaires est devenue un impératif stratégique. Pendant des décennies, les politiques publiques ont privilégié l'intensification et la modernisation comme uniques leviers pour garantir la sécurité alimentaire, avec des résultats souvent mitigés, particulièrement au niveau de l'agriculture pluviale.

Face à ces impasses, l'agroécologie est de plus en plus présentée comme une voie alternative pour renforcer la résilience des systèmes alimentaires et la conservation des ressources naturelles. Cependant, la littérature scientifique sur le sujet, bien que riche, présente des lacunes notables : elle est dominée soit par des études de cas monographiques, soit par des cadres théoriques normatifs (FAO, 2018 ; HLPE, 2019) souvent élaborés dans des contextes latino-américains ou subsahariens, qui peinent à capter la spécificité des dynamiques en cours en Afrique du Nord. Peu de travaux ont proposé une analyse comparative et territorialisée permettant de comprendre comment l'agroécologie se décline concrètement dans la diversité des agroécosystèmes de la région et de ses spécificités culturelles et climatiques.

L'originalité de cet article est qu'il contribue à combler cette lacune en proposant une lecture compréhensive et analytique de la transition agroécologique, fondée sur les pratiques réelles des agriculteurs (niveau micro). Plutôt que de postuler une transition linéaire et intentionnelle, nous cherchons à comprendre les logiques d'action, les rationalités pratiques et les processus d'adaptation qui façonnent les changements observés sur le terrain. Notre contribution est triple : 1) proposer une analyse comparative territorialisée de la transition agroécologique en Afrique du Nord, en dépassant le simple inventaire de pratiques ; 2) mettre en évidence le caractère hybride et non linéaire des trajectoires agroécologiques; et 3) engager une relecture critique du concept même de « transition agroécologique » dans le contexte nord-africain, où les agriculteurs évoluent dans un état d'« instabilité adaptative » permanente plutôt que dans un passage planifié, même progressivement, d'un système plus ou moins stabilisé vers un autre.

Le contexte nord-africain est marqué par la sévérité des impacts du changement climatique (Gaaloul et al., 2020), avec des périodes longues de sécheresse récurrentes (par exemple, le cycle 2017-2024 dans toute la région) et des années caractérisées par de fortes inondations (comme 2025). Ces impacts peuvent être également localisés avec une répartition spatiale très inégale des pluies. Les impacts résumés dans le rapport de synthèse du GIEC (IPCC, 2023) mettent en évidence une modification généralisée de la structure des écosystèmes et une réorganisation des aires de répartition des espèces. Ces changements sont associés à des modifications phénologiques significatives, dont les moteurs incluent l'augmentation des températures, l'intensification des sécheresses et la variabilité accrue des précipitations. Parmi les conséquences sur les composantes humaines, les observations révèlent les tensions sur les usages de l'eau devenue plus rare, les pertes de productivité agricole, animale et la dégradation des sols qui menacent la sécurité alimentaire, ainsi que l'aggravation de la malnutrition chez les populations les plus vulnérables, urbaines comme rurales.

Face à ces phénomènes, l'agroécologie apparaît comme une forme pertinente d'adaptation des systèmes agricoles aux impacts du changement climatique. Dans cette perspective, notre recherche évalue le capital et les potentiels agroécologiques de sept territoires représentatifs des principaux agroécosystèmes de la région afin de caractériser les modes d'adaptation en présence. Le capital agroécologique est ici défini comme l'ensemble des ressources (matérielles, écologiques et immatérielles) mobilisables par les acteurs locaux pour initier et soutenir des pratiques agroécologiques. Il englobe non seulement les éléments biophysiques (biodiversité, santé des sols, disponibilité en eau), mais aussi les dimensions socio-techniques (savoir-faire traditionnels, réseaux d'échange, capacités d'innovation). Notre recherche s'appuie notamment sur une typologie distinguant l'adaptation planifiée au niveau des politiques publiques de celle, anticipée ou réactive, mise en œuvre par les agriculteurs, individuellement ou au sein de réseaux d'action (Smit et al., 2014). Enfin, cet article défend aussi l'idée que l'agroécologie en Afrique du Nord relève principalement d'une adaptation silencieuse (Simonet, 2020).

II- Méthodologie

Notre démarche s'inscrit en rupture avec les approches prescriptives qui définissent a priori un modèle de transition idéal. Nous adoptons une posture compréhensive, visant à analyser les pratiques telles qu'elles se déploient dans des territoires ciblés de quatre pays d'Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Mauritanie et Tunisie) et les logiques qui les sous-tendent, qu'elles soient économiques, sociales ou écologiques. Ces territoires représentent quatre types majeurs d'agroécosystèmes dans la région : les plaines céréalières (2 sites : 1 en Algérie et 1 en Tunisie), les montagnes (2 sites : 1 en Algérie et 1 au Maroc), les oasis (1 site en Algérie) et les espaces agricoles péri-urbains (2 sites au Maroc et en Mauritanie).

Les analyses s'appuient sur des enquêtes menées auprès des agriculteurs et des acteurs locaux afin de comprendre leurs rationalités, leurs perceptions et leurs pratiques face au changement climatique. Elles visent également à identifier les processus d'adaptation et les dynamiques initiées localement en réponse aux enjeux environnementaux, alimentaires qui menacent jusqu'à la question même de leur existence en tant qu'agriculteurs. Elles cherchent à identifier les composantes relevant de pratiques agroécologiques pour aborder la question d'une transition agroécologique dans les sites et les agroécosystèmes étudiés à partir des informations recueillies.

1. Cadre conceptuel : d'une approche normative à une lecture compréhensive

La conceptualisation la plus influente de la transition agroécologique est celle de Gliessman (2010), qui la décline en cinq niveaux progressifs : de l'efficience des pratiques conventionnelles (Niveau 1) à la reconstruction d'un système alimentaire global juste et durable (Niveau 5), en passant par la substitution d'intrants (Niveau 2) et la reconception des agroécosystèmes (Niveau 3). Ce modèle, comme ceux de la FAO (2018) ou du HLPE (2019), offre un cadre

normatif puissant, mais peut conduire à un « biais normatif » en projetant une finalité (un telos) sur des processus qui, observés au niveau micro, obéissent à des logiques bien différentes.

Notre approche analytique s'appuie sur la critique de cette vision téléologique. Nous mobilisons pour cela plusieurs concepts issus de la sociologie rurale. Premièrement, nous faisons la distinction entre l'« agroécologie-mouvement », qui relève d'un projet politique intentionnel, et l'« agroécologie-pratiques », qui correspond à l'adoption de techniques sans nécessairement adhérer à une vision transformatrice (Wezel et al., 2009). Deuxièmement, nous analysons les choix des agriculteurs à travers le prisme des ajustements pragmatiques et du bricolage (Lamine, 2017 ; Haider & Cleaver, 2023). Les agriculteurs ne suivent pas un plan de transition, mais assemblent de manière pragmatique des éléments hétérogènes (conventionnels, traditionnels, agroécologiques) pour répondre à des contraintes immédiates. Leurs actions sont guidées par une logique de reproduction de leur exploitation et de leur ménage dans un environnement incertain (Van der Ploeg, 2014), où l'adoption d'une pratique agroécologique peut être une stratégie de réduction de la dépendance économique avant d'être un choix écologique (Ameur et al., 2020).

2. Évaluation de l’intégration de pratiques agroécologiques

L'étude s'appuie sur une analyse transversale de sept diagnostics territoriaux réalisés entre 2023 et 2025 dans le cadre du projet NATAE (Al Dika, 2023, Belmecheri Benmoussa & Moulai, 2023 ; Benmoussa et al., 2024 ; Boudedja et al., 2024 ; Brahim, 2025 ; Chattou et al., 2024 ; El Chahrouk El Maalouf, 2024). Une démarche méthodologique commune a été proposée pour orienter ces diagnostics, centrée sur l'identification des pratiques agroécologiques, la caractérisation des systèmes de production et l'analyse des déterminants de leur adoption (Daoudi, 2023).

Bien que le protocole ait été adapté par chaque équipe locale, il reposait sur un socle commun d'outils qualitatifs. Les unités d'analyse étaient l'exploitation agricole, le territoire et, de manière secondaire, les chaînes de valeur. La collecte de données a principalement reposé sur des entretiens semi-directifs auprès d'agriculteurs et de personnes ressources, des ateliers participatifs impliquant plusieurs types d’acteurs (agriculteurs, services techniques, ONG, chercheurs) et des enquêtes systématiques auprès d’échantillons raisonnés ou représentatifs d’agriculteurs (tableau 1). Le choix des sites est adossé à la typologie des principaux agroécosystèmes représentatifs de la région (Requier-Desjardins et al., 2024) et à l’existence d’initiatives antérieures et de projets d’agriculture durable.

Tableau 1. Synthèse des démarches méthodologiques mises en œuvre dans les sites de l'étude

Systèmes Agroécologiques	Sites	Outils utilisés	Quantification
Agroécosystèmes oasiens	Laghouat (Algérie)	• Entretiens individuels auprès d'agriculteurs et autres personnes ressources	6
		• Entretiens de groupe (atelier participatif)	13
		• Enquête systématique auprès d'agriculteurs	38
Agriculture périurbaine	PK-17 Nouakchott (Mauritanie)	• Entretiens individuels auprès d'agriculteurs et d'autres personnes ressources (autorités, services techniques, ONG, etc.)	28
		• Entretiens de groupe (atelier participatif)	1
		• Enquête systématique auprès d'agriculteurs	40
	Ait Otmane-Meknès (Maroc)	• Entretiens individuels auprès d'agriculteurs et autres personnes ressources	35
		• Entretiens de groupe (atelier participatif)	5
		• Enquête systématique auprès d'agriculteurs	55
Agroécosystèmes montagneux	Skoura-Boulemane (Maroc)	• Entretiens individuels auprès d'agriculteurs et autres personnes ressources	13
		• Entretiens de groupe (atelier participatif)	1
		• Enquête systématique auprès d'agriculteurs	30
	Tizi Ouzou (Algérie)	• Entretiens individuels auprès d'agriculteurs et autres personnes ressources	30
		• Entretiens de groupe (atelier participatif)	2
Agroécosystème des plaines céréalières semi-arides	Siliana (Tunisie)	• Entretiens de groupe (atelier participatif)	1
		• Enquête systématique auprès d'agriculteurs	30
	Sétif (Algérie)	• Entretiens individuels auprès d'agriculteurs et autres personnes ressources	15
		• Entretiens de groupe (atelier participatif)	4
		• Enquête systématique auprès d'agriculteurs	70

L'objectif n'était pas d'atteindre une représentativité statistique, mais une « généralisation analytique » (Yin, 2009), c'est-à-dire d'identifier des régularités, des contrastes et des logiques d'action récurrentes dans les trajectoires agroécologiques des territoires étudiés. Les données qualitatives ont fait l'objet d'une analyse thématique transversale, visant à faire émerger les combinaisons de pratiques et les configurations communes.

3. Présentation des sites d'étude

Les sites retenus couvrent une diversité d'agroécosystèmes représentatifs des contextes agricoles d'Afrique du Nord, allant des plaines et zones de montagne semi-arides aux zones sahariennes et subsahariennes. Ils se distinguent notamment par leurs conditions agroécologiques, la structure des exploitations, les cultures dominantes et les modes de conduite des productions. Le tableau 2 synthétise leurs principales caractéristiques.

Tableau 2. Caractéristiques des agroécosystèmes étudiés

Sites	Zones Agroécologiques	Superficie moyenne des exploitations	Cultures dominantes	Modes de conduites dominants
Laghouat (Algérie)	Saharienne	5 ha	Arboriculture fruitière, maraîchages, céréales et fourrages	Irrigué (forage profond)
PK-17 Nouakchott (Mauritanie)	Saharienne aride	1500 m^2	Maraîchages,	Irrigué (eaux usées, fleuve)
Ait Otmane - Meknès (Maroc)	Plaine semi-aride	4 à 5 ha répartis entre ayants-droits sans titre foncier	Olivier, céréales, maraîchages	Irrigué par des pompages des eaux souterraines du Saîss et pluvial
Skoura-Boulemane (Maroc)	Haute montagne	De 0,66 ha à 5,57 ha selon les principaux systèmes de production recensés	Olivier, céréales, arboriculture rustique	Pluviale + Irrigué (source)
Tizi Ouzou (Algérie)	Haute montagne	2 ha	Arboriculture, maraîchage, oléiculture, céréales, élevage bovin et caprin	Pluviale et irrigué (sources et puits, pour les céréales oued)
Siliana (Tunisie)	Plaine semi-aride	16.5 ha	Céréaliculture, olivier, élevage ovin	Pluviale
Sétif (Algérie)	Plaine semi-aride	20 ha	Céréaliculture, fourrage, élevage ovin,	Pluviale + poche irriguée très limitées en surface

La diversité des situations présentées dans le tableau permet de couvrir un large éventail de systèmes de production et de contextes agroécologiques. Les sites comprennent ainsi des territoires sahariens et arides, caractérisés notamment par une forte dépendance à l'irrigation, ainsi que des zones de plaine et de montagne semi-arides où les systèmes de production

reposent davantage sur les cultures pluviales, parfois associées à des ressources en eau limitées pour l'irrigation. Les structures d'exploitation sont également très variables, depuis de petites exploitations maraîchères de quelques milliers de mètres carrés jusqu'à des exploitations céréalières et d'élevage de plusieurs dizaines d'hectares.

Cette diversité constitue un cadre pertinent pour analyser les différentes formes et trajectoires d'adoption de pratiques agroécologiques dans les agroécosystèmes d'Afrique du Nord.

III- Résultats

L'analyse transversale des territoires ciblés met d'abord en évidence un ensemble de contraintes structurelles pesant sur les systèmes agricoles en place. Elle donne lieu à une caractérisation des systèmes de production, à un inventaire détaillé des pratiques agroécologiques observées et à l'identification de quatre dynamiques agroécologiques distinctes.

1. Un environnement sous contraintes : les déterminants structurels

Plusieurs facteurs structurels limitent fortement les marges de manœuvre des agriculteurs des territoires étudiés et conditionnent leurs stratégies d'adaptation :

- **Le changement climatique, ses formes locales et sa variabilité interannuelle :** Le changement climatique exacerbe une forte variabilité climatique interannuelle, caractéristique structurelle de l'Afrique du Nord. L'irrégularité des précipitations et la récurrence des sécheresses marquées par des hausses significatives de températures accroissent l'incertitude sur les rendements et rendent les agricultures pluviales particulièrement vulnérables, limitant leurs marges d'adaptation et leur capacité d'investissement.
- **L'accès à l'eau et sa raréfaction :** Le manque d'eau est une contrainte omniprésente des sites étudiés. Elle limite les superficies irriguées et pousse souvent à des stratégies de gestion différenciées (utilisation de techniques d'irrigation économes en eau) et peut conduire localement à des conflits (sur les parts d'eau…).
- **Le régime foncier :** L'insécurité, réelle ou perçue, de l'accès à la terre, qu'il s'agisse de terres domaniales (Laghouat, Nouakchott, Sétif) ou collective et ethnique sous tutelle de l'Etat (Aït Othmane) ou encore de faire-valoir indirect sur des terres privées (la majorité des autres sites), constitue une contrainte majeure à l'investissement dans des pratiques agroécologiques de long terme.
- **La faiblesse de l'organisation collective :** Les agriculteurs sont souvent peu intégrés dans des organisations professionnelles dynamiques capables de défendre leurs intérêts, de mutualiser des moyens ou de structurer des filières de valorisation. Ce contexte favorise l'émergence de coutiers et d'intermédiaires qui tirent profit de la faible organisation des producteurs et contribuent ainsi à la baisse des prix.
- **L'atomisation des marchés :** La distribution des produits via des circuits longs et peu structurés rend difficile la valorisation de la qualité des produits agroécologiques ainsi que la structuration de filières dédiées. Elle limite le développement de circuits courts et l'amélioration des relations de proximité et de confiance entre producteurs et consommateurs, pourtant essentielles à la reconnaissance de la valeur des produits offerts et de la justesse de leurs prix.
- **L'insuffisance des politiques publiques, notamment d'appui aux produits issus de l'agroécologie :** Les dispositifs d'aide et de conseil agricole sont jugés lacunaires, peu ciblés et insuffisamment adaptés aux spécificités de ces agricultures (notamment périurbaines et de montagne).

- **La pression urbaine :** La proximité de grands centres urbains crée des opportunités de marché mais exacerbe la compétition pour les ressources (terre, eau, main-d'œuvre).

2. Caractéristiques structurelles des systèmes de production

Malgré la diversité des contextes agroécologiques et socioéconomiques, les systèmes de production identifiés partagent plusieurs traits communs qui reflètent les contraintes structurelles de l'environnement nord-africain.

- **Dominance des petites exploitations :** La majorité des exploitations dans les huit territoires étudiés sont de taille faible (inférieure à 2 hectares) à moyenne (inférieure à 5 hectares). Les exploitations de taille supérieure à 20 hectares sont très rares, à l'exception de quelques cas à Skoura, Laghouat, Siliana, et Sétif. Au PK-17 (Mauritanie), les très petites exploitations (moins de 1 hectare) sont majoritaires.
- **Polyculture-élevage généralisée :** À l'exception des exploitations du PK-17, spécialisées dans le maraîchage, la majorité des exploitations des autres sites associent la polyculture et l'élevage. À Ait Othmane, la majorité des exploitations associent les céréales conduites en pluviale à des cultures maraîchères irriguées et à l'élevage fermier de petite taille. Le maraîchage est présent dans les sites dès qu'il y a de l'eau.
- **Faible niveau d'intensification :** À l'exception des exploitations des périmètres de mise en valeur à Laghouat, la majorité des exploitations des autres sites sont faiblement intensives, au sens de l'utilisation importante d'équipements et d'intrants agricoles industriels. Dans certaines exploitations, notamment à Ait Othmane, Tizi Ouzou et PK-17, les systèmes de production peuvent être très intensifs en travail selon la nature des cultures. Le recours à l'auto-approvisionnement en intrants (semences fermières, fourrages, fumier) et aux travaux manuels y est fréquent.
- **Variabilité de la production et des revenus :** Les systèmes agricoles conduits en régime pluvial (Skoura, Siliana, Sétif) sont caractérisés par une très forte variabilité de la production et donc des revenus agricoles. La variation des revenus agricoles caractérise également les exploitations qui produisent des cultures maraîchères, dont les prix sont assez volatiles sur les marchés. L'élevage constitue dans toutes ces exploitations une source de revenu relativement stable.
- **Importance de la pluriactivité :** Les chefs des petites et moyennes exploitations sont majoritairement des pluriactifs (Ait Othmane, PK-17, Skoura, Laghouat, Tizi Ouzou). Ils travaillent comme salariés agricoles ou dans d'autres secteurs. La pluriactivité renseigne sur la faiblesse des revenus agricoles. Il s'agit également d'une stratégie permettant aux exploitations familiales de se maintenir et d'assurer leur pérennité, notamment par la diversification de leurs sources de revenus.
- **Autoconsommation significative :** Chez les petites et moyennes exploitations agricoles (Tizi Ouzou, PK-17), l'autoconsommation constitue une composante importante de l'économie du ménage et influence les choix de production.
- **Diversité des profils d'agriculteurs :** Les agriculteurs dans les territoires étudiés n'ont pas tous une trajectoire professionnelle classique. Au PK-17 et à Laghouat, les exploitants d'origine urbaine ne sont pas rares, avec un capital d'expérience et une expertise technique généralement faibles.

3. Typologie des systèmes de production

Malgré la diversité des contextes, quatre grands types d'exploitations agricoles peuvent être distingués selon leur logique de production, leurs contraintes structurelles et leur rapport à l'intensification.

La typologie proposée repose sur une démarche qualitative et inductive, sans recours à des méthodes statistiques de classification. Elle a été construite à partir de l'analyse croisée des données empiriques collectées sur les sept sites d'étude, complétée par l'expertise des auteurs sur les systèmes agricoles étudiés. Les catégories identifiées résultent d'un processus itératif visant à mettre en évidence des configurations récurrentes d'exploitations selon leurs ressources, contraintes et logiques de production. Cette typologie a une portée essentiellement heuristique et interprétative, et vise à rendre compte de la diversité des situations observées plutôt qu'à produire une classification statistiquement représentative.

Type 1 : Exploitations de taille moyenne à potentiel d'intensification limité par des contraintes naturelles

Représentées principalement à Skoura et dans les plaines céréalières de Siliana et Sétif, ces exploitations sont caractérisées par l'absence d'irrigation fiable et la variabilité des précipitations. Le climat est le facteur le plus déterminant de la production agricole. La logique d'action des exploitants peut être formulée comme suit : « stabiliser le revenu agricole par la maîtrise des coûts ». Le recours à des pratiques agroécologiques se justifie par un calcul économique axé sur la réduction des dépenses. Ces exploitations recherchent avant tout la viabilité économique face à l'incertitude climatique.

Type 2 : Exploitations de taille moyenne avec un potentiel d'intensification

Présentes à Laghouat, Tizi-Ouzou et Ait Othmane, ces exploitations bénéficient généralement d'un accès fiable à l'eau d'irrigation, leur permettant de s'engager dans un processus d'intensification de leur production agricole. À court terme, elles sont davantage influencées par les variations des prix sur les marchés que par le changement climatique. La rationalité des chefs d'exploitation peut être formulée autour de l'objectif suivant : « optimiser le revenu par une intensification raisonnée ». Le choix des cultures et des pratiques techniques est réfléchi dans le but de réduire les risques liés au marché. Cette rationalité se traduit par une stratégie consistant en : 1) la diversification des cultures, avec l'introduction d'une culture dont le marché est stable (céréales et fourrages), en complément des cultures lucratives dont les prix sont instables (maraîchage et arboriculture) ; et 2) la réduction de l'utilisation de certains intrants coûteux ayant un faible impact (réel ou présumé) sur la production.

Type 3 : Exploitations de petite taille orientées vers le marché

Ce type d'exploitations, malgré leur petite taille, présente un potentiel d'intensification, notamment grâce à l'irrigation. On les retrouve notamment dans les sites d'Ait Othmane, PK-17, Skoura et Tizi-Ouzou. Confrontés aux contraintes liées à la taille de leurs parcelles et aux difficultés financières, les chefs de ce type d'exploitation ont comme objectif : « l'augmentation de la production et du revenu, dans les limites des moyens disponibles ». Les ressources limitées imposent des choix techniques spécifiques, tels que l'utilisation de semences autoproduites, la restriction de l'usage d'engrais chimiques et de pesticides, ainsi que le recours au désherbage manuel.

Type 4 : Exploitations de petite taille orientées vers l'autoconsommation

Ce sont des exploitations familiales vivrières, qui dégagent peu d'excédents pour le marché. Elles sont identifiées à Ait Othmane et Skoura, Tizi Ouzou et au PK-17. L'objectif assigné à ces exploitations est de contribuer à l'approvisionnement du ménage en produits alimentaires, au moindre coût possible. Le recours aux intrants achetés est limité au maximum et la mobilisation des ressources locales gratuites est privilégiée.

4. Inventaire et analyse des pratiques agroécologiques identifiées

Au-delà de la simple énumération des pratiques, l'analyse transversale révèle que celles-ci s'organisent autour de quatre domaines d'action correspondant aux principes du HLPE (2019) : l'efficacité des ressources, la résilience, la diversification économique et la responsabilité sociale. Cette structuration permet de mieux comprendre les logiques de transition et les interactions systémiques entre pratiques.

A. Pratiques d'efficacité des ressources et de recyclage

Ces pratiques visent à réduire la dépendance aux intrants externes et à optimiser l'utilisation des ressources disponibles. Elles correspondent aux principes HLPE (2019) de recyclage et de réduction des intrants chimiques.

1. Fertilisation organique (fumier) **:** Présente dans la totalité des sites (Laghouat, Tizi-Ouzou, Ait Othmane, PK7-Nouakchott, Siliana, Sétif et Skoura), cette pratique repose sur l'utilisation du fumier animal pour améliorer la fertilité des sols. Dans les contextes où l'élevage est associé à la production végétale, cette pratique représente un recyclage naturel des déchets et constitue une alternative économique aux engrais chimiques.

2. Réutilisation des résidus de cultures **:** Également présente dans les sept sites, cette pratique consiste en l'utilisation de résidus des cultures (chaume, paille et autres.). Elle permet de valoriser les sous-produits agricoles et de réduire les coûts de production.

3. Irrigation au goutte-à-goutte **:** Identifiée à Laghouat, Ait Othmane et Siliana, cette technique d'irrigation de précision réduit considérablement la consommation d'eau et améliore l'efficacité de l'utilisation des nutriments.

4. Traction animale **:** Pratique identifiée au PK7-Nouakchott et dans la zone montagneuse de Skoura au Maroc, elle représente une alternative à la mécanisation motorisée, réduisant les coûts énergétiques et permettant la mise en valeur de terres inaccessibles à la mécanisation.

5. Semences autoproduites **:** Présente dans tous les sites, cette pratique est particulièrement importante dans les contextes de petites exploitations. Elle réduit la dépendance aux fournisseurs externes et permet une adaptation locale des variétés.

6. Désherbage manuel ou mécanique **:** Identifiée dans cinq sites (Laghouat, Tizi-Ouzou, Ait Othmane, PK7-Nouakchott et Skoura), cette pratique remplace l'utilisation d'herbicides chimiques. Elle est particulièrement importante dans les contextes où la main-d'œuvre est disponible et où les coûts des pesticides constituent une charge importante.

7. Travail du sol réduit ou sans labour **:** Pratique présente, sans être dominante, dans tous les sites, elle réduit la dégradation des sols, améliore la rétention d'eau et diminue les coûts énergétiques.

8. Irrigation avec eaux usées épurées **:** Identifiée au PK7-Nouakchott, cette pratique innovante permet de valoriser les eaux usées traitées pour l'irrigation.

Les pratiques d'efficacité 1 (fertilisation organique) et 2 (réutilisation des résidus de récoltes), apparaissent largement diffusées dans les exploitations de tous les sites étudiés et pour la pratique 6 (désherbage manuel ou mécanique) dans tous les agrosystèmes étudiés à l'exception des plaines céréalières, ce qui indique leur adoption généralisée liée aux contraintes économiques communes (coûts élevés des intrants chimiques, main-d'œuvre disponible). Les pratiques 7 (travail du sol réduit ou sans labour) et 5 (semences autoproduites) sont aussi présentes dans tous les sites sans être majoritaires. L'adoption de ces nombreuses pratiques d'efficacité relève principalement d'une logique de réduction des coûts plutôt que d'une adhésion à des principes écologiques.

B. Pratiques de résilience écologique

Ces pratiques visent à renforcer la capacité des agroécosystèmes à résister aux chocs climatiques et économiques, en améliorant la santé des sols, la biodiversité et les synergies écologiques.

9. Intégration de légumineuses dans les rotations **:** Présente à Laghouat, Tizi-Ouzoun, Aït Othmane, Siliana et Sétif, cette pratique améliore la fixation de l'azote et réduit la dépendance aux engrais chimiques.

10. Paillage (mulching) **:** Identifiée à Laghouat et Tizi-Ouzou, cette pratique améliore la rétention d'eau, régule la température du sol et réduit l'érosion.

11. Ressources génétiques locales **:** Présente dans six sites (Laghouat, Tizi-Ouzou, Ait Othmane, Skoura, Siliana, Sétif), cette pratique inclut l'utilisation de semences locales et de races animales adaptées. Elle représente un patrimoine important de biodiversité et d'adaptation locale.

12. Agroforesterie et apiculture **:** Identifiée dans quatre sites (Laghouat, Tizi-Ouzou, Ait Otmane, PK7-Nouakchott), cette pratique crée des synergies écologiques entre cultures arborées et cultures herbacées, améliore la biodiversité et génère des revenus additionnels.

13. Pesticides naturels autofabriqués **:** Présente également dans quatre sites (Laghouat, Tizi-Ouzou, Skoura, PK7-Nouakchott), cette pratique remplace les pesticides chimiques par des préparations locales (ex. : infusions et mélange de plantes, sel, savon ...).

14. Rotation des cultures, culture intercalaire et ou sous-étage végétal **:** Pratique transversale identifiée dans tous les sites, elle améliore la fertilité des sols, réduit la pression des ravageurs et diversifie la production.

La pratique 14 (rotation des cultures, intercalaire et sous-culture) est présente dans tous les sites, ce qui indique son importance fondamentale. Les autres pratiques de résilience sont moins largement diffusées, particulièrement en zones céréalières et périurbaines. Leur adoption semble ainsi davantage liée à des contextes spécifiques où la diversité écologique est plus valorisée.

C. Pratiques de diversification économique

Ces pratiques visent à réduire la dépendance à une seule source de revenu et à créer des opportunités économiques supplémentaires, tout en renforçant la résilience économique des exploitations.

Les pratiques 15, 16 et 17 sont présentes dans au moins quatre sites, indiquant une adoption importante. Ces pratiques répondent à une logique de résilience économique face aux marchés instables et aux revenus agricoles faibles.

15. Autoconsommation d'une partie de la production **:** Présente dans la majorité des sites, sauf à Sétif, cette pratique réduit la dépendance aux marchés volatiles et améliore la sécurité alimentaire du ménage.

16. Ventes directes de la production **:** Identifiées dans la majorité des sites, cette pratique permet aux agriculteurs de contourner les intermédiaires et d'augmenter leurs marges. Elle est particulièrement importante dans les contextes périurbains.

17. Agriculture + élevage **:** Pratique largement présente (Laghouat, Tizi-Ouzou, Ait Othmane, Skoura, Siliana et Sétif), elle crée des synergies économiques et écologiques, avec l'élevage fournissant du fumier et la production végétale fournissant du fourrage.

18. Pluriactivité **:** Bien que souvent subie (faiblesse des revenus agricoles), cette pratique permet aux ménages de diversifier leurs sources de revenu et de réduire leur vulnérabilité.

20. Agritourisme associé à l'agriculture **:** Identifiée à Laghouat, Tizi-Ouzou et Skoura, cette pratique crée des revenus additionnels en valorisant le patrimoine agricole et culturel.

***21. Transformation domestique des produits agricoles* et autres produits naturels :** Pratique présente dans la majorité des sites, elle ajoute de la valeur aux produits agricoles et naturels du terroir (plantes aromatiques et médicinales) et crée des opportunités d'emploi, particulièrement pour les femmes.

D. Pratiques de responsabilité sociale

Ces pratiques visent à renforcer les dimensions sociales et culturelles de l'agriculture, en promouvant le partage de connaissances et la valorisation des patrimoines alimentaires locaux. Ces pratiques, bien que transversales, restent souvent informelles et peu structurées. Elles représentent un potentiel important pour renforcer la cohésion sociale et la valorisation des savoirs locaux

***22. Partage de connaissances et co-création* :** Présente dans tous les sites, cette pratique inclut les échanges d'expériences entre agriculteurs, les formations participatives et la documentation des savoirs locaux.

***23. Patrimoines alimentaires et culinaires* :** Identifiée tous les sites, cette pratique valorise les traditions culinaires locales et les variétés traditionnelles, renforçant l'identité culturelle et la souveraineté alimentaire.

Analyse transversale : Les pratiques de diversification économique et de responsabilité sociale apparaissent comme deux dimensions complémentaires des stratégies d'adaptation des exploitations. L'autoconsommation, l'association agriculture-élevage et, dans une moindre mesure, la vente directe sont largement présentes dans les sites étudiés. Elles contribuent à réduire la dépendance aux marchés et à mieux valoriser les ressources disponibles, mais relèvent davantage de réponses pragmatiques aux contraintes économiques et climatiques que de stratégies de diversification planifiées. La vente directe reste notamment peu développée dans les plaines céréalières.

La transformation des produits, l'agritourisme et la pluriactivité offrent d'autres possibilités de diversification, tandis que le partage des connaissances et la valorisation des patrimoines alimentaires contribuent à renforcer les dynamiques collectives et l'ancrage territorial. Ces pratiques sociales et culturelles restent toutefois largement informelles et peu structurées.

Dans l'ensemble, les résultats montrent que la résilience des systèmes agricoles repose à la fois sur la diversification des activités et sur la capacité à mobiliser des ressources sociales, culturelles et territoriales.

5. Quatre configurations agroécologiques

Au-delà de l'inventaire des pratiques, l'analyse a permis de théoriser quatre configurations ou dynamiques collectives où l'adoption de pratiques agroécologiques obéit à des logiques d'action distinctes. Ces configurations ne sont pas des étapes d'une progression linéaire, mais plutôt des combinaisons différentes que prennent les systèmes agricoles en réponse à des contextes et des contraintes spécifiques (Tableau 3).

Tableau 3. Matrice synthétique des configurations

Configurations	Définition	Déterminants clés	Logique d'action	Limites structurelles
Héritée	Reproduction d'un modèle agroécologique ancestral (ex : oasis, montagne)	Héritage culturel, savoirs locaux, contraintes écologiques	Reproduction et adaptation d'un patrimoine	Faible viabilité économique, pénibilité, inadaptation aux marchés
Bricolage endogène	Adaptation pragmatique par hybridation de pratiques	Contraintes multiples (foncier, eau, coût intrants)	Réduction de la dépendance, optimisation sous contrainte	Faible montée en échelle, manque de systématisation
Exogène	Adoption de pratiques agroécologiques promues par des acteurs externes	Projets de développement, politiques publiques, financement externe	Adoption d'innovations prescrites	Dépendance externe, appropriation incertaine, durabilité post-projet
De conviction	Transformation intentionnelle basée sur des valeurs éthiques/ politiques	Réseaux militants, valeurs, recherche de cohérence	Rupture, construction d'un contre-modèle	Marginalité sociale et économique, faible représentation

A. L'agroécologie héritée : un modèle patrimonial en tension

Ce modèle, incarné principalement par les systèmes oasiens traditionnels, et dans une moindre mesure par l'agriculture de montagne, repose sur la transmission de savoir-faire ancestraux qui ont permis de construire des agroécosystèmes complexes et résilients (gestion sophistiquée de l'eau, association de cultures, recyclage de la matière organique). Sa logique est celle de la reproduction d'un double patrimoine vivant et immatériel.

Cependant, ce modèle se heurte aujourd'hui à une triple limite. Premièrement, sa faible rentabilité économique face aux nouvelles aspirations des populations : les revenus générés ne permettent pas de rivaliser avec les revenus urbains ou agricoles intensifs. Deuxièmement, sa faible acceptabilité sociale en raison de la pénibilité du travail manuel, particulièrement pour les jeunes générations. Troisièmement, son inadaptation aux transformations socio-démographiques (urbanisation, exode rural, changement des régimes alimentaires). Le modèle oasien, conçu pour des sociétés rurales peu denses et faiblement monétarisées, ne répond plus aux attentes économiques d'une population de plus en plus nombreuse et en quête de perspectives nouvelles.

Les pratiques identifiées dans cette dynamique incluent principalement les ressources génétiques locales, l'agroforesterie, les rotations complexes et le recyclage des ressources. Bien que ces pratiques soient écologiquement pertinentes, leur viabilité socio-économique est remise en question. Dans ce contexte, la pluriactivité apparaît souvent comme une stratégie indispensable de maintien, transformant l'oasis en un espace hybride où l'agriculture agroécologique subsiste grâce à des revenus extérieurs ou à l'émergence de nouveaux modèles portés par des acteurs innovants (retraités, femmes, boutiques en ligne), comme c'est relevé à Laghouat.

B. L'agroécologie du bricolage : une adaptation pragmatique

C'est la dynamique la plus répandue dans les territoires étudiés. Confrontés à une multitude de contraintes – foncières (insécurité de tenure), économiques (accès limité au crédit et aux intrants), techniques (petite taille des parcelles, accès insuffisant à l'eau, absence de conseil

agricole) – les agriculteurs ne cherchent pas à opérer une transition vers un modèle idéal, mais à survivre et à stabiliser leur revenu. Leur logique est celle de l'adaptation incrémentale et de la réduction de la dépendance.

Ils « bricolent » en combinant des pratiques issues de différents registres : ils peuvent utiliser des semences locales tout en appliquant des pesticides de synthèse, ou réduire les engrais chimiques pour des raisons de coût tout en adoptant une semence hybride plus productive. Cette hybridation pragmatique génère une grande diversité de solutions locales, mais leur robustesse face aux chocs futurs est incertaine et leur diffusion reste limitée par manque de systématisation et de soutien technique.

Cette dynamique est particulièrement présente chez les exploitations de petite taille orientées vers le marché et celles orientées vers l'autoconsommation. Les pratiques identifiées incluent les semences autoproduites, le désherbage manuel, la réduction des intrants chimiques, l'irrigation au goutte-à-goutte et la diversification des cultures.

C. L'agroécologie exogène : une transition accompagnée mais dépendante

Dans plusieurs sites, notamment à Siliana, au PK-17 et à Sétif, de nouvelles pratiques sont introduites par des acteurs externes : ONG, projets de développement, services de l'État. La logique est ici celle de l'adoption d'innovations prescrites, souvent soutenues par des subventions ou un accompagnement technique. Cette dynamique peut permettre des changements rapides et une montée en compétence.

Les pratiques introduites incluent le compostage, les nouvelles variétés résistantes au changement climatique, les techniques d'irrigation améliorées, les brise-vent et le semi-direct. Ces innovations peuvent être pertinentes et bien adaptées aux contextes locaux. Cependant, cette dynamique soulève la question de l'appropriation par les agriculteurs et de la durabilité de ces pratiques une fois le soutien externe terminé. Le risque est de créer une nouvelle forme de dépendance, non plus aux intrants, mais aux institutions d'appui. Sans stratégie de sortie clairement définie et sans renforcement des capacités locales, ces initiatives risquent de ne pas perdurer.

D. L'agroécologie de conviction : une rupture militante et assumée

Cette dynamique, fondée sur des choix éthiques et politiques, n'a été identifiée que de manière assez limitée dans les territoires étudiés. Elle correspond à une volonté de rupture avec le système dominant et à la construction d'un contre-modèle cohérent, intégrant les dimensions de souveraineté alimentaire et de justice sociale. Sa logique est celle de la transformation intentionnelle, guidée par des valeurs.

Si elle peut aboutir à des systèmes très aboutis et inspirants, sa portée reste limitée par sa faible représentation dans les territoires étudiés et sa difficulté à s'insérer dans les marchés et les cadres institutionnels dominants. Son émergence semble nécessiter des conditions spécifiques : la présence de réseaux militants, l'accès à des marchés de niche ou des circuits courts, et une certaine autonomie économique de base.

IV- Discussion

Ces résultats invitent à une relecture critique de la notion de transition agroécologique et à une discussion sur les défis de changement d'échelle.

1. De la « transition » à l'« instabilité adaptative »

Le concept de transition renvoie généralement à l'idée d'un passage structuré d'un état A vers un état B, selon une trajectoire plus ou moins orientée et stabilisée. Or, à l'instar des travaux qui soulignent le caractère non linéaire et évolutif des transformations sociotechniques (Geels, 2002),

nos résultats invitent à questionner cette représentation appliquée aux agricultures nord-africaines. Pour la majorité des agriculteurs étudiés, l'activité agricole n'a jamais constitué un système stable à partir duquel s'opérerait un basculement vers un nouvel état agroécologique. Elle s'inscrit plutôt dans une histoire longue d'ajustements permanents à des contraintes structurelles fortes (accès au foncier, à l'eau, aux marchés) et à une variabilité climatique chronique.

Dans cette perspective, et en cohérence avec l'approche des systèmes socio-écologiques qui met l'accent sur la résilience et la capacité d'adaptation continue plutôt que sur la recherche d'un équilibre (Folke, 2006), la dynamique observée relève moins d'une « transition » que d'une forme d'« instabilité adaptative » durable. Le « bricolage » apparaît alors non comme une étape intermédiaire vers un modèle agroécologique cohérent et stabilisé, mais comme une modalité ordinaire de gestion de l'incertitude. Dès lors, évaluer ces agricultures à l'aune d'un modèle normatif de transition linéaire semble peu pertinent ; il convient plutôt d'analyser les conditions qui renforcent leurs capacités d'innovation, d'ajustement et de résilience dans un environnement structurellement instable.

2. Un capital agroécologique et des adaptations silencieuses concentrés dans les régions les plus vulnérables

Les pratiques agroécologiques observées traduisent avant tout une adaptation continue des agriculteurs aux multiples contraintes qu'ils rencontrent. À l'exception des zones péri-urbaines, la plupart des sites étudiés sont situés dans des territoires éloignés des marchés, parfois enclavés, notamment en montagne ou dans les oasis. Ces espaces, souvent considérés comme « vulnérables », ont été historiquement marginalisés par les politiques agricoles, qui ont privilégié les zones dites favorables — en particulier les plaines irriguées — dans une logique de maximisation rapide de la production.

Or, les limites de ce modèle apparaissent aujourd'hui plus nettement, notamment sous l'effet du changement climatique : sur le long terme, la progression des rendements moyens des céréales demeure largement limitée. Dans ce contexte, les pratiques agroécologiques développées dans les régions marginales constituent moins des survivances du passé que des formes d'adaptation pragmatiques à l'incertitude.

Cependant, ces savoirs et ces pratiques restent largement invisibles, tant dans les politiques publiques que dans les programmes de recherche et d'enseignement. Les considérer comme un capital d'avenir plutôt que comme un héritage archaïque suppose une transformation des représentations sociales dominantes. C'est à cette condition que l'agroécologie pourra être envisagée non comme une alternative marginale, mais comme une voie prometteuse pour l'avenir des agricultures nord-africaines.

3. Des transitions « faibles » majoritaires, des transitions « fortes » rares

La littérature distingue souvent les transitions « faibles » (qui visent à ajuster le système existant sans le remettre en cause) des transitions « fortes » (qui visent une transformation radicale du système) (Duru et al., 2014). Nos résultats montrent que les dynamiques du bricolage endogène et exogène, qui sont majoritaires, relèvent principalement de la transition faible. Constat également confirmé par certaines publications récentes (Cagiran et al., 2026). Elles correspondent à une « agroécologie-pratiques » qui améliore l'efficience ou substitue des intrants, mais ne transforment pas la structure du système de production ni son insertion dans les marchés. La transition « forte », portée par l'agroécologie de conviction, reste minoritaire. L'enjeu des politiques publiques est alors double : comment consolider et sécuriser les acquis des transitions faibles, et comment créer les conditions pour que des transitions plus fortes puissent émerger ?

4. Implications pour les politiques publiques : des leviers différenciés

Une politique de soutien à l'agroécologie ne peut pas être uniforme. Elle doit s'adapter à la diversité des dynamiques identifiées :

- **Pour l'agroécologie héritée :** L'enjeu ne se limite pas à la patrimonialisation. Il s'agit certes de reconnaître sa valeur culturelle et écologique, mais surtout de consolider sa viabilité productive et sa capacité d'adaptation. Les politiques publiques devraient soutenir la transmission des savoirs, renforcer les conditions économiques de ces systèmes et favoriser leur insertion dans des marchés différenciés, sans les figer dans une logique muséale. L'objectif est moins de préserver un héritage que de consolider un capital agroécologique vivant, capable de contribuer durablement à la résilience territoriale.
- **Pour le bricolage endogène :** L'enjeu est de sécuriser et de renforcer. Cela passe par la sécurisation du foncier, l'amélioration de l'accès à l'eau, mais aussi par la mise en place d'un conseil agricole rénové, capable de partir des pratiques des agriculteurs et de les aider à les améliorer (R&D participative, fermes de démonstration). Il s'agit également de faciliter l'accès au crédit et aux intrants de qualité à des prix abordables, et de structurer des filières de commercialisation permettant une meilleure valorisation des produits. Les intrants de qualité sont entendus ici comme des semences paysannes adaptées, des fertilisants organiques certifiés, et des produits de biocontrôle respectueux de l'environnement dont l'accès reste un défi majeur. Les politiques publiques doivent s'orienter vers la structuration de filières locales pour ces intrants, tout en soutenant financièrement la prise de risque inhérente à la transition.
- **Pour l'agroécologie exogène :** L'enjeu est l'appropriation et l'autonomisation. Les projets doivent être conçus pour renforcer les capacités locales plutôt que de prescrire des solutions, et prévoir des stratégies de sortie assurant la pérennité des actions. Il s'agit de passer d'une logique de transfert de technologies à une logique d'accompagnement du changement, en s'appuyant sur les acteurs locaux et leurs organisations.
- **Pour l'agroécologie de conviction :** L'enjeu est la reconnaissance et la facilitation. Il s'agit de créer des espaces réglementaires et économiques pour ces initiatives (marchés de producteurs, systèmes participatifs de garantie, accès à la terre pour les nouveaux installés, crédits spécifiques). Il s'agit également de soutenir les réseaux militants et les organisations paysannes qui portent cette vision transformatrice.

5. Mobilisation des concepts critiques pour enrichir la conceptualisation

La distinction entre agroécologie-pratiques et agroécologie-mouvement constitue un premier éclairage utile pour interpréter les résultats obtenus (Wezel et al., 2009). Les dynamiques observées dans les territoires étudiés relèvent majoritairement de l'agroécologie-pratiques : les exploitants adoptent certaines pratiques pour répondre à des contraintes techniques, économiques ou climatiques, sans pour autant adhérer à un projet explicite de transformation sociale ou politique. La configuration de conviction apparaît comme le cas le plus proche de l'agroécologie-mouvement, mais elle demeure minoritaire dans les terrains étudiés.

Cependant, les quatre configurations proposées ne doivent pas être interprétées comme des catégories strictement exclusives ni comme des étapes successives d'une trajectoire de transition. Elles constituent des idéaux-types analytiques destinés à rendre compte des principales logiques d'action observées. Dans la réalité, un même agriculteur peut mobiliser simultanément plusieurs registres : valoriser des pratiques héritées du passé, intégrer des innovations introduites par des projets de développement et les recombiner de manière pragmatique pour faire face à ses contraintes spécifiques.

Cette possibilité de superposition confirme l'intérêt du concept de bricolage et de celui de rationalités pratiques. Les agriculteurs n'appliquent ni un modèle technique cohérent ni une trajectoire prédéfinie de transition. Ils sélectionnent, combinent, ajustent ou abandonnent certaines pratiques en fonction des ressources dont ils disposent, des risques auxquels ils sont confrontés et des opportunités qui se présentent. Les configurations identifiées permettent ainsi de réinscrire les pratiques observées dans leur contexte social, économique, institutionnel et historique.

Dans cette perspective, l'apport principal de la typologie proposée n'est pas de mesurer un degré d'agroécologisation des exploitations, mais d'éclairer la diversité des logiques qui sous-tendent l'adoption, l'adaptation ou la recomposition des pratiques agroécologiques. Elle complète ainsi les approches centrées sur les pratiques ou les niveaux de transition en mettant l'accent sur les processus sociaux qui façonnent les trajectoires observées.

V- Conclusion

L'analyse comparative conduite dans sept territoires représentatifs de différents agroécosystèmes d'Afrique du Nord met en évidence la diversité des formes que prend l'agroécologie dans la région. Loin de s'inscrire dans une trajectoire unique et linéaire, les pratiques observées apparaissent principalement comme des réponses adaptatives aux contraintes écologiques, économiques et institutionnelles auxquelles sont confrontés les agriculteurs.

L'identification de quatre configurations agroécologiques – héritée, bricolage endogène, exogène et de conviction – permet de rendre compte de cette diversité. Ces configurations ne constituent ni des catégories exclusives ni des étapes successives d'un même processus ; elles représentent des logiques d'action susceptibles de se combiner au sein d'une même exploitation ou d'un même territoire.

Le principal apport de cette recherche est ainsi de déplacer le regard : plutôt que d'évaluer les agricultures à l'aune de leur proximité d'un modèle normatif de transition, il s'agit de comprendre les capacités d'adaptation, d'innovation et de recomposition des acteurs dans des contextes marqués par l'incertitude. Dans cette perspective, les formes hybrides observées apparaissent moins comme des transitions inachevées que comme des modalités d'adaptation durable.

Ces résultats invitent enfin à concevoir des politiques publiques davantage ancrées dans les réalités territoriales. L'enjeu n'est pas de diffuser un modèle unique d'agroécologie, mais de renforcer les capacités locales d'expérimentation et d'innovation, tout en enrichissant le répertoire des solutions disponibles grâce à une recherche davantage territorialisée et attentive aux savoirs et aux pratiques des agriculteurs.

Remerciements

This research has been carried out under the NATAE project (Horizon Europe: ID 101084647): "Fostering agroecology transition in North Africa through multi-actor evaluation and networking" funded by the European Union. This work has also received funding from the Swiss State Secretariat for Education, Research and Innovation (SERI). The authors acknowledge all local partners who have participated in this work and share their thanks for their contribution, efforts and knowledge in the process of this reflection and in making this publication possible. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the granting authority.

Références

Abdelhedi, I. T., & Zouari, S. Z. (2020). Agriculture and food security in North Africa: A theoretical and empirical approach. *Journal of the Knowledge Economy*, *11*(1), 193–210. https://doi.org/10.1007/s13132-018-0528-y

Al Dika, R. (2023). *Defining living lab boundary: A comprehensive analysis and farm typology framework in Morocco* [Mémoire (Master 2 DATEM), CIHEAM-IAMM]. Archives du CIHEAM-IAMM. https://www.iamm.ciheam.org/ress_doc/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=50722

Ameur, F., Amichi, H., & Leauthaud, C. (2020). Agroecology in North African irrigated plains? Mapping promising practices and characterizing farmers' underlying logics. *Regional Environmental Change*, *20*(4), 133. https://doi.org/10.1007/s10113-020-01719-1

Belmecheri Benmoussa, S., & Moulai, A. (2023). *Diagnostic territorial des communes de Laghouat et El Assafia* (Document Interne Projet NATAE, EU Horizon Grant Agreement No. 101084647). CIHEAM-IAMM.

Benmoussa, H., Koussani, W., Ayadi, S., & Ben Mimoun, M. (2024). *Rapport de diagnostic territorial : Living lab Plaines Céréalières de Siliana* (Document interne projet NATAE, EU Horizon Grant Agreement no. 101084647). CIHEAM-IAMM.

Boudedja, K., Ameur, F., Oulmane, A., Belhadi, A., & Bouzid, A. (2024). *Diagnostic territoriale du replicant lab de Tizi-Ouzou en Algérie* (Document interne projet NATAE, EU Horizon Grant Agreement no. 101084647). CIHEAM-IAMM.

Brahim, K. (2025). *Analyse de l'intégration des pratiques agroécologiques dans les systèmes de production agricoles de la commune de Beni Fouda (Wilaya de Sétif)* [Mémoire (Master en Economie Agricole et Rural), ENSA (Algérie)]. ENSA. http://dspace.ensa.dz/handle/123456789/4031

Cagiran, S., Bourceret, A., & Drogue, S. (2026). From soil to society: A transdisciplinary assessment of farmers' adoption of agroecology through the social-ecological systems framework in Algeria. *Land Use Policy*, *165*, 107995. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2026.107995

Chattou, Z., Echchgadda, G., Aatig, safa, Boucher, C., & Boualem, H. (2024). *Rapport de diagnostic territorial, cas du living lab de Aït Othmane, Meknès* (Document interne projet NATAE, EU Horizon Grant Agreement no. 101084647). CIHEAM-IAMM.

Daoudi, A. (2023). *T4.2 Guide méthodologique. Diagnostic d'un territoire rural. Identification des pratiques agroécologiques et analyse de leurs conditions d'adoption.* (Projet NATAE, EU Horizon Grant Agreement No. 101084647). CIHEAM-IAMM. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29769.31847

Duru, M., Fares, M., & Therond, O. (2014). Un cadre conceptuel pour penser maintenant (et organiser demain) la transition agroécologique de l'agriculture dans les territoires. *Cahiers Agricultures*, *23*(2), 84–95. https://doi.org/10.1684/agr.2014.0691

El Chahrouk El Maalouf, T. (2023). *Diagnostic péri-urbain des pratiques agroécologiques de la région de PK-17 au Riyadh, Mauritanie* [Mémoire (Master 2 DATEM)]. CIHEAM-IAMM.

FAO. (2018). *The 10 elements of agroecology: Guiding the transition to sustainable food and agricultural systems*. FAO. https://www.fao.org/agroecology/overview/overview10elements/en/

Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, *16*(3), 253–267. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002

Gaaloul, N., Eslamian, S., & Katlane, R. (2020). Impacts of Climate Change and Water Resources Management in the Southern Mediterranean Countries. *Water Productivity Journal*, *1*(1), 51–72. https://www.magiran.com/paper/2205250/impacts-of-climate-change-and-water-resources-management-in-the-southern-mediterranean-countries?lang=en

Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, *31*(8–9), 1257–1274. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8

Gliessman, S. R., & Engles, E. W. (2015). *Agroecology: The ecology of sustainable food systems*. CRC Press, Taylor & Francis Group.

Gliessman, S. R., & Rosemeyer, M. (Eds). (2010). The framework for conversion. In *The conversion to sustainable agriculture* (pp. 3–15). CRC Press.

Haider, L. J., & Cleaver, F. (2023). Capacities for resilience: Persisting, adapting and transforming through bricolage. *Ecosystems and People*, *19*(1), 2240434. https://doi.org/10.1080/26395916.2023.2240434

HLPE. (2019). *Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition*. FAO. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8

IPCC. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (The core Writing Team, H. Lee, & J. Romero, Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647

Lamine, C. (2017). *La fabrique sociale de l'écologisation de l'agriculture*. ELD, les Éditions la Discussion.

Requier-Desjardins, M., Boughamoura, O., & Lemaître-Curri, E. (2024). Characterizing agroecology in North Africa, a review of 88 sustainable agriculture projects. *Land*, *13*(9), 1457. https://doi.org/10.3390/land13091457

Simonet, G. (2020). De l'ajustement à la transformation : Vers un essor de l'adaptation ? *Développement Durable et Territoires*, *11*(2). https://doi.org/10.4000/developpementdurable.17511

Smit, B., Burton, I., Klein, R. J. T., & Wandel, J. (2000). An Anatomy of Adaptation to Climate Change and Variability. *Climatic Change*, *45*(1), 223–251. https://doi.org/10.1023/A:1005661622966

Van Der Ploeg, J. D. (2014). Peasant-driven agricultural growth and food sovereignty. *The Journal of Peasant Studies*, *41*(6), 999–1030. https://doi.org/10.1080/03066150.2013.876997

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. https://doi.org/10.1051/agro/2009004

Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (4th ed.). Sage.

Agroecology from the eyes of the stakeholders: A multi-actor qualitative analysis on perceptions from North Africa

Rita Jalkh[1,2], Mélanie Requier-Desjardins[1,2], Tahani Abdelhakim[3], Amel Bouzid[4], Cheikh Sidya Fall[5], Salma Jallouli[6], Taha Lahrech[7], Gamal Siam[8]

[1]CIHEAM-IAMM, UMR SENS, F-34093 Montpellier, France

[2]SENS, Univ Montpellier, CIRAD, IRD, Univ Paul Valery Montpellier 3, F-34093 Montpellier, France

[3]CIHEAM-IAMM, Univ Montpellier, F-34093 Montpellier, France

[4]Center for Applied Economics for Development, El Hammadia BP.197, Rostomia, Bouzaréah Algiers, Algeria

[5]Research and Implementation Group for Rural Development, Ilot E-Nord lot 163 TVZ, BP 2013, Nouakchott-Islamic Republic of Mauritania

[6]University of Carthage, National Institute of Agronomy of Tunisia, Laboratory of Genetics and Cereal Breeding LR14AGR01, 43 Avenue Charles Nicolle, Tunis, 1082, Tunisia

[7]Hassan II Institute of Agronomy and Veterinary Medicine, Rabat BP 6202, Morocco

[8]Cairo University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Giza, Egypt

Abstract. Agroecology has emerged over recent decades as a systemic framework for the holistic rethinking of agricultural and food systems. Its transdisciplinary nature addresses multiple dimensions including ecology, economy, policy, and culture. Yet, the complexity of agroecology and its continuously evolving nature involves the risk of diverging understanding between various stakeholders. Academics, researchers, civil society, policymakers, and farmers could have varied awareness and understanding of the concept whether they have been exposed to it, or not, or depending on their interests and priorities. Indeed, previous literature has discussed the divergence in understanding agroecology and has demonstrated how varying interpretations between stakeholders could lead to tensions such as in policy design, research agendas, and practical implementation. In North Africa, agricultural systems are facing serious climatic, environmental and socio-economic challenges. Policymaking in the region usually frame sustainable agricultural production in detached angles of resource efficiency, climate adaptation, and food security. Despite their recognition of the need for transition, many of the policies put in place remain misaligned with holistic agroecological approaches. Yet, local stakeholders such as civil society organizations and research institutions are increasingly calling for better-suited transition policies that consider inclusive food systems. Studies on agroecology in North Africa are also just starting to emerge. It is therefore hypothesized that the perceptions on agroecology would be highly variable between the different actors due to its limited dissemination. This study consequently aims to investigate how agroecology is perceived between the four main actors relevant to agroecological transition in North Africa including i) policymakers and government representatives, ii) research and academic institutions, iii) civil society and non-governmental organisations (NGOs), and iv) farmers. It attempts to frame how each of these stakeholders perceive, understand, and prioritise agroecology, along with the benefits or risks it entails for them. Following an interview guide that was used to qualitatively collect discourse, a total of 178 stakeholders were interviewed between Algeria, Egypt, Mauritania, Morocco, and Tunisia in 2024. Main results show that perceptions of agroecology indeed vary widely, particularly across actors, and to a lesser extent across countries. Farmers appear to be the group least aware of the concept of agroecology, although they implement agroecological practices in an effort to reduce costs. Conversely, actors engaging with international cooperation organisations have an advanced understanding of the concept but are constrained by limited resources and a lack of research needed to develop context-based agroecological evidence. At the level of policymakers, urgent food security challenges outweigh other priorities, and, in turn, the associated resources get directed towards intensifying and

increasing production. This subsequently restricts resources and therefore the prioritisation within research institutions despite the recognition of the subject's importance. Research therefore remains fragmented and needing of context-specific construction of knowledge. With civil society being situated between farmers and policymakers, they remain strategic actors capable of influencing their awareness while advocating for policy reform, especially if supported by local scientific research.

Keywords. Agroecology – Perception – Understanding – Awareness – North Africa

Titre. L'agroécologie vue par les parties prenantes : une analyse qualitative multi-niveaux des perceptions en Afrique du Nord

Résumé. *Au cours des dernières décennies, l'agroécologie a émergé comme un cadre systémique permettant de repenser de manière holistique les systèmes agricoles et alimentaires. Sa nature transdisciplinaire aborde de multiples dimensions, l'écologie, l'économie, la politique et la culture. Cependant, la complexité de l'agroécologie et sa nature en constante évolution comportent le risque d'une divergence de compréhension entre les différentes parties prenantes. Les universitaires, les chercheurs, la société civile, les décideurs politiques et les agriculteurs peuvent avoir une conscience et une compréhension variées du concept, selon qu'ils y ont été exposés ou non, ou en fonction de leurs intérêts et de leurs priorités. En effet, la littérature antérieure a abordé la divergence dans la compréhension de l'agroécologie et a démontré comment les interprétations variées entre les parties prenantes pouvaient conduire à des tensions, notamment dans la conception des politiques, les programmes de recherche et la mise en œuvre pratique. En Afrique du Nord, les systèmes agricoles sont confrontés à de sérieux défis climatiques, environnementaux et socio-économiques. L'élaboration des politiques dans la région encadre généralement la production agricole durable sous des angles détachés tels que l'efficacité des ressources, l'adaptation au climat et la sécurité alimentaire. Malgré la reconnaissance de la nécessité d'une transition, bon nombre des politiques mises en place restent en décalage avec les approches agroécologiques holistiques. Pourtant, les acteurs locaux tels que les organisations de la société civile et les instituts de recherche réclament de plus en plus des politiques de transition mieux adaptées qui tiennent compte des systèmes alimentaires inclusifs. Les études sur l'agroécologie en Afrique du Nord commencent également à voir le jour. On suppose donc que les perceptions de l'agroécologie varient considérablement entre les différents acteurs en raison de sa diffusion limitée. Cette étude vise donc à examiner comment l'agroécologie est perçue par les quatre principaux acteurs concernés par la transition agroécologique en Afrique du Nord, à savoir i) les décideurs politiques et les représentants gouvernementaux, ii) les institutions de recherche et universitaires, iii) la société civile et les organisations non gouvernementales, et iv) les agriculteurs. Elle tente de cerner la manière dont chacun de ces acteurs perçoit, comprend et hiérarchise l'agroécologie, ainsi que les avantages ou les risques qu'elle comporte pour eux. À l'aide d'un guide d'entretien utilisé pour recueillir des données qualitatives, 178 parties prenantes ont été interrogées en Algérie, en Égypte, en Mauritanie, au Maroc et en Tunisie en 2024. Les principaux résultats montrent que les perceptions de l'agroécologie varient en effet considérablement, en particulier entre les acteurs et, dans une moindre mesure, entre les pays. Les agriculteurs semblent être le groupe le moins sensibilisé au concept d'agroécologie, bien qu'ils mettent en œuvre des pratiques agroécologiques dans le but de réduire leurs coûts. À l'inverse, les acteurs engagés auprès d'organisations de coopération internationale ont une compréhension avancée du concept, mais sont limités par des ressources restreintes et un manque de recherche nécessaire pour développer des preuves agroécologiques adaptées au contexte. Au niveau des décideurs politiques, les défis urgents en matière de sécurité alimentaire l'emportent sur les autres priorités et, par conséquent, les ressources associées sont orientées vers l'intensification et l'augmentation de la production. Cela limite par la suite les ressources et donc les priorités au sein des instituts de recherche, malgré la reconnaissance de l'importance du sujet. La recherche reste donc fragmentée et nécessite la construction de connaissances spécifiques au contexte. La société civile, située entre les agriculteurs et les décideurs politiques, reste un acteur stratégique capable d'influencer leur prise de conscience tout en plaidant en faveur d'une réforme des politiques, en particulier si elle est soutenue par la recherche scientifique locale.*

Mots-clés. *Agroécologie – Perception – Compréhension – Sensibilisation – Afrique du Nord*

I – Introduction and theoretical background

Agroecology has been proposed as a solution contributing to climate adaptation, food security, and preserving biodiversity (Bezner Kerr et al., 2021; Leippert et al., 2020). Evolving beyond agronomy to include social, political, and economic dimensions, it is simultaneously viewed as a science, a set of practices, and a social movement (Wezel et al., 2009). A fundamental principle of agroecology is the co-creation of knowledge, where farmers and scientists bridge their expertise rather than following a top-down transfer (Utter et al., 2021). These dynamics can push policy change, local governance adaptations, management of resources, and evolve social and consumer practices. However, touching multiple scales of the food system means agroecology is subject to varying interpretations by the stakeholders it mobilises. Literature highlights diverging perceptions within science and development arenas. Mockshell & Kamanda (2018) note that differing visions among institutional actors extend to how they frame agricultural sustainability, affecting what elements they promote regarding land use, inputs, and genetic engineering. Bellwood-Howard & Ripoll (2020) add that meanings vary even among scientific authors, creating competing narratives between concepts like climate-smart agriculture, conservation agriculture, and organic production. In Africa, three distinct narratives around agroecology are revealed among farmers, civil society agents, researchers and authorities (Madsen et al., 2025). Agroecology is seen either as a neutral set farming practices that can be applied alongside conventional methods (a tool in a toolbox), or is applied only by poor farmers who do not have the awareness or are not economically capable of adopting more modern techniques, or is acknowledged to hold better economic and environmental advantages compared to conventional methods (the better path). Similar results were recorded in Malaysia where urban have different interpretations of agroecology and what elements it includes, with 40% of them having little to no knowledge of the term (Noor Azmi et al., 2024). Conversely, a study in Germany and Austria showed that even if perception of farmers differs depending on their education level, applied practices and gender, the majority agrees on having farmers themselves apply official agri-environmental schemes for the preservation of biodiversity and natural landscapes but with the necessary funds provided (Maas et al., 2021). Ultimately, stakeholder perceptions shape how risks and benefits are interpreted, particularly in a context where agroecology remains contested and unevenly understood, even within the scientific community (Wezel et al., 2009). With diverging interpretations of agroecology, different actors are likely to view and prioritise agroecological approaches differently. This means that varying perceptions can translate into conflicting messages and, in turn, generate practical bottlenecks that can slow the transition pathways and hinder the development of systemic linkages between on-farm adoption, scaling up, and coherent market, investment and policy incentives.

II – Framing North Africa's context

North Africa consists the second major agricultural region in Africa and is a global producer in products as cotton and tomatoes (Egypt), olive oil (Tunisia and Morocco), and dates across oases (Algeria, Egypt, Tunisia) (FAO, 2023; OECD & Nations, 2018; Randy Aikins, 2023; Sporchia et al., 2023). Yet, the region has been experiencing major challenges related to the impact of climate change. Arid and semi-arid climate, low levels of precipitation and high temperatures dominate, coupled with extremely low arable land reaching less than 3.5% in countries as Algeria, Egypt and Tunisia and less than 1% in Mauritania (Abdelhedi & Zouari, 2020; El Bilali & Ben Hassen, 2023). Multiple episodes of drought, water scarcity, soil degradation and climate-related shocks have been reported over recent decades making North Africa one of the most water scarce regions in the world (Tanarhte et al., 2024; Ziadat et al., 2021). Despite the importance of the agricultural sector, agroecology remains under-developed and under-disseminated between farmers in North Africa which majority still rely on conventional farming (Requier-Desjardins et al., 2024). Farming under such systems usually rely on the maximisation of outputs and profits using chemical inputs, intensive cultivation and globalised market circuits. This issue is particularly important as over 80% of agricultural output produced in the MENA originates from small-scale farmers (FAO & IFAD, 2019). These figures show a large dissociation and land fragmentation

between the majority of small farmers and the minority of large-scale farming industries; thereby having important socio-economic role played by agriculture. In addition, multiple socio-economic challenges are recorded in North Africa extending from poverty to population growth, engagement of women in the agricultural economic cycle and others. Despite a growing infiltration of the concept of agroecology in recent years, its discussion has been only circling between research and development organisations linked to international cooperation (Requier-Desjardins et al., 2024). Despite certain signals from North Africa's policy arena recognising the need to transition, the core direction of public policies prioritises food security and directly links it to the increase of food production (Mashref, 2024). To meet those objectives, many policies are seen to call for increased yields and improved soil fertility with inclusion of subsidies on chemical inputs, or even expanding land reclamation. At the same time, such policies attempt to frame sustainable agricultural production in terms of resource management mainly water, biodiversity and reforestation, desertification and land degradation. A clear dichotomy can be therefore seen in North Africa's policy between attempting to introduce environmentally friendly actions on one hand, and maintaining a balance with improved food security and nutrition considerations associated with increased food production on another (Jalkh et al., 2024). Policies remain misaligned and the holistic approach of agroecology is still missing. Despite that, evidence from North Africa reveals efforts by civil society and research organisations to introduce and develop discussions and initiatives around agroecological transition, demonstrating growing interest. For these reasons, it is highly suspected that the understanding behind agroecology is not homogeneous amongst the separate key players. Providing insight on how different actors perceive agroecology therefore becomes critical since perceptions shape priorities, resource allocation and practice change. Consequently, analysing stakeholder perceptions could shed light on the bottlenecks (knowledge and capacity gaps, perceived risks, etc.) and enabling conditions (incentives, networks, etc.) around agroecological transition in North Africa. This study therefore attempts to provide an insight from four main stakeholders (farmers, researchers, NGOs and civil society organisations, and policymakers) in the agricultural scene from five North African countries regarding their perception of agroecology, including Algeria, Egypt, Mauritania, Morocco, and Tunisia. It investigates the stakeholders' awareness of the term "agroecology", their understanding of this term, perception-linked constraints and other entry points they hold to it.

III – Methodology

1. Study area

This study was conducted in five countries around North Africa including Algeria, Egypt, Mauritania, Morocco, and Tunisia. It was carried out within the framework of the NATAE project (Horizon Europe: Grant Agreement No.101084647). The task was coordinated by one task leader, the CIHEAM-IAMM, in close coordination with one partner institution per country. These country partners coordinated the collection of data from relevant stakeholders in line with a centralised methodology which was discussed collectively prior to its launching.

2. Defining stakeholder perception of agroecology

Perception of agroecology in this study is considered as the extent of knowledge and understanding of the concept, whether from the set of practices or at the social and economic perspectives linked to its elements (FAO) and principles (HLPE). It is based on the gathering of stakeholders' opinions on different aspects of agroecology. Perception towards agroecology investigates what definition these stakeholders hold for the term, whether they consider it a necessity or a constraint, what risks and benefits they associate to it, and what needs are required for its adoption in their opinion. The objective is to gather preliminary qualitative insight on how each of the main stakeholders engaged in the agricultural production in North Africa sees, understands and prioritises agroecology. These perceptions are then compared in order to assess whether they factor as favourable or not towards their adoption and prioritisation, and therefore as to the overall potential contribution to the transition of the region. This was considered

key since the way agroecology is understood and perceived by different stakeholders ultimately impacting the development, advocacy and implementation. Perception under this study is therefore qualitative in nature and is based on the analysis of discourse documented during in-person interviews. It helps provide first indications of similarities and differences in the level of awareness and viewpoints collected from the four essential stakeholders from the agricultural sector, including i) at farmers, ii) researchers and academics, iii) civil society and development agencies, and iv) policy and governmental authorities.

3. Qualitative data collection tool

In order to standardise the data collection methodology between the different countries, an interview guide was developed by the task leader and was discussed with the country partners before its finalisation and adoption. This interview guide consisted of a set of 7 to 10 open questions, depending on the actor, which country representatives were instructed to use to guide the discussions with each of the interviewed stakeholders. These questions aimed to stimulate an open discussion around 4 thematic areas:

- General knowledge of the subject: awareness of the term 'agroecology', its definition and understanding of practices,
- Significance of agroecology: whether it is considered as a necessity or a constraint and why,
- Obstacles or levers for its adoption and development: including access to information, risks, techniques, enabling political and institutional environment,
- Prioritisation of agroecology: especially for policy perspectives.

Being open questions, the interview guide was used as a tool to stimulate and guide open discussions. The interview guide maintained a degree of liberty for the interviewee in adjusting the sequence, adaptation, formulation and direction of questions in order to expand the discussion as needed. The length and focus of each interview were thereby adapted on a case-by-case basis to capture maximum information that describe perspectives, opinions and understandings.

4. Sampling

A total of 178 stakeholders were selected for interviewing from across the five countries distributed between a predominance of farmers (n=106) alongside researchers (n=30), NGOs (n=20), and public authorities (n=22). Participants were purposively sampled to capture a range of perspectives among four main stakeholder categories and to prioritize ground-level operational insights while capturing the institutional landscape. For farmers, targeted selection was followed to represent different farming systems and agroeocological zones within each country. For non-farmers, direct invitations were followed to maximize participation across stakeholder types. These selections were based on the knowledge of the territories by each of the local partners operating per country who first identified key organisations and local contacts and then invited individuals purposively to cover different roles, regions and farming systems. Basic profile characteristics for each respondent were recorded where consent was provided and when available: country, stakeholder category, primary farming activity, farm holding size (small, medium, large), market orientation, and predominant agroecological constraints (water scarcity, soil salinity, climate pressure, etc.). These characteristics were used to contextualise farmer responses and, where possible, compare subgroups. The interviews ensured a minimum of 6 replications for farmers and at least 1 to 4 replications for each of the other stakeholders. Sampling size per country and per stakeholder group can be found in Table 1. Further contextual descriptions by stakeholder type and region can be found in Box 1.

Table 1. Number and type of stakeholders interviewed per country under the study

Country	Farmers & agricultural professionals	Researchers & academics	NGOs, civil society	Public & ministerial authorities	Total per country
Algeria	36	15	3	4	58
Egypt	22	10	3	8	43
Mauritania	20	-	7	3	30
Morocco	21	2	-	3	26
Tunisia	7	3	7	4	21
Total per stakeholder group	106	30	20	22	**178**

Box 1. Counts by country and type of interviewed participants

Algeria

Context: Hyper-arid oases to semi-arid rainfed plains facing intensive groundwater exploitation and soil degradation

Characteristics of farmers: Smallholders (n=8) mountain family farms (3 ha) in Tizi-Ouzou engaged in olive and vegetable farming and breeding. Medium farms (n=18) (50 ha) in Biskra (hot desert) and Constantine (Mediterranean) engaged in dates, vegetable productions and in rainfed grains and legumes; respectively. Large farms (n=10) in the oasis of Ghardaia (30–100 ha, oasis scale) engaged in dates and vegetable production.

Characteristics of non-farmers: Senior research professors and engineers specializing in various agricultural and agro-economics studies affiliated with French research ana academia bodies (researchers). Local grassroot organisations and environmental networks (civil society). High-level administrative directors, policy engineers, and regional extension leads (public authorities).

Egypt

Context: Geographic divide between old fertile lands (Nile Delta) and highly saline, organic-depleted sandy (New Lands) reclaimed from the desert.

Characteristics of farmers: Old Lands: Smallholders (n=3) (0.25–1 ha) under subsistence pressure; family-scale medium farmers (n=3) (1.5–4 ha) combining crops/livestock; profit-maximizing large farmers (n=3) (7–20 ha). New Lands: Small, medium, and large commercial farmers adapting intensive inputs to sandy soil (n=9; 3 of each) in addition to 4 agricultural cooperative leaders.

Characteristics of non-farmers: Agricultural economists, agronomists, and soil scientists specializing in crop diversification and alternative irrigation trial metrics (researchers). Senior development project directors internationally funded (NGOs and civil society). Strategic planning directors and water management engineers (public authorities).

Mauritania

Context: Extremely low arable land (<1%), vulnerable desert proximity, and dense riverine agriculture to the South.

Characteristics of farmers: Smallholder family farmers and women's cooperative members divided across a dense urban center of Nouakchott (n=8) and rural river basins (n=12) in Gorgol and Guidmakha; engaged mostly in vegetable production.

Characteristics of non-farmers: Technical field coordinators and program officers specializing in climate adaptation and sustainable food systems from local and international NGOs affiliated with international cooperation bodies (NGOs). Decentralized technical agents and ministry policy developers (public authorities).

Morocco

Context: Polarization between high-yield intensive monoculture basins (Souss Massa) and highly vulnerable traditional mountain/pastoral agroecosystems.

Characteristics of farmers: Smallholders and cooperative producers facing acute groundwater restrictions in the Middle Atlas zone distributed between small family farmers (3 ha of onions/potatoes); medium specialized apple growers (5 ha orchard under intensive conditions), and members of localized aggregation cooperatives.

Characteristics of non-farmers: Senior academic lecturers and laboratory specialists in various agricultural disciplines (soil sciences, ecology, animal production, etc.) (researchers). Senior administrative department heads, rural policy specialists, and ministerial technical advisors (public authorities).

Tunisia

Context: Semi-arid zones experiencing severe rainfall variability, prolonged structural drought, and rapid soil erosion.

Characteristics of farmers: Small (<5 ha) to medium (5-10 ha) and large (>10 ha) diversified fruit, vegetable and cereal producers in Siliana, Sidi Bouzid and Ben Arous.

Characteristics of non-farmers: Senior research professors running climate resilience and resource management initiatives (researchers). Program directors of non-profit entities focusing on value chains, environmental protection, and agricultural innovation (civil society). Central state administrators and public policy regulators in relevant ministries (public authorities).

5. Data collection, analysis and study limitations

In-person interviews were conducted by country partners between September 2023 and February 2024. Interviews commenced only after the informed consent of interviewees was collected. No audio or video recordings took place to comply with the NATAE project's ethical procedures and to avoid the transfer of identifiable personal information of interviewees. Collected data was securely stored by each country partner in a pseudonymized form to protect participant identity. Each country partner retained the raw data and produced an anonymised narrative report of results using a standardised qualitative (narrative) analysis template provided by the task leader. This template was divided into four sections reiterating the main question sought after by the analysis: i) General knowledge of the term, ii) significance of agroecology, iii) obstacles and levers for its adoption, and iv) prioritisation especially at the policy level. These narrative reports (not verbatim transcripts) are the primary source material for the cross-country synthesis. All information transmitted to the task leader were anonymised and stored securely. The task leader carried out the cross-country synthesis using a document-level thematic analysis of each of the country narrative reports. Thematic categories were anchored in a standardised reporting template (deductive categories corresponding to the study's research questions) and were expanded with additional information that emerged inductively from the reports. Thematic sorting and mapping were performed manually on the narrative reports and iteratively refined through discussion with country focal points. Where possible, illustrative quotations were cross-checked against source documents provided by country partners. Because country partners used local methods for note-taking and internal summarising, the synthesis emphasised recurring patterns across reports and illustrative comparisons rather than claims based on verbatim interview data.

A key limitation of this study is the heterogeneity in respondent profiles across and within stakeholder categories along with the uneven distribution between stakeholder categories and between countries. Although purposive sampling attempted to capture a range of farming systems and recorded profile variables to contextualise responses, not all profile dimensions or stakeholder categories were available for every respondent. Consequently, comparisons of perceptions should be read as comparative indicators of patterns rather than as statistically representative contrasts between precisely matched actor types. Another limitation includes the

lack of a centralised primary data collection and transcription. This approach allowed contextualised reporting by local partners but introduces heterogeneity in how information was recorded and summarised and therefore increases the risk of interpretative bias. To mitigate these risks, a standardised reporting template was used, country partners were asked to supply exemplar quotations where possible, and iterative checks were conducted with focal points of each country partner during synthesis.

IV – Results

1. Terminology vs. practice: Farmer awareness and concept framing

Across reports, definitions of "agroecology" ranged between stakeholder groups from practice-oriented descriptions (low-input, water-saving techniques, and others for farmers) to broader conceptualisations emphasising ecological principles (researchers and NGOs). Interviewed farmers throughout North Africa were generally unfamiliar with the formal term 'agroecology' regardless of their locality and farming system unless they had been directly integrated into international cooperation initiatives mostly with NGOs. This trend was particularly noticed in Tunisia and Mauritania where over 50% of interviewed farmers reported direct links to such initiatives and expressed a more advanced understanding of the concept. Despite the low level of familiarity with the term, all (100%) small and medium-sized farmers that were interviewed reported applying at least one to two individual agroecological practices, even if on a limited scale, by habit. Their practices ranged from manure application, to crop rotation, intercropping and others. These practices are applied primarily as a cost-saving techniques to avoid expensive inputs. In Egypt, spatial variations were visible between 'old' lands, that are associated with traditional techniques which are more associated with traditional and thus more agroecological, compared to the more modern 'new' lands that extend to intensively farmed reclaimed lands. Yet, all interviewed farmers in Egypt were unfamiliar with the term. On another hand, over 80% of interviewed farmers from Algeria, Morocco and Tunisia associated agroecology with "nature" and "preservation," of the environment and natural resources; illustrating an ecological framing even with the lack of scientific vocabulary. A farmer from Morocco described agroecology as: "[…] *the act of cultivating the land without harming the environment through chemicals and reducing reliance on agricultural inputs*". Interestingly, certain farmers from Mauritania and Morocco acknowledged the link between agroecology and human health with small farmers in Meknes (Morocco) admitting their subsistence family consumption of input-free products while marketing produce that utilised chemical inputs. In Algeria, a split narrative amongst interviewed farmers described agroecology as an "agroecology of the poor" (a set of and input reductions survival strategies to resource-constrained smallholders) on the one hand, and as an "agroecology of the rich" (a pathway leveraged by better-resourced actors to access niche premium markets) on the other. In Mauritania, although the NGO-linked small farmers reported their exposure to agroecological practices, all of them still regarded it as highly demanding, labour-intensive path requiring patience for an income equivalent to conventional farming.

Despite the diverging perspectives, key cross-cutting barriers were expressed consistently by the interviewed farmers, especially of small and medium size, across the different countries. These included farmers' fear of an initial yield decline, increases in labour requirements, and absence of short-term financial safety nets. Despite the common concerns, interviewed farmers involved in NGO-led or research projects however reported greater familiarity and sometimes greater willingness to experiment, such as in Tunisia, when guaranteed funds are available to mitigate the associated risks. Among the larger commercial farmers interviewed in Algeria, Egypt and Tunisia, respondents were often disengaged or sceptical about agroecology, showing conditional interest only when premium markets offered clear financial returns, otherwise maintaining priority on high-value crops.

2. Science and advocacy: The fragmented ideal

Beyond farmers, NGOs and researchers offered the most coherent, principle-based definitions in a similar manner across the different countries and disciplines. They mainly emphasised soil health, biodiversity and socio-economic change, and translated these concepts into training, demonstration, and advocacy needs to counter the disconnect with the current policy trends and local research. Simultaneously, certain interviewed researchers, such as from Morocco and Tunisia, explicitly raised attention on the adaptability difficulties of agroecology especially for intensive yield-maximising territories such as in Souss Massa. In Egypt and Morocco, researchers noted that agroecology is often treated as a fragmented set of techniques rather than a holistic system redesign whereas researchers in Tunisia report that agroecological practices applied in the country are only partially adapted to the local context. The majority of researchers however acknowledged common challenges in the development of agroecology in their respective countries. Reasons include diverging current policy orientations that still focus on intensive farming, a general lack of understanding of policymakers and a lack in budget allocations which consequently deprioritize research interest. NGOs and civil-society organisations on another hand emerged repeatedly as an important bridging actor between international cooperation and local farming communities, acting as pilots of transition efforts on the ground and compensating for gaps in capacity, networks and market linkages. In Mauritania, NGOs act as key drivers of on-field integration of agroecological practices, focusing primarily on capacity building and creating value-chain linkages among the interviewed farmers in the capital Nouakchott and along the Senegal River. In Morocco, one specific civil society organisation (the Network of Agroecological Initiatives) exemplifies this role by facilitating knowledge exchange through a standardised community-controlled participatory guarantee system. NGOs and civil society in other countries as in Algeria, Egypt and Tunisia perform similar functions. They fill practical gaps unavailable by public support and translate international initiatives into locally adapted practices. Their work is reported to touch on capacity building and demonstrations, enabling farmer-to-farmer learning and cooperation, and supporting collective marketing in pilot projects.

3. The policy dilemma

The governance landscape across North Africa reveals a severe misalignment between sustainability rhetoric and immediate productivity goals. While public authorities occasionally invoke eco-responsible discourse, these concepts are rarely backed by institutional mandates, targeted financing, or technical support for transitioning farmers. Instead, extension services remain resource-constrained, while policymakers prioritize immediate national food security, yield maximization, and import reduction. This structural bottleneck is clearly illustrated by country-specific insights from the region. In Egypt, a pronounced productivity bias drives a rigid focus on conventional intensification, desert reclamation, and chemical input subsidies to close the food gap. Morocco faces a similar cognitive dilemma. Despite abstractly endorsing "eco-responsible agriculture," policymakers openly concede that yield optimization wins over ecological constraints during policy arbitrations, confining state action to isolated technical fixes like drip irrigation. As one representative of the Ministry of Agriculture of Morocco cited: "*The low yields in our country force us to be more demanding with regard to what is expected of our resources, and therefore less open to agroecology*.". In Algeria, the institutional focus is restricted to a narrow technical angle, transferring specific biological tools rather than supporting systemic shifts. Meanwhile, Mauritania exhibits a sharp administrative split, where the central ministry plans to integrate agroecology post-2026 due to climate shocks, but local extension agents remain structurally bound to short-term vegetable self-sufficiency. Finally, Tunisia demonstrates a progressive yet highly guarded posture; while 60% of policy actors view agroecology as a vital climate strategy, a rigid 40% minority maintains that immediate water crises and acute production shortages must completely override long-term ecological transformations due to fears of reduced returns.

The findings of this study reveal consistent cross-country concerns about knowledge and resource constraints around North Africa, heterogeneous and divergent perceptions of agroecology according to stakeholder role and farming agro-ecosystem, and an unequal interest

in agroecology tempered by technical, financial and political barriers. These are reiterated in Table 2:

Table 2. Synthesis of stakeholder perceptions of agroecology in North Africa

Country	Farmers & agricultural professionals	Researchers & academics	NGOs, civil society	Public & ministerial authorities
Algeria	Split narrative between "agroecology of the poor" (cost-saving) vs. "agroecology of the rich" (niche market)	Deep understanding; constrained by misaligned state policies	Focus on grassroots implementation	Focus on technical training tools rather than systemic shifts
Egypt	Size-dependent; some smallholders practice implicitly; large commercial farms reject	Academically familiar but lack national research budget priority	Divergent; international NGOs frameworks vs. local groups prioritising markets	Sceptical; rigidly prioritise conventional intensification and fertilizer subsidies
Mauritania	Familiar when NGO-connected; find practices labour-intensive	No direct input	International NGOs are main drivers in climate resilience and restoration initiatives	Split between central ministry and local extensions knowledge and priorities; no direct linked actions
Morocco	Risk-averse; fear survival threat or demand structural social justice	Frame as necessary; note severe limitations in intensive zones	No direct input but existence of a national participatory guarantee system	Abstractly endorse; prioritize crop yield and youth integration over ecological constraints
Tunisia	Project-exposed; majority see it as a climate fertility necessity	Conceptually aligned; split on adaptability to current market trends	Advocates systemic approaches; link adoption to biodiversity and circular value-chains	Open to climate strategy; fear productivity losses

V – Discussion

1. Conceptual heterogeneity: Terminology and knowledge gaps

Observations on the perception and conceptualisation of agroecology are seen to be largely heterogeneous between the different stakeholder groups. They show varying perspectives in relation to how the concept is understood, applied and valued. For farmers, the definition of agroecology is mainly implicit, being linked to the implementation of practices by habit, transferred from one generation to another, or as a means to reduce cost. This is especially true for small-scale farmers in Algeria, Egypt, and Mauritania that associate agroecological practices to traditional farming where low economic means hinder the adoption of modern systems. Such statements resonate with one of the narratives recorded by Madsen et al., (2025); making agroecology amongst farmers in North Africa rather limited in its understanding. An overall lack of knowledge of the term was indeed evident, similarly to what was reported in Malaysia (Noor Azmi et al., 2024), but with higher extent in North Africa. Comparatively, Tunisia and Mauritania showed higher farmer familiarity, receiving this knowledge from external sources as NGOs. Egypt conversely had the lowest recognition with all interviewed farmers being unfamiliar with the term. Algeria displayed a polarized “agroecology of the poor” versus “of the rich” discourse, whereas Morocco exhibited strong regional variability tied to crop type and market access.

Despite this diversity, all small and medium sized interviewed farmers have reported applying practices that fall under agroecology, even if on a limited scale, without labelling them as agroecological. These include for example manure fertilisation, crop rotation, and others. Yet, it is important to distinguish them as separate practices and not part of specific farming systems nor a holistic systemic activity. Researchers and academics on another hand generally follow a more formal definition of agroecology, framing it in line with the global scientific community as the integration of ecological principles into farming systems as means to ensure agricultural, environmental and societal sustainability. This is similar to civil society and NGOs that primarily look at agroecology from the perspective of resource preservation and socio-economic positioning as a rural development tool. By contrast, policymakers tend to adopt a narrow frame for agroecology directed towards rationalisation of resources, especially water, instead of a systemic shift. The understanding behind agroecology is therefore clearly not translated into a unified operational trajectory between the various actors. This falls in line with the statements reported by Mockshell and Kamanda (2018) where the varying perspectives of stakeholders tend to promote, or not, aspects they find priority.

2. Perception of risk vs. necessity: Drivers and bottlenecks

While the results show that researchers and civil society in North Africa largely view agroecology as a necessity, many farmers and policymakers often perceive it as a risk on productivity. Across the sample, farmers' perception of agroecological practices as cost-saving alternatives is overshadowed by concerns over yield and profit limitations when compared to conventional practices, as voiced by over half (around 56%) of interviewed farmers. Their hesitation, especially for smallholders, usually stems from their limited understanding of agroecology a general fear of adopting new unfamiliar practices. This caution stance is further compounded by insufficient support systems to mitigate transitional risks for such farmers. In Egypt and Morocco, scepticism was particularly pronounced among medium to large-scale farmers who explicitly prioritize income security and view intensive agriculture as the more reliable pathway to profitability.

The perception of agroecology becomes evidently influenced by the availability of funds and impacted by the direction of national policies. What is common between the different countries however is that agroecology is not currently considered a research priority. This is primarily impacted by the prevailing national policy directions and the consequent constraints imposed by limited budgets. This makes both research institutions and civil society organisations respond to short-term project calls rather than inscribe in long-term strategies. This lack of a robust scientific foundation is exacerbated by the absence of specialized skills needed to advance agroecological research and dissemination such as through training and extension services. Consequently, the capacity of researchers to produce local evidence that could be used by civil society advocacy to convince policymakers and farmers become the more lacking. This observed dynamic is opposed to the trends seen in Europe where agroecology is met with a growing attention in funding research and policy design (Iocola et al., 2023). Despite this, certain technical research topics related to agroecology are reported in countries such as Egypt, Morocco, and Tunisia. These efforts, however, are fragmented and lack a cohesive strategy, often leading to debates and disagreements among researchers about various components and practices of agroecology such as in Egypt and Morocco, similarly to those reported in the West (Wezel et al., 2009).

Civil society and NGOs, especially those connected to international cooperation, emerge as drivers for the dissemination of agroecological knowledge. While their interventions in raising awareness and demonstrating the viability of agroecology among farmers are visible in countries as Mauritania and Tunisia, their effort remain limited and experimental. This is largely due to the lack of an accumulated body of scientific knowledge to substantiate and support these efforts. As stakeholders report, while NGOs have been successful in introducing concepts, the lack of state support bounds these initiatives to isolated pilot projects. In Mauritania for example, an important divide was identified between the central ministry, where agroecology is better understood, compared to local extension offices where agents lack training and resources to support dissemination and adoption. As a result, the potential benefits of agroecology remain

underexplored and underutilized in the region with limited dissemination and constrained impact due to the experimental nature of projects and the insufficient scientific backing.

At the level of public authorities, a vague understanding of agroecology is met with tension against their attention to immediate food security goals. In Algeria, Egypt, and Mauritania, national policies clearly prioritize rapid production increases and the reduction of import dependency to improve food security, an objective dominant in all countries of the region. For that, intensification of farming emerged from national strategies, with efforts to optimize resource management while agroecology is viewed as a non-proven risk that could impact yields. Policies of Algeria, Egypt, Morocco, and Tunisia manifest this by supporting the implementation of water-saving irrigation methods aimed at expanding irrigates areas and therefore at enhancing agricultural output. Accordingly, as emphasis on sustainability and resource conservation is present in rhetoric, agroecology does not receive significant attention or support from public authorities and therefore remains often marginalized in practice. The emphasis on food production goals in fact is reported around the world and, to this day, still take up a central role in global policy and research discourses (Candel & Biesbroek, 2018; Viana et al., 2022).

When considering shifts in perceptions to encourage the adoption of agroecology in North Africa, multiple and multi-faceted issues should therefore be considered. For farmers, the need revolves around the provision of sufficient safety nets and adequate extension services to improve technical capacities; both of which are currently under-developed and under-resourced across the region. Such support is essential to assist small and medium-sized farmers navigate transitional risks in technical expertise, access to adapted inputs (such as seeds and machinery), market development, and consumer awareness. For researchers and development organisations, coherent national strategies are key, not only those backed and funded by the central governments, but which are designed to bridge the gap between the creation of local evidence and their application on field. This equally means that public authorities should work to formally recognize agroecology as a viable, scalable solution and to integrate it into national policy frameworks with dedicated long-term budgets. Ultimately, this study highlights a mutual dependence between policy recognition and public funding on one side, and the former's need for sufficient, place-based evidence on the other. This means that agroecology cannot be treated as a peripheral project, but must be integrated into the core of national agricultural agendas and directly supported by research and on-field applications for scalable adoption. This is vital for transforming agroecology into a more mainstream practice of North Africa's agricultural sector.

VI – Conclusion

This study investigated the perception of agroecology by four main stakeholder groups in five North African countries including farmers, researchers, NGOs and civil society, and policymakers in Algeria, Egypt, Mauritania, Morocco and Tunisia. Utilizing a qualitative analysis of discourses generated through semi-structured open interviews, the study evaluated stakeholder perception, conceptual framing, and structural priorities. Results reveal that while agroecological practices can be identified in North Africa as applications out of habit or as cost-reduction means, the perception and understanding of agroecology remains highly divergent across stakeholder groups. Misalignment of conceptions are identified which hinder a unified approach. On the one hand, researchers and civil society organisations view agroecology from the perspective of a holistic system required for agricultural sustainability in the face of climate change and as a tool for socio-economic development. On the second hand, farmers and policymakers associate agroecology with productivity risks and economic volatility, viewing conventional practices as safer pathways for guaranteed yields and short-term profits. For farmers, the risk mainly consists of the lack of safety nets to mitigate the risk of their transitioning, while policymakers are faced with prioritising urgent food security goals which lead to the favouring of intensification and increased national food production. This remains true even if policies are progressively attempting to integrate elements of sustainable farming and resource management, which today remain fragmented and not systemic. Results also show that policy directions and restricted budgets oblige research and civil society organisations to rely on short-term and fragmented pilot projects

to demonstrate results. This in turn leads to a diminished scientific foundation without any robust or place-based knowledge to prove the viability of practices. The situation leaves little room for advocacy while extension services lack the technical capacity to scale up adoption. In summary, although agroecology in North Africa is seen as a potential solution by some, its divergent perception by different stakeholders leave it open to debate and contestation. It is caught between being viewed as archaic survival strategies for poor smallholders, conflicting with the intensification priorities of the state, and lacking a consolidated regional research foundation. Overcoming these bottlenecks and advancing the agroecological transition will ultimately require a fundamental shift in how agricultural productivity is valued, how risk is managed, and how systemic awareness is cultivated across the multi-actor landscape.

Acknowledgements

This research has been carried out under the NATAE project (Horizon Europe, Grant Agreement No 101084647): “Fostering agroecology transition in North Africa through multi-actor evaluation and networking” funded by the European Union. This work has also received funding from the Swiss State Secretariat for Education, Research and Innovation (SERI). The authors acknowledge all local partners who have participated in this work and share their thanks for their contribution, efforts and knowledge in the process of this reflection and in making this publication possible. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the granting authority.

Ethics statement

Ethics approval for this study was obtained through the ethics process established by the NATAE project, under the supervision of an external ethics expert recruited by CIHEAM-IAMM (Mediterranean Agronomic Institute of Montpellier) for the project. In addition, all participants provided their informed consent to participate in this study.

References

Abdelhedi, I. T., & Zouari, S. Z. (2020). Agriculture and food security in North Africa: A theoretical and empirical approach. *Journal of the Knowledge Economy*, *11*(1), 193-210. https://doi.org/10.1007/s13132-018-0528-y

Bellwood-Howard, I., & Ripoll, S. (2020). Divergent understandings of agroecology in the era of the African Green Revolution. *Outlook on Agriculture*, *49*(2), 103-110. https://doi.org/10.1177/0030727020930353

Bezner Kerr, R., Madsen, S., Stüber, M., Liebert, J., Enloe, S., Borghino, N., Parros, P., Mutyambai, D. M., Prudhon, M., & Wezel, A. (2021). Can agroecology improve food security and nutrition? A review. *Global Food Security*, *29*, 100540. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100540

Candel, J. J. L., & Biesbroek, R. (2018). Policy integration in the EU governance of global food security. *Food Security*, *10*(1), 195-209. https://doi.org/10.1007/s12571-017-0752-5

El Bilali, H. & Ben Hassen, T. (2023). Research on agriculture and food in Mauritania: A bibliometric analysis. *AGROFOR International Journal*, *8*(3), 13-23. https://agrofor.ues.rs.ba/paper.php?id=476

FAO. (2023). *FAOSTAT Database: Crop production data for Egypt* [Dataset]. http://www.fao.org/faostat/en/data/QC

FAO & IFAD. (2019). *United Nations decade of family farming 2019-2028. Global Action Plan*. FAO. https://www.donorplatform.org/wp-content/uploads/2022/07/UN-Decade-of-Family-Farming.pdf

Iocola, I., Ciaccia, C., Colombo, L., Grard, B., Maurino, S., Wezel, A., & Canali, S. (2023). Agroecology research in Europe funded by European and transnational programmes: Current status and perspectives. *Open Research Europe*, *2*, 139. https://doi.org/10.12688/openreseurope.15264.2

Jalkh, R., Bouzid, A., Siam, G., Lahrech, T., Sidya Fall, C., Zouari, I., Pollicino, D., Lemaître-Curri, E., Bessaoud, O., Abdelhakim, T., & Requier-Desjardins, M. (2024). *Analysis of agroecological perspectives in North African intersectoral public policies. A review of trends, strengths and weaknesses*. CIHEAM-IAMM. https://doi.org/10.5281/ZENODO.12770882

Leippert, F., Darmaun, M., Bernoux, M., & Mpheshea, M. (2020). *The potential of agroecology to build climate-resilient livelihoods and food systems*. FAO and Biovision. https://doi.org/10.4060/cb0438en

Maas, B., Fabian, Y., Kross, S. M., & Richter, A. (2021). Divergent farmer and scientist perceptions of agricultural biodiversity, ecosystem services and decision-making. *Biological Conservation*, *256*, 109065. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109065

Madsen, S., Laske, E., Fisher, J., Sall, A. N., Enloe, S., & Bezner Kerr, R. (2025). What good is agroecology? Predominant narratives about agroecology in Africa. *Journal of Rural Studies*, *118*, 103706. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2025.103706

Mashref, M. (2024). Measuring the impact of public agricultural spending on food security by applying it to the MENA region (standard study). *Scientific Journal of Agricultural Sciences*, *6*(1), 249-272. https://doi.org/10.21608/sjas.2024.255314.1372

Mockshell, J., & Kamanda, J. (2018). Beyond the agroecological and sustainable agricultural intensification debate: Is blended sustainability the way forward? *International Journal of Agricultural Sustainability*, *16*(2), 127-149. https://doi.org/10.1080/14735903.2018.1448047

Noor Azmi, N. S., Ng, Y. M., Masud, M. M., & Cheng, A. (2024). Knowledge, attitudes, and perceptions of farmers towards urban agroecology in Malaysia. *Heliyon*, *10*(12), e33365. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33365

OECD & Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). *OECD-FAO Agricultural outlook 2018-2027*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2018-en

Randy Aikins, E. (2023). *North Africa*. ISS African Futures. [Online Resource] Updated 13 December 2023. https://futures.issafrica.org/geographic/regions/north-africa/

Requier-Desjardins, M., Boughamoura, O., & Lemaître-Curri, E. (2024). Characterizing agroecology in North Africa, a review of 88 sustainable agriculture projects. *Land*, *13*(9), 1457. https://doi.org/10.3390/land13091457

Sporchia, F., Patrizi, N., & Pulselli, F. M. (2023). Date fruit production and consumption: A perspective on global trends and drivers from a multidimensional footprint assessment. *Sustainability*, *15*(5), 4358. https://doi.org/10.3390/su15054358

Tanarhte, M., De Vries, A. J., Zittis, G., & Chfadi, T. (2024). Severe droughts in North Africa: A review of drivers, impacts and management. *Earth-Science Reviews*, *250*, 104701. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2024.104701

Utter, A., White, A., Méndez, V. E., & Morris, K. (2021). Co-creation of knowledge in agroecology. *Elementa: Science of the Anthropocene*, *9*(1), 26. https://doi.org/10.1525/elementa.2021.00026

Viana, C. M., Freire, D., Abrantes, P., Rocha, J., & Pereira, P. (2022). Agricultural land systems importance for supporting food security and sustainable development goals : A systematic review. *Science of The Total Environment*, *806*, 150718. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150718

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. https://doi.org/10.1051/agro/2009004

Ziadat, F. M., Zdruli, P., Christiansen, S., Caon, L., Monem, M. A., & Fetsi, T. (2021). An overview of land degradation and sustainable land management in the Near East and North Africa. *Sustainable Agriculture Research*, *11*(1), 11. https://doi.org/10.5539/sar.v11n1p11

Le savoir, savoir-faire traditionnels et pratiques agroécologiques dans les régions montagneuses marocaines : Etude de cas (Skoura M'Dazz)

Hatim Amessaghrou[1,2], Outmane El Omry[2,3], Oussama Aourouche[1,2], Zoubir Chattou[2], Khalid Daoui[4], Ghizlane Echchgadda[1]

[1]Département de production végétale, de protection des végétaux et de biotechnologie, Institut Hassan II d'agronomie et de sciences vétérinaires, Rabat, Maroc

[2]Département de protection des végétaux et de l'environnement, Unité d'agroécologie, École nationale d'agriculture de Meknès, BP S 40, Meknès 50001, Maroc

[3]Laboratoire de biotechnologie et d'environnement, agroalimentaire et santé, Faculté des sciences de Dhar El Mahraz, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, B.P. 1796 (Atlas) 30000 Fès, Maroc

[4]Institut national de recherche agronomique, Centre régional de Meknès, km 10, route de Haj Kaddour, Meknès, Maroc

Résumé. Les pratiques agroécologiques traditionnelles (PAT) constituent un pilier de l'agriculture durable, notamment dans les pays en développement confrontés à des pressions environnementales telles que la pénurie d'eau. Dans les régions arides et semi-arides, ces méthodes éprouvées offrent des solutions pratiques et peu gourmandes en intrants aux défis agricoles complexes. Le Moyen Atlas marocain en est un exemple éloquent : un savoir-faire agricole séculaire s'y est transmis de génération en génération, façonnant un paysage agricole résilient et diversifié. Cette étude a examiné les pratiques agricoles traditionnelles et les systèmes de production à Skoura M'Daz (SMDZ), située dans la région de Fès-Meknès au Maroc. Les données ont été recueillies auprès de 70 agriculteurs au moyen d'enquêtes structurées et de visites de terrain. La majorité des exploitations (62,86 %) couvrent entre 0 et 5 hectares, tandis que 35,71 % s'étendent de 5 à 10 hectares. La plupart sont gérées selon des systèmes agroforestiers. Les associations les plus fréquentes comprennent l'olivier en culture intercalaire avec des cultures annuelles, fourragères et potagères, ainsi que d'autres arbres fruitiers comme l'amandier, le pommier, le figuier et le caroubier. Ces systèmes multifonctionnels soutiennent simultanément la production alimentaire, l'approvisionnement en fourrage et les services écosystémiques, tout en palliant la fragmentation des terres et la rareté de l'eau. Les pratiques de conservation de l'eau et des sols y sont tout aussi importantes. L'aménagement de terrasses sur les terrains en pente réduit l'érosion et capte le ruissellement, tandis que les bassins pour arbres – appelés localement structures en « demi-lune » – améliorent l'infiltration de l'eau autour des arbres. L'irrigation repose entièrement sur des systèmes gravitaires via des canaux traditionnels appelés seguias, la distribution de l'eau étant gérée collectivement par rotation afin de garantir un accès équitable à tous les agriculteurs. Ces résultats soulignent l'importance cruciale des savoirs autochtones pour surmonter les contraintes agricoles et offrent des perspectives précieuses pour promouvoir une gestion durable des terres dans la SMDZ et d'autres environnements arides similaires.

Mots-clés. Agroécologie – Pratiques agricoles – TAEP – Agroforesterie

Title. Traditional agroecological knowledge and practices in the Moroccan mountain regions: A case study Skoura M'Dazz

Abstract. *Traditional agroecological practices (TAEP) represent a cornerstone of sustainable agriculture, particularly in developing countries facing environmental pressures such as water scarcity. In arid and semi-arid regions, these time-tested methods offer practical, low-input solutions to complex agricultural challenges. The Middle Atlas (M.A) region of Morocco provides a compelling example, where centuries-old agricultural knowledge has been transmitted across generations, shaping a resilient and diverse farming landscape. This study investigated traditional agriculture practices and production systems in Skoura M'Daz (SMDZ), located in the Fez-Meknes region of Morocco. Data were collected from 70 farmers through structured surveys and field visits. The majority of farms (62.86%) cover between 0 and 5 hectares, with 35.71% ranging from 5 to 10 hectares, and most are managed under agroforestry systems. Predominant associations include olive trees intercropped with annual, fodder, and garden crops, alongside other fruit trees such as almond, apple, fig, and carob. These multifunctional systems simultaneously support food production, fodder supply, and ecosystem services, while addressing land fragmentation and water scarcity. Water and soil conservation practices are equally prominent. Terracing on sloping lands reduces erosion and captures runoff, while tree basins — locally known as "half-moon" structures — improve water infiltration around individual trees. Irrigation relies entirely on gravity-fed systems through traditional channels called seguias, with water distribution managed collectively through rotational cycles ensuring equitable access among all farmers. These findings underscore the critical value of indigenous knowledge in addressing agricultural constraints and offer meaningful insights for advancing sustainable land management in SMDZ and similar arid environments.*

Keywords. *Agroecology – Agricultural practices – TAEP – Agroforestry*

I – Introduction

Le changement climatique aggrave de manière significative les pressions existantes sur les terres arides méditerranéennes, un point chaud reconnu connaissant des augmentations de température bien supérieures à la moyenne mondiale. À 2°C ou plus, ces changements s'étendent à plus de régions et/ou deviennent plus significatifs (haute confiance), et plus fréquents et/ou plus sévères agricoles et écologiques. Cette crise qui s'accélère va encore mettre à rude épreuve les systèmes de subsistance ruraux qui dépendent fortement de services écosystémiques fragiles. Les petits exploitants en terres sèches opèrent dans des environnements de production précaires, intrinsèquement pauvres en eau et sujets à la sécheresse. En raison de la diminution des précipitations, le ruissellement et les faibles débits des rivières devraient diminuer de 12 à 15 % ou plus dans la plupart des régions, ce qui réduira drastiquement la recharge des eaux souterraines. De plus, la dégradation des sols et le déclin de la biodiversité aggravent encore les pressions sur la production agricole en réduisant la fertilité des sols, la multifonctionnalité des écosystèmes et la résilience agricole. Ces contraintes environnementales sont aggravées par des défis socio-économiques, notamment un accès limité aux marchés et à la technologie, des cadres institutionnels et politiques faibles, des infrastructures inadéquates, la pauvreté et la croissance démographique. La population du Maroc a augmenté de manière constante au cours des dernières décennies, atteignant environ 37 millions d'habitants en 2024 et devant dépasser les 43 millions d'ici 2050. Cette croissance démographique, combinée à une urbanisation rapide et à l'évolution des modes de consommation, devrait accentuer la pression sur les systèmes de production agricole, les ressources en eau et les moyens de subsistance ruraux. Dans un contexte caractérisé par la variabilité climatique, des sécheresses récurrentes et des terres arables limitées, assurer la sécurité alimentaire tout en maintenant la durabilité et la résilience des systèmes agricoles est devenu un défi national majeur.

De plus, en raison de sa forte dépendance aux importations et de son exposition aux marchés mondiaux, le pays est extrêmement vulnérable aux chocs exogènes tels que l'inflation des prix alimentaires (Ali et al., 2022 ; Calzadilla et al., 2010 ; Capitanio et al., 2020 ; Doignon et al., 2023 ; FAO & ITPS, 2015 ; FAO et al., 2024 ; Hssaisoune et al., 2020 ; IPBES, 2019 ; Tekken & Kropp, 2012).

Le passage à des systèmes basés sur des arbres en monoculture pourrait aider les agriculteurs à s'adapter au changement climatique et à améliorer les moyens de subsistance. Cependant, elle peut aussi rétablir la dépendance à des portefeuilles agricoles limités et aux risques socio-économiques qui y sont inévitablement associés. En revanche, les techniques agroforestières qui mélangent vivaces ligneuses avec des cultures annuelles sont déjà bien établies dans les oasis et les zones montagneuses du Maroc. Leur promotion de systèmes de production plus diversifiés et multifonctionnels pourrait ainsi constituer une stratégie plus prometteuse pour développer durablement les agroécosystèmes marocains et orienter les moyens de subsistance des petits exploitants vers des voies résilientes (Daoui & Fatemi, 2014 ; Leeuw et al., 2014).

En conséquence, le gouvernement marocain a lancé la stratégie « Génération Verte 2020-2030 » en 2020. L'objectif principal de cette initiative est de transformer l'agriculture en un moteur puissant de création d'emplois, d'améliorer les conditions de vie rurales et de favoriser une classe moyenne agricole, avec un fort accent sur le soutien aux jeunes et aux petits exploitants (MAPMDREF (Maroc), 2020). Dans sa version révisée sous la pression des changements climatiques, le plan met davantage l'accent sur les cultures économes en eau, les systèmes d'irrigation avancés et les méthodes agroécologiques qui restaurent la fertilité des sols, la résilience étant désormais explicitement privilégiée par rapport aux objectifs de productivité. Cependant, ce soutien reste largement orienté vers l'agro-industrie, avec une reconnaissance institutionnelle limitée des pratiques agroécologiques traditionnelles et des petits exploitants, une lacune particulièrement ressentie dans les systèmes agricoles de montagne tels que la SMDZ, où les TAEP constituent le principal cadre de production et d'adaptation (Boutagayout et al., 2025 ; Ettouahri, 2025 ; Singh & Singh, 2017). Par conséquent, l'agroécologie au Maroc suscite un intérêt croissant de la part des décideurs, des scientifiques et des agriculteurs cherchant des solutions viables aux crises auxquelles sont confrontés les systèmes agricoles. En conséquence, cet article examine trois aspects interconnectés des systèmes agricoles : les méthodes de production agricole, les connaissances agroécologiques traditionnelles et les agriculteurs eux-mêmes dans la zone d'étude spécifique de la SMDZ, située dans les montagnes de l'Atlas.

L'argument central de cette étude est que les connaissances et le savoir-faire traditionnels jouent un rôle décisif dans la préservation des pratiques agroécologiques et, par conséquent, dans la capacité des systèmes d'agriculture familiale [ou petite exploitation] à s'adapter au changement climatique. Plus précisément, l'étude poursuit trois objectifs : (i) caractériser les profils socio-économiques des agriculteurs et de leurs systèmes d'exploitation ; (ii) documenter et analyser l'ensemble des pratiques et connaissances agroécologiques traditionnelles présentes dans la région ; et (iii) évaluer la dynamique plus large de la production agricole dans la SMDZ en relation avec l'adaptation au climat. La zone d'étude a été sélectionnée au sein du Moyen Atlas, une région reconnue comme l'une des zones agricoles les plus productives du Maroc, où la petite agriculture prédomine et où les pratiques traditionnelles restent au cœur de la gestion des écosystèmes et de la résilience des moyens de subsistance.

II – Matériel et méthodes

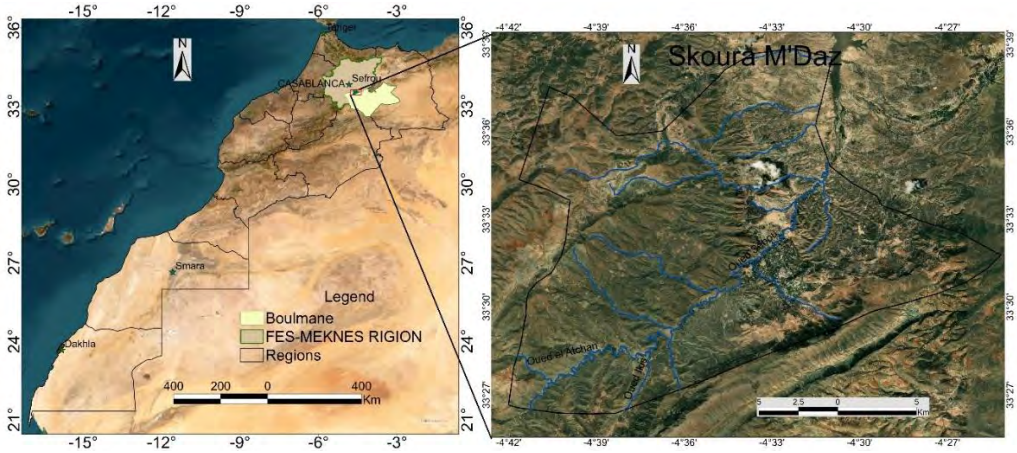
1. Zone d'étude

La présente étude a été menée dans la commune de SMDZ, située dans la province de Boulemane (31°03′45 » N, 6°33′09 » O), à une altitude de 1200 mètres. Le choix de ce site a été dicté par ses caractéristiques particulières répondant aux exigences de notre problème de recherche, notamment la persistance d'un système agricole traditionnel peu modifié par les influences extérieures et l'attachement marqué de la population locale à ses modes de production ancestraux.

La zone de la SMDZ se caractérise par un climat semi-aride avec une pluviométrie annuelle moyenne de 350 mm (DRA Boulemane, 2025). Les températures présentent une forte plage thermique annuelle, oscillant entre un minimum de 0°C en hiver et un maximum pouvant atteindre 35°C en été. Malgré ces contraintes climatiques marquées par l'aridité et les précipitations irrégulières, le système agricole local bénéficie de la contribution compensatoire de plusieurs sources d'eau pérennes, notamment Ain Tadout, Ain Rached et Ain Ait Ouahyan, qui assurent l'irrigation nécessaire aux activités agricoles traditionnelles (Tmari, 2021).

L'agriculture de montagne dans la SMDZ constitue bien plus qu'un simple mode de production ; Il représente une forme d'adaptation historique et sociale à un environnement difficile et exigeant. Cette zone se distingue par la remarquable conservation des connaissances locales, les pratiques ancestrales de gestion des ressources naturelles et un patrimoine agronomique indigène faiblement érodé par la modernisation. La population locale reste fortement dépendante de cette agriculture traditionnelle, qui joue un rôle central dans la vie économique, sociale et culturelle de la région, et qui est vulnérable au changement climatique.

Figure 1. Emplacement géographique de la zone d'étude Skoura M'Daz



2. Méthodes d'échantillonnage et collecte de données

Une méthode d'échantillonnage aléatoire stratifié à plusieurs degrés a été utilisée. La province de Boulemane a d'abord été sélectionnée, puis la commune de Skoura M'Daz a été choisie comme site d'étude en raison de la représentativité de ses agroécosystèmes montagneux et de ses pratiques traditionnelles. Au sein de la commune, 22 villages ont été identifiés afin d'assurer une couverture spatiale adéquate, et 4 à 6 exploitations agricoles ont été sélectionnées au hasard par village, indépendamment de leur taille, de leur orientation de production ou de leur emplacement. Cette stratégie visait à rendre compte de la diversité des systèmes agricoles dans la zone d'étude tout en minimisant les biais de sélection (Dupré, 1991).

3. Conception de l'enquête et collecte des données

Une enquête de terrain structurée a été menée auprès de 70 agriculteurs répartis dans 22 villages de Skoura M'Daz (Avril 2025 jusqu'à Juillet 2025) sélectionnés afin de garantir la diversité en termes d'altitude, d'accès à l'eau et de taille des exploitations, tant dans les zones de montagne que dans celles de plaines irriguées. Le questionnaire a permis de documenter la structure des exploitations, le morcellement des terres, la topographie, les systèmes d'irrigation, l'agroforesterie, la rotation des cultures, la fertilisation, l'intégration de l'élevage, la gestion de l'eau, les systèmes de terrasses, ainsi que les connaissances écologiques transmises localement. Les réponses de l'enquête ont été systématiquement complétées par des observations directes sur le terrain, permettant de croiser les pratiques déclarées avec les modes d'occupation des sols visibles, les infrastructures d'irrigation, les associations arbres-cultures et les structures de conservation des sols et de l'eau. Cette approche mixte a renforcé la fiabilité de la base de données en reliant les connaissances des agriculteurs, les pratiques observées et les preuves paysagères, fournissant ainsi une base empirique solide pour évaluer la cohérence agroécologique dans les conditions réelles des petits exploitants.

4. Analyse statistique

Afin d'évaluer la force et la direction des associations entre les variables continues et ordinales, le coefficient de corrélation de rang de Spearman (ρ) a été calculé. Cette mesure non paramétrique a été sélectionnée en raison de la nature ordinale de plusieurs variables et de l'absence d'hypothèse de normalité dans le jeu de données (Siegel & Castellan, 1988). Les corrélations ont été calculées entre des variables clés, notamment l'âge, l'expérience agricole, la taille de l'exploitation, le niveau d'éducation, la taille de la famille et les composantes des pratiques agroécologiques (utilisation de produits chimiques, agroforesterie, intégration de l'élevage, rotation des cultures et association de cultures). Les résultats sont présentés sous forme de coefficients de Spearman (ρ) accompagnés des valeurs de p (***p-values***) associées, et visualisés à l'aide d'une matrice de corrélation. Le seuil de significativité a été fixé à $\alpha = 0{,}05$, en distinguant trois niveaux de signification : ($p < 0{,}05$), ($p < 0{,}01$) et ($p < 0{,}001$). L'ensemble des analyses a été réalisé à l'aide du langage Python.

III – Résultats

1. Caractéristiques de la ferme

Au total, 70 agriculteurs ont été interrogés dans la SMDZ ; les 22 villages d'où ils provenaient ont été étudiés durant la période d'étude. Tous les participants sont agriculteurs, alors que 50 % des entretiens se situaient dans la région rurale de la SMDZ.

La taille des fermes variait parmi et au sein des répondants. La plupart des répondants ont eu du mal à préciser la taille exacte de leur propriété en raison de la fragmentation des terres cultivées ; La location de terres supplémentaires ou de fruits d'arbres (principalement des oliviers) était courante dans la zone étudiée, et la copropriété entre membres de la famille était une pratique courante dans ces zones. La majorité des fermes dans les montagnes de la SMDZ se situent entre 0 et 5 ha, ce qui représente 62,86 %, mais dans la plaine en périmètre irrigué (IR), certaines exploitations se situent entre 5 ha et 10 ha. Les fermes de la zone d'étude sont minuscules et possèdent de nombreux lots. Les plantes de dépôts sur les fermes ont augmenté progressivement dans les terres montagneuses, avec 41,43 % contre 10,5 % dans les fermes plates dans les IR. Le type de sol était diversifié, argileux blanc et rouge dans les montagnes, sombre et fertile dans la plaine (IR).

Tous les répondants dépendent de l'irrigation par gravité à partir de sources naturelles, bien que l'accès à des pompes motorisées utilisées par quelques agriculteurs de la rivière Guigou dépende d'une irrigation complémentaire sur de petites sections de leurs terres cultivées, via des inondations traditionnelles, des arroseurs ou une irrigation goutte à goutte. Chaque agriculteur de la zone d'étude utilise un système agricole mixte combinant deux types de production : les cultures annuelles (céréales, légumineuses, fourrages et légumes) et les arbres fruitiers vivaces (olivier, figuier, caroubier, amandier, etc.) et l'élevage (principalement d'ovins et de caprins, complété par des bovins). La répartition de leur production — orientée vers la consommation des ménages ou la vente sur le marché local — varie en fonction de facteurs interconnectés : la taille de la ferme, le niveau d'intensification, la quantité produite.

Tableau 1. Identification des fermes

Variables	Catégories	SMDZ (N=70)	SMDZ (%)
Genre	Male	55	78.6 %
	Femelle	15	21.4 %
Commune Type	Urbain	35	50.00 %
	Rural	35	50.00 %
Organisation professionnelle	Coopérative	23	32.86 %
	Association	32	45.71 %
	Autres/Aucun	15	21.43 %
Zone agricole	0 – 5 ha	44	62.86 %
	5 – 20 ha	25	35.71 %
	> 20 ha	1	1.43 %
Topographie	Plat	29	41.43 %
	Pente	20	28.57 %
	Les deux	21	30.00 %
Méthodes d'escrime	Clôtures vivantes	20	28.57 %
	Clôtures artificielles	10	14.29 %
	Mixte/Autre	4	5.71 %
Expérience agricole	5 – 10 ans	11	15.71 %
	10 – 20 ans	20	28.57 %
	> 20 ans	39	55.71 %

La plupart des répondants pratiquent l'agroforesterie. Dans les montagnes SMDZ, les oliviers, caroubier, figuiers et grenadines dominent, tandis que les basses terres (IR) sont principalement à base d'oliviers. Les agriculteurs de montagne (71,43 %) cultivent des associations d'olives et de légumes pour l'autoconsommation, contre 28,57 % dans les basses terres, où la production cible le marché local en parallèle avec la consommation automobile. Dans les deux zones, les associations les plus courantes sont les oliviers avec des cultures annuelles (69,5 %) et le maraîchage (67,5 %), suivis par des arbres fruitiers tels que le figuier (21 %) et le pêcher (11,5 %). Les céréales sont dominées par l'orge (55 %), les légumineuses par la fève (25,5 %) et la luzerne (19,5 %), toutes principalement cultivées pour la consommation familiale et l'élevage.

Les données d'enquêtes sur le terrain montrent que plus de 70 % des agriculteurs pratiquent la rotation des cultures, principalement sur des cycles annuels alternant céréales (blé dur, orge) et légumineuses (fèves, pois chiches, haricots), parfois complétés par des cultures commerciales comme le maïs, les pommes de terre ou les oignons. La diversité des rotations observées (orge→maïs ; fèves→pommes de terre ; orge→oignons) reflète une adaptation rationnelle aux conditions locales du sol et du climat, visant à préserver la fertilité, réduire l'appauvrissement des sols et maintenir des rendements stables.

2. Description des systèmes de production agricole

L'agroforesterie, la production de légumes, ainsi que la production de céréales et de légumineuses sont les trois techniques de production agricole utilisées par les agriculteurs de la SMDZ. Historiquement soutenus par des sols fertiles, des versants en terrasses et des sources de montagne saisonnières. Pourtant, cet équilibre agroécologique est de plus en plus menacé par le changement climatique — l'intensification des sécheresses, l'irrégularité des pluies ainsi que le tarissement progressif des sources naturelles et de l'oued Guigou limitent désormais sévèrement les cycles d'irrigation, réduisent les rendements des cultures et accélèrent l'érosion des sols, transformant ainsi les pratiques traditionnelles en mécanismes cruciaux d'adaptation au climat.

A. Pratiques agricoles - Agroforesterie

L'agroforesterie représente une stratégie clé de résilience pour les petits producteurs lorsque les conditions locales le permettent, et était présente dans tous les systèmes agricoles, indépendamment des strates. Dans les basses terres IR, la culture d'arbres était courante sur les terrains plats, les oliviers étant l'espèce dominante, sauf sur les terres irriguées où prévalaient les arbres fruitiers. Dans la SMDZ, un total de 11 espèces d'arbres domestiquées et 6 espèces sauvages ont été recensées sur des fermes étudiées, classées par les agriculteurs en trois groupes : arbres cultivés de pluie, arbres cultivés irrigués et arbres sauvages.

Les agriculteurs de la SMDZ appliquent diverses pratiques concernant l'origine des plantes, le labour, l'interculture, l'utilisation de pesticides et la fertilisation. Concernant la gestion de la fertilisation au sein des systèmes agroforestiers ($N = 49$), les apports organiques dominent avec 46,94 % d'utilisateurs exclusifs, contre 20,41 % recourant uniquement aux engrais minéraux et 24,49 % associant fertilisation organique et minérale (8,16 % ne pratiquant aucun apport). L'irrigation gravitaire traditionnelle concerne 89,80 % des parcelles, tandis que 10,20 % des producteurs ont recours au goutte-à-goutte via pompage dans la rivière (Tableau 2).

Tableau 2. Pratiques agricoles - Agroforesterie

Variables	Catégories	SMDZ (N=49)	SMDZ (%)
Origine des plantes	Plantes certifiées	0	0,00 %
	Non certifiées	49	100,00 %
Culture intercalée	Oui	34	69,39 %
	Non	15	30,61 %
Rythme de labour	Chaque année	20	40,82 %
	Pas annuellement	16	32,65 %
	Tout labourage	13	26,53 %
Type de labour	Traditionnel	39	79,59 %
	Modernité	6	12,24 %
	Tout labourage	4	8,16 %
Utilisation de produits chimiques	Oui	15	30,61 %
	Non	34	69,39 %
Fécondation	Biologique	23	46,94 %
	Minéraux	10	20,41 %
	Les deux	12	24,49 %
	Toute fécondation	4	8,16 %
Irrigation	Irrigation goutte à goutte	5	10,20 %
	Irrigation traditionnelle	44	89,80 %
	Toute irrigation	0	0,00 %
Élagage des arbres	Chaque année	25	51,02 %
	Rarement	10	20,41 %
	Toute taille	14	28,57 %

B. Pratiques agricoles - Cultures maraîchères

Le maraîchage est pratiqué par 80 % des agriculteurs, principalement pour l'autoconsommation (89 %) et en partie pour le marché local (11 %). Des planches permanentes sont utilisées sur l'ensemble des parcelles maraîchères, avec une rotation de différentes espèces tous les deux ans. Toutes les semences maraîchères (100 %) proviennent des marchés traditionnels locaux et correspondent à des variétés de pays (variétés locales), sans qu'aucune structure de certification collective — telle qu'une coopérative semencière ou un Système Participatif de Garantie (SPG) — n'existe pour garantir leur qualité. La préservation des semences repose entièrement sur les connaissances endogènes des agriculteurs à travers des critères de sélection empiriques appliqués de saison en saison. En ce qui concerne la fertilisation, 50 % des maraîchers utilisent des engrais minéraux et 41,07 % des intrants organiques.

Parmi les producteurs de légumes, 50 % utilisent des engrais minéraux et 41,07 % des engrais biologiques. La prédominance de la consommation automatique (89 %) explique l'utilisation généralisée des semences non certifiées. Pour protéger les cultures contre les ravageurs et les maladies, les agriculteurs comptent sur les pesticides (78,57 %) et l'irrigation par gravité (82,14 %). Le labour annuel est universel, le labour mécanisé étant utilisé par 69,64 % des agriculteurs dans les zones plates, tandis que les agriculteurs de montagne maintiennent la traction traditionnelle des animaux en raison des contraintes des champs. Tous les agriculteurs sondés pratiquent la rotation des cultures.

Tableau 3. Pratiques agricoles - Cultures maraîchères

Variables	Catégories	SMDZ (N=56)	SMDZ (%)
Origine des plantes	Plantes certifiées	10	17,86 %
	Usines non certifiées	46	82,14 %
Culture intercalée	Oui	40	71,43 %
	Non	15	26,79 %
Rythme de labour	Chaque année	39	69,64 %
	Pas annuellement	15	26,79 %
	Tout labourage	2	3,57 %
Type de labour	Traditionnel	25	44,64 %
	Modernité	28	50,00 %
	Tout labourage	3	5,36 %
Utilisation de produits chimiques	Oui	44	78,57 %
	Non	12	21,43 %
Fécondation	Biologique	23	41,07 %
	Minéraux	28	50,00 %
	Les deux	3	5,36 %
	Toute fécondation	2	3,57 %
Irrigation	Irrigation goutte à goutte	10	17,86 %
	Irrigation traditionnelle	46	82,14 %
	Toute irrigation	0	0,00 %

C. Pratiques agricoles - Céréales et légumineuses

Dans la SMDZ, 87 % des agriculteurs cultivent des céréales et des légumineuses, contre 49,18 % utilisant des semences certifiées. Une rotation céréales-légumineuses de deux ans est pratiquée par 73,77 % des agriculteurs (Tableau 4), les céréales étant élevées en pluie et les légumineuses irriguées. Aucune association de cultures n'a été signalée. Le labour annuel est universel pour la préparation du sol, et la fertilisation organique domine à 77 %, principalement par le fumier. En ce qui concerne la protection des cultures, plus de 75 % des agriculteurs évitent les produits chimiques dans les céréales, tandis que plus de 56 % appliquent des pesticides sur les légumineuses pour protéger leurs cultures. De plus, les agriculteurs n'appliquent aucun biopesticide ni aucune alternative biologique.

Tableau 4. Pratiques agricoles - Céréales et légumineuses

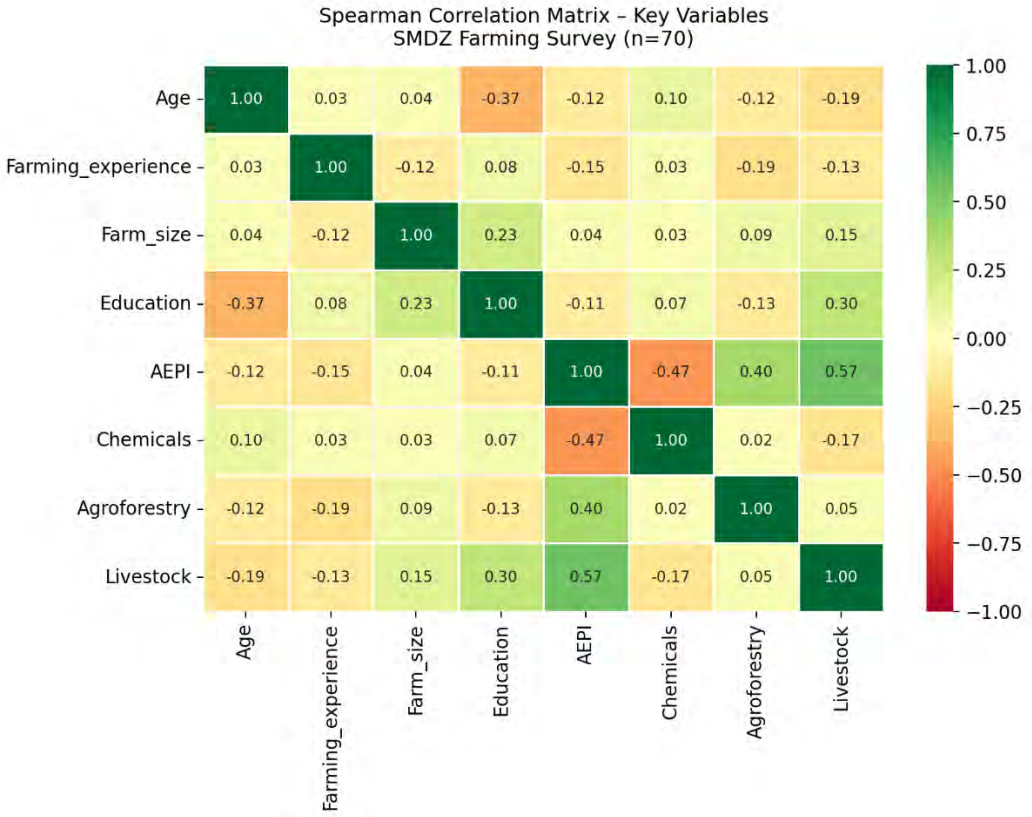
Variables	Catégories	SMDZ (N=61)	SMDZ (%)
Origine des plantes	Plantes certifiées	30	49,18 %
	Usines non certifiées	31	50,82 %
Culture intercalée	Oui	0	0,00 %
	Non	61	100,00 %
Rythme de labour	Chaque année	45	73,77 %
	Pas annuellement	13	21,31 %
	Tout labourage	3	4,92 %
Type de labour	Traditionnel	28	45,90 %
	Modernité	33	54,10 %
	Tout labourage	0	0,00 %
Utilisation de produits chimiques	Oui	41	67,21 %
	Non	20	32,79 %
Fécondation	Biologique	31	50,82 %
	Minéraux	28	45,90 %
	Les deux	1	1,64 %
	Toute fécondation	1	1,64 %
Irrigation	Irrigation goutte à goutte	12	19,67 %
	Irrigation traditionnelle	49	80,33 %
	Toute irrigation	0	0,00 %
Système de rotation	Oui	45	73,77 %
	Non	16	26,23 %

D. Corrélation entre les pratiques agroécologiques et les caractéristiques des exploitations (Spearman rank correlation)

L'analyse de corrélation de rang de Spearman a révélé des associations significatives entre plusieurs composantes des pratiques agroécologiques et l'intensité globale de l'intégration agroécologique. L'intégration de l'élevage a présenté la corrélation positive la plus forte ($\rho = 0{,}567$, $p < 0{,}001$), indiquant que les exploitations combinant production végétale et animale affichent systématiquement une intensité agroécologique plus élevée. L'utilisation d'intrants chimiques a montré la corrélation négative la plus forte ($\rho = -0{,}471$, $p < 0{,}001$), confirmant que le recours aux intrants de synthèse est inversement et significativement associé à l'intégration des pratiques agroécologiques. L'association de cultures ($\rho = 0{,}406$, $p < 0{,}001$) et l'agroforesterie ($\rho = 0{,}396$, $p < 0{,}001$) étaient également corrélées de manière positive et significative avec l'intensité agroécologique, reflétant la nature complémentaire et synergique de ces pratiques au sein des systèmes d'exploitation intégrés. La rotation des cultures a montré une corrélation positive plus faible mais statistiquement significative ($\rho = 0{,}258$, $p = 0{,}031$). En revanche, les variables socio-démographiques, notamment l'âge ($\rho = -0{,}124$, $p = 0{,}306$), l'expérience agricole ($\rho = -0{,}150$, $p = 0{,}214$), la taille de l'exploitation ($\rho = 0{,}044$, $p = 0{,}715$), le niveau d'éducation ($\rho = -0{,}114$, $p = 0{,}346$) et la taille de la famille ($\rho = 0{,}045$, $p = 0{,}712$), n'ont

montré aucune corrélation significative avec l'intensité agroécologique. Ces résultats confirment que le degré d'intégration agroécologique dans la SMDZ est déterminé par la cohérence interne des pratiques agricoles plutôt que par les caractéristiques socio-économiques ou structurelles des exploitations, soutenant ainsi l'ancrage écologique et culturel des pratiques agricoles traditionnelles (TAEP) dans la zone d'étude.

Figure 2. Spearman rank correlation matrix of key farming system variables — SMDZ survey (n = 70)



3. Description du TAEP et des connaissances

Les petits agriculteurs de la zone d'étude ont adopté une large gamme de pratiques et de connaissances agroécologiques traditionnelles (TAEP) pour améliorer les rendements, optimiser les ressources locales et atténuer les impacts du changement climatique. Sur la base des observations de terrain et des entretiens, ces pratiques sont organisées en trois grandes catégories : gestion de l'eau, gestion topographique des zones montagneuses.

A. Pratiques traditionnelles de gestion de l'eau

Tous les participants utilisent l'irrigation par gravité via des canaux traditionnels alimentés par des sources naturelles et des rivières (Figure 1). les canaux traditionnels en terre [non revêtus], qui provoquent d'importantes pertes par infiltration limitant de manière critique la disponibilité de l'eau à l'échelle de la parcelle — un système sujet à des pertes d'eau substantielles qui compromet les performances de l'irrigation et rend cette pratique largement inefficace pour répondre aux besoins en eau des cultures (Figure 2a) — et les canaux modernes revêtus [bétonnés], qui acheminent l'eau plus rapidement avec une perte minimale (Figure 2b). La gestion des canaux est supervisée par un gestionnaire de l'eau traditionnel — le *Chikh Elma* — qui contrôle les vannes et attribue des heures d'irrigation équitables entre tous les agriculteurs et parcelles au sein de chacun des 15 secteurs d'irrigation. Ce rôle exige une présence physique quotidienne, de la flexibilité et une légitimité institutionnelle à travers l'adhésion à une association d'usagers de l'eau agricole reconnue, combinant ainsi savoir technique, autorité sociale et engagement territorial pour garantir une distribution équitable de l'eau et la résolution des conflits.

L'accès à l'eau varie considérablement d'une zone à l'autre. Dans la plaine irriguée (IR), alimentée par l'oued Guigou, chaque agriculteur ne reçoit que 3 à 4 heures d'eau tous les 12 jours — une contrainte critique qui, selon les agriculteurs, affecte négativement les rendements des arbres fruitiers et des oliviers. Les agriculteurs de montagne, en revanche, bénéficient de 7 heures d'eau tous les trois jours, fournies par une source à fort débit. Pour compenser l'accès limité aux canaux, certains agriculteurs stockent l'eau dans des bassins traditionnels (Figure 3), tandis que d'autres combinent ce stockage avec l'irrigation goutte-à-goutte — une approche moderne qui réduit considérablement les pertes d'eau par rapport à l'irrigation gravitaire conventionnelle.

Figure 3. Sources alimentant les canaux : (a) déviation de la rivière Guigou alimentant l'IR ; (b) et (c) sources naturelles provenant des montagnes qui alimentent les canaux

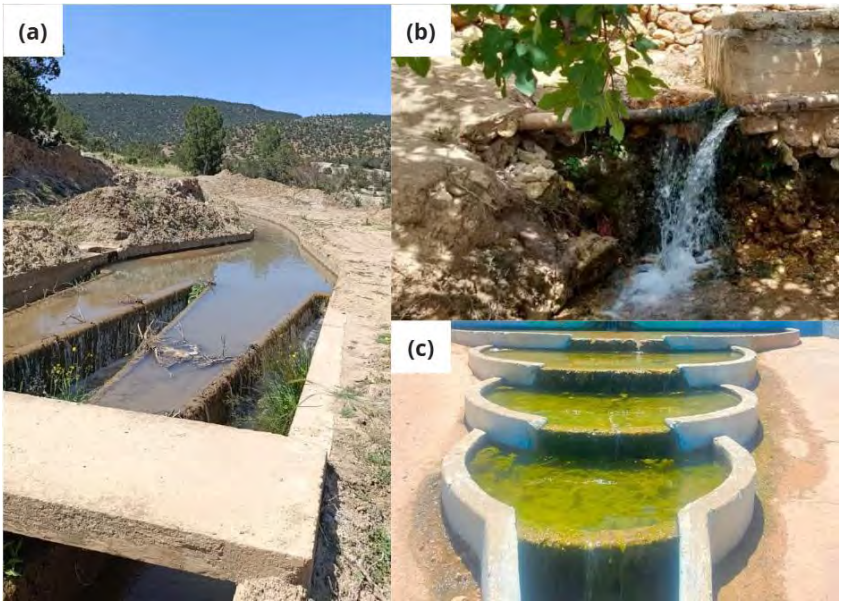


Figure 4. Canaux pour l'irrigation gravitaire dans la SMDZ. (a) des canaux traditionnels sans construction moderne ; (b) canaux traditionnels avec une construction moderne traditionnelle



Figure 5. Le stockage de l'eau. (a) le stockage de l'eau directement fournie par les canaux ; (b) stockage de l'eau acheminée par un tuyau depuis les canaux sur une distance de 200 m



B. Pratiques traditionnelles de gestion des terres et des sols

a] Demi-lunes, bassin semi-circulaire et bassin circulaire

Les répondants de toutes les strates utilisent trois types de micro-bassins : demi-lunes, bassins semi-circulaires et bassins circulaires. Ces structures de surface pour emprisonner l'eau consistent à creuser des bassins pour planter des arbres et à les entourer de talus en forme de croissant de terre compactée, souvent renforcés de pierres. Leur diamètre varie de 0,50 à 2 mètres, leur profondeur de 15 à 25 centimètres, et les remblais mesurent entre 15 et 25 centimètres de haut avec une largeur moyenne de 25 centimètres. Les bassins sont disposés selon un motif décalé, espacés de 4 à 10 mètres, avec un espacement des rangées variant de 7 à 15 mètres selon le type d'arbre, la pente et l'aridité. Les demi-lunes sont ouvertes en haut de la pente pour capter le ruissellement des bassins versants, généralement composés de terres peu perméables, non cultivées ou rocheuses utilisées pour un pâturage intensif de bétail. Les agriculteurs rapportent que ce système facilite également l'application du fumier, qui serait autrement emporté par le ruissellement. Dans l'ensemble, en capturant et en infiltrant le ruissellement sur les pentes, ces micro-bassins contribuent à réduire diverses formes d'érosion de l'eau en aval.

Les deux types de micro-bassins concentrent l'eau de ruissellement et sa charge sédimentaire à la base des arbres. L'eau collectée en été et en automne fournit une source significative pour la croissance des arbres, tandis que les sédiments déposés contribuent à la fertilisation naturelle du sol. Le système facilite également l'application de fumier qui serait autrement perdue dans le ruissellement. En capturant et en infiltrant l'eau sur les pentes, ces structures réduisent efficacement l'érosion hydraulique en aval.

Figure 6. (a) bassin semi-circulaire construit autour des oliviers ; (b) structure en demi-lune sur des pentes abruptes pour capter le ruissellement ; (c) bassin circulaire alimenté par les canaux



Ces pratiques contribuent à une production de fruits relativement stable dans les zones semi-arides et rocheuses où les sols sont peu profonds et confinés à des poches limitées. Ils améliorent la disponibilité de l'eau et des nutriments pour les plantations en capturant le ruissellement et en retenant les sédiments générés dans le bassin versant. En conséquence, la productivité des terres s'améliore, tandis que les risques de ruissellement, d'inondations en aval et d'érosion des sols sont considérablement réduits.

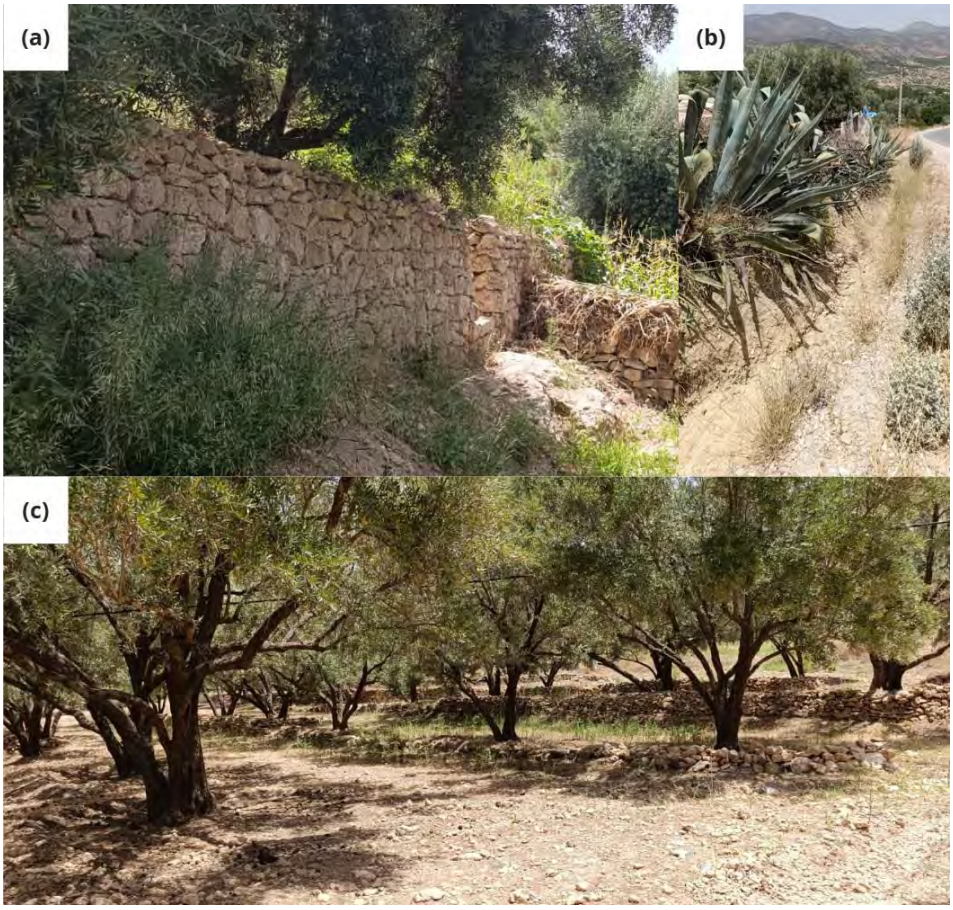
b] Terrasses méditerranéennes

Les agriculteurs de montagne cultivent des parcelles en pente à travers les terrasses afin de créer des espaces de culture plus plats et réguliers. Deux types sont utilisés pour le degré de pente et la disponibilité des canaux d'irrigation. Le premier type consiste en terrasses graduelles le long de la pente et bordées de lignes d'arbustes (Agave), conçues pour des terres arides, pierreuses ou escarpées sans accès à l'irrigation. Ces terrasses améliorent l'accumulation locale de sol et d'eau de ruissellement en bandes, soutenant la croissance de cultures plus exigeantes et rentables que ce que le sol d'origine permettrait. Cette approche réduit significativement le risque d'érosion et de ruissellement sur les pentes de 45 % à 70 %, sans provoquer de glissement des terres.

Le second type consiste en terrasses graduelles avec des murs en pierre, appelées terrasses méditerranéennes ; 40 % des agriculteurs utilisent cette pratique sur des terres fortement inclinées. Ces terrasses transforment les pentes en une série de plateformes plates soutenues par des remblais protégés par des murs en herbe ou en pierre (Figure3), créant des espaces plats capables de stocker suffisamment d'eau et de sol pour les arbres fruitiers et la production intensive de cultures. La hauteur du remblai varie généralement de 1 à 3 mètres, et la largeur de la terrasse de 3 à 10 mètres, selon le degré de pente, la forme et la profondeur du sol. La pente du talus varie d'environ 40 % et 20 % lorsqu'elle est protégée par des touffes d'herbe et de grands murs de pierre, et 15 % dans le cas des murs bas en pierre. Ces investissements sont réalisés sur des pentes supérieures à 15 % et peuvent atteindre des pentes de 40 % à 60 %.

Les agriculteurs rapportent que le but des terrasses est d'accumuler suffisamment d'eau et de sol pour développer une culture intensive, par exemple des arbres fruitiers avec un sous-bois de légumes, céréales, légumineuses et cultures fourragères. Cette disposition permet également de marquer les limites claires des terres et d'améliorer et protéger les montagnes abruptes.

Figure 7. (a) les terrasses graduelles limitaient un haut mur de pierres (b) les terrasses graduelles limitées par la lignée de l'Agave americana ; (c) les terrasses graduelles limitaient un petit mur de pierres



IV – Discussion

Cette étude offre la première vue d'ensemble complète des systèmes de production agricole et des pratiques agricoles dans la SMDZ de la région (M.A), au Maroc. Nos résultats décrivent les caractéristiques des exploitations et détaillent les méthodes de production agricole, en mettant particulièrement l'accent sur les techniques de gestion des terres, les stratégies de conservation des sols et les approches de gestion de l'eau.

La prédominance des micro-exploitations (0-5 ha) et la dichotomie spatiale observées à Skoura M'Daz corroborent les dynamiques structurelles décrites par (Faysse, 2015) au Maroc. À l'instar des constats de (Baffour-Ata et al., 2021 ; Irhza et al., 2023), nos résultats montrent que la topographie dicte les systèmes de production : les pratiques traditionnelles de conservation des sols et de l'eau (terrasses, irrigation gravitaire) sont strictement préservées dans les zones montagneuses accidentées pour pallier la fragilité des ressources, tandis que les zones de plaine permettent un léger agrandissement foncier. Notamment, les pratiques traditionnelles apparaissent mieux préservées dans les zones montagneuses, où les agriculteurs ont historiquement maintenu des techniques locales de conservation des sols et de l'eau — telles que les terrasses et l'irrigation gravitaire — précisément en raison de leur efficacité prouvée pour protéger des ressources naturelles fragiles dans des conditions topographiques et climatiques difficiles (Baffour-Ata et al., 2021 ; Irhza et al., 2023).

La multifonctionnalité des systèmes agroforestiers de la SMDZ, articulée autour de l'olivier associé aux cultures annuelles et au maraîchage d'autoconsommation, reflète une stratégie de résilience similaire à celle documentée dans la plaine du Saïss et le nord du Maroc (Amassaghrou et al., 2021 ; Kmoch et al., 2018). Cette intégration (arbres, légumes, céréales) garantit une stabilité alimentaire face aux chocs climatiques, confirmant les travaux de El Ansari et al. (2020) sur la viabilité des systèmes diversifiés dans les environnements arides. Les trois techniques de production agricole utilisées par les agriculteurs des deux sites sont l'agroforesterie, la production de légumes, ainsi que la production de céréales et de légumineuses, ce qui est cohérent avec les découvertes antérieures mentionnées dans la plaine de Saiss (Maroc), connue pour sa durabilité et ses méthodes agricoles diversifiées qui produisent des légumes, des céréales et des légumineuses (Amassaghrou et al., 2021 ; Baccar et al., 2019 ; El Ansari et al., 2020 ; Irhza et al., 2023 ; Kmoch et al., 2018).

La persistance des pratiques agricoles traditionnelles observée dans la SMDZ — notamment le labour annuel, la rotation des cultures, l'utilisation de semences locales et l'irrigation gravitaire — ne peut être attribuée à un seul facteur, mais reflète plutôt la convergence de motivations économiques, environnementales et socioculturelles. Dans les contextes d'agriculture familiale à ressources limitées, l'accès restreint aux intrants, au crédit et aux services de conseil agricole maintient souvent les agriculteurs dans la dépendance de techniques traditionnelles familières et à faible coût, une tendance clairement illustrée dans notre zone d'étude. Le succès observé de ces pratiques par les agriculteurs eux-mêmes constitue une motivation importante pour la poursuite de leur adoption, renforçant ainsi leur légitimité au sein des systèmes de connaissances locaux. De plus, il a été démontré que les stress climatiques tels que la sécheresse et l'irrégularité des pluies influencent positivement l'adoption et l'intensification de pratiques traditionnelles et résilientes au climat chez les petits exploitants, suggérant que les contraintes environnementales jouent un rôle décisif dans les décisions de gestion des agriculteurs de la SMDZ. D'un point de vue socioculturel, la pérennité des pratiques locales est également soutenue par des motivations culturelles — en particulier les traditions culinaires et la transmission intergénérationnelle des connaissances — même sous de fortes pressions externes. Cependant, la durabilité à long terme de ces pratiques reste incertaine. Les changements de comportement en agriculture sont fondamentalement façonnés par les croyances, les motivations et l'environnement social des agriculteurs ; ainsi, combler le fossé entre pratiques traditionnelles et intensification durable nécessitera des investissements ciblés tant dans la sensibilisation informationnelle que dans les infrastructures sociales. Si ces pratiques sont maintenues principalement par nécessité plutôt que par une conviction agroécologique éclairée, leur continuité pourrait être compromise par

l'intégration croissante des marchés, l'exode rural et le retrait progressif des jeunes générations de l'activité agricole (Baffour-Ata et al., 2021 ; Irhza et al., 2023).

Les pratiques agricoles traditionnelles documentées dans la SMDZ — à savoir l'irrigation gravitaire traditionnelle, la rotation des cultures, la conservation des semences locales, le labour par traction animale, l'association de cultures et le compostage intégrant l'élevage — s'alignent sur la littérature agroécologique qui définit ces pratiques comme des stratégies intensives en connaissances, adaptées localement et soutenant la productivité sous stress environnemental (Altieri, 2000 ; Wezel et al., 2014). Il a été démontré que ces systèmes agricoles traditionnels font preuve d'une plus grande résilience face aux variations climatiques par rapport aux monocultures modernes, ce qui est cohérent avec leur fonction d'adaptation dans la SMDZ, où l'intensification de la sécheresse et l'irrégularité des pluies constituent les principales contraintes de production. La synergie entre des pratiques telles que la rotation des cultures, la fertilisation organique et l'agroforesterie présente des avantages avérés dans les environnements semi-arides en termes de stabilité des rendements, de tolérance à la sécheresse et de réduction de la dépendance aux intrants de synthèse (Boutagayout et al., 2025 ; Debray et al., 2019).

En ce qui concerne la durabilité à long terme, une distinction cruciale doit être établie entre l'adoption dictée par la nécessité et celle guidée par la conviction. La persistance des pratiques locales est soutenue non seulement par les contraintes environnementales, mais aussi par des motivations culturelles, en particulier la transmission intergénérationnelle des connaissances. Cependant, les savoirs et pratiques agricoles traditionnels sont fréquemment marginalisés par les cadres de développement qui privilégient la modernisation et l'intensification industrielle, exposant ainsi les PAT (pratiques agricoles traditionnelles) à une érosion structurelle à mesure que les jeunes générations se désengagent de l'agriculture et que les réseaux d'intrants de synthèse se développent. La politique agricole du Maroc — tant le Plan Maroc Vert que Génération Green — a principalement promu l'agriculture commerciale plutôt que de soutenir l'adoption de pratiques traditionnelles et agroécologiques par les petits exploitants, laissant les systèmes agricoles de montagne largement en marge de l'investissement public. L'intégration des PAT dans les cadres nationaux de transition agroécologique, à travers des services de conseil agricole ciblés, des systèmes participatifs de garantie pour les semences et une gouvernance communautaire de l'eau, demeure une priorité pour garantir leur viabilité à long terme (Baffour-Ata et al., 2021 ; Irhza et al., 2023 ; Roose et al., 2010 ; Ma et al., 2021 ; Naba et al., 2024).

V – Conclusion

Cette étude constitue la première caractérisation empirique approfondie des systèmes de production agricole et des pratiques agroécologiques traditionnelles (PAT) au sein de la commune rurale de Skoura M'Daz, dans le Moyen Atlas marocain. Face aux contraintes climatiques grandissantes et à la topographie accidentée propre à cet environnement montagnard, nos résultats démontrent que l'agriculture familiale locale ne relève pas d'un ensemble de pratiques archaïques, mais repose sur une forte rationalité agronomique endogène. Celle-ci s'articule autour de trois composantes majeures : la diversification agroforestière (associations oliviers, arbres fruitiers et cultures vivrières), la circularité des flux de matière organique assurée par l'intégration étroite de l'élevage, et la maîtrise des aménagements hydro-agricoles traditionnels de conservation des eaux et des sols (terrasses en gradins, micro-bassins en demi-lunes et irrigation gravitaire par seguias).

Sur le plan scientifique, l'analyse démontre que l'intensité des pratiques agroécologiques est largement découplée du profil socio-démographique des exploitants (âge, niveau d'instruction, superficie foncière) et s'explique avant tout par la cohérence fonctionnelle interne des exploitations familiales. L'étude met toutefois en lumière une dualité productive fondamentale : si les parcelles dévolues à l'autoconsommation maintiennent une autonomie remarquable fondée sur les semences fermières et les engrais organiques, les cultures maraîchères de rente réintroduisent une dépendance ciblée aux intrants chimiques de synthèse et aux semences

commerciales, entièrement financés par les agriculteurs sans soutien institutionnel. Par ailleurs, la viabilité de ces systèmes traditionnels demeure fragilisée par le tarissement sévère des sources d'eau et le manque de reconnaissance formelle de leur rôle écologique.

Ces constats soulignent l'urgence de réorienter les politiques agricoles, notamment dans le cadre de la stratégie nationale *Génération Green 2020-2030*, afin de dépasser la seule logique du transfert technologique unilatéral. La pérennisation de ces agroécosystèmes vulnérables implique :

1. **L'intégration et la reconnaissance institutionnelle des savoirs autochtones**, en associant formellement les organes coutumiers d'arbitrage de l'eau (*Chikh Elma*) aux schémas de gestion des bassins versants ;

2. **Le soutien financier direct à la réhabilitation des infrastructures locales de conservation des sols et de l'eau**, particulièrement les seguias traditionnelles et les murets en pierres sèches face au ravinement ;

3. **La valorisation des semences paysannes locales** et le développement de circuits courts rémunérateurs pour les productions à faible intensité chimique.

Enfin, les recherches futures devront approfondir, par un suivi hydrologique pluriannuel, l'efficacité quantitative des demi-lunes sur la rétention hydrique et évaluer les impacts de l'extension des pompages motorisés sur l'équilibre écologique et social du Moyen Atlas.

Remerciements

Ce travail a été soutenu par le projet NATAE (North African Transition to Agroecology), financé par l'Union européenne, ainsi que par le Mécanisme Compétitif de Recherche, Développement et Vulgarisation du ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts (Maroc).

Références

Ali, E., Cramer, W., Carnicer, J., Georgopoulou, E., Hilmi, N. J. M., Le Cozannet, G., & Lionello, P. (2022). Cross-chapter paper 4: Mediterranean Region supplementary material. In H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, & B. Rama (Eds.), *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/ccp4/

Altieri, M. A. (2000). *Agroecology: Principles and strategies for designing sustainable farming systems*. University of California, Berkeley. https://www.agroeco.org/doc/new_docs/Agroeco_principles.pdf

Amassaghrou, A., Bouaziz, A., Daoui, K., Belhouchette, H., Ezzahouani, A., & Barkaoui, K. (2021). Productivité et efficience des systèmes agroforestiers à base d'oliviers au Maroc : Cas de Moulay Driss Zerhoun. *Cahiers Agricultures*, *30*, 2. https://doi.org/10.1051/cagri/2020041

Baccar, M., Bouaziz, A., Dugué, P., Gafsi, M., & Le Gal, P.-Y. (2019). The determining factors of farm sustainability in a context of growing agricultural intensification. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *43*(4), 386–408. https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1489934

Baffour-Ata, F., Antwi-Agyei, P., Apawu, G. O., Nkiaka, E., Amoah, E. A., Akorli, R., & Antwi, K. (2021). Using traditional agroecological knowledge to adapt to climate change and variability in the Upper East Region of Ghana. *Environmental Challenges*, *4*, 100205. https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100205

Boutagayout, A., Hamdani, A., Kouighat, M., Zayani, I., & Adiba, A. (2025). Agroecological soil management in North Africa: Practices, challenges, and prospects for sustainable transition. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *9*, 1662153. https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1662153

Calzadilla, A., Rehdanz, K., Betts, R., Falloon, P., Wiltshire, A., & Tol, R. S. J. (2013). Climate change impacts on global agriculture. *Climatic Change*, *120*(1–2), 357–374. https://doi.org/10.1007/s10584-013-0822-4

Capitanio, F., Rivieccio, G., & Adinolfi, F. (2020). Food price volatility and asymmetries in rural areas of south mediterranean countries: A copula-based GARCH model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(16), 5855. https://doi.org/10.3390/ijerph17165855

Daoui, K., & Fatemi, Z. E. A. (2014). Agroforestry systems in Morocco: The case of olive tree and annual crops association in Saïs region. In M. Behnassi, S. A. Shahid, & N. Mintz-Habib (Eds.), *Science, policy and politics of modern agricultural system: Global context to local dynamics of sustainable agriculture* (pp. 281–289). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7957-0_19

Debray, V., Wezel, A., Lambert-Derkimba, A., Roesch, K., Lieblein, G., & Francis, C. A. (2019). Agroecological practices for climate change adaptation in semiarid and subhumid Africa. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *43*(4), 429–456. https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1509166

Doignon, Y., Blöss-Widmer, I., Ambrosetti, E., & Oliveau, S. (2023). Conclusions. An overview of population dynamics in the Mediterranean. In Y. Doignon, I. Blöss-Widmer, E. Ambrosetti, & S. Oliveau, *Population dynamics in the Mediterranean* (pp. 145–151). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-37759-4_10

DRA Boulemane. (2025). *La monographie de la province de Boulemane—Maroc* [Document interne].

Dupré, G. (Ed.). (1991). *Savoirs paysans et développement*. Karthala-ORSTOM. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_03_05/34404.pdf

El Ansari, L., Chenoune, R., A. Yigezu, Y., Gary, C., & Belhouchette, H. (2020). Trade-Offs between Sustainability Indicators in Response to the Production Choices of Different Farm Household Types in Drylands. *Agronomy*, *10*(7), 998. https://doi.org/10.3390/agronomy10070998

Ettouahri, W. (2025). *Strengthening the resilience of family farmers and small-scale producers in the agricultural and agri-food sector in OIC member countries*. COMCEC (Maroc). https://www.comcec.org/wp-content/uploads/2025/10/7-1-Morocco-1.pdf

FAO, IFAD, UNICEF, WFP, & WHO. (2024). *The state of food security and nutrition in the world 2024*. FAO. https://doi.org/10.4060/cd1254en

FAO & IPTS. (2015). *Status of the world's soil resources: Main report*. FAO. https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i5199e

Faysse, N. (2015). The rationale of the Green Morocco Plan: Missing links between goals and implementation. *The Journal of North African Studies*, *20*(4), 622–634. https://doi.org/10.1080/13629387.2015.1053112

Hssaisoune, M., Bouchaou, L., Sifeddine, A., Bouimetarhan, I., & Chehbouni, A. (2020). Moroccan groundwater resources and evolution with global climate changes. *Geosciences*, *10*(2), Article 2. https://doi.org/10.3390/geosciences10020081

IPBES. (2019). *The global assessment report on biodiversity and ecosystem services: Summary for policymakers* (S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio, H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. I. J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, … C. N. Zayas, Eds.). Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). https://doi.org/10.5281/ZENODO.3553458

Irhza, A., Nassiri, L., El Jarroudi, M., Rachidi, F., Lahlali, R., & Echchgadda, G. (2023). Description of the gap between local agricultural practices and agroecological soil management tools in Zerhoun and in the Middle Atlas Areas of Morocco. *Land*, *12*(2), 268. https://doi.org/10.3390/land12020268

Kmoch, L., Pagella, T., Palm, M., & Sinclair, F. (2018). Using local agroecological knowledge in climate change adaptation: A study of tree-based options in Northern Morocco. *Sustainability*, *10*(10), Article 10. https://doi.org/10.3390/su10103719

Leeuw, J. de, M, N., Wagner, B., & Iiyama, M. (2014). *Treesilience: An assessment of the resilience provided by trees in the drylands of Eastern Africa*. World Agroforestry Centre (ICRAF). https://hdl.handle.net/10568/52011

Ma, N., Yang, L., Min, Q., Bai, K., & Li, W. (2021). The significance of traditional culture for agricultural biodiversity—Experiences from GIAHS. *Journal of Resources and Ecology*, *12*(4), 453–461. https://doi.org/10.5814/j.issn.1674-764x.2021.04.003

MAPMDREF (Maroc). (2020). *Nouvelle stratégie de développement agricole—Génération Green 2020-2030*. Ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts (Maroc). https://www.agrimaroc.net/bulletins/green-generation.pdf

Naba, C., Ishidaira, H., Magome, J., & Souma, K. (2024). Exploring the potential of soil and water conservation measures for climate resilience in burkina faso. *Sustainability*, *16*(18), 7995. https://doi.org/10.3390/su16187995

Roose, É., Sabir, M., & Laouina, A. (2010). *Gestion durable des eaux et des sols au Maroc : Valorisation des techniques traditionnelles méditerranéennes*. IRD Éditions. https://books.openedition.org/irdeditions/294

Siegel, S., & Castellan, N. J. (1988). *Nonparametric statistics for the behavioral sciences* (2nd ed.). McGraw-Hill.

Singh, R., & Singh, G. S. (2017). Traditional agriculture: A climate-smart approach for sustainable food production. *Energy, Ecology and Environment*, *2*(5), 296–316. https://doi.org/10.1007/s40974-017-0074-7

Tekken, V., & Kropp, J. (2012). Climate-driven or human-induced: Indicating severe water scarcity in the Moulouya river basin (Morocco). *Water*, *4*(4), 959–982. https://doi.org/10.3390/w4040959

Tmari, A. (2021). *Skoura M'Daz, Boulemane (le paradis caché)*. Abdeladim Tmari. http://www.abdeladimtmari.com/2021/09/skoura-mdaz-boulemane-le-paradis-cache.html

Wezel, A., Casagrande, M., Celette, F., Vian, J.-F., Ferrer, A., & Peigné, J. (2014). Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *34*(1), 1–20. https://doi.org/10.1007/s13593-013-0180-7

Diagnostic péri-urbain des pratiques agroécologiques de la région de PK-17 au Riyadh, Mauritanie

Theresa El Chahrouk El Maalouf [1], **Cheikh Sidya Fall** [2]

[1]CIHEAM-IAMM, Univ Montpellier, F-34093 Montpellier, France
[2]Grdr Migration-Citoyenneté-Développement, Nouakchott, Mauritanie

Résumé. L'agroécologie représente une des solutions envisagées aux différents défis posés par les changements climatiques et la prédominance de l'agriculture conventionnelle. Cette étude avait pour objectif d'évaluer le potentiel de transition agroécologique dans une zone périurbaine maraîchère en Mauritanie. L'analyse de la maturité agroécologique repose sur un diagnostic visant à identifier les leviers existants ainsi que les principales contraintes à une transition envisageable. L'étude a été conduite en Mauritanie, sur la zone péri-urbaine maraîchère du PK-17 à Riyadh. Elle propose une recontextualisation de la notion d'agroécologie, entre pratiques existantes et perspectives de développement, en identifiant les combinaisons de pratiques agroécologiques adoptées sur le territoire. Une approche qualitative a été adoptée, reposant sur des entretiens semi-directifs approfondis, retranscrits puis analysés. Les résultats mettent en évidence un potentiel de transition agroécologique, révélé par une certaine maturité agroécologique des pratiques observées sur le territoire. Toutefois, ces pratiques présentent une spécificité importante : elles relèvent davantage de pratiques de contrainte, mobilisées parfois comme stratégies d'adaptation face à la vulnérabilité économique des producteurs, plutôt que d'un choix volontaire guidé par des considérations environnementales. Par ailleurs, plusieurs contraintes structurelles ont été identifiées, notamment de nature sanitaire et foncière, susceptibles de limiter la dynamique de transition agroécologique si elles ne sont pas correctement prises en compte et gérées.

Mots-clés. Agroécologie – Transition agroécologique – Pratiques agroécologiques – Mauritanie – PK-17

Title. Peri-urban diagnosis of agroecological practices in the PK-17 region of Riyadh, Mauritania

Abstract. *Agroecology is considered one of the solutions to the challenges posed by climate change and the dominance of conventional agriculture. This study aimed to assess the potential for an agroecological transition in a peri-urban market gardening area in Mauritania. The analysis of agroecological maturity is based on a diagnostic designed to identify existing levers as well as the main constraints to a possible transition. The study was conducted in Mauritania, in the peri-urban market gardening area of PK-17 in Riyadh. It proposes a recontextualization of the concept of agroecology, between existing practices and development perspectives, by identifying combinations of agroecological practices adopted in the area. A qualitative approach was used, based on in-depth semi-structured interviews, which were transcribed and then analyzed. The results highlight a potential for an agroecological transition, revealed by a certain level of agroecological maturity in the practices observed in the territory. However, these practices have an important specificity: they are largely practices of constraint, sometimes used as adaptation strategies in response to the economic vulnerability of producers, rather than a voluntary choice driven by environmental considerations. In addition, several structural constraints were identified, particularly of a sanitary and land-tenure nature, which could limit the dynamics of the agroecological transition if they are not properly addressed and managed.*

Keywords. *Agroecology – Agroecological transition – Agroecological practices – Mauritania – PK-17*

I- Introduction

La bande sahélienne de l'Afrique de l'Ouest, précisément au niveau du Sahel, est connue pour une demande alimentaire en augmentation continue dont le secteur agricole constitue un moteur pour l'économie locale. Cependant, de nombreux défis s'opposent à son développement. L'intensification agricole des terres a conduit à la fragilisation des ressources du sol (Requier-Desjardins et al., 2009) et la précarité des conditions de production sahélienne entrave également le développement agricole (Bosc et al., 1992). D'autre part, le changement climatique qui classe le continent en « point chaud » (Diffenbaugh & Giorgi, 2012), soulève des problématiques inquiétantes autour de la subsistance du secteur. De multiples indicateurs, notamment l'irrégularité des précipitations couplée à l'inconstance des saisons agricoles (Malam Abdou et al., 2020), placent le Sahel au cœur de ce changement. Étant un pays sahélien à climat aride, la Mauritanie est confrontée à ces différentes contraintes qui l'amènent à recourir davantage à l'agriculture péri-urbaine à Nouakchott. Les agriculteurs la considèrent comme une source primordiale de revenu et d'autosuffisance, vu les conditions de vie qui prévalent dans la zone. De plus, l'agriculture mauritanienne, largement dominée par des exploitations familiales et des pratiques traditionnelles, n'a pas connu de processus de modernisation significatifs (Diop et al., 2017). Cette situation suggère la prédominance d'un savoir paysan local, avec un niveau d'appui technique limité, freinant ainsi l'adoption de techniques agricoles récentes par les producteurs.

La crise du COVID a ainsi poussé les institutions mauritaniennes à l'adoption de stratégies de développement horticoles au niveau des zones périurbaines. Ces initiatives se sont concrétisées par l'introduction d'une dimension de durabilité dans l'agriculture : l'agroécologie. Au regard des contraintes citées, celle-ci paraît être une perspective prometteuse, étant fondamentalement une notion visant la durabilité et encourageant les agriculteurs à adopter des méthodes naturelles afin de diminuer les pressions sur les ressources et leur assurer un mode de vie adéquat.

Cette notion est déjà ancrée dans le contexte sahélien. En effet, « une transformation agroenvironnementale » portée par les agriculteurs s'est opérée au cours des trois dernières décennies dans le Sahel ouest-africain, permettant à la fois la restauration des terres et l'intensification agricole afin de soutenir une population dense et en croissance (Reij et al., 2009). Cette transformation s'est traduite par des dynamiques d'intensification au sein des systèmes de production, à noter les zones maraîchères. Dans ces systèmes, ces innovations s'inscrivent dans un processus d'intensification de production associé à la « Revolution verte » ayant permis d'accroître les volumes produits grâce à la réduction de la pression des ravageurs, au développement de la fertilisation minérale et à l'allongement des périodes de production, parfois jusqu'à une production quasi annuelle (Dugué et al., 2018).

La transition agroécologique se présente donc comme un passage progressif, d'un état d'intensification agricole conventionnel à un état d'utilisation de pratiques visant la durabilité et le respect de l'environnement. Ceci impose également un changement de mentalité chez les agriculteurs et s'adresse à des producteurs ne maîtrisant pas préalablement les notions agroécologiques.

L'article se base sur un des living labs du projet NATAE, spécifiquement le périmètre maraîcher du PK-17, dans la commune périurbaine de Riyadh. Ainsi, l'objectif était d'évaluer le potentiel de transition agroécologique de la zone périurbaine mauritanienne. Cette analyse de la maturité agroécologique ne se limite pas à l'évaluation des pratiques mais repose sur un diagnostic visant à identifier les leviers existants et les contraintes potentielles. Il s'agit ainsi de déterminer dans quelle mesure le contexte local permet ou non l'émergence future d'une dynamique agroécologique.

Note : La recherche présentée dans cet article est basée sur des travaux réalisés dans le cadre d'un mémoire de master (El Chahrouk El Maalouf, 2023). Par conséquent, certaines sections du manuscrit peuvent présenter des similitudes avec le document original du mémoire. Le présent article constitue une version révisée de ce mémoire, adaptée pour la publication.

II- Matériels et méthodes

1. Elaboration méthodologique

La rareté des données bibliographiques du territoire a conduit à l'adoption du semi-directif afin de « produire des interprétations à portée générale significatives de situations, stratégies et logiques d'acteurs » (Colin et al., 2022). Le diagnostic s'est essentiellement appuyé sur des entretiens semi-directifs à visée compréhensive menés auprès de deux types d'acteurs : d'une part, les institutions gouvernementales, nationales et internationales, mobilisées pour apporter un éclairage contextuel, structurel et socio-économique sur le territoire (Tableau 1) ; d'autre part, les producteurs situés au PK-17, afin de documenter les pratiques agricoles, les stratégies de commercialisation et les dimensions sociales des exploitations du périmètre. Les entretiens avec les producteurs portaient sur les pratiques agricoles (semis, travail du sol, fertilisation, irrigation, etc.), les circuits de commercialisation, les contraintes rencontrées et la connaissance de l'agroécologie. Tandis que les questions adressées aux autres acteurs portaient sur leurs activités et leur rôle dans la commune de Riyadh ou dans la région du PK-17, en fonction de leur nature et de leur profil. L'échantillon était constitué de 28 personnes, limité quantitativement mais retenu pour son pouvoir explicatif.

Tableau 1. Acteurs publics, internationaux et organisations non-gouvernementales (ONG)

Représentante de la Délégation de l'Agriculture	Acteur public (gouvernemental)
Chargé de service socio-culturel à la Mairie de Riyadh	Acteur public (gouvernemental)
Gestionnaire de projet au sein de la Région de Nouakchott	Acteur public (gouvernemental)
Représentant de la FAO	Agence internationale
Chargé de projet au sein de l'ONG TENMIYA	ONG
Chef de projet au sein de l'ONG AMAD	ONG
Coordinateur de projet au sein de l'ONG CCD	ONG
Représentant du programme SAFIRE	ONG
Représentant de l'ONG GRET	ONG

Source : El Chahrouk El Maalouf, 2023

Les résultats présentés dans cet article sont tous issus de la transcription des entretiens. Sur les 28 entretiens menés, 25 ont fait l'objet d'une transcription intégrale et d'une analyse qualitative complète. Les transcriptions sont toutes en français, soit directement transcrites, soit traduites du Hassaniyah. L'analyse, faite par thème et par la recherche de mots-clés, avait pour but de détecter les points de redondance et de différence dans chaque thématique d'intérêt (El Chahrouk El Maalouf, 2023).

Afin de mettre en perspective la notion d'agroécologie sur ce territoire récemment émergent, les résultats des entretiens ont été classés et analysés selon un diagnostic structuré de manière à mettre en évidence les potentialités de l'agroécologie, les pratiques agroécologiques (PAE) existantes ainsi que les leviers et contraintes structurelles du territoire. Ce travail n'est pas pensé comme un moyen de connaître le territoire pour mieux introduire l'agroécologie ; c'est plutôt un outil qui permet de connaître la région et ses acteurs pour mieux explorer les options d'une transition.

Note : La recherche a été conduite conformément aux lignes directrices et aux procédures éthiques du projet NATAE. Le consentement des personnes interviewées a été recueilli préalablement aux entretiens à l'aide d'un formulaire standardisé, complété manuellement sur papier. Les entretiens ont été enregistrés puis retranscrits sur des documents numériques qui ont été pseudonymisés, garantissant ainsi l'absence

d'identification directe des acteurs. Le stockage des données, papier et numérique, a été assuré localement par le responsable du Living Lab.

2. Délimitation de territoire

Le périmètre PK-17 se situe dans la commune de Riyadh, dans la capitale mauritanienne Nouakchott. Un PK est un point kilométrique représentant la distance de la région en question par rapport au cœur de la ville, soit ici 17 km. Le PK-17 se situe à l'intérieur de la commune et plus précisément dans sa partie périphérique sud (Fig. 1.1). Ce point constitue un site d'habitation et d'activité économique, d'une superficie de plusieurs km². Au sein de l'étude, nous nous sommes intéressés à un périmètre purement maraîcher bien défini où se sont déroulées les enquêtes auprès des producteurs (Fig. 1.2). La surface totale du périmètre maraîcher est estimée à 3500 ha, comptant 570 agriculteurs (Délégation de l'agriculture).

Figure 1. Localisation du PK-17 (1.1) et photo drone du périmètre maraîcher (1.2)



III- Résultats et discussions

1. Dynamiques des facteurs de production en contexte d'émergence récente

Selon l'un des acteurs publics, la mise en valeur agricole du PK-17 a commencé en 2016 avec des aménagements réalisés sur 78 lots de terrain de 625 m² clôturés dans le cadre du projet « **le projet maraîcher du PK-17** ». Le périmètre était en totalité destiné aux cultures maraîchères de tous genres. Une des causes de l'expansion du périmètre était la pandémie de COVID-19. Un impact négatif majeur a été observé sur la sécurité alimentaire et les chaînes d'approvisionnement en Mauritanie. En effet, la grande dépendance aux importations a entraîné un déficit de produits maraîchers sur le marché et une augmentation significative des prix des marchandises. Cela, couplé à la vulnérabilité économique des Mauritaniens, a poussé l'État à adopter des stratégies internes pour inciter les agriculteurs, surtout les jeunes, à se tourner vers le secteur primaire. Plusieurs acteurs témoignent d'un changement de perspective chez les agriculteurs mauritaniens eux-mêmes. Ainsi, on remarque que la plupart des producteurs interviewés au PK-17 se sont installés après 2019.

L'installation de nouveaux producteurs est cependant conditionnée par un facteur généralement coûteux : le foncier. Durant les entretiens, un terme arabe local est revenu fréquemment : ***« la gazra »***. Il s'agit d'un mode d'occupation foncière par la population qui, dans le registre de l'urbanisation irrégulière, permet la perpétuation du mode de vie nomade (Tanguy, 2003). Une personne-ressource chargée de projet au PK-17 simplifie la procédure de la gazra de la façon suivante : un producteur peut venir s'installer sur une parcelle sans avertir les autorités mauritaniennes et sans payer de taxes. Il occupe cette terre en espérant que l'État la régularise plus tard. Les autorités ne s'y opposent pas, tant que l'agriculteur produit sur sa terre, il y a

toujours une possibilité que l'État la lui donne et l'autorise à rester. Cette réalité « illégale » est largement répandue au PK-17. Qu'elle soit légale ou non, on ne peut nier le fait qu'elle a été bénéfique pour l'expansion agricole car elle a incité les agriculteurs à produire davantage afin d'acquérir une terre et un revenu mensuel.

L'un des facteurs de l'expansion agricole du périmètre est également la proximité de la Société Nationale des Eaux (SNDE). D'après les entretiens réalisés, deux principales stratégies d'accès à l'eau ont été identifiées au niveau des parcelles agricoles.

- La première consiste à raccorder les exploitations à des conduites d'eau potable existantes installées par la SNDE dans le cadre de projets publics. Certains agriculteurs, notamment ceux dont les parcelles sont proches de ces conduites, réalisent des branchements directs et acheminent l'eau jusqu'à leurs terrains sans autorisation officielle, ces installations étant effectuées de manière informelle et sous leur propre responsabilité.
- La seconde méthode, plus répandue dans la zone du PK-17, repose sur l'utilisation de l'eau issue du nettoyage des filtres de traitement de la SNDE, rejetée dans une « mare d'eau » située à proximité des exploitations agricoles (Fig. 2). Cette accumulation d'eau est exploitée par les producteurs, qui installent des pompes électriques ou alimentées par des panneaux solaires afin d'irriguer leurs parcelles. Cette pratique, bien que largement utilisée, se fait également sans autorisation formelle des autorités.

Figure 2. Proximité de la SNDE par rapport au périmètre agricole et la mare d'eau



Source : Grdr, 2020

Cependant, des questions sanitaires s'ajoutent concernant la qualité de cette eau de mare pour l'irrigation agricole. Une personne-ressource au PK-17 indique que « ***la qualité physico-chimique de l'eau n'a pas été analysée*** », mais qu'elle est néanmoins utilisée en agriculture, car il s'agit d'une eau issue du processus de traitement et de filtration de la SNDE. Selon elle, cette eau ne serait pas fortement polluée. En revanche, d'autres acteurs expriment des réserves quant à cette pratique. Un agriculteur souligne un manque d'entretien de cette rivière, tandis qu'un représentant de la FAO estime que cette eau n'est pas adaptée à une utilisation agricole à long terme et qu'elle peut également attirer des animaux sauvages. Ainsi, en l'absence de preuves scientifiques sur la qualité de cette eau, son utilisation agricole reste incertaine et nécessite davantage d'études. Malgré ces incertitudes, les producteurs continuent toutefois à l'utiliser pour l'irrigation.

2. Caractérisation des pratiques agroécologiques du territoire

Afin de faciliter l'analyse des pratiques, celles-ci sont regroupées selon leurs fonctions agronomiques en s'appuyant sur la classification de Wezel (Wezel et al., 2014). Ce regroupement permet de distinguer les pratiques selon les processus qu'elles visent à gérer. L'identification de la dimension agroécologique des pratiques observées sur le territoire a nécessité le recours à des cadres conceptuels reconnus à l'échelle internationale. Les principes proposés par la FAO et l'HLPE ont été mobilisés afin de définir et d'inscrire chaque pratique dans sa dimension et son degré de maturité agroécologique (Tableau 2). Concernant la connaissance du concept d'agroécologie par les producteurs, il convient de noter qu'un seul producteur interviewé connaît ce terme. Le périmètre étudié se caractérise ainsi par une méconnaissance quasi totale du concept d'agroécologie.

Tableau 2. Tableau récapitulatif

Éléments agroécologiques de la FAO/HLPE auxquels elles renvoient	Pratiques
Diversité	Polyculture Travail de sol réduit / Labour superficiel Rotation des cultures Agroforesterie
Efficience	Travail de sol réduit / Labour superficiel Reduction d'utilisation d'intrant chimiques Désherbage manuel Pesticides naturels Rotation des cultures Agroforesterie
Recyclage	Utilisation de semences locales Pépinières Utilisation de fumier organique issu des poulaillers voisins Pesticides naturels
Valeurs sociales et traditions alimentaires	Utilisation de semences locales
Economie circulaire	Pépinières Utilisation de fumier organique issu des poulaillers voisins

Source : Adapté de El Chahrouk El Maalouf, 2023

A. Gestion de la biodiversité

Les cultures dominantes sont les cultures maraîchères diversifiées, qui constituent une base importante de l'alimentation de la population mauritanienne : **tomates, aubergines, navets, oignons-feuilles, carottes, laitues, gombo, menthe, persil, pommes de terre, poivrons.** La diversité des cultures, autrement dit la polyculture, renvoie à l'un des principaux principes de l'agroécologie, à savoir la diversité. D'autre part, une partie des semences utilisées par les producteurs est d'origine locale, issue des pépinières mises en place sur la zone. Ainsi, un producteur affirme qu'il « **n'achète pas de semences, il y a des semences qu'on plante chaque cycle** ». Un autre déclare qu'il « **[je] prends les semences de mes propres cultures, [je] n'achète que ce qui est nécessaire car ces semences sont plus tolérantes aux manques d'eau qu'on a ici dans le territoire et c'est plus tolérant aux maladies et aux insectes** ».

Cette pratique illustre le principe agroécologique du recyclage, principe à dimension environnementale, tout en préservant aussi le patrimoine semencier local de la région. Les pépinières, constituées de bouteilles en plastique, favorisent également le recyclage et l'économie circulaire (Fig. 3). Ces bouteilles sont placées à l'ombre, sous les arbres, afin de ne pas exposer les semences directement au soleil. Elles sont utilisées comme support de germination, puis réutilisées jusqu'à ce que leur qualité ne permette plus leur usage. Toutefois, malgré le potentiel de cette pratique en termes de recyclage, l'utilisation du plastique soulève certaines interrogations et limites, notamment en matière de santé et de sécurité sanitaire des produits, qui s'ajoutent aux enjeux déjà identifiés dans le territoire, tels que la qualité de l'eau.

Figure 3. Pépinières du PK-17



Source : El Chahrouk El Maalouf, 2023

L'agroforesterie est également présente sur plusieurs exploitations, à travers la plantation d'arbres fruitiers et de moringa. Ces arbres assurent des fonctions productives et protectrices : délimitation des parcelles, ombrage, protection contre les animaux et rôle de brise-vent. Leur présence favorise la biodiversité, réduit l'érosion et assure une fertilisation naturelle sur les parcelles en les rendant plus efficientes.

B. Gestion de la fertilité des sols

La préparation du sol se fait de manière manuelle et superficielle, sans inversion totale des couches profondes du sol. L'adoption de cette pratique s'explique par la situation modeste des agriculteurs qui ne disposent que d'outils rudimentaires. La rotation culturale est largement pratiquée par les agriculteurs, soit de manière planifiée, soit de façon empirique. Cette pratique contribue à améliorer la fertilité naturelle du sol, à diversifier les productions et à limiter la dépendance aux intrants chimiques. Cette pratique relève des principes de la diversité et d'efficience, visant à préserver les processus naturels du sol. Pour la fertilisation, les producteurs utilisent l'urée à de faibles quantités, généralement deux fois par cycle. Cette fréquence limitée peut être considérée comme une forme d'efficience au sens agroécologique. L'amendement organique le plus répandu est notamment le fumier de poulet : les sacs de fumier, issus des poulaillers de la zone, sont placés dans des bassins d'irrigation afin de fertiliser les cultures par fertigation. Deux principes agroécologiques apparaissent ici : l'économie circulaire et le recyclage des ressources locales. Toutefois, cette pratique peut soulever des interrogations en matière de sécurité sanitaire des cultures, notamment en raison des risques potentiels de contamination microbiologique liés à l'usage d'effluents organiques non traités.

C. Gestion des bioagresseurs

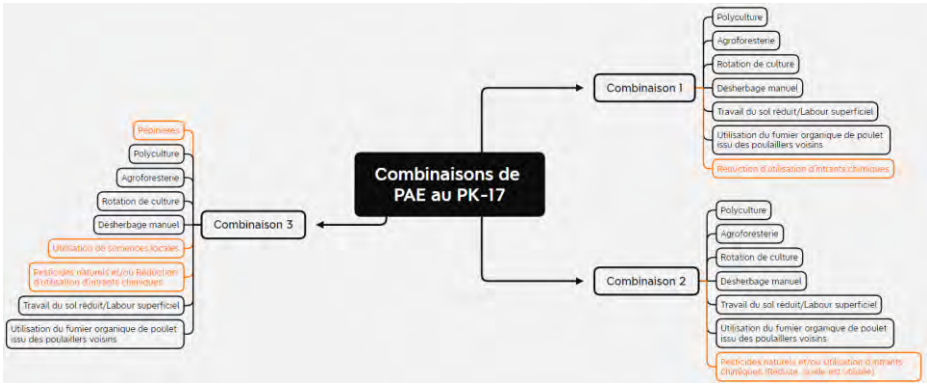
Concernant le désherbage, il se fait principalement de manière manuelle, avec les mains ou à l'aide d'outils simples comme une binette ou une pique. Aucun herbicide n'est utilisé par les producteurs. Bien que cela soit également lié à leurs faibles moyens, cette pratique contribue à la préservation de l'environnement. Pour lutter contre les maladies et les ravageurs, les agriculteurs ont développé leurs propres méthodes naturelles et peu coûteuses reposant sur un

mélange d'ail et d'autres ingrédients à portée de main. Les échanges avec les producteurs suggèrent que l'adoption de ces méthodes résulte principalement d'un apprentissage par l'expérience et d'une transmission entre agriculteurs. Certains mélanges ont également été introduites ou renforcées à travers des projets de développement et des ateliers de formation menés dans le territoire. L'utilisation de pesticides et d'insecticides est présente mais reste limitée : 3 producteurs déclarent ne pas y avoir recours en raison de contraintes financières. Les autres utilisent des produits phytosanitaires chimiques **uniquement** en cas d'apparition de maladies ou de symptômes liés aux ravageurs, avec une fréquence d'application limitée et variable (environ tous les 15 à 20 jours), selon l'intensité des symptômes observés et l'efficacité des traitements appliqués.

3. Combinaisons de PAE

Vu la nature holistique de l'agroécologie, la classification des pratiques en combinaisons est nécessaire (Fig. 4) ; trois combinaisons principales apparaissent sur les exploitations. Elles partagent un socle commun composé de la polyculture, l'agroforesterie, la rotation culturale, le désherbage manuel, le travail du sol réduit et l'usage de fumier organique. Les différences concernent surtout l'utilisation de semences locales, la mise en pépinière et l'usage de pesticides naturels, associés ou non à une réduction des intrants chimiques.

Figure 4. Combinaisons de PAE au PK-17



Source : El Chahrouk El Maalouf, 2023

IV- Discussions et limites

Dans ce contexte marqué par une méconnaissance quasi totale de l'agroécologie, tant chez les producteurs interrogés que dans la culture agricole mauritanienne en général, plusieurs pratiques observées sur le terrain répondent néanmoins à certains principes agroécologiques reconnus à l'échelle internationale. Cette situation révèle l'existence d'un potentiel agroécologique latent au sein du périmètre étudié. Toutefois, l'adoption de ces pratiques n'est pas le résultat d'une démarche volontaire fondée sur des considérations éthiques ou environnementales. Des pratiques telles que le désherbage manuel, le travail manuel du sol et la gestion naturelle des bioagresseurs sont principalement mobilisées comme des stratégies d'adaptation visant à assurer la survie économique dans un contexte de faibles ressources financières des producteurs. Ainsi, l'agroécologie apparaît davantage comme une agroécologie par défaut ou de contrainte que comme un choix conscient et délibéré. Par ailleurs, certaines pratiques agroécologiques sont issues d'un savoir empirique ou de traditions agricoles perpétuées à travers les générations. L'expérience acquise par les producteurs les a conduits à constater les bénéfices de certaines pratiques, telles que la rotation culturale ou l'agroforesterie, sur les performances des cultures, favorisant ainsi leur maintien au sein des exploitations.

Les résultats mettent également en évidence l'existence de contraintes structurelles qui constituent à la fois des facteurs essentiels à la production et des freins à une transition agroécologique du périmètre. Parmi celles-ci figurent notamment la qualité non garantie de l'eau d'irrigation ainsi que l'instabilité du mode d'accès au foncier fondé sur le système de gazra. L'origine de ces mécanismes d'adaptation réside dans leur rôle de gestion de la précarité économique qui caractérise les conditions de vie locales. Face au coût élevé de l'accès au foncier ou aux frais liés à l'abonnement au réseau de la SNDE, les agriculteurs disposent de peu d'alternatives et sont contraints de recourir à des solutions moins coûteuses afin de maintenir leur activité et d'assurer leur subsistance sur le territoire. Là encore, la vulnérabilité économique conduit les producteurs au maintien de pratiques comportant des risques sanitaires et juridiques, ce qui questionne ainsi la possibilité d'une transition agroécologique. Malgré leurs limites, ces facteurs ont néanmoins permis la poursuite de l'activité agricole sur le périmètre étudié.

Ainsi, un paradoxe agroécologique domine, fondé sur des mécanismes d'adaptation à la précarité économique :

- D'une part, l'existence de pratiques agroécologiques révèle un potentiel important en matière de gestion de la biodiversité, de la fertilité des sols et des bioagresseurs. Ces pratiques s'organisent en plusieurs combinaisons agroécologiques mais sont principalement adoptées par défaut. Dans de nombreux cas, elles constituent les seules options disponibles pour assurer la continuité des activités agricoles et représentent ainsi des mécanismes de gestion des vulnérabilités économiques auxquelles les producteurs sont confrontés.
- D'autre part, les contraintes structurelles liées à l'accès à l'eau et au foncier apparaissent également comme des réponses adaptatives à la précarité économique. Cependant, elles maintiennent les exploitations dans une situation de forte vulnérabilité, sur les plans sanitaire et foncier, et limitent également les choix techniques.

Dans cette perspective, les résultats permettent d'apprécier le degré d'une possible transition agroécologique ainsi que plusieurs leviers essentiels pour une intensification, reposant sur la valorisation et l'amélioration des pratiques et potentialités déjà présentes sur le territoire, au regard de la classification de Wezel. En matière de la fertilité des sols, une approche plus systémique et structurée paraît essentielle pour un cycle de culture plus efficace, bien que les bases observées soient encourageantes. Outre les limites structurelles des facteurs de production cités, des contraintes se posent également en matière de la régulation des bioagresseurs, où les producteurs utilisent des pesticides de synthèse en quantité limitée, ainsi que dans la gestion de l'eau, qui ici n'inclut que l'irrigation manuelle à l'arrosoir. Des pistes agroécologiques peuvent suggérer le développement de l'irrigation au goutte-à-goutte dans des contextes climatiques arides. Toutefois, cette approche fait également l'objet de débats dans la littérature scientifique (van der Kooij et al., 2013). Elle pourrait ainsi constituer un axe de recherche futur afin d'explorer les conditions d'adaptation et de pertinence de cette technique dans un contexte tel que la zone PK-17.

Cette étude présente certaines limites, liées à la taille de l'échantillon d'acteurs considéré et à la méthodologie qualitative adoptée. Par ailleurs, vu la nature holistique de l'agroécologie, une analyse transversale des chaînes de valeur du territoire, de l'amont à l'aval, serait souhaitable afin d'examiner si un potentiel global existe et si des freins additionnels menacent la transition agroécologique en dehors de l'exploitation. Cela ne remet pas en cause les résultats obtenus, mais une approche portant sur un échantillon élargi d'acteurs et intégrant l'analyse des chaînes de valeur, couplée à ce travail, serait complémentaire.

V- Conclusion

La situation observée au PK-17 se caractérise par la coexistence de pratiques à maturité agroécologique et de contraintes structurelles sanitaires et foncières persistantes. Cette coexistence traduit une forme d'agroécologie par défaut, dans laquelle les bénéfices environnementaux découlent moins d'une intention agroécologique que de stratégies

d'adaptation à des conditions socio-économiques précaires. Toutefois, la mise en place d'une transition effective reste conditionnée par plusieurs limites techniques, économiques et sanitaires. Le manque de sensibilisation à l'agroécologie chez les producteurs et des consommateurs constitue également un frein majeur au renforcement des pratiques agroécologiques existantes. Finalement, cette étude s'inscrit comme un point de départ et ne permet pas d'appréhender l'ensemble des facteurs susceptibles d'influencer une transition agroécologique. Celle-ci dépend également de dynamiques plus larges, notamment celles liées aux chaînes de valeur en amont et en aval, à l'accès aux ressources financières et informationnelles, ainsi qu'aux cadres institutionnels et politiques favorisant l'émergence d'un environnement propice à l'agroécologie.

Références

Bosc, P. M., Dollé, V., Garin, P., & Yung, J. M. (Eds.). (1992). *Le développement agricole au Sahel : Tome 1. Milieux et défis*. CIRAD. https://agritrop.cirad.fr/333836

Colin, J.-P., Bouquet, E., & Le Meur, P.-Y. (2022). Conduire des recherches ancrées dans le terrain : Enjeux et options méthodologiques. In P. Lavigne Delville & É. Léonard (Eds.), *Le foncier rural dans les pays du Sud : Enjeux et clés d'analyse* (pp. 317–396). IRD Éditions. https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.45611

Diffenbaugh, N. S., & Giorgi, F. (2012). Climate change hotspots in the CMIP5 global climate model ensemble. *Climatic Change*, *114*(3–4), 813–822. https://doi.org/10.1007/s10584-012-0570-x

Diop, M., Ould Abdellahi, C., & Ould Baheida, S. (2017). *Etude sur la petite agriculture au Proche Orient et en Afrique du Nord (NENA). Pays Focus: Mauritanie*. FAO. https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i6849fr

Dugué, P., Michel, I., Kettela, V., & Simon, S. (2018). Diversity of innovation processes in the Niayes market gardening system (Senegal): Between conventional intensification and agro-ecological transition. In L. Temple & E. M. F. W. Compaoré Sawadogo (Eds.), *Innovation processes in agro-ecological transitions in developing countries* (pp. 117–140). Wiley. https://doi.org/10.1002/9781119476924.ch6

El Chahrouk El Maalouf, T. (2023). *Diagnostic péri-urbain des pratiques agroécologiques de la région de PK-17 au Riyadh, Mauritanie* [Master 2 DATEM, Co-accréditation CIHEAM-IAMM, Université de Montpellier, Institut Agro Montpellier, co-diplomation Faculté d'Agronomie - Université Libanaise]. https://www.iamm.ciheam.org/ress_doc/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=50510

Malam Abdou, M., Descroix, L., Abba, B., Amadou Boukary, M. B., & Mamadou, I. (2020). Caractérisation des saisons agricoles au Sahel: Analyse des données agro-climatiques versus vécu paysan, cas de la Région de Zinder, Niger. *Afrique Science*, *17*(2), 83–101. https://www.afriquescience.net/article.php?nid=635&&code=Vol.17,%20N%C2%B02%20(2020)&id=7

Reij, C., Tappan, G. G., & Smale, M. (2009). *Agroenvironmental transformation in the Sahel: Another kind of "green revolution"* (No. 914; IFPRI Discussion Paper, p. 43). International Food Policy Research Institute. https://hdl.handle.net/10568/161818

Requier-Desjardins, M., Jauffret, S., & Ben Khatra, N. (2009). Lutter contre la désertification. In CIHEAM & Plan Bleu (Eds.), *Mediterra 2009 : Repenser le développement rural en Méditerranée* (pp. 137–182). Presses de Sciences Po. https://doi.org/10.3917/scpo.cihea.2009.01.0137

Tanguy, P. (2003). L'urbanisation irrégulière à Nouakchott : 1960-2000. L'institution de la norme légal/illégal. *Insaniyat*, (22), 7–35. https://doi.org/10.4000/insaniyat.6863

Van Der Kooij, S., Zwarteveen, M., Boesveld, H., & Kuper, M. (2013). The efficiency of drip irrigation unpacked. *Agricultural Water Management*, *123*, 103–110. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.03.014

Wezel, A., Casagrande, M., Celette, F., Vian, J.-F., Ferrer, A., & Peigné, J. (2014). Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *34*(1), 1–20. https://doi.org/10.1007/s13593-013-0180-7

Céréaliculture pluviale et agroécologie en contexte semi-aride : une analyse des logiques d'adaptation par bricolage à Béni Fouda (wilaya de Sétif, Algérie)

Ali Daoudi[1], **Karima Brahim**[1], **Mélanie Requier-Desjardins**[2]

[1]Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA), Algérie
[2]CIHEAM-IAMM, UMR SENS, F-34093 Montpellier, France
SENS, Univ Montpellier, CIRAD, IRD, Univ Paul Valery Montpellier 3, F-34093 Montpellier, France

Résumé. Les difficultés rencontrées par les agricultures pluviales dans les régions semi-arides d'Afrique du Nord, accentuées par le changement climatique, renforcent les incertitudes qui pèsent sur leurs trajectoires futures et les conditions de leur durabilité. La céréaliculture, dominante dans ces territoires, illustre particulièrement cette problématique. Cet article analyse la diversité des pratiques agricoles et les déterminants de l'adoption de pratiques à portée agroécologique par les céréaliculteurs de la commune de Béni Fouda (Sétif, Algérie). À partir d'une enquête menée auprès de 70 exploitations, nos résultats montrent une dynamique de bricolage, où les agriculteurs combinent de manière pragmatique des pratiques conventionnelles et des techniques agroécologiques pour s'adapter à l'incertitude. À l'aide d'un indice de mobilisation conçu comme un outil de classification, dont la robustesse a été validée par une analyse de sensibilité, nous montrons que l'adoption partielle de l'agroécologie traduit une stratégie rationnelle d'adaptation permanente. L'analyse statistique (ACP et CAH) révèle une typologie en quatre classes distinctes, soulignant le rôle déterminant des ressources structurelles (SAU, foncier) et du capital humain (formation, instruction). Ces systèmes hybrides ne sont pas une étape transitoire, mais une forme de résilience en soi. Comprendre les rationalités de ce bricolage, notamment face aux injonctions institutionnelles contradictoires, est donc essentiel pour concevoir des politiques publiques qui soutiennent réellement la durabilité de ces agricultures.

Mots-clés. Adaptation – Bricolage - Pratiques agroécologiques - Céréaliculture pluviale - Sétif - Algérie

Title. Rainfed cereal farming and agroecology in a semi-arid context: An analysis of adaptive bricolage strategies in Béni Fouda (Algeria)

Abstract. *The challenges faced by rainfed agriculture in the semi-arid regions of North Africa, exacerbated by climate change, heighten uncertainties regarding their future trajectories and sustainability. Cereal farming, which dominates these territories, exemplifies these issues particularly well. This article analyzes the diversity of agricultural practices and the determinants of the adoption of agroecological practices by cereal farmers in the municipality of Béni Fouda (Sétif, Algeria). Based on a survey conducted with 70 farms, our findings reveal a dynamic of bricolage, whereby farmers pragmatically combine conventional practices with agroecological techniques in order to cope with uncertainty. Using an integration index designed as a classification tool, the robustness of which has been validated by a sensitivity analysis, we show that the partial adoption of agroecology reflects a rational strategy of continuous adaptation. Statistical analysis (PCA and AHC) reveals a typology into four distinct classes, highlighting the determining role of structural resources (UAA, land tenure) and human capital (training, education). These hybrid systems are not transitional stages toward a predefined model, but forms of resilience in their own right. Understanding the rationalities underlying this bricolage, particularly in the face of contradictory institutional injunctions, is therefore essential for designing public policies that genuinely support the sustainability of these farming systems.*

Keywords. *Adaptation - Bricolage - Agroecological practices - Rainfed cereal farming - Sétif - Algeria*

I – Introduction

Dans les zones semi-arides d'Afrique du Nord, la céréaliculture pluviale occupe une place centrale dans les systèmes agricoles et la sécurité alimentaire. Cependant, elle est confrontée à une double vulnérabilité : d'une part, les contraintes naturelles telles que les sécheresses récurrentes, l'érosion et l'appauvrissement de la fertilité des sols (Lahmar, 1993 ; Touitou & Abul Quasem, 2018 ; Smadhi et al. 2025) ; d'autre part, une dépendance croissante aux intrants externes (semences sélectionnées, engrais, produits phytosanitaires), dont les coûts sont en augmentation (Vos et al., 2025). Durant les dernières décennies, les programmes de développement agricole, inspirés du modèle de la Révolution Verte, ont largement encouragé des pratiques intensives visant à maximiser la productivité, souvent au détriment de la durabilité écologique des agroécosystèmes (IFPRI, 2002).

Dans ce contexte, l'agroécologie est fréquemment présentée comme une alternative permettant d'articuler résilience écologique, viabilité économique et valorisation des savoirs locaux (Altieri, 1995). Cependant, une partie de la littérature repose sur des cadres analytiques normatifs structurant la transition agroécologique en étapes successives (Gliessman, 2014), postulant une trajectoire d'amélioration progressive vers des systèmes « plus agroécologiques » et proposant des critères de définition standard (FAO, 2018 ; HLPE, 2019). Ces approches peinent à rendre compte de la diversité des situations concrètes observées en Afrique du Nord et des logiques d'action contextualisées des agriculteurs. Une évaluation récente menée dans trois pays méditerranéens (Rezgui et al., 2025) apporte un éclairage empirique sur cette hétérogénéité : en comparant des systèmes céréaliers diversifiés en Espagne, en Grèce et en Algérie, les auteurs montrent que leurs performances agri-environnementales, sociales et économiques divergent fortement selon les contextes locaux.

Ces approches conduisent souvent à interpréter les pratiques agroécologiques observées comme des marqueurs d'un niveau de transition agroécologique, plutôt qu'à interroger la diversité des fonctions, des logiques d'action et des contraintes qui expliquent leur mobilisation dans des contextes différents.

Cet article s'inscrit dans une perspective différente, en adoptant une lecture compréhensive et analytique des pratiques agricoles, centrée sur les déterminants de l'adoption de ces pratiques par les agriculteurs. L'objectif n'est plus seulement de recenser les pratiques agroécologiques ou conventionnelles, mais de comprendre les logiques qui orientent les décisions des exploitants et les facteurs socio-économiques qui les influencent. La question centrale est alors la suivante : comment les agriculteurs articulent-ils pratiques conventionnelles et agroécologiques pour faire face aux multiples incertitudes auxquelles ils sont confrontés, et quels sont les déterminants de cette adoption ?

Le choix du terrain s'inscrit pleinement dans cette problématique. Les espaces de céréaliculture pluviale étudiés, dans la région de Sétif en Algérie, offrent de faibles possibilités de diversification et présentent une forte dépendance aux aléas climatiques (Smadhi et al., 2025). Ils sont également confrontés à une dégradation progressive des sols, sous l'effet de l'érosion hydrique et éolienne, qui accentue la baisse de leur fertilité dans un contexte de contraintes hydriques croissantes.

Ce sont des systèmes agricoles transformés, dont la vulnérabilité écologique est accentuée par les techniques diffusées dans le sillage de la « Révolution verte » (mécanisation, généralisation du labour, recours accru aux intrants), (Bessaoud, 2011). La question de la mobilisation — ou de la dépendance — aux intrants y devient ainsi centrale. Situer l'analyse dans ces contextes permet de mieux comprendre les tensions, arbitrages et hybridations techniques qui structurent les pratiques agricoles observées, et d'éclairer leur inscription dans les enjeux plus larges de durabilité des agricultures en zones sèches.

Notre hypothèse est que les agriculteurs ne sont pas engagés dans une transition planifiée vers un modèle cible stabilisé, mais dans une dynamique permanente d'adaptation par le bricolage (Lamine, 2017 ; Haider & Cleaver, 2023). Ils assemblent de manière pragmatique des pratiques

agricoles hétérogènes, en combinant des techniques paysannes locales et des pratiques intensives introduites, afin de répondre à des contraintes immédiates. Ils adaptent, recombinent ou abandonnent certaines techniques au gré des aléas climatiques, des fluctuations des marchés et des évolutions des politiques publiques.

Les systèmes agricoles hybrides qui en résultent ne doivent donc pas être interprétés comme des formes intermédiaires appelées à converger vers un modèle cohérent et stabilisé (conventionnel ou agroécologique). Ils constituent plutôt des configurations dynamiques, évoluant par à-coups, en fonction des transformations du contexte naturel et socioéconomique. L'hybridation apparaît ainsi non pas comme une étape transitoire, mais comme une modalité durable d'organisation de l'activité agricole ; un mécanisme de résilience en soi, fondée sur la flexibilité, l'ajustement continu et la capacité à recomposer les pratiques face à l'incertitude.

II – Cadre conceptuel : du modèle de transition au bricolage adaptatif

Pour analyser la complexité des dynamiques observées, notre étude s'écarte des modèles de transition, tels que celui de Gliessman (2014), qui envisagent l'agroécologie comme une trajectoire progressive vers un état cible. Bien qu'utiles pour caractériser des trajectoires de transformation, ces approches peuvent conduire à interpréter les pratiques observées principalement comme des indicateurs du degré d'avancement dans la transition agroécologique, au risque de négliger les logiques d'action qui président à leur mobilisation dans des contextes spécifiques (Requier-Desjardins et al. 2024).

Nous adoptons une approche compréhensive inspirée de la sociologie rurale, centrée sur les rationalités pratiques des agriculteurs (Colin et al., 2022). Dans cette perspective, les exploitants ne suivent pas nécessairement un plan prédéfini, mais procèdent à des ajustements continus face aux contraintes qu'ils rencontrent. La notion de bricolage, mobilisée dans les travaux récents sur les transitions agricoles (De la Cruz & Dessein, 2021 ; Haider & Cleaver, 2023), ne doit toutefois pas être interprétée comme une simple accumulation opportuniste de pratiques ni comme la reproduction mécanique de routines techniques héritées. Elle renvoie à la capacité des agriculteurs à réutiliser, adapter et recombiner des pratiques pour faire face à l'incertitude, sans recourir à des modèles standardisés, tout en tenant compte des dynamiques institutionnelles qui façonnent leurs marges de manœuvre. Les combinaisons observées résultent ainsi d'un travail continu d'ajustement entre ressources disponibles, contraintes biophysiques, conditions économiques et savoirs accumulés. Le bricolage n'est donc ni un calcul parfaitement rationnel orienté vers un objectif d'optimisation, ni une routine inconsciente reproduite à l'identique ; il correspond plutôt à une forme de réflexivité pratique sous contrainte, où les agriculteurs, en tant qu'acteurs-bricoleurs, façonnent de manière consciente et non-consciente les trajectoires de changement.

Cette perspective s'ancre particulièrement bien dans les agricultures semi-arides, caractérisées par ce que Scoones (1995) qualifie d'instabilité adaptative, où les exploitants doivent composer avec une forte variabilité climatique, économique et institutionnelle. Les changements observés prennent alors davantage la forme d'ajustements incrémentaux que de ruptures radicales. Nous utilisons ici le terme d'hybridation non pour désigner la simple coexistence de pratiques relevant de registres techniques distincts, mais leur combinaison au sein d'un même système de production dans une logique d'adaptation aux contraintes rencontrées par les exploitants.

À l'instar de Wezel et al. (2009), qui distinguent trois acceptions de l'agroécologie – science, ensemble de pratiques et mouvement social –, notre analyse porte principalement sur la dimension des pratiques. La mobilisation de pratiques à portée agroécologique est ainsi appréhendée à travers les fonctions qu'elles remplissent dans les stratégies productives des exploitants – réduction des coûts, gestion des risques, préservation des ressources ou sécurisation de la production – sans présumer une adhésion explicite aux valeurs ou aux objectifs du mouvement agroécologique. Ce faisant, ce cadre conceptuel permet de dépasser l'opposition binaire entre agriculture conventionnelle et agriculture agroécologique pour analyser les

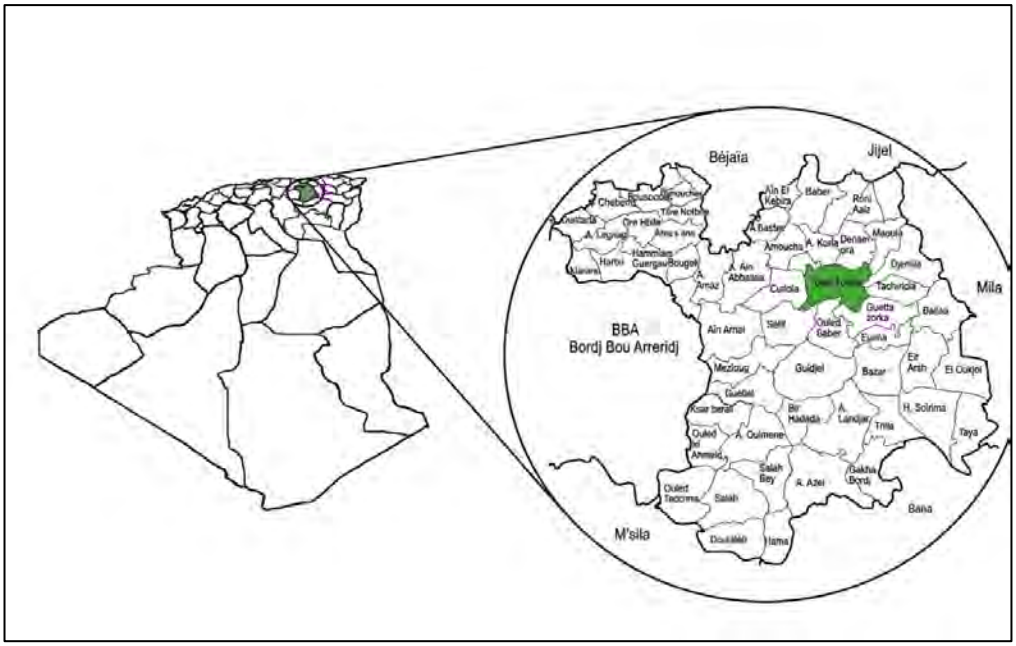
combinaisons de pratiques comme des formes situées d'adaptation aux contraintes et aux incertitudes auxquelles les exploitants sont confrontés.

III – Méthodologie et démarche analytique

1. Zone d'étude et échantillonnage

L'étude a été menée dans la commune de Béni Fouda, située dans la wilaya de Sétif (figure 1). Le climat y est de type continental semi-aride, avec une pluviométrie moyenne annuelle d'environ 400 mm, fortement variable (ANRH, 2020). L'agriculture locale est dominée par la céréaliculture pluviale, principalement le blé dur et l'orge, associée à l'élevage ovin (DSA, 2025). Historiquement, les systèmes céréaliers de ces zones reposaient sur un binôme céréaliculture-élevage extensif (Abbas et al., 2002). La modernisation agricole a progressivement introduit d'autres références techniques : mécanisation, recours aux semences sélectionnées, engrais minéraux et herbicides. Le système actuel est donc marqué par une coexistence entre des pratiques héritées du système agropastoral et des techniques issues de la modernisation conventionnelle.

Figure 1. Carte de localisation de la commune de Beni Fouda (Wilaya de Sétif)



Source : Réalisée par nous-mêmes

L'étude repose sur une enquête par questionnaire structuré réalisée auprès de 70 exploitations céréalières, représentant près de 30 % du nombre total d'exploitations céréalières de la commune et 27,6 % de la Surface Agricole Utile (SAU) correspondante. Est considérée comme exploitation céréalière toute exploitation dont la céréaliculture constitue la production dominante.

Les exploitations enquêtées ont été sélectionnées de manière aléatoire à partir d'une liste exhaustive fournie par la Direction des Services Agricoles (DSA, 2025). Les données collectées portent sur les caractéristiques socio-économiques des exploitants (âge, niveau d'instruction, pluriactivité), la structure des exploitations (SAU, statut foncier, équipement), les pratiques

culturales (rotations, travail du sol, fertilisation), la gestion des ressources (eau, fumier) et la perception de la durabilité.

Bien que l'échantillon soit substantiel à l'échelle communale, il convient de souligner que les résultats reflètent des dynamiques locales et ne peuvent être généralisés directement à l'ensemble de la wilaya de Sétif. Les biais déclaratifs inhérents aux enquêtes ont été minimisés par des recoupements lors des entretiens.

2. Démarche analytique globale

Pour appréhender la complexité des dynamiques de bricolage, notre démarche analytique s'est structurée en quatre étapes successives :

1. Une analyse qualitative préalable permettant d'identifier et de qualifier les agroécologique (PAE) effectivement mobilisées sur le terrain.
2. La construction d'un indice de mobilisation, conçu non comme un indicateur normatif de transition, mais comme un outil de classification permettant d'évaluer l'importance relative des PAE dans les systèmes étudiés.
3. L'analyse des corrélations entre le niveau d'adoption de ces pratiques et les caractéristiques socio-économiques des exploitants.
4. L'élaboration d'une typologie (ACP et CAH) permettant d'identifier des profils d'exploitations distincts et de caractériser la diversité des combinaisons de pratiques.

3. Évaluation de l'intégration de pratiques agroécologiques

L'objectif de cette évaluation n'est pas de situer les exploitations dans une trajectoire normative de transition agroécologique, mais de proposer un essai de classification sur l'importance des pratiques à portée agroécologique (PAE) dans les systèmes étudiés. Cet outil exploratoire permet de mieux connaître les caractéristiques socio-économiques des agriculteurs selon leurs niveaux d'adoption.

1. Identification et sélection des pratiques. À partir d'une analyse qualitative préalable, un inventaire des pratiques présentant un caractère agroécologique a été établi. Sept pratiques directement liées à la conduite de la céréaliculture ont été retenues : la rotation des cultures, le travail réduit du sol, l'utilisation du fumier, l'association culture-élevage, l'enfouissement de la biomasse et la réduction des engrais et des produits phytosanitaires (herbicides et fongicides). Ces pratiques ont été sélectionnées car elles sont à la fois récurrentes, reconnues par les acteurs locaux (diagnostic participatif NATAE, 2025) et considérées dans la littérature comme des leviers importants. Cette sélection étant ancrée dans le contexte local, cet indicateur n'est pas directement généralisable à d'autres contextes sans revoir les pratiques précises qui le construisent, bien que l'on puisse faire l'hypothèse que dans les systèmes céréaliers pluviaux d'Afrique du Nord, les pratiques courantes soient similaires.

2. Construction de l'indice. Un indice d'intégration des pratiques agroécologiques (IIPA) a été calculé pour chaque exploitation. Chaque pratique a été évaluée sur une échelle allant de 0 à 3 selon son niveau de mobilisation. Le score global correspond à la somme des notes, soit un maximum de 21 points. Dans cette phase exploratoire, les pratiques ont reçu le même poids.

3. Analyse de sensibilité. Afin d'évaluer la robustesse de l'indice, une analyse de sensibilité a été réalisée en comparant l'indice à poids égaux à une version pondérée attribuant un poids double aux pratiques considérées comme particulièrement structurantes (rotation des cultures, réduction des engrais chimiques et travail du sol). La corrélation très élevée observée entre les deux classements ($\rho = 0{,}959$; $p < 0{,}001$) indique que les résultats sont peu sensibles au schéma de pondération retenu et confirme la robustesse de l'indice dans sa version initiale.

4. Analyses statistiques

Les données collectées ont été traitées par des méthodes d'analyse statistique descriptive. Des tests de significativité ont été conduits : test exact de Fisher pour les variables qualitatives,

(formation, statut foncier, pluriactivité, accès au conseil), test de Kruskal-Wallis pour les variables quantitatives (âge, SAU), et corrélations de Spearman. Enfin, une Analyse en Composantes Principales (ACP) suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) a permis de construire une typologie statistique des exploitations.

IV – Résultats

1. Le bricolage en pratique : entre modèle conventionnel et aspirations agroécologiques

Pour comprendre les logiques de bricolage à l'œuvre, il est nécessaire de confronter les pratiques effectivement observées sur le terrain aux deux principaux référents techniques qui orientent aujourd'hui la conduite de la céréaliculture pluviale dans la région. Le premier correspond à un modèle technique productiviste relativement stabilisé, promu par les politiques publiques et reposant sur un itinéraire technique largement standardisé. Le second ne constitue pas un modèle technique agroécologique alternatif stabilisé (tableau 1). Dans le contexte de la céréaliculture pluviale algérienne, il s'apparente plutôt à un répertoire de pratiques à portée agroécologique, composé à la fois de pratiques paysannes locales et de pratiques plus récemment introduites (telles que le semis direct ou le travail réduit du sol). Les agriculteurs sélectionnent, adaptent et recombinent ces pratiques selon leurs contraintes, leurs ressources et leurs objectifs. Ces deux référents définissent ainsi l'espace des possibilités techniques dans lequel se construisent les systèmes agricoles observés.

Tableau 1. Itinéraire technique théorique du blé pluvial selon les approches productiviste et agroécologique

	Référentiel conventionnel dominant	**Pratiques à portée agroécologique**	**Principaux facteurs d'arbitrage**
Préparation du sol	Labour ou passages répétés d'outils de préparation du sol	Travail réduit, semis direct, maintien des résidus	Coût du carburant, disponibilité du matériel, état du sol, risque climatique
Choix variétal	Variétés sélectionnées, semences certifiées	Semences de ferme locales, variété adaptée localement, mélange variétal	Disponibilité des semences, coût, rendement attendu, aversion au risque, recherche d'autonomie
Fertilisation	Utilisation intensive d'engrais minéraux (MAP, Urée)	Fumier, légumineuses dans la rotation	Prix et disponibilité des engrais, disponibilité du fumier
Protection	Recours systématique aux herbicides et fongicides chimiques	Rotations, lutte intégrée, désherbage mécanique	Coût des traitements chimiques, pression des adventices, disponibilité de main-d'œuvre

Le tableau présent deux visions contrastées de la conduite de la céréaliculture pluviale : l'une fondée principalement sur la mobilisation d'intrants externes et l'intensification de la production, l'autre sur la valorisation des processus écologiques et des ressources internes à l'exploitation. Entre ces deux pôles, les agriculteurs opèrent des arbitrages permanents en fonction des contraintes auxquelles ils sont confrontés. Ces arbitrages expliquent l'émergence de combinaisons hybrides de pratiques, qui constituent la forme dominante observée sur les terrains étudiés.

2. Pratiques observées et logiques de combinaison

A. Inventaire des pratiques

Loin de suivre de manière cohérente un référentiel technique unique, les agriculteurs de Béni Fouda construisent leurs itinéraires techniques en combinant des pratiques issues de registres agronomiques différents. Les pratiques recensées constituent une « boîte à outils » dans laquelle les exploitants puisent en fonction des contraintes auxquelles ils sont confrontés et des ressources dont ils disposent (tableau 2).

L'analyse met en évidence une distinction nette entre des pratiques courantes (largement appropriées et intégrées) et des pratiques marginales (souvent liées à des innovations récentes ou des coûts élevés). Le bricolage adaptatif opère principalement autour de ces pratiques courantes.

Tableau 2. Pratiques à portée agroécologique observées dans les systèmes céréaliers et principaux facteurs d'arbitrage

Catégorie	Pratiques observées et description	% des exploitations (n=70)	Principaux arbitrages des agriculteurs
Gestion des sols	- Réduction du labour : travail superficiel pour préserver la structure du sol	Fréquent (50 %)	Économie de carburant vs. maîtrise des adventices
	- Semis direct : pratique très marginale	Marginale (10 %)	Limitation des pertes en eau vs. investissement en matériel spécifique
Choix variétal	- Recours très limité aux semences fermières	Très marginale (1,43 %)	Les semences sélectionnées sont subventionnées
Gestion de la fertilité	- Rotation blé-jachère : jachère travaillée (labour léger) ou non travaillée (herbeuse)	Très fréquente (68,57 %)	Maîtrise des adventices (jachère travaillée) vs. protection du sol et biodiversité (jachère herbeuse)
	- Rotations blé-légumineuses	Faible (21,43 %)	Bénéfices agronomiques (azote) vs. débouchés commerciaux incertains pour les légumineuses alimentaires
	- Fertilisation organique : usage du fumier ovin ou bovin, souvent sur des superficies limitées	Fréquente (47,14 %)	Valorisation d'une ressource locale vs. disponibilité limitée (faible taille du cheptel)
	- Enfouissement de la biomasse (résidus de culture) : pratique minoritaire	30 %	Restitution de la biomasse végétale au sol pour améliorer sa fertilité vs alimentation du bétail
Diversification	- Introduction de cultures fourragères : pour l'élevage	Faible (12,86 %)	Amélioration de l'intégration culture-élevage vs. faible disponibilité foncière
Gestion des intrants chimiques	- Réduction des engrais minéraux	Fréquente (50 %)	Principalement motivée par des raisons techniques (inefficacité perçue de la fertilisation minérale en l'absence de précipitations suffisantes et économiques (coût élevé) plutôt qu'écologiques
	- Limitation des herbicides et fongicides	Faible (17,14 %)	Principalement motivée par des raisons économiques (coût élevé) plutôt qu'écologiques

Source : nos enquêtes

L'inventaire met en évidence la présence d'un ensemble diversifié de pratiques. Toutefois, ces pratiques ne sont jamais mobilisées comme un paquet technique cohérent. Leur adoption est partielle et sélective, ce qui signifie qu'elles ne sont souvent appliquées que sur une partie seulement de l'exploitation (par exemple, sur les meilleures terres) ou de manière intermittente selon les années (en fonction de la pluviométrie ou des prix).

Les données recueillies révèlent de nombreuses formes d'hybridation. Certains exploitants associent l'utilisation de semences certifiées et d'engrais minéraux à la fertilisation organique issue de leur élevage. D'autres utilisent des formes de travail réduit du sol tout en conservant le recours aux herbicides chimiques. De même, des rotations peu diversifiées peuvent être associées à des modes de gestion de la jachère favorisant la production fourragère et la préservation de la couverture végétale. Ces combinaisons témoignent moins d'une adhésion à un modèle agronomique particulier que d'une recherche pragmatique de solutions adaptées aux contraintes rencontrées.

B. Intensité de mobilisation et déterminants de l'adoption

Le score moyen de l'indice de mobilisation pour l'ensemble de l'échantillon est de 7,6 sur 21. La répartition des exploitations montre une concentration dans les niveaux "faible" et "très faible", qui regroupent à eux seuls plus de 70 % de l'échantillon (tableau 3).

Tableau 3. Typologie des exploitations en fonction de leur niveau de mobilisation de pratiques agroécologiques

Catégories d'exploitations	Valeur de l'indice (IIPA)	Effectif	Part dans l'échantillon (%)
Sans mobilisation	0	1	1,43
Très faible mobilisation	1–2	16	22,86
Faible mobilisation	3–6	33	47,14
Mobilisation moyenne	7–13	20	28,57
Forte mobilisation	≥ 14	0	0

L'analyse statistique (tests exacts de Fisher pour les variables catégorielles, tests de Kruskal Wallis et corrélations de Spearman pour les variables continues) met en évidence trois principaux facteurs associés au niveau de mobilisation des pratiques agroécologiques.

- **Capital humain et accès au conseil**. Le test exact de Fisher révèle une association significative entre la formation agricole et le niveau de mobilisation ($p = 0,033$). Les exploitants présentant les scores les plus faibles sont majoritairement dépourvus de formation (77,4 à 88,9 %), tandis que ceux appartenant à la catégorie des scores intermédiaires sont plus fréquemment formés (54,5 %). Les corrélations de Spearman confirment une association positive entre le score global et, d'une part, le niveau d'instruction ($\rho = 0,268$; $p = 0,025$), et d'autre part, l'accès au conseil agricole ($\rho = 0,271$; $p = 0,023$).
- **Ressources foncières et productives**. Le statut foncier apparaît également comme un déterminant significatif (test exact de Fisher, $p = 0,003$). Les exploitants combinant propriété et location sont surreprésentés dans la catégorie des scores intermédiaires (72,7 %), ce qui suggère qu'une base foncière mixte offre la flexibilité nécessaire à l'expérimentation et à la combinaison de pratiques. Par ailleurs, la superficie agricole utile (SAU) est positivement corrélée au score de mobilisation ($\rho = 0,257$; $p = 0,032$).
- **Variables non discriminantes**. En revanche, ni l'âge des exploitants (Kruskal Wallis, $p = 0,778$), ni la pluriactivité (test exact de Fisher, $p = 0,618$) ne sont associés de manière significative au niveau de mobilisation.

Dans leur ensemble, ces résultats indiquent que l'adoption et la combinaison de pratiques agroécologiques ne sont pas distribuées aléatoirement parmi les exploitants. Elles sont favorisées par la disponibilité de ressources cognitives (formation, niveau d'instruction, accès au conseil) et de ressources productives (superficie cultivée et flexibilité du statut foncier). Ces éléments semblent accroître la capacité des agriculteurs à expérimenter, adapter et combiner différentes pratiques, confortant l'hypothèse d'un bricolage différencié selon les dotations en capitaux.

3. Typologie des exploitations : la diversité des logiques d'action

Afin d'aller au-delà d'une lecture fondée sur le seul niveau global d'intégration, et pour mieux comprendre les différentes logiques d'action à l'œuvre, une typologie des exploitations a été construite. L'Analyse en Composantes Principales (ACP) a dégagé six dimensions latentes expliquant près de 70 % de la variance totale, structurées autour des ressources productives, du capital humain et des stratégies de gestion des intrants.

La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) réalisée à la suite a permis d'identifier quatre profils distincts d'exploitations, révélant la diversité des formes que peut prendre le bricolage adaptatif (tableau 4)

Tableau 4. Types d'exploitation et leurs caractéristiques

Caractéristiques	Classe 1 (n=21, 30,4 %) : Exploitants âgés à adoption minimale	Classe 2 (n=22, 31,9 %) : Exploitants jeunes à pratiques organiques traditionnelles	Classe 3 (n=19, 27,5 %) : Exploitants pluriactifs à adoption ciblée	Classe 4 (n=7, 10,1 %) : Exploitants professionnels à adoption avancée
Profil socio-économique	Âge moyen élevé (66 ans), quasi absence de formation et de pluriactivité	Exploitants les plus jeunes (39,3 ans)	Niveau d'instruction le plus faible, SAU la plus petite (12,7 ha), forte pluriactivité	Agriculture à temps plein professionnalisée, SAU la plus grande (82,3 ha), instruction et formation maximales, foncier en propriété et recours à la location
Pratiques dominantes	Adoption globalement faible. Valeur la plus élevée pour la réduction des engrais	Engagement marqué dans le fumier, la rotation et l'association cultures/élevage	Scores élevés en réduction des herbicides et enfouissement de biomasse	Scores les plus élevés sur presque toutes les pratiques (rotation, association, enfouissement, travail du sol réduit)
Logique de bricolage	Reflet d'habitudes culturales héritées (réduction subie des intrants) plutôt que d'une démarche délibérée	Adoption d'un panel traditionnel axé sur le binôme culture-élevage. Absence d'innovations comme l'enfouissement	Adoption ciblée motivée par des logiques économiques de réduction des coûts pour compenser la petite taille	Mobilisation d'un large éventail de pratiques, soutenue par de fortes ressources structurelles et cognitives

Cette typologie confirme que les ressources structurelles (SAU) et le capital humain influencent fortement l'étendue des combinaisons de pratiques accessibles aux exploitants. Les classes 1 et 2 s'appuient principalement sur des pratiques courantes et traditionnelles, tandis que la classe 3

bricole pour minimiser les coûts, et la classe 4, minoritaire, dispose des ressources nécessaires pour intégrer des pratiques plus exigeantes techniquement.

V – Discussion : Le bricolage, une forme de résilience à l'incertitude

Nos résultats invitent à une relecture des dynamiques observées, non pas comme une transition agroécologique inachevée, mais comme une illustration de l'adaptation par bricolage (Haider & Cleaver, 2023). Cette approche permet de dépasser une lecture normative de la faible mobilisation de certaines pratiques pour la comprendre comme l'expression de rationalités pratiques façonnées par les contraintes auxquelles sont confrontés les agriculteurs.

Cette approche pragmatique, où les agriculteurs combinent des éléments conventionnels avec des pratiques agroécologiques pour entretenir la fertilité à long terme et réduire les coûts, apparaît moins comme une résistance au changement que comme des réponses pragmatiques aux risques et aux incertitudes qui caractérisent les systèmes céréaliers pluviaux, comme constaté par d'autres recherches récentes (Cagiran et al., 2026).

Les systèmes hybrides observés ne peuvent être interprétés uniquement comme des étapes intermédiaires vers un modèle agroécologique stabilisé. Nos résultats suggèrent qu'ils constituent des formes d'adaptation susceptibles de se maintenir durablement tant que perdurent les contraintes et les incertitudes. L'adoption partielle et sélective (sur certaines parcelles ou selon les années) est une manifestation directe de cette flexibilité adaptative.

Les résultats de la typologie montrent ainsi que tous les agriculteurs ne disposent pas des mêmes capacités de bricolage. L'accès à la terre, la taille de l'exploitation, le niveau d'instruction et l'accès au conseil élargissent l'éventail des pratiques susceptibles d'être mobilisées et combinées (Classe 4). À l'inverse, les exploitations disposant de ressources plus limitées tendent à s'appuyer sur un répertoire technique plus restreint (Classes 1 et 3). Le bricolage apparaît ainsi non comme une aptitude individuelle uniforme, mais comme une capacité socialement et économiquement différenciée.

Les contraintes institutionnelles façonnent également ce bricolage. Les politiques agricoles encouragent encore l'intensification par les subventions aux intrants chimiques et aux semences certifiées, malgré les résultats mitigés de leur adoption systématique. Les agriculteurs naviguent entre ces injonctions contradictoires en adoptant les pratiques les plus rationnelles pour leur survie économique. Ils tentent de sécuriser leur rendement immédiat, par l'usage d'intrants subventionnés lorsque les conditions climatiques sont favorables, tout en bricolant avec le fumier ou le travail réduit pour limiter les coûts globaux.

Ces résultats invitent ainsi à considérer l'agroécologie, dans le contexte nord-africain, non comme un modèle technique unique vers lequel les exploitations convergeraient progressivement, mais comme un ensemble de ressources et de pratiques que les agriculteurs mobilisent de manière sélective et contextualisée pour faire face aux contraintes de leur environnement

VI – Conclusion

L'analyse des pratiques des céréaliculteurs de Béni Fouda met en évidence la prédominance de systèmes hybrides, fruits d'un bricolage adaptatif continu. Loin de s'inscrire dans une trajectoire linéaire de transition agroécologique, les exploitants mobilisent de manière sélective et pragmatique un ensemble de pratiques courantes (fumier, rotation) et plus rarement des innovations (semis direct), en fonction de leurs contraintes spécifiques et de leurs ressources.

L'approche méthodologique adoptée, couplant un indice de mobilisation conçu comme outil de classification et une typologie statistique, a permis de démontrer que les déterminants de cette adoption sont fortement liés au capital humain (formation, instruction) et aux ressources structurelles (sécurité foncière, SAU). Les quatre profils identifiés illustrent la diversité des

logiques d'action, allant de la reproduction d'habitudes héritées à une adoption ciblée visant la réduction des coûts, jusqu'à une professionnalisation plus intégrée.

Reconnaître le bricolage comme un mécanisme de résilience en soi, et non comme une étape transitoire imparfaite, est essentiel pour repenser l'accompagnement agricole dans les zones semi-arides. Les politiques publiques gagneraient à s'éloigner des modèles standardisés pour soutenir cette capacité d'adaptation, en proposant des mesures différenciées selon les profils d'exploitations : renforcement du conseil technique pour certaines, sécurisation foncière pour d'autres, tout en levant les injonctions institutionnelles contradictoires qui freinent l'autonomie des agriculteurs.

Remerciements

This research has been carried out under the NATAE project (Horizon Europe: ID 101084647): “Fostering agroecology transition in North Africa through multi-actor evaluation and networking” funded by the European Union. This work has also received funding from the Swiss State Secretariat for Education, Research and Innovation (SERI). The authors acknowledge all local partners who have participated in this work and share their thanks for their contribution, efforts and knowledge in the process of this reflection and in making this publication possible. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the granting authority.

Les auteurs remercient sincèrement les experts pour le temps qu'ils ont consacré à l'évaluation de ce manuscrit, ainsi que pour la qualité, la pertinence et la bienveillance de leurs remarques et suggestions. Leurs observations ont permis d'améliorer sensiblement la qualité scientifique, la clarté et la lisibilité de l'article.

Références

Abbas, K., Madani, T., Cheick, E., & Merouche, L. (2002). Systèmes d’élevage ovin en zone semi-aride céréalière : Taille d’exploitation et caractère pastoral. *New Medit*, *1*(1), 50-55. https://newmedit.ciheam.org/share/img_new_medit_articoli/354_50abbas.pdf

Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH). (2020). *Données pluviométriques de la station de Sétif*.

Altieri, M. A. (1995). *Agroecology: The science of sustainable agriculture* (2 ed.). CRC Press.

Bessaoud, O. (2011). Les politiques publiques de modernisation agricole au maghreb, enjeux et défis pour le futur. In T. Dahou, M. Elloumi, F. Molle, M. Gassab, & B. Romagny (Dirs.), *Pouvoirs, sociétés et nature au sud de la Méditerranée* (p. 81-108). Karthala. https://doi.org/10.3917/kart.dahou.2011.01.0081

Cagiran, S. S., Bourceret, A., & Drogue, S. (2026). From soil to society: A transdisciplinary assessment of farmers’ adoption of agroecology through the social-ecological systems framework in Algeria. *Land Use Policy*, *165*, 107995. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2026.107995

Colin, J.-P., Bouquet, E., & Le Meur, P.-Y. (2022). Conduire des recherches ancrées dans le terrain : Enjeux et options méthodologiques. In J.-P. Colin, P. Lavigne Delville, & É. Léonard (dirs.), *Le foncier rural dans les pays du Sud : Enjeux et clés d’analyse* (p. 317-396). IRD Éditions. https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.45611

De La Cruz S., M., & Dessein, J. (2021). Beyond institutional bricolage: An ‘intertwining approach’ to understanding the transition towards agroecology in Peru. *Ecological Economics*, *187*, 107091. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107091

Direction des Services Agricoles (DSA) de la wilaya de Sétif. (2025). *Données communales sur les exploitations céréalières*.

FAO. (2018). *The 10 elements of agroecology: Guiding the transition to sustainable food and agricultural systems*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/3/i9037en/i9037en.pdf

Gliessman, S. R. (2014). *Agroecology: The ecology of sustainable food systems* (3rd ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/b17881

Haider, L. J., & Cleaver, F. (2023). Capacities for resilience: Persisting, adapting and transforming through bricolage. *Ecosystems and People*, *19*(1), 2240434. https://doi.org/10.1080/26395916.2023.2240434

HLPE. (2019). *Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition* (HLPE Report 14, p. 162). Committee on World Food Security. http://www.fao.org/3/ca5602en/ca5602en.pdf

IFPRI. (2002). Green revolution: Curse or blessing? *Issue Brief*, *11*. https://hdl.handle.net/10568/155951

Lahmar R. (1993). Intensification céréalière dans les hautes plaines sétifiennes : Quelques résultats. In Bedrani S., Elloumi M., & Zagdouni L. (Eds.), *La vulgarisation agricole au Maghreb : Théorie et pratique* (Cahiers Options Méditerranéennes, Vol. 2, p. 93-97). CIHEAM. https://om.ciheam.org/web/controleurFrontal.php?action=afficherArticle&IDPDF=93400077

Lamine, C. (2017). *La fabrique sociale de l'écologisation de l'agriculture : De l'agriculture biologique à l'agroécologie*. Les Éditions La Discussion.

Requier-Desjardins, M., Boughamoura, O., & Lemaître-Curri, E. (2024). Characterizing agroecology in North Africa, a review of 88 sustainable agriculture projects. *Land*, *13*(9), 1457. https://doi.org/10.3390/land13091457

Rezgui, F., Lambarraa-Lehnhardt, F., Blanc, L., Plaza-Bonilla, D., Lampurlanés, J., Dordas, C., Papakaloudis, P., Michalitsis, A., Latati, M., Raggas, A., Bellingrath-Kimura, S. D., Paul, C., & Reckling, M. (2025). Diverging agri-environmental, social and economic impacts when diversifying Mediterranean farming systems. *Journal of Environmental Management*, *393*, 127040. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.127040

Scoones, I. (1995). *Living with uncertainty: New directions in pastoral development in Africa*. Pratical Action Publishing.

Smadhi, D., Mawhoub, A., Zella L., & Bachir, H. (2025). Agroclimatic drought and vulnerability of rainfed cereal growing in the high plateaux of Sétif and Bordj Bou Arreridj. *Agricultural Engineering International*, *27*(4), 45-55. https://cigrjournal.org/index.php/Ejounral/article/view/9973/4499

Touitou, M., & Al-Amin, A. Q. (2018). Climate change and water resources in Algeria: Vulnerability, impact and adaptation strategy. *Economic and Environmental Studies*, *18*(45), 411-429. https://doi.org/10.25167/ees.2018.45.23

Vos, R., Glauber, J., Hebebrand, C., & Rice, B. (2025). Global shocks to fertilizer markets: Impacts on prices, demand and farm profitability. *Food Policy*, *133*, 102790. https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2024.102790

Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., & David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. *Agronomy for Sustainable Development*, *29*(4), 503-515. https://doi.org/10.1051/agro/2009004

Agroecological dynamics in two Algerian territories: the contributions of an analysis in terms of social acceptability

Lilia Benzerara[1,2,3], **Mélanie Requier-Desjardins**[1,2], **Pascale Moity-Maïzi**[2,4]

[1]CIHEAM-IAMM, UMR SENS, F-34093 Montpellier, France

[2]SENS, Univ Montpellier, CIRAD, IRD, Univ Paul Valery Montpellier 3, Montpellier, France

[3]CREAD, Alger, Algérie

[4]L'Institut Agro, Montpellier, France

Abstract. In a context marked by significant environmental and pedoclimatic constraints, agroecology is emerging in Algeria as a response to the challenges faced by agricultural systems. While its technical dimensions are now widely documented, the social conditions of its appropriation are still little explored. Based on two contrasting territories, the mountainous region of Yakouren (Tizi Ouzou) and the semi-arid steppe region of Laghouat, this study mobilises the concept of social acceptability to analyse agroecological dynamics. Agroecology is examined here through the perceptions, knowledge and logics of action of farmers to understand the social, economic and environmental conditions in which agroecological practices are appropriated, transmitted and implemented. The study is based on a mixed-methods approach combining qualitative and quantitative methods, including semi-structured interviews, questionnaires, participant observations and focus groups with farmers and other local actors. The findings highlight some common dynamics in both regions. In Yakouren, as in Laghouat, agroecology is not the result of an exogenous transfer of knowledge but forms part of a continuum of inherited know-how, passed down through the generations and continually enriched by peer-to-peer exchanges and processes of innovation. They also reveal differing perceptions depending on the availability of resources, individual experiences and relationships with the market. These perceptions are expressed across several dimensions, notably health, technical performance, food self-sufficiency and the economic viability of farms, highlighting the multidimensional nature of the acceptance processes. This research also shows that social acceptability cannot be reduced to a simple state of acceptance or rejection. It appears to be a dynamic process, embedded in the systems of knowledge production, transmission and circulation, as well as in social, economic and environmental logics and the social relationships that structure agroecological territories.

Keywords. Agroecology – Algeria – Social acceptability – Perceptions – Knowledge

Titre. Dynamiques agroécologiques dans deux territoires algériens : les apports d'une analyse en termes d'acceptabilité sociale

Résumé. *Dans un contexte marqué par de forts enjeux environnementaux et pédoclimatiques, l'agroécologie apparaît en Algérie comme une réponse aux défis auxquels les systèmes agricoles sont confrontés. Si ses dimensions techniques sont aujourd'hui largement documentées, les conditions sociales de son appropriation demeurent encore peu explorées. À partir de deux territoires contrastés, la région montagneuse de Yakouren (Tizi Ouzou) et la région steppique semi-aride de Laghouat, cette étude mobilise le concept d'acceptabilité sociale afin d'analyser les dynamiques agroécologiques. L'agroécologie est ici appréhendée à travers les perceptions, les savoirs et les logiques d'action des agriculteurs et des agricultrices afin de comprendre les conditions sociales, économiques et environnementales dans lesquelles les pratiques agroécologiques sont appropriées, transmises et mises en œuvre. L'étude repose sur une méthodologie mixte combinant approches qualitatives et quantitatives, mobilisant des entretiens semi-directifs, des questionnaires, des observations participantes et des focus groups auprès d'agriculteurs, d'agricultrices et d'autres acteurs locaux. Les résultats mettent en évidence des dynamiques communes dans les deux territoires. À Yakouren comme à Laghouat, l'agroécologie ne relève pas d'une logique de transfert exogène mais s'inscrit dans la*

continuité de savoir-faire hérités, transmis entre générations et continuellement enrichis par les échanges entre pairs et les processus d'innovation. Ils révèlent également des perceptions différenciées selon la disponibilité des ressources, les expériences individuelles et les relations au marché. Ces perceptions s'expriment à travers plusieurs registres, notamment la santé, la performance technique, l'autonomie alimentaire et la viabilité économique des exploitations, soulignant le caractère multidimensionnel des processus d'acceptation. Cette recherche montre également que l'acceptabilité sociale ne peut être réduite à un état d'adhésion ou de rejet. Elle apparaît comme un processus dynamique, inscrit dans les systèmes de production, la transmission et la circulation des savoirs, les logiques sociales, économiques et environnementales ainsi que les rapports sociaux qui structurent les territoires agroécologiques.

Mots-clés. *Agroécologie – Algérie – Acceptabilité sociale – Perceptions – Savoirs*

I – Introduction and conceptual framework

Agroecology now occupies a central place in political discourse and scientific research as a possible response to environmental and pedoclimatic challenges and as a pathway towards food sovereignty (Altieri et al., 2014; Moussaoui, 2025; HLPE, 2019; FAO, 2014). In Algeria, these issues are part of a long historical trajectory, shaped by the country's geographical position within the MENA region[1] (Neffati & Sghaier, 2014), where climatic and environmental constraints have always structured agricultural systems. These constraints are now reinforced by climate change, while the issue of food sovereignty is becoming increasingly pressing in a context of rapid population growth since the end of the twentieth century.

Algerian agricultural policies have mainly focused on the objectives of food security, agricultural intensification and rural development. In this context, agroecology has emerged mainly through certain initiatives to promote local products, local resources and ancestral knowledge, without constituting a central framework for guiding agricultural policies.

In territories located in vulnerable regions, such as the mountainous areas of Yakouren and the semi-arid areas of Laghouat, pedoclimatic, socio-economic and agricultural contexts shape agricultural practices and local dynamics. This diversity calls for an understanding of the social acceptability of agroecology as a dynamic process, rooted in specific territorial realities. Such a perspective invites us to go beyond a strictly binary and static interpretation of practices to examine the social, economic, cultural and institutional conditions that foster their legitimation, appropriation and transmission.

According to Brunson & Shindler (2004), social acceptability refers to an evaluative judgment through which an action, condition or policy is considered preferable to alternatives. This definition highlights the relative and subjective nature of the concept, insofar as acceptability is based on comparison and a contextualised assessment. In some studies, particularly in the fields of social responsibility and project governance, social acceptability is also used as an indicator of the degree of support or legitimacy granted to an activity (Boutilier & Thomson, 2011).

Social acceptability is not approached here as an indicator to be measured but as a situated process, inscribed in specific historical, social and environmental trajectories. Wezel et al. (2009) define agroecology as a science, a set of agricultural practices, and a social movement. As a science, it is not limited to the application of ecological principles to agriculture, but is an interdisciplinary field analysing agroecosystems in their ecological, economic and social dimensions. In this perspective, agroecology is part of a multidisciplinary reflection (HLPE, 2019; Gliessman, 2018).

Therefore, analysing agroecological dynamics is not limited to identifying the presence of practices qualified as agroecological but consists in understanding the social conditions in which these practices develop. Social acceptability is a relevant analytical perspective here to question the way in which farmers perceive and qualify these practices but also how they integrate them into their agricultural trajectories or strategies.

It is with this conceptual approach that this article questions: how is agroecology perceived by farmers in two contrasting territorial contexts in Algeria, and what do their discourses and practices reveal about the conditions of its social acceptability?

II – Work methodology and study areas

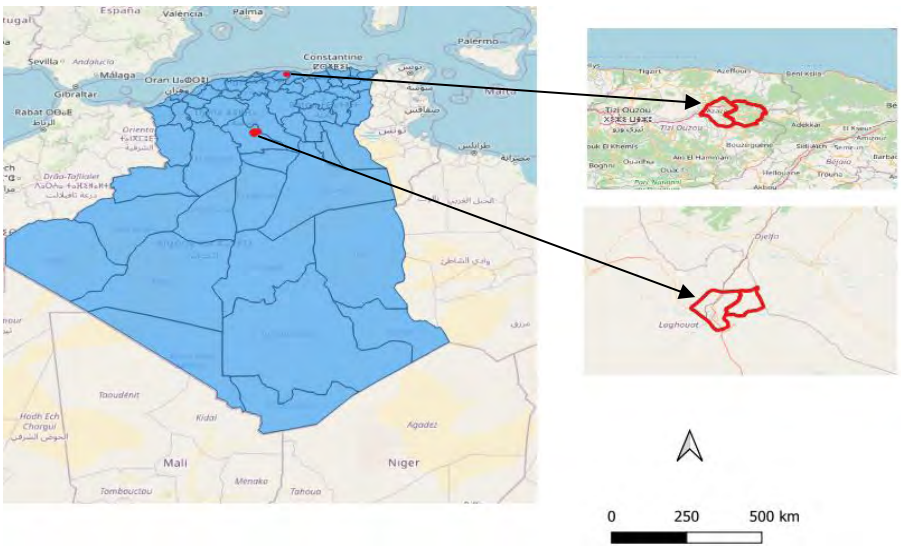
This work is part of the NATAE project[2] and was conducted on two study sites in Algeria: the Yakouren area, covering the municipalities of Yakouren and Azazga, and the Laghouat area, including the municipalities of Laghouat and El Assafia.

1. Study areas

The two study areas have contrasting bioclimatic contexts. Yakouren is a mountainous region with a humid Mediterranean climate, characterised by an extensive forest cover, relatively abundant rainfall (700 to 800 mm/year) and moderate temperatures. Conversely, Laghouat is located in a steppe zone transitioning towards the Sahara, marked by an arid to semi-arid climate, low rainfall (less than 200 mm/year), extreme temperatures and soils vulnerable to erosion and desertification (Boudedja & Abdelhakim, 2013; Moulai & Bouammar, 2020).

The analysis of these two areas shows how territories with contrasting characteristics can share points of convergence. These points of convergence, together with the specific characteristics of each site, contribute to understanding and comparing the conditions for the sustainability of agroecological practices in different territorial contexts. The comparative analysis of data from these two study areas is part of a non-hierarchical approach, as the objective is not to contrast or rank the areas in relation to agroecological perspectives or levels of acceptability, but rather to identify comparative strengths and specific resources related to practices, knowledge and modes of organization, from which the two territories can draw mutual inspiration. This may contribute to strengthening, or even expanding, agroecological practices in Algeria.

Figure 1. Location of the two study areas



Source: Created by Lilia BENZERARA using Qgis (data from the Department of Agricultural Services)

2. Analysis framework and data collection

The fieldwork was organised in two complementary phases, over a period of one and a half years of active field investigation, conducted between February 2024 and October 2025. The observations and interviews were carried out with a sample of participants selected using a “snowball” approach, based on initial contacts established with leading farmers, identified by resource persons, local agricultural institutions or associations. The selection of participants also considered the geographical location as well as the productive orientation of the farms, to capture the agricultural territorial and social diversity characteristic of each study site. The total sample comprised 78 farmers in the Yakouren area, and 50 farmers in the Laghouat area.

Data collection was based on individual semi-structured interviews, supplemented by three focus groups, two of which were organised in Yakouren and one in Laghouat. Their implementation differed according to the social logics specific to each area, while following the same methodological principle.

The first phase of the research was based on a characterisation of agricultural systems and agroecological practices, using descriptive statistical analysis (Labreuche, 2020). The interviews focused on the main challenges faced by farmers and the practices used to address them. Each identified practice was then classified according to the agroecological principles identified by HLPE (2019) and documented through questions relating to its origin, its evolution, its implementation methods as well as its territorial embeddedness (marketing channels, self-consumption, sharing and exchange networks). In addition, a lexicometric analysis of the responses highlighted the main lexical fields used by farmers, in connection with agroecological principles. This phase enabled the development of an exploratory typology of farms and the selection of farmers surveyed during the qualitative phase.

The second phase consisted of an in-depth survey, aimed at analysing farmers' trajectories and perceptions, involving other local actors. It used the life story method (Bertaux, 2016) to retrace the life trajectories of the farmers surveyed during the first phase. The initial sample was expanded to refine the typology of farm profiles and ensure a better representation of the different study areas. This approach aimed to understand how agroecological practices are embedded in social trajectories, production logics and exchange networks. It is based on semi-structured interviews with farmers and local actors. The use of life stories is the result of an iterative approach: the initial questionnaires quickly revealed their limitations in understanding agroecological practices, leading to the inclusion of more open-ended questions and then life stories to grasp their social and cognitive dimensions.

The analysis is based on an in-depth and repeated reading of interview transcripts, alternating with feedback from the field to clarify and explore certain issues in greater depth. It aimed to understand the meanings that farmers attribute to agroecological practices in relation to their production logics, the sources of the knowledge involved, the reasons for adopting or not adopting these practices, and the prospects they associate with them, whilst taking into account the socio-economic conditions expressed during the interviews. The discursive categories emerging from this analysis were then structured and organised using Excel and RStudio software in addition to developing a typology of farmers based on their perceptions of agroecology.

III – Results and discussions

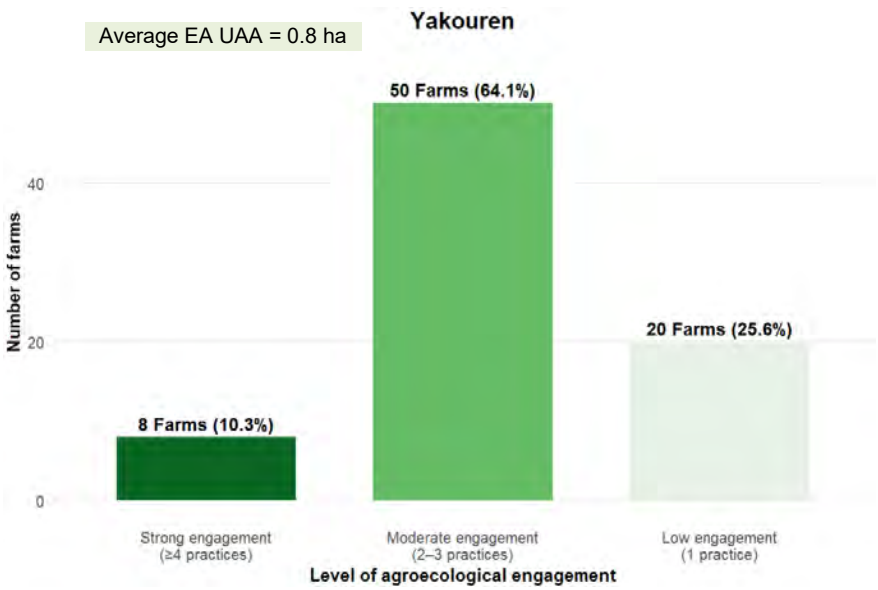
1. Agroecology in the two study areas

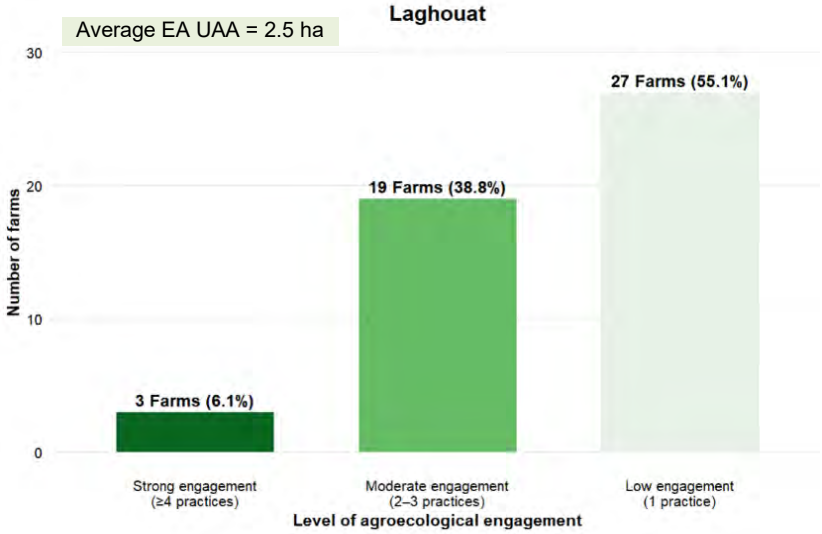
The results from the field invite us to understand agroecology not as a predefined model, but as a dynamic process that takes shape through farmers' practices. In the two areas studied, these practices reflect a diversity of approaches, shaped by local contexts, expertise and production strategies.

A. Dissemination and degree of engagement in agroecological practices

Farms are categorised according to three levels of agroecological commitment: low (one practice), moderate (two to three practices) and high (more than three practices). In Yakouren, moderate commitment predominates (64.1%), whilst in Laghouat, low commitment is the most common (55.1%), reflecting contrasting approaches to the integration of agroecology. This trend is reflected in the areas under cultivation: in Yakouren, farms have an average of 2.5 ha, of which 0.8 ha are managed using agroecological practices, compared with 8.2 ha in Laghouat, of which 2.5 ha are under agroecological management. However, these differences in land area do not necessarily indicate a higher level of commitment. They primarily reflect different integration strategies: in Yakouren, agroecology relies more on a combination of several complementary practices within diversified farms, whilst in Laghouat, farmers more often employ targeted practices to address technical, economic or environmental constraints. This approach confirms that commitment to agroecology depends less on the number of practices or the areas involved than on how they are integrated within the production system, in line with the systemic approach proposed by Wezel et al. (2009) and Tittonell (2014).

Figure 2. Agroecological engagement levels of farms in Yakouren and Laghouat





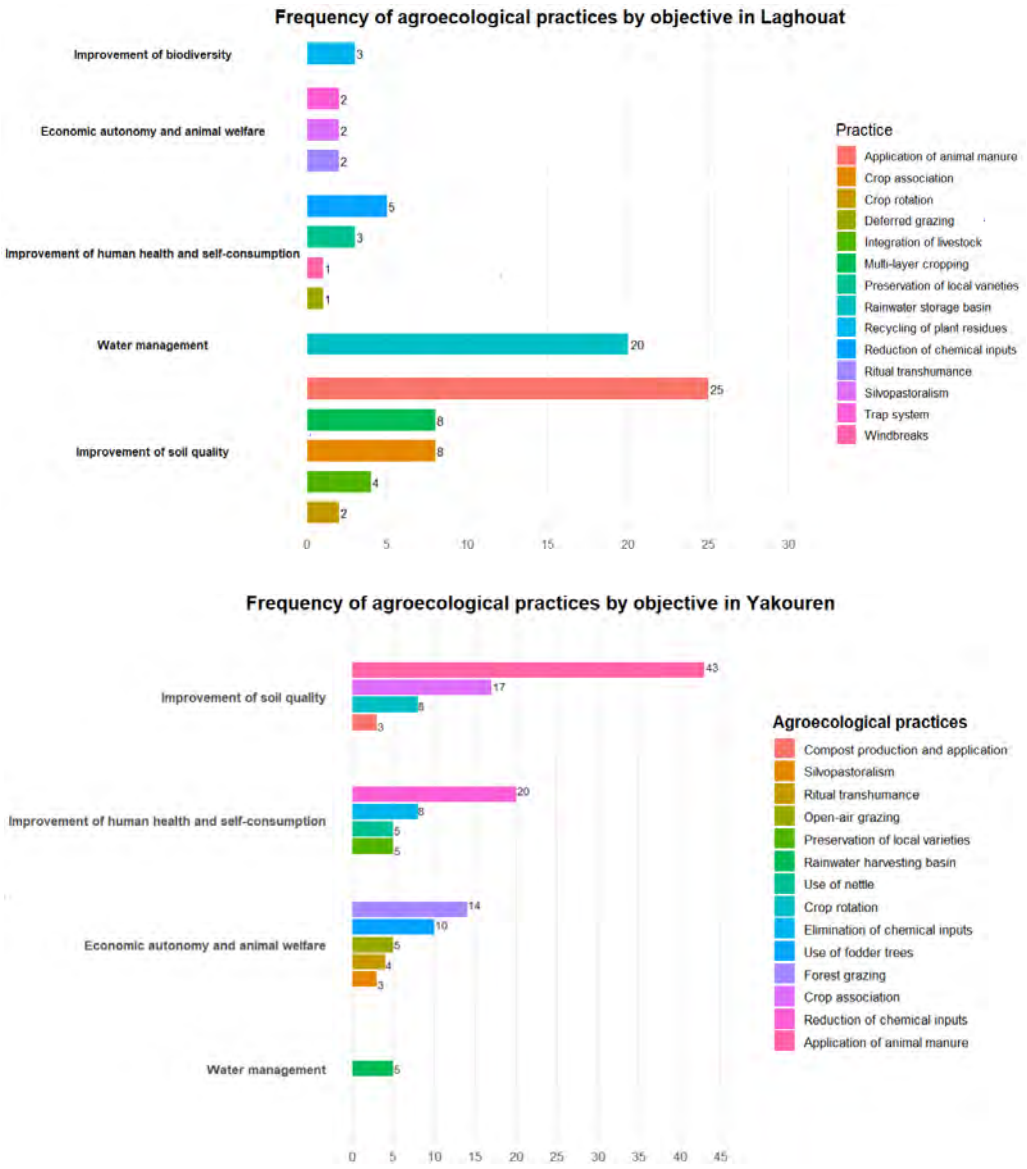
B. Agroecological practices observed at the farm level

The agroecological practices observed appear to be adaptive responses to agricultural constraints. Mostly inherited from ancestral knowledge, they nevertheless incorporate some recent innovations and are maintained thanks to the benefits that farmers attribute to them in terms of soil fertility, resource management and production quality.

In Yakouren, the most common practices are manure application, reducing the use of chemical inputs, manual weeding and crop associations. Their adoption reflects a search for autonomy regarding chemical fertilisers and a desire to preserve soil fertility. The strong presence of dairy cattle farming facilitates access to manure, but its use is not only based on availability: farmers also recognise its agronomic effectiveness in improving soil quality and yields. Conversely, the conservation of local varieties, the use of fodder trees, composting and ritual transhumance remain more marginal, in particular because of the time and labour constraints they involve.

In Laghouat, the spreading of animal manure also remains dominant despite a context that is less favourable to its availability, suggesting that its use goes beyond the constraints of access to the resource. Crop associations play an important role in diversifying income and optimising resources, especially water. Other practices, such as thinning, ritual transhumance or the use of local varieties, remain marginal.

Figure 3. Agroecological practices observed in the two study areas



C. Agroecological practices linked to food systems

The results suggest that agroecological practices are closely linked to local food systems, articulated around self-consumption and short supply chains. These practices are part of a strong history and territorial identity and reflect a conception of agroecology experienced both as a mode of production and as a local culture, inherited and transmitted across generations.

Food self-sufficiency, based on self-consumption, is a common pillar of the two territories studied, although its importance varies according to local contexts. In Yakouren, around 80% of the surveyed farmers reported practising self-consumption, which occupies a central place and is

characterised by a high degree of diversification in daily food products (seasonal vegetables, milk, olive oil), allowing households to cover a significant part of their food needs. This is in line with the work of (Ume et al., 2022) on home gardens, which shows that in some regions, farming households depend on their plots not primarily to market their products but to support their livelihoods

In Laghouat, although vegetable gardens are present, self-consumption remains more limited, with only 10% of the surveyed farmers reporting self-consumption as an outlet for their production, due to several constraints. Indeed, food gardens represent an additional workload, while farmers in Laghouat also must carry out other activities, particularly those related to water management. In addition, farms are generally larger than in Yakouren, which implies greater management requirements and greater distance between places of residence and farms. All these constraints seem to limit the time that can be devoted to activities intended for self-consumption. However, self-consumption remains decisive for certain specific products, in particular dates, goat's milk, sheep meat and cheeses.

The low share of self-consumption can also be explained by a marketing logic: farmers favour the sale of products perceived as being of better quality and benefiting from higher added value, reserving self-consumption for specific productions.

The marketing channels for agroecological products are mostly short and diversified in the two study areas. However, local sales do not systematically translate into better economic value for products. The limited number of direct buyers often leads farmers to resort to intermediaries, who capture part of the added value and reduce the price received by producers. Conversely, when direct sales are possible, farmers can better value the agroecological quality and territorial identity of their products.

2. The actors who structure the agroecological trajectory in the two study areas

A. Actors at the farm level

Rural women in Yakouren occupy a central place in agroecological dynamics (38% of the surveyed sample). They appear to be key drivers of these practices, through the management of food gardens (intended for self-consumption), the management of grazing activities for goats and sheep in the forest, the processing of products and the preservation of local seeds. In addition to these production practices, they also market products through short supply chains, thus contributing to the generation of additional income. Their role is particularly distinguished by the maintenance of agroecological practices, the transmission of knowledge and the facilitation of exchange networks among women, including small groups working collectively in the gardens and marketing products together. In Laghouat, women (representing only 10% of the surveyed sample) are mainly involved in the processing of products, the valorisation of by-products, but also in marketing.

Furthermore, Laghouat is characterised by a younger generation of farmers. Field research reveals a strong attachment to farming, including, in some cases, a return to agriculture and agroecology among these young farmers. They play an active role in price negotiations and act as drivers of innovation and creativity in marketing, contributing to the diversification of marketing channels (including delivery services and sales via social media), as well as to the promotion and processing of agroecological products.[3].

Beyond these generational differences, farmers play a key role, albeit according to distinct orientations. In Laghouat, agroecology is becoming a life project, combining the maintenance of agroecological knowledge, adaptation to the market and innovative approaches.

In Yakouren, this commitment is more in line with intergenerational continuity, centred on the transmission and enhancement of inherited practices.

B. Actors at the territorial level

Associative movements are central actors in the promotion and maintenance of agroecological practices within the two territories studied. In Laghouat, the El Argoub association brings together farmers around common problems and organises training in permaculture, compost and sustainable water management. Its action is based on links between research, development and the active involvement of farmers. It promotes not only the maintenance of agroecological practices, but also their adaptation, notably through innovation and experimentation.

In Yakouren, the associative movement is mainly led by rural women engaged in agroecology. They contribute to the maintenance of inherited agroecological practices while seeking to strengthen their economic and cultural value. Their ability to interact with local institutions has facilitated access to development projects at national and international scale. Taken together, these actions across the two study areas contribute not only to the agronomic aspects of agroecology but also to its socio-economic dimensions.

In Yakouren and Laghouat, other actors are also involved in supporting farmers, particularly agricultural engineers, training institutions and nurserymen, through advice, awareness-raising, training and the dissemination of alternatives to chemical inputs.

In both study areas, specialist shops also contribute to these dynamics by supporting the marketing of agroecological products, including dates and goat cheese in Laghouat, and olive oil and dried figs in Yakouren, thereby enhancing their visibility among consumers.

C. Actors at the international level

International actors contribute to agroecological dynamics by supporting the introduction and dissemination of agroecological knowledge, experimentation and capacity building among farmers in collaboration with civil society. In Yakouren, this is the case, for example, with the Agricultural Sector Support Programme (PASA)[4] that has promoted inherited practices, such as the construction of basins around olive trees for water storage, while supporting rural women in the marketing of local products. In Laghouat, another example is the CARI association (Centre for International Action and Achievements),[5] in partnership with local civil society such as the El Argoub association that supports farmers in preserving local seeds through the PAOMA project[6], combining technical, experimental and financial support and encouraging the creation of a local seed bank. In both territories, the NATAE project, in collaboration with the research centre CREAD[7], reinforces these dynamics through Living Labs, which promote the co-construction of knowledge, participatory experimentation and exchanges between researchers, farmers and local actors. These mechanisms facilitate the adaptation and dissemination of agroecological practices according to the specific constraints of each territory.

3. The origin of agroecological knowledge and its circulation

"I only use ash or lime to control harmful mosquitoes and aphids. This is one of the methods my father taught me" (arboriculturist, Laghouat).

"All the farmers confirmed that the application of animal manure is effective in achieving good yields" (dairy cattle farmer, Yakouren).

In both study areas, farmers' discourses show that agroecological practices are based on a plurality of knowledge derived from family heritage, observation, peer exchanges, training and, more recently, digital resources. However, their importance and the modes of transmission differ from one territory to another. In both cases, farmers' networks are key spaces for the circulation of knowledge, where legitimacy is based on experience and experiments carried out on farms (Darré, 1996; Chiffoleau, 2005). In Yakouren, this dynamic is reinforced by intergenerational transmission, with women playing a central role in the preservation and dissemination of local knowledge (Rocheleau & Edmunds, 1997). In Laghouat, exchanges between farmers, shared experiences, training and support systems contribute more strongly to the renewal of knowledge, illustrating a continuous hybridisation between local knowledge and new learning (Klerkx et al.,

2012). Some farmers thus act as mediators in this circulation of knowledge (Compagnone & Hellec, 2015), promoting its adaptation to contemporary constraints (Caron et al., 2014).

4. Farmers' perceptions and attitudes towards agroecological practices

A. Perceptions related to the improvement of production systems

Approximately 75–90% of farmers highlight the agronomic benefits of the agroecological practices they implement daily. These include the application of animal manure, crop rotation, and the establishment of cover crops. According to these farmers, these practices contribute to a gradual improvement in soil quality and greater stability in agricultural yields. According to MacLaren et al., 2022, organic amendments can provide yield levels comparable to those obtained with synthetic fertilisers. In addition, agronomic gains are mainly associated with food gardens for self-consumption, fodder crops for livestock feed and certain market gardening crops grown in forests. Farmers emphasize the benefits of these practices in producing regularly, with limited means, while preserving their immediate environment.

In Laghouat, among the practices observed to improve crop yields, the application of animal manure occupies a central place, particularly for fodder crops (reported by 90% of the farmers surveyed). These crops are used either to feed the livestock on the farms, or to supply other livestock farmers in the territory. Farmers say they see more fertile soils, better-quality fodder, and yield improvements that can exceed 50%, which encourages them to maintain these practices despite their constraints.

Regarding agroecological practices that improve livestock production, the results obtained in Yakouren reveal the use of fodder trees as livestock feed, notably cork oak (Quercus suber) and Algerian oak (Quercus canariensis) (reported by 75% of the farmers surveyed). According to the respondents, this practice supports milk production, particularly during the summer period and during episodes of drought, by securing the availability of fodder resources.

This shows that 60% of livestock farmers, together with all farmers managing mixed crop–livestock farms, express satisfaction with agroecological practices, insofar as they directly perceive their agronomic effects. The availability of animal manure on the farm allows them to observe or even concretely quantify its impact on soil fertility and production performance. On the other hand, for some arboriculturists based in Laghouat, who do not have access to animal manure, the adoption of these practices raises economic concerns. The cost of purchasing and transporting animal manure can exceed 60,000 DA per year, which represents a significant financial burden and is an obstacle to the maintenance of these agroecological practices (Paracchini et al., 2020).

B. Agroecology as an economic opportunity

Several farmers, especially in Laghouat, associate agroecology with a market opportunity. They represent about 52% in this region, compared with only 8% in Yakouren. In Laghouat, a significant proportion of producers recognise the added value of products resulting from agroecological practices and market them at prices above prevailing market levels. By focusing on differentiated products and promoting an image of naturalness and proximity, these farmers manage to access niche markets. Marketing is most often based on short supply chains or word-of-mouth, which makes it possible to justify higher prices while strengthening relationships of trust with consumers.

The low proportion of farmers committed to this logic in Yakouren is mainly explained by territorial factors. Market gardening, for example, is a common agricultural activity, often practised in farmers' own gardens. This situation favours dynamics of sharing among farmers and a marked orientation towards self-consumption, thus reducing incentives for the market valuation of agroecological products. However, a new profile of farmers is emerging in this area. These are farmers who are committed to the valorisation of products resulting from specific agroecological practices, including medicinal and aromatic plants as well as wild plants, and by-products of seasonal crops. For these actors, the development of these resources goes beyond economic

logic alone and is part of a genuine project, combining agricultural practices, territorial identity and meaning attached to the activity.

Agroecological practices are perceived in an ambivalent way: recognised for their agronomic benefits, they are nevertheless associated with economic and material uncertainties. This tension between satisfaction and concern shapes farmers' patterns of engagement, as they weigh expected benefits against implementation constraints

C. Perceptions related to human health and self-consumption

90% of farmers surveyed in both study areas perceive agroecology as a production system without chemical inputs, aimed at ensuring the health of producers and consumers. This perception is based on a shared awareness that the inherited agricultural know-how leads to a diet that is considered "healthier" and promotes food autonomy. It is reinforced by lived experiences and collective memory: on the one hand, the longevity and good health of past generations who have consumed unprocessed foods; on the other hand, the accounts of episodes of poisoning linked to the consumption of fruit from intensive agriculture in the farmers' networks.

"It's a pleasure to eat what I grew myself, without poison, as my parents did," says a market gardener from Yakouren

For about 80% of respondents in Yakouren and only 10% in Laghouat, agroecology is mainly considered suitable for self-consumption.

In Yakouren, farmers associate this perception with the desire to obtain food that is considered healthy and natural, intended primarily for family consumption, without necessarily seeking integration into the market. This perception is in line with the observations of several studies on small-scale agriculture, where food self-sufficiency is a priority objective (Caron et al., 2014; Sabourin et al., 2020).

In this mountainous territory, the maintenance of agroecological practices is rarely part of a logic of market integration or monetary valuation of products. Farmers choose to prioritize quality over quantity, and health over immediate economic returns. Production for self-consumption appears as an end, generating a sense of coherence and satisfaction regardless of profit prospects.

In Laghouat, only 10% of respondents favour the self-consumption of agroecological products. This low proportion does not reflect a lower appreciation of these products. On the contrary, most farmers market them because of their high added value. Self-consumption is mainly motivated by health considerations, but also by the desire to preserve the local identity through heritage products, such as dates, date syrup and dried figs.

Thus, beyond strictly production-related issues, these practices form part of an overall approach aimed at promoting local know-how and the continuity of food traditions. In Yakouren, this productive purpose is based on reference points that are not always explicitly mentioned, but which are reflected in the stability of practices, the repetition of similar production choices, and a relative distancing from the market. In this case, it relates in particular to personal convictions, a deep-rooted attachment to inherited practices, limited knowledge of marketing mechanisms, or even the fear of being perceived as opportunistic should prices rise.

D. Agroecology as a way of adapting to environmental challenges

In Laghouat, climate change figures prominently in farmers' discussions. Drought, water scarcity, irregular seasons and shifts in sowing schedules are frequently cited as challenges that agroecological practices help to address. Thinning, transhumance, adjusting sowing dates and the use of local seeds and seedlings are thus seen as strategies for adapting to new production conditions. In Yakouren, agroecological practices are more closely aligned with an approach to the sustainable management of resources, particularly forage and water. Transhumance, the use of forage trees, night-time irrigation and the creation of basins around olive trees are all aimed at optimising the use of available resources whilst strengthening the resilience of farms in the face of environmental constraints.

E. A structural constraint

On the other hand, some farmers consider that agroecology is difficult to implement on a large scale, especially on farms larger than 5 hectares (73% in Laghouat and 25% in Yakouren). They therefore restrict these practices to certain plots or periods, whilst continuing to use conventional methods on the rest of the farm. The main constraints cited relate to workload, weed and disease management, and the effects of climate change. In livestock farming, beyond a certain herd size, daily management of pasture becomes complex without additional labour, leading to a reduction in grazing or the continued use of certain inputs.

The lack of financial resources and skilled labour is a major obstacle. In this context, farmers adopt a cautious strategy aimed at securing production volumes. In Laghouat, the complete elimination of chemical fertilisers is often considered unrealistic due to poor soil quality, leading to a combination of agroecological practices and inputs as part of a gradual adjustment rather than a radical change.

5. Can we understand agroecological dynamics through the concept of social acceptability?

Social acceptability is examined through different methodological approaches. Existing studies evaluate it based on attitudes, perceptions, adoption intentions, individual preferences and the involvement of actors in decision-making processes (Baba & Raufflet, 2015; Boutilier & Thomson, 2011).

In the literature, acceptability is also analysed through the conditions that make a technology, service, or practice acceptable to its users (Terrade et al., 2009). These approaches focus on perceived usefulness, conditions of use, social influences and factors likely to influence adoption behaviour. However, this work focuses mainly on the social acceptability of external projects, such as energy projects or the introduction of new technologies. These studies highlight various components that make it possible to understand the social acceptability of an innovation.

The present work is based on certain components mobilised in these approaches, without seeking to measure a level of social acceptability of agroecology. Indeed, in the study areas, agroecological practices already exist. The issue, therefore, is no longer one of transition to agroecology, but rather one of the conditions necessary to ensure the preservation, recognition and long-term viability of these practices. This involves promoting traditional knowledge, revitalising it and integrating new practices tailored to the specific challenges of each region.

From this perspective, it is not merely a question of analysing these practices in terms of their technical performance, but of understanding what underpins their agroecological nature. The results show that these practices cannot be reduced to a simple agronomic response to the constraints faced by farmers. Whilst they address technical challenges, their agroecological nature can only be understood within the context of the agricultural and food system as a whole. Analysing them therefore requires simultaneously considering the ecological, economic, social and territorial dimensions, as well as the knowledge drawn upon, farmers' career paths and the reasoning behind their choices.

The sustainability of agroecology rests on a set of interdependent conditions: material, social, economic and political. However, material factors alone are not sufficient to explain the continuity of agroecological practices. The findings highlight the importance of positive perceptions associated with these practices, particularly in terms of health, food quality, soil fertility, yields and well-being. In this context, the rationale for maintaining these practices varies according to the geographical context. In Yakouren, self-consumption appears to be a key factor, in that it strengthens the food autonomy of farms whilst promoting the continuation of practices deemed more consistent with farmers' values and needs. In Laghouat, agroecology seems more closely linked to efforts to make the most of local resources, as well as to a desire to adapt to environmental constraints, notably drought, water scarcity and climate change. For some farmers, these practices are part of life projects that combine economic development, environmental

adaptation, territorial identity and the preservation of local know-how. This empirical recognition of the effects and opportunities associated with these practices thus appears to be a central element in the processes of appropriation, maintenance and continuity of agroecological practices (Perrin et al., 2025).

The circulation of knowledge and collective dynamics occupy a central place in the processes of agroecological maintenance and innovation. Exchanges between farmers, interactions with research and support mechanisms promote the dissemination of knowledge, experimentation and the adaptation of practices. In this context, associative movements appear to be particularly important actors in the circulation of agroecological knowledge. They provide spaces for exchange, training, socialisation and networking allowing farmers to share their experiences, promote their products and access different forms of collective learning (Cagiran et al., 2026). These dynamics promote the dissemination of agroecological practices and strengthen the adaptive capacities of local actors. The results also highlight the role of rural women in local agroecological dynamics. In Yakouren, they actively participate in the creation of social ties and the circulation of knowledge among male and female farmers. These observations underline the importance of rural women's cooperatives and, more broadly, of collective forms of agricultural organisation in strengthening exchanges and the dissemination of agroecological practices. The results also highlight that the sustainability of agroecology depends on favourable institutional and political conditions. This implies not only financial support, training and support mechanisms adapted to territorial contexts, but also better integration of agroecological issues into agricultural, environmental and natural resource management policies.

IV – Conclusion

The study of the social acceptability of agroecology can be carried out through a comprehensive analysis of agroecological practices among farmers and local actors, through their discourse, and the expression of their knowledge and perceptions regarding these practices.

The agroecological practices observed form part of local initiatives involving production, the transmission and exchange of knowledge, as well as individual and collective adaptation and innovation, making agroecology a dynamic, locally rooted part of daily life rather than a goal to be achieved.

This concept of social acceptability allows us to revisit the question of practices, not in their strictly technical sense, but in terms of what they mean to the actors who practise them, and what they tell us about the territory within whose history they are embedded. It therefore leads us to highlight a heritage dimension of agroecological practices, a dimension embedded in the long-term evolution of knowledge, its dynamics and its adaptations to changing contexts. Thus, the central question is no longer that of the existence of agroecological practices, but that of their sustainability over time; that is, their capacity to be transmitted, to adapt and to renew themselves in the face of economic, social, climatic and institutional transformations.

The issue of the social acceptability of agroecological practices is closely linked to the dynamics of these practices and the associated knowledge, and therefore to their sustainability, as practices may be maintained, evolve or disappear, particularly in the absence of a favourable political and institutional framework.

Finally, this original reading and conceptualisation of social acceptability allows us to identify several scales for analysing the sustainability of agroecological practices. At the micro level, sustainability is based on cognitive, cultural and economic factors, observable through the intergenerational transmission of knowledge, individual motivation and the continuity of practices. At the meso level, it is embodied in socio-technical and collective factors, such as the stability of associations, the frequency of exchanges between peers and the strength of territorial networks. Finally, at the macro level, sustainability depends on institutional and political factors, related to public recognition, the continuity of support mechanisms and the coherence of agroecological transition policies. Across these different scales, the long-term sustainability of agroecological practices is also conditioned by enabling contextual factors, including access to skilled labour and

the capacity to mobilise the investments required to implement and maintain these practices. Rather than constituting components of social acceptability itself, these factors influence the ability of farmers to translate socially accepted practices into long-term action.

In both study areas, agroecology appears to be deeply rooted at the micro and meso scales, through agricultural practices and local collective dynamics. However, the analysis highlights that institutional and political factors, which constitute the macro level, represent a key dimension for understanding the conditions necessary for the sustainability of agroecological practices. Whilst not the central focus of this research, this dimension calls for further reflection on how public policies could support and strengthen the agroecological dynamics already present in these areas.

This research is based on the analysis of two contrasting case studies. Whilst this approach provides an in-depth understanding of the dynamics of the social acceptability of agroecology in specific territorial contexts, it does not allow the results to be generalised to all agricultural areas in Algeria. Nevertheless, the proposed analytical framework offers avenues for exploring these dynamics in other regional contexts and for deepening our understanding of the conditions necessary for the sustainability of agroecological practices.

Acknowledgements

I would like to express my deep gratitude to my supervisors, Mélanie Requier-Desjardins and Pascale Moity-Maïzi, for their rigorous support, their valuable advice and their constant support throughout this work.

I warmly thank all the farmers who participated in this research, as well as all the actors interviewed, for their availability, their trust and the richness of the exchanges shared. My thanks go in particular to the Tharwa association in Yakouren, to the rural women I met in this region; and more particularly to Linda Chiba and her family, as well as to the El Argoub association and all the farmers surveyed in Laghouat, whose experiences and knowledge formed the basis of this study.

This work has benefited from the financial support of the NATAE project, via the Centre for Research in Applied Economics for Development (CREAD), which I thank for its support of the fieldwork.

References

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2014). Diffuser l'agroécologie pour la souveraineté et la résilience alimentaires. In L. Delcourt (Ed.), *Agroécologie: Enjeux et perspectives* (pp. 35–64). Éditions Syllepse. https://doi.org/10.3917/syll.cetri.2014.03.0035

Baba, S., & Raufflet, E. (2018). L'acceptabilité sociale: Une notion en consolidation. *Management International*, *19*(3), 98–114. https://doi.org/10.7202/1043005ar

Bertaux, D. (2016). *Le récit de vie* (4th edn). Armand Colin. https://pmb.iamm.fr/catalog.php?categ=isbd&id=40795

Boudedja, K., & Abdelhakim, T. (2013). Émergence et résurgence de représentations territoriales face à des mutations socio-économiques dans un territoire rural forestier en Algérie. *Autrepart*, (66), 21–42. https://doi.org/10.3917/autr.066.0021

Boutilier, R., & Thomson, I. (2011, May). *Modelling and measuring the social license to operate: Fruits of a dialogue between theory and practice*. The Social Licence to Operate, Brisbane, Australia. https://www.socialicense.com/publications/Modelling%20and%20Measuring%20the%20SLO.pdf

Brunson, M. W., & Shindler, B. A. (2004). Geographic variation in social acceptability of wildland fuels management in the Western United States. *Society & Natural Resources*, *17*(8), 661–678. https://doi.org/10.1080/08941920490480688

Cagiran, S., Bourceret, A., & Drogue, S. (2026). From soil to society: A transdisciplinary assessment of farmers' adoption of agroecology through the social-ecological systems framework in Algeria. *Land Use Policy*, *165*, 107995. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2026.107995

Caron, P., Biénabe, E., & Hainzelin, E. (2014). Making transition towards ecological intensification of agriculture a reality: The gaps in and the role of scientific knowledge. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *8*, 44–52. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.08.004

Chiffoleau, Y. (2005). Learning about innovation through networks: The development of environment-friendly viticulture. *Technovation*, *25*(10), 1193–1204. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2004.04.003

Compagnone, C., & Hellec, F. (2015). Farmers' professional dialogue networks and dynamics of change: The case of ICP and no-tillage adoption in Burgundy. *Rural Sociology*, *80*(2), 248–273. https://doi.org/10.1111/ruso.12058

Darré, J.-P. (1996). *L'invention des pratiques dans l'agriculture: Vulgarisation et production locale de connaissance*. Editions Karthala.

FAO. (2014). *Building a common vision for sustainable food and agriculture. Principles and approaches*. FAO. https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i3940e

Gliessman, S. (2018). Defining Agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *42*(6), 599–600. https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1432329

HLPE. (2019). *Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition*. FAO. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8

Klerkx, L., Schut, M., Leeuwis, C., & Kilelu, C. (2012). Advances in knowledge brokering in the agricultural sector: Towards innovation system facilitation. *IDS Bulletin*, *43*(5). https://doi.org/10.1111/j.1759-5436.2012.00363.x

Labreuche, J. (2020). Les principaux tests statistiques de l'analyse univariée: Quand et comment les utiliser ? *Sang Thrombose Vaisseaux*, *32*(3), 97–106. https://doi.org/10.1684/stv.2020.1116

MacLaren, C., Mead, A., van Balen, D., Claessens, L., Etana, A., de Haan, J., Haagsma, W., Jäck, O., Keller, T., Labuschagne, J., Myrbeck, Å., Necpalova, M., Nziguheba, G., Six, J., Strauss, J., Swanepoel, P. A., Thierfelder, C., Topp, C., Tshuma, F., … Storkey, J. (2022). Long-term evidence for ecological intensification as a pathway to sustainable agriculture. *Nature Sustainability*, *5*(9), 770–779. https://doi.org/10.1038/s41893-022-00911-x

Moulai, A., & Bouammar, B. (2020). La problématique de la politique d'accession à la propriété foncière agricole dans la wilaya de Laghouat. *El-Bahith Review*, *20*(1), 237–252. https://elbahithreview.edu.dz/index.php/bahith/article/view/22

Moussaoui, A. (2025). L'agriculture durable, levier de la sécurité alimentaire en Algérie. *Études caribéennes*, (60–61), 36070. https://doi.org/10.4000/14ff4

Neffati, M., & Sghaier, M. (2014). *Développement et valorisation des plantes aromatiques et médicinales (PAM) au niveau des zones désertiques de la région MENA (Algérie, Egypte, Jordanie, Maroc et Tunisie)* [Rapport Principal. Projet MENA-DELP]. Observatoire du Sahara et du Sahel. http://www.onagri.nat.tn/uploads/images/filieres/pam/PAMmena-delp.pdf

Paracchini, M.L, Justes, E, Wezel, A, Zingari, P.C, Kahane, R, Madsen, S, Scopel, E, Héraut, A, Bhérer-Breton, P, Buckley, R, Colbert, E, Kapalla, D, Sorge, M, Adu Asieduwaa, G, Bezner Kerr, R, Maes, O, & Negre, T. (2020). *Agroecological practices supporting food production and reducing food insecurity in developing countries: A study on scientific literature in 17 countries* (JRC Technical Report No. JRC121570). Publications Office of the European Union. https://data.europa.eu/doi/10.2760/82475

Perrin, J.-A., Wezel, A., Williams, J. H., Wenzel, B., Kehlenbeck, H., Ferrer, A., Đurić, G., Mićić, G., & Markovic, D. (2025). Farmers' and stakeholders' views on the adoption of agroecological practices. Results from participatory workshops in European countries. *Open Research Europe*, *5*, 180. https://doi.org/10.12688/openreseurope.20536.1

Rocheleau, D., & Edmunds, D. (1997). Women, men and trees: Gender, power and property in forest and agrarian landscapes. *World Development*, *25*(8), 1351–1371. https://doi.org/10.1016/S0305-750X(97)00036-3

Sabourin, E., Craviotti, C., & Milhorance, C. (2020). The Dismantling of Family Farming Policies in Brazil and Argentina. *International Review of Public Policy*, *2*(1), 45–67. https://doi.org/10.4000/irpp.799

Terrade, F., Pasquier, H., Reerinck-Boulanger, J., Guingouain, G., & Somat, A. (2009). L'acceptabilité sociale: La prise en compte des déterminants sociaux dans l'analyse de l'acceptabilité des systèmes technologiques. *Le travail humain*, *72*(4), 383–395. https://doi.org/10.3917/th.724.0383

Tittonell, P. (2014). Ecological intensification of agriculture-sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *8*, 53–61. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.08.006

Ume, C., Nuppenau, E.-A., & Domptail, S. E. (2022). A feminist economics perspective on the agroecology-food and nutrition security nexus. *Environmental and Sustainability Indicators*, *16*, 100212. https://doi.org/10.1016/j.indic.2022.100212

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. https://doi.org/10.1051/agro/2009004

[1] MENA Zone: The MENA region (Middle East and North Africa) refers to a geographical area of countries in North Africa and the Middle East, characterized by comparable historical, socio-economic and environmental contexts, including high climatic aridity and structural water constraints (World Bank, 2021).

[2] NATAE "Supporting the agroecological transition at farm level through multi-actor approaches in North Africa" means: "Supporting the agroecological transition at farm level through multi-actor approaches in North Africa" https://www.natae-agroecology.eu/fr/

[3] Agroecological products are products resulting from practices that respect agroecological principles. This classification is based on the agroecological framework proposed by the HLPE (2019). Farmers consider these products to be natural and healthy

[4] The PASA (Support Programme for the Agriculture Sector) is a cooperation programme supporting the sustainable development and competitiveness of agricultural sectors in Algeria.

[5] The CARI (Centre d'Actions et de Réalisations Internationales) is a French association committed to the promotion of agroecology, the sustainable management of natural resources and the development of rural territories.

[6] The PAOMA project (Programme for the Preservation and Economic Development of Oasis Agro-Biodiversity in the M'Zi Valley in Algeria) aims to preserve and enhance oasis agro-biodiversity while strengthening the capacities of local actors and the resilience of production systems.

[7] The Center for Research in Applied Economics for Development (CREAD) is an Algerian public scientific research institution specialising in research in economics, social sciences and development. It contributes to the analysis of economic and social issues and to the support of public policies.

Etat des lieux des systèmes maraîchers et réflexions sur les conditions de développement d'une production maraîchère durable au PK-17, commune de Riyad, Nouakchott, Mauritanie

Theresa El Chahrouk El Maalouf[1], Mohamed Lemin Ahmed Lemin[2], Cheikh Sidya Fall[2], Yvan Le Coq[3]

[1]Master 2 Développement Agricole Territorial, Environnement et Modélisation, CIHEAM Montpellier, Institut Agro Montpellier, Université de Montpellier et Faculté d'Agronomie Université Libanaise, Liban

[2]Grdr, Migration, Citoyenneté, Solidarité, Mauritanie

[3]Grdr, Migration, Citoyenneté, Solidarité, France

Résumé. L'alimentation de Nouakchott en produits maraîchers repose principalement sur l'import de pays tiers, sauf pour les légumes feuilles, issus d'une production locale. Le site de PK-17 situé dans la commune de Riyad au sud de Nouakchott, connait un développement de la production maraichère du fait de la relative disponibilité en eau et en terre. Depuis la crise du COVID-19, l'Etat et la Région de Nouakchott se sont mobilisés pour y soutenir l'implantation de maraîchers. Les maraîchers de PK-17 ont un accès inégal aux facteurs de production (eau, foncier et capitaux). Orientés majoritairement vers l'ultra frais, ils combinent des pratiques relevant de l'agro écologie à des pratiques s'en éloignant. Une minorité, commercialisant directement sa production au niveau d'un marché ciblant une clientèle en recherche de légumes biologiques, accentue les efforts pour se convertir complément à l'agro écologie. Pour les autres, orientés vers les marchés plus importants mais moins rémunérateurs, cette conversion totale apparait risquée, d'autant plus pour les maraîchers disposant d'un accès précaire au foncier et à l'eau. Les possibilités d'intensification agro écologique apparaissent conditionnées par la sécurisation de l'accès au foncier et à l'eau mais aussi par les possibilités d'insertion dans des marchés spécifiques.

Mots clés. Maraîchage péri urbain – Agro écologie – Nouakchott – Commune de Riyad – Commercialisation

Title. Inventory of market gardening systems and reflections on the conditions for developing sustainable market gardening production at PK-17, Riyad commune, Nouakchott, Mauritania

Abstract. *Nouakchott's vegetable supply relies mainly on imports from third countries, except for leafy greens, which are locally produced. The PK-17 site, located in the Riyad district south of Nouakchott, has seen an increase in vegetable production due to the relative availability of water and land. Since the COVID-19 crisis, the State and the Nouakchott Region have mobilized to support the establishment of vegetable farmers there. Vegetable farmers in PK-17 have unequal access to factors of production (water, land, and capital). Primarily focused on ultra-fresh produce, they combine agroecological practices with those that diverge from them. A minority, selling their produce directly to a market targeting customers seeking organic vegetables, are intensifying their efforts to fully convert to agroecological practices. For others, geared towards larger but less profitable markets, this complete conversion appears risky, especially for market gardeners with precarious access to land and water. The possibilities for agro-ecological intensification seem contingent on securing access to land and water, as well as on the opportunities for integration into specific markets.*

Keywords. *Peri-urban market gardening – Agroecology – Nouakchott – Riyad commune – Marketing*

I – Introduction

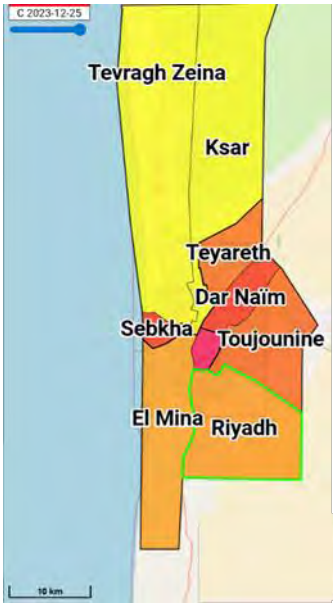
La région de Nouakchott, qui comprend la localité littorale éponyme érigée en 1957 comme capitale de la République Islamique de Mauritanie (RIM), comptait 1 446 761 habitants lors du dernier recensement national en 2023, contre 958 399 habitants en 2013 (ANSADE, 2025). Elle

enregistre ainsi une croissance démographique annuel de 3,9 %, supérieure à la moyenne nationale (3,1 %). Près de 30 % des Mauritaniens vivent à Nouakchott et 46 % de cette population a moins de 20 ans. L'alimentation de cette région et l'insertion socio-économique des jeunes de Nouakchott constituent logiquement des préoccupations majeures des pouvoirs publics mauritaniens.

Alors que le pays est nettement excédentaire en produits animaux (élevage, pêche), 70 % du volume des céréales consommées, pour l'essentiel du blé et du riz, sont importés (FAO et al., 2023). Pour d'autres produits alimentaires courants, comme les légumes, la situation est plus nuancée. À Nouakchott, la demande en légumes connaît une croissance soutenue sous l'effet combiné de la forte croissance démographique, de l'urbanisation rapide et de l'amélioration progressive des niveaux de vie dans les grands centres urbains (FAO et al., 2023). La consommation de légumes ultra-frais et plantes aromatiques (menthe, oignon feuille, laitue principalement) s'appuie sur une production maraichère locale ancienne alors que d'autres légumes de consommation courante (oignons, navets, etc.) sont en partie produits sur place, ou importés des autres régions du pays, de pays voisins (Maroc et Sénégal en particulier) et d'ailleurs (Hollande).

Les répercussions négatives de la crise sanitaire COVID-19 (2020-2021) et de la guerre en Ukraine (depuis 2022) sur la disponibilité et les prix des produits maraîchers à Nouakchott ont souligné l'importance d'un meilleur taux d'auto- approvisionnement en légumes. D'autre part, le secteur du maraîchage, particulièrement intensif en travail, peut représenter un gisement d'emplois et de revenus, notamment pour de jeunes actifs.

Depuis une dizaine d'années, le site de PK-17 situé dans la commune de Riyad au sud de la ville, connait un développement significatif de la production maraichère. Selon une estimation d'un agent des services régionaux de l'agriculture, PK-17 a une superficie de 3500 hectares et compterait environ 600 maraîchers, cultivant une partie seulement de cet espace (2023, communication personnelle). Les premiers occupants, des militaires à la retraite, s'y sont installés en 2014, avec l'appui de l'Etat. Ils ont depuis été rejoints, principalement par des maraîchers expulsés des plus anciens sites maraîchers de la ville reconvertis en zone d'habitation (Dar Naïm, Toujounine…).



L'Etat, la Région de Nouakchott, cofinancés par l'Union Européenne, principal bailleur du pays, se sont mobilisés pour soutenir l'implantation de maraîchers dans ce site. Plusieurs programmes spécifiques ont ainsi vu le jour : SAFIRE (Sécurité Alimentaire-Formation-Insertion-Emploi), « Nourrir et verdir Nouakchott ». Le Grdr, association implantée en Mauritanie depuis les années 1980, compte parmi les acteurs de la société civile mobilisés autour du développement de ce site maraîcher. L'association accorde une importance particulière aux opportunités que l'expansion de ce secteur pourrait offrir pour l'insertion socio professionnelle de jeunes actifs.

Ce travail effectué dans le cadre du projet NATAE au sein duquel le PK-17 était considéré comme un « living lab », présente une situation de référence des systèmes maraîchers cohabitant dans ce site en faisant un focus sur le niveau d'adoption de pratiques agro-écologiques (FAO, 2018). D'autre part, il discute, sous la forme d'hypothèses et non de conclusions définitives, les conditions d'une intensification durable de la production maraîchère, en questionnant notamment le rôle des marchés dans ce processus.

Figure 1. Localisation de la commune de Riyad

Source : (Brinkhoff, 2026)

II – Matériels et méthodes

Cet article s'appuie sur deux diagnostics conduits in-situ (Ahmed Lemin, 2022 ; El Chahrouk El Maalouf, 2023).

Lesdits diagnostics ont été établis essentiellement sur la base d'entretiens semis directifs conduits auprès d'un échantillon de 40 producteurs répartis entre les différentes sous zone du PK-17 visant à représenter la diversité des situations : zone des retraités militaires (la plus ancienne, 10 producteurs enquêtés), zone de la mare de l'usine de traitement de la Société Nationale de Distribution de l'Eau (SNDE, 25 producteurs enquêtés) et enfin zone gérée par la région de Nouakchott (5 producteurs, zone la plus récente).

Les entretiens portent à la fois sur le chef d'exploitation (âge, genre, expérience, éventuels revenus non agricoles), la structuration de l'exploitation (accès au foncier, à l'eau et à la main d'œuvre, assolements) ainsi que les pratiques culturales (semences, gestion de la fertilité des sols, prévention et curation des attaques, etc.) et commerciales (marchés ciblés, intermédiaires). La collecte des données s'est faite par une application mobile de collecte de données sur le terrain (« KoboCollect »).

Ces données ont été complétées par des observations directes et des entretiens complémentaires réalisés auprès du personnel de la direction régionale de l'agriculture et de la commune de Riyad. D'autre part, elles ont été enrichies par des observations relatives aux assolements pratiqués à PK17 collectées en 2020 lors d'une étape de pré diagnostic, réalisée au lancement d'un précédant programme.

Les résultats du diagnostic ont été présentés et discutés en septembre 2023 lors d'un atelier réunissant les parties prenantes des différents living lab du programme NATAE. Ces résultats ont servi de base au comité des agriculteurs pour identifier les pratiques agroécologiques prometteuses face aux défis soulevés. La validation de ces pratiques par le comité de pilotage a permis leur expérimentation au niveau terrain.

III – Résultats

1. Avantages et désavantages comparatifs pour la production maraîchère à PK-17

Le site de PK-17 présente un certain nombre d'avantages comparatifs pour la production maraîchère dont la relative disponibilité en eau et en terre. La SNDE y a implanté une usine de potabilisation de l'eau distribuée dans le réseau public. L'usine relâche des eaux de traitement à l'air libre et, progressivement, une mare s'est constituée. Ce point d'eau, dont le niveau fluctue au gré des activités de l'usine, est utilisé comme source d'irrigation par une partie des maraîchers. D'autre part, la SNDE accorde des abonnements spéciaux pour les maraîchers pour usage agricole de l'eau potable. En 2014, alors que les premiers maraîchers s'installaient, la pression foncière y était par ailleurs bien moins prononcée que dans les sites maraîchers historiques, d'où des facilités dans l'installation sur le mode de la *gazra* (voir encadré).

Encadré : la *gazra*

Le terme *gazra* peut se traduire littéralement par "usurpé" ou "pris de force". Il désigne des zones ou des parcelles occupées illégalement. À l'origine, la *gazra* correspond à une stratégie d'occupation et de mise en valeur de terrains vacants dans la perspective d'une appropriation foncière, parfois suivie d'une régularisation. Avec l'expansion de Nouakchott, ces espaces sont devenus des quartiers ou des parcelles occupés par des populations cherchant à accéder au foncier en dehors des procédures officielles.

Source : (Tanguy, 2003)

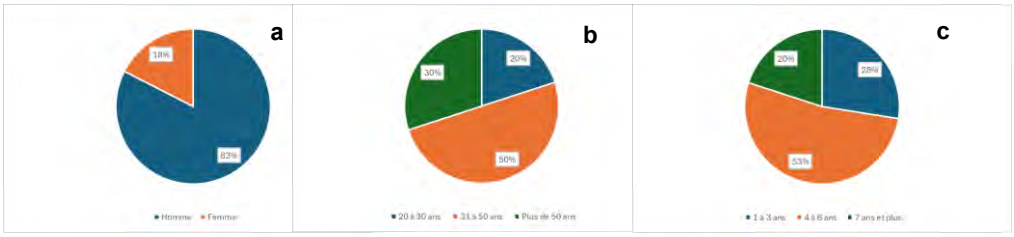
L'implantation de poulaillers non loin du site, auprès desquels les maraîchers s'approvisionnent en fientes pour la fertilisation de leurs parcelles, représente un autre avantage. Enfin, ce site dunaire apparait relativement protégé des risques d'inondations et des remontées salines qui touchent une bonne partie de la ville de Nouakchott, située sous le niveau de l'océan.

Ce site a toutefois plusieurs désavantages. PK-17 est particulièrement exposé aux vents qui dessèchent le sol et accentuent l'évapotranspiration des plantes. D'autre part, les sols, à dominante sableuse, sont relativement pauvres en matière organique et perméables d'où des besoins en irrigation et en fertilisants importants. Excentré du Marché de la Mosquée Marocaine, principal lieu de vente des produits maraîchers et d'approvisionnement en intrants (semences, pesticides, engrais), PK-17 est relativement peu attractif pour les grossistes alors que la population de la commune, au pouvoir d'achat souvent modeste, représente un marché peu intéressant. PK17 apparait aussi excentré vis-à-vis du lieu de résidence des maraîchers, ceux-ci ne résidant majoritairement pas dans la commune. D'autre part, certains avantages mentionnés plus haut se révèlent fragiles du fait d'évolutions rapides. Ainsi, la population de la commune de Ryad, passée de 117 000 à 229 000 habitants en 10 ans seulement, suit une courbe exponentielle ce qui, à court terme, laisse présager des risques de conversion de tout ou partie de ce site agricole en zones d'habitation (Grdr, 2018). Autre limite : les aléas dans les lâchers d'eau de l'usine font courir des risques d'approvisionnement en eau, alors que le nombre de maraîchers augmentent. La qualité sanitaire de ces eaux usées pose question. Nombreux sont les producteurs à indiquer que les tuyaux de goutte-à-goutte se colmatent rapidement, d'où une adoption très limitée de cette méthode d'irrigation.

2. Une diversité de producteurs cohabitent à PK-17

Les critères de genre, de classe d'âge ou encore l'expérience des maraîchers illustrent un premier niveau de diversité des profils se rencontrant à PK-17 (figure 1).

Figure 2. Genre (a), classe d'âge (b) et nombre d'années d'expériences dans le maraîchage (c) des producteurs de PK-17 (n=40)

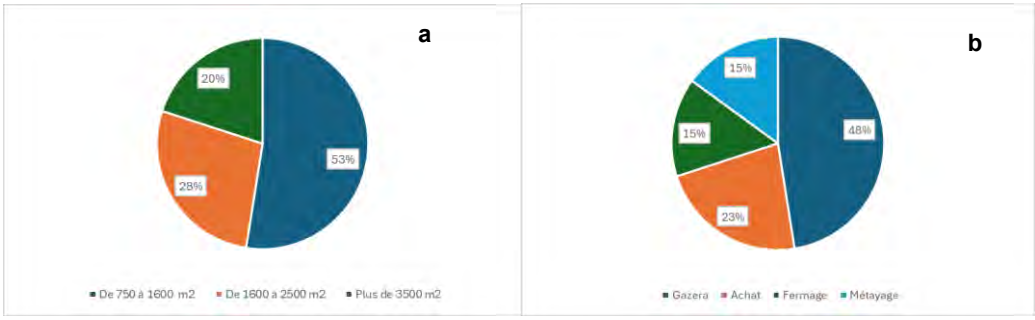


Source : (Ahmed Lemin, 2022)

Nous avons toutefois considéré et combiné trois autres critères pour établir une typologie simplifiée et ainsi tenter de rendre compte de la diversité des situations rencontrées (l'accès à l'eau n'a pas été retenue comme un critère de différenciation puisque la totalité des producteurs ont recours à la SNDE-combinaison mare et/ou réseau).

Tout d'abord, la superficie cultivée et la tenure foncière. L'analyse montre une nette prédominance de statuts fonciers précaires : 75 % des producteurs sont sous statut gazra, fermage ou métayage. 25 % des maraîchers seulement se déclarent en relative sécurité foncière. Les superficies cultivées se situent autour d'une moyenne d'environ 1800 m^2 avec toutefois 53 % cultivant entre 750 et 1600m^2 (voir figure 2).

Figure 3. Superficies cultivées (a) et statut foncier (b) (n=40)



Source : (Ahmed Lemin, 2022)

Ensuite, l'accès au capital financier. Le différentiel dans l'accès aux capitaux se répercute en particulier sur un facteur limitant : la capacité de stockage de l'eau pompée. Les maraîchers les plus capitalisés peuvent stocker les quantités d'eau les plus importantes et accèdent sans grande difficulté aux autres intrants de production (semences, fumure minérale et organique).

Enfin, la capacité à mobiliser de la main d'œuvre, familiale et/ou extra familiale. Cette capacité dépend tant des situations familiales que de l'accès au capital financier.

Sur la base de ces critères, trois types de producteurs ont été identifiés (tableau 1).

Tableau 1. Typologie simplifiée des systèmes de production maraîchers à PK-17 (n= 40)

		A : « Gazra, fermiers et métayers relativement aisés »	**B : « Maraîchers nantis »**	**C : « Maraîchers peu capitalisés »**
Critères de différenciation	Accès « sécurisé » à la terre	Non	Oui	Non
	Accès au capital financier et technique	Oui	Oui (pension de retraites)	Non
	Accès au travail	Recours à main d'œuvre familiale, appoint ouvriers agricoles	Recours à ouvriers agricoles principalement	Recours à main d'œuvre familiale, appoint ouvriers agricoles
Accès à l'eau et irrigation		Moto-pompage (énergie thermique ou solaire) dans la mare liée à l'usine SNDE ou recours au réseau SNDE pour alimenter des bassins de stockage d'une capacité de 9m^3, 13,5m^3 ou 32m^3. Irrigation manuelle (arrosoirs). Goutte-à-goutte très rare (cf. colmatage).		
Proportion estimée		57 %	27 %	16 %

Source : (Ahmed Lemin, 2022)

Le type A « Gazra, fermiers et métayers relativement capitalisés » apparaît majoritaire (57 % des cas). Il correspond à des maraichers qui, bien qu'ayant un statut foncier précaire, ont accès à des capitaux et donc aux facteurs de production clé (eau stockée et main d'œuvre). Les revenus monétaires extra maraîchers proviennent souvent d'activités connexes au maraîchage comme la commercialisation. Ils mobilisent des ouvriers agricoles et parfois de la main d'œuvre familiale.

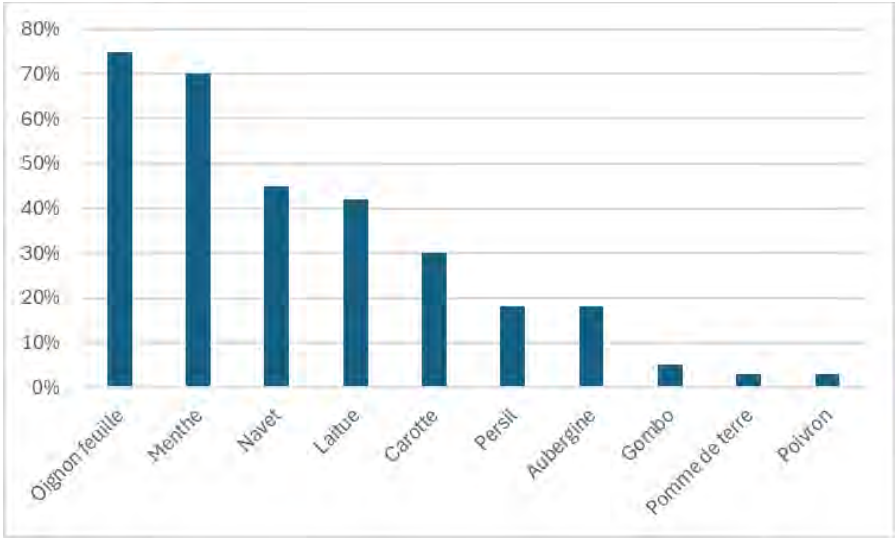
Le type B « Maraîchers nantis », qui compte pour 27 % des cas, correspond aux maraîchers les (relativement) plus sécurisés du point de vue du statut foncier et les mieux dotés en capitaux. Cette situation leur permet de mobiliser plus facilement de la main d'œuvre, celle-ci étant exclusivement non familiale. Les revenus monétaires extra maraîchers proviennent de leur pension (cas des militaires à la retraite qui disposent en outre d'un « titre foncier ») ou d'une activité commerciale (boutique etc.).

Le type C enfin « Maraîchers peu capitalisés », qui compte pour 16 % des cas, correspond aux maraîchers les plus précaires au plan foncier et les moins dotés en capitaux. Il peut s'agir de maraîchers expulsés des sites maraîchers historiques de la ville et plus généralement des personnes qui vendent leur force de travail (ouvrier agricole) et cherchent en sus à cultiver une parcelle à leur propre compte.

3. Une grande diversité de légumes et plantes aromatiques produits mais une nette prédominance de l'ultra-frais dans les assolements

Les entretiens qualitatifs réalisés par le Grdr en 2020 auprès des producteurs alors installés à PK-17 illustrent la diversité des légumes et plantes aromatiques produits (figure 3). Ils mettent aussi en exergue la nette prédominance de l'ultra-frais dans les assolements : oignon feuille, menthe, laitue et persil en particulier. La production de navets et de carottes est aussi assez fréquente. A cette production s'ajoute, parfois, selon le statut foncier, la production de fruits (citrons, papayes notamment) ou de feuilles (moringa, henné) issus de plantes pérennes installées en périphérie des parcelles maraîchères (figure 3).

Figure 4. Légumes les plus couramment produits à PK-17 et leur fréquence de production



Source : (Kroma, 2020)

4. Des systèmes de production sobres, des maraîchers combinant pratiques agro-écologiques et pratiques non-agro-écologiques

Tous les maraîchers sont inscrits dans des circuits de commercialisation de proximité : la totalité de leur production est vendue et consommée dans la région de Nouakchott. D'autre part, les itinéraires techniques sont quasi exclusivement manuels. L'outillage se limite à des outils tels que pelles, houe (daba), râteau, brouette, arrosoirs. La traction animale asine permet d'assurer le transport au sein et à proximité du PK-17. Seules l'exhaure et le transport de l'eau jusqu'aux bassins de rétention mobilisent, parfois, des énergies fossiles.

La caractérisation des itinéraires techniques les plus couramment suivis pour la production des légumes sus nommés démontre que les maraîchers de PK-17 combinent pratiques agro-écologiques et pratiques non-agro-écologiques.

Tableau 2. Types de pratiques couramment rencontrées à PK-17 et leur classification

	Pratiques agro écologiques courantes	**Pratiques courantes s'éloignant des principes de l'agro écologie**
Accès aux semences/plants	Auto-production : menthe, navet, laitue…	Achat : pour toutes les productions exceptés menthe
Gestion de la fertilité des sols	Enfouissement des résidus de récolte Rotations culturales Irrigation avec de l'eau enrichie par des fientes de poulet	Utilisation d'engrais minéraux
Lutte contre les attaques (nématodes, insectes) et maladies (virus, champignons)	Pose d'une barrière physique sur les pépinières (moustiquaire recyclée) Pratiques de rotations culturales Utilisation de biorépulsif (mélange infusion neem, savon, piment en poudre)	Utilisation de pesticides. Molécules courantes : carbofuran (insecticide et nématicide à large spectre), profenofos (lutte contre chenilles), deltaméthrine (insecticide et répulsif), chlorpyriphos…
Gestion des adventices	Rotations culturales, désherbage manuel	--
Autre	Selon le statut foncier : implantation de haies coupes vent (henné, moringa) et de fruitiers (citronnier, papayers) Sinon, installation des haies mortes à fonction brise vent	--

Source : (Ahmed Lemin, 2022 ; El Chahrouk El Maalouf, 2023)

Les semences et plants utilisés sont pour partie auto-produits et pour partie achetés auprès de fournisseurs implantés dans le principal marché maraîcher de Nouakchott (Marché de la Mosquée Marocaine). L'offre semencière des commerçants, assez restreinte, détermine assez largement le choix des variétés cultivées.

La gestion de la fertilité de sols repose d'une part sur le recyclage de la matière organique non commercialisée par enfouissement des résidus de culture. D'autre part, les producteurs utilisent de la fumure minérale (NPK-15-15-15 et urée), essentiellement lors des deux premières semaines du cycle cultural. En outre, ils incorporent des fientes de poulets, achetées auprès des élevages industriels de la zone, dans l'eau d'irrigation de manière à garantir des apports réguliers en azote.

Les producteurs pratiquent tous des rotations culturales pour limiter la pression parasitaire (nématodes en particulier), éviter les problèmes de carences en nutriments et limiter le développement des adventices. Les plus couramment rencontrées sont les suivantes : R1 : Navet/poivron/menthe/oignon, R2 : menthe/laitue/oignon feuille/navet, R3 : laitue/carotte/oignon feuille/tomate. Lorsque les semis se font en pépinière (pour la culture de laitue, oignon, piment, aubergine, oignon, poivron, chou et tomate), on utilise fréquemment un voile visant autant à protéger d'une exposition directe au soleil qu'à prévenir le contact des jeunes plants avec des insectes. Ces voiles sont les plus souvent issus du recyclage d'anciennes moustiquaires ou melafa. Les producteurs les moins capitalisés utilisent par ailleurs parfois un bio répulsif auto-produit composé de neem, savon et poudre de piment mais une grande majorité à recours, en traitement curatif, à des pesticides. Parmi les molécules couramment utilisées, deux sont

interdites dans l'Union Européenne (carbofuran, profenofos) du fait des effets de leur usage sur la santé des producteurs, des consommateurs et des milieux naturels.

Les adventices sont gérés par les rotations culturales et par désherbage manuel.

Les producteurs les plus anciennement installés ont pour certains plantés des cultures pérennes et périphérie de leur parcelle, tant dans l'idée de marquer davantage le foncier, que de générer des revenus additionnels et des co-bénéfices pour la production maraîchère (fonction coupe-vent, transfert vertical de fertilité des sols).

5. Trois marchés aux caractéristiques différentes

Le Marché de la Mosquée Marocaine représente le principal marché en volume pour PK-17. Il s'agit d'un marché de gros au niveau duquel des revendeurs-détaillants s'approvisionnent puis distribuent les légumes dans les différents quartiers de la ville. C'est aussi à ce niveau que les maraîchers s'équipent et se procurent les intrants de production (hors fientes de poulet). En période de faible production, les grossistes peuvent faire le déplacement jusqu'à PK-17 (achat bord champ) mais lors des pics de production ce sont les producteurs eux-mêmes qui font le déplacement jusqu'au marché. Les prix proposés sont très aléatoires et la concurrence des importations souvent importante, d'où une orientation vers l'ultra-frais, moins concurrencé. Sur ce marché, il y a peu de place pour les produits de qualité distincte de celle de l'offre majoritaire.

A mesure que la population de la commune de Riyad et des environs augmente, un second marché se développe. Il s'agit d'un marché de proximité, avec potentiellement moins d'intermédiaires, mais touchant des consommateurs au pouvoir d'achat souvent limité. Les familles établies à Riyad et dans les quartiers environnants sont en effet d'un niveau socio-économique très modeste (Grdr, 2018).

Enfin, un marché hebdomadaire implanté au sein d'une galerie d'art dans le quartier Tevragh Zeina (galerie Zein'Art) intéresse quelques producteurs de PK-17. De taille beaucoup plus modeste que les deux précédents, il offre des prix bien plus élevés qu'ailleurs pour des produits de qualité distincte : indemnes de résidus de pesticides, de calibre différent et de nature différente.

IV – Conclusion

Le présent diagnostic illustre l'omniprésence de pratiques agroécologiques au sein des systèmes maraîchers de PK-17. Ces systèmes, parfaitement intégrés dans les marchés de leur territoire, fonctionnent, avec un recours limité aux énergies fossiles ou aux intrants importés. Les pratiques des maraîchers permettent de contenir les coûts de production et contribuent à améliorer l'accessibilité des légumes produits au plus grand nombre. Ces conclusions valent cependant essentiellement pour les légumes et aromates se consommant en ultra-frais, la concurrence des importations étant trop prononcée pour d'autres légumes de consommation courante (oignon bulbe, tomates fraîches, chou etc.).

Des marges de progression existent pour une intensification agroécologique encore plus poussée des systèmes de culture déjà existants. La réduction voire la suppression de l'utilisation de pesticides, dont certaines molécules sont interdites dans l'Union Européenne, est possible dès lors que le surcroît de travail (préparation et application de biopesticides) ou la prise de risque accrue que cette réduction induit, est compensée par des prix plus rémunérateurs et des débouchés plus sécurisés (contractualisation). A ce stade, seule la connexion à des marchés de niche, type Zein'Art, permet à un tel scénario de se réaliser. Il ne touche que quelques producteurs de PK-17 et ne concerne qu'une partie des ménages les plus aisés de Nouakchott.

A cet enjeu de sécurisation des débouchés s'ajoutent celui de sécurisation foncière agricole dans un contexte marqué par une demande exponentiellement croissante en foncier constructible.

Les initiatives des acteurs de la société civile permettent de favoriser, de manière transitoire et très localisée, la poursuite de cette intensification mais une intervention plus soutenue des

pouvoirs publics pour sécuriser le foncier et contenir la concurrence des importations apparait nécessaire pour un changement d'échelle durable.

Remerciements

Les auteurs remercient les producteurs et productrices de PK-17 qui ont bien voulu répondre à leurs questions ainsi que Mélanie Requier-Desjardins, Salem Darwich, Rita Jalkh et Ines Zouari pour leurs conseils, encouragements et compréhension.

Références

Ahmed Lemin, M. L. (2022). *Diagnostic préliminaire de la zone de PK-17 a Riyadh-Nouakchott* [NATAE project report, EU Horizon Grant Agreement no. 101084647]. GRDR.

ANSADE. (2024). *Rapport général du RGPH-5*. République Islamique de Mauritanie. https://ansade.mr/publications/13921

Brinkhoff, T. (2026). *City Population*. City Population. https://www.citypopulation.de/

El Chahrouk El Maalouf, T. (2023). *Diagnostic péri-urbain des pratiques agroécologiques de la région de PK-17 au Riyadh, Mauritanie* [Mémoire (Master 2 DATEM)]. CIHEAM-IAMM.

FAO. (2018). *The 10 elements of agroecology: Guiding the transition to sustainable food and agricultural systems*. FAO. https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i9037en

FAO, UE, & CIRAD. (2023). *Profil des systèmes alimentaires—Mauritanie. Activer la transformation durable et inclusive de nos systèmes alimentaires*. FAO; European Union; CIRAD. https://doi.org/10.4060/cc4048fr

GRDR. (2018). *Ryadh, terre d'accueil, porte d'entrée sur la capitale. Profil migratoire Ryadh dans le monde, le monde à Riyadh*. Grdr Migration-Citoyennete-Developpement. https://grdr.org/Profil-migratoire-de-Ryadh

Kroma, S. (2020). *Caractérisation des pratiques des maraîchers établis à Nouakchott et à proximité de l'espace test* [Programme SAFIRE-PISE]. GRDR.

Tanguy, P. (2003). L'urbanisation irrégulière à Nouakchott : 1960-2000. L'institution de la norme légal/illégal. *Insaniyat*, *22*, 7–35. https://doi.org/10.4000/insaniyat.6863

Les 10 éléments de l'agroécologie en action : Etude de cas du Niébé à Tizi Ouzou

Amestan Fellag

CIHEAM-IAMM, F-34093 Montpellier, France ; CREAD, Algérie

Résumé. La présente étude a été réalisée dans le cadre du projet NATAE (North African Transition for AgroEcology). Elle propose de démontrer que les pratiques ancestrales observées sur le Living Lab de Yakouren autour de la culture du niébé constitue une forme d'agroécologie endogène. Pour validation scientifique de l'étude, les pratiques ont été analysées à l'aune des 10 éléments de l'agroécologie de la FAO. La méthodologie qualitative repose principalement sur des entretiens semi-directifs avec 19 agriculteurs et 4 commerçants. Elle est complétée par un focus groupe et des observations sur le terrain. Cette méthodologie exploratoire s'impose en raison de l'absence de travaux antérieurs sur ce terrain et ces acteurs locaux. Les résultats ont permis de faire correspondre les pratiques observées avec les piliers conceptuels de l'agroécologie. Les performances éco-techniques remarquables sont avérées à travers la découverte d'une forme de « Milpa locale » (diversité et synergie) et également le concept très local de la culture « Ava3li » (sans irrigation qui démontre une grande efficience hydrique. Sur le plan social, les dimensions de circularité, de valeurs humaines et de gouvernance responsables sont validées par une économie de la réciprocité, le rôle pivot des femmes et la gouvernance associative de Tarwa Iakuren, l'association locale. En réussissant à mettre en évidence la correspondance entre ces pratiques locales héritée et les « cases » théoriques de la FAO, cet article montre comment les principes agroécologiques s'opérationnalisent concrètement au sein d'un territoire de montagne, tel que celui de Yakouren. Ces constats invitent alors à réfléchir aux leviers de valorisation locale de ce modèle de résilience dans une optique de transition.

Mots-clés. Agroécologie endogène – Résilience Systémique – Système Alimentaire Territorialisé –Savoirs anciens – Agriculture de Montagne

Title. The 10 elements of agroecology in action: a case study of cowpea in Tizi Ouzou

Abstract. *This study was conducted as part of the NATAE project (North African Transition for AgroEcology). It aims to demonstrate that ancestral practices observed within the Yakouren Living Lab regarding cowpea cultivation constitute a form of endogenous agroecology. For the scientific validation of this study, these practices were analyzed through the lens of the FAO's 10 Elements of Agroecology. The qualitative methodology is mainly based on semi-structured interviews with 19 farmers and 4 traders, supplemented by a focus group and field observations. This exploratory methodology is required due to the lack of previous research on this field and these local actors. The results successfully align observed practices with the conceptual pillars of agroecology. Remarkable eco-technical performances were confirmed, notably through the discovery of a form of "local Milpa" (diversity and synergy) and the highly localized concept of "Ava3li" cultivation (rain-fed, without irrigation), which demonstrates significant water-use efficiency. On the social level, dimensions of circularity, human values, and responsible governance are validated by an economy of reciprocity, the pivotal role of women, and the community-based governance of the local association, Tarwa Iakuren. By highlighting the correspondence between these inherited local practices and the FAO theoretical framework, this article shows how agroecological principles are concretely operationalized within a mountain territory, such as Yakouren. These findings invite reflection on local leverage points to value this resilience model from a transition perspective.*

Keywords. *Endogenous Agroecology – Systemic Resilience – Territorial Food System (TFS) – Ancient Knowledge – Mountain Agriculture*

I – Introduction

Le bassin méditerranéen est aujourd'hui identifié comme la région la plus marquée par le changement climatique. Le réchauffement est 20 % plus rapide que la moyenne mondiale. (Cramer et al., 2018). Ces constats imposent une reconfiguration urgente des systèmes alimentaires dans la région. Rastoin & Ghersi (2015) interpelle quant à l'importance de la reterritorialisation des systèmes alimentaires pour garantir une sécurité alimentaire durable. En

Algérie, comme le précise Bessaoud (2019), les grandes politiques agricoles successives se sont stratégiquement concentrées sur les plaines céréalières, les cultures de rentes et plus récemment sur l'agriculture intensive saharienne, délaissant institutionnellement l'agriculture de montagne du nord considérée comme moins productive. Pourtant, ces territoires marginalisés abritent des agro-écosystèmes ancestraux faisant preuve d'une résilience formidable face aux chocs climatiques et économiques. A ce titre, dans la région de Tizi Ouzou, le niébé, localement appelé « Louvia n'tmurt » ou « Haricot kabyle » constitue un objet technique fascinant. Loin d'être une simple ressource génétique ou un produit folklorique, sa culture cristallise un modèle de résilience paysanne. Notre étude a été menée sur le territoire de la commune de Yakouren, au sein du Living Lab installé dans le cadre du projet NATAE. La présente recherche pose la question suivante : Dans quelle mesure la culture du niébé à Yakouren s'inscrit-elle dans le paradigme de l'agroécologie, tel que défini par les 10 éléments de la FAO ? L'hypothèse sous-jacente stipule que, paradoxalement, l'isolement institutionnel relatif de cette culture a favorisé le maintien d'un système alimentaire territorialisé à Yakouren, capable d'apporter des réponses adaptées aux contraintes socio-économiques et environnementales locales.

II – Matériels et Méthodes

Pour appréhender la complexité de cet objet d'étude peu documenté, une approche qualitative et exploratoire a été déployée dans la commune de Yakouren (wilaya de Tizi Ouzou).

1. Echantillonnage de données

L'échantillonnage s'est appuyé sur une méthode non probabiliste, par choix raisonné. La méthode est complétée par la technique « boule de neige », un agriculteur orientant vers un autre ayant beaucoup d'expérience ou une certaine renommée locale. L'objectif a été de couvrir la diversité des acteurs de la chaine de valeur locale : femmes, hommes, personnes âgées expérimentées, nouveaux agriculteurs.... Ainsi, au total, ce sont 23 acteurs qui ont été enquêtés :

- 19 producteurs locaux, gérant les jardins familiaux. Ils assurent l'autoconsommation ainsi qu'une vente de surplus. Ce nombre s'est avéré suffisant dans la mesure où le principe de saturation d'information a été atteint, les nouveaux entretiens ne faisaient plus émerger de nouvelles pratiques agronomiques ou de représentations culturelles inédites.
- 4 commerçants locaux : servant d'interface de distribution sur le territoire

La collecte des données primaires s'est effectuée au travers d'entretiens semi-directifs d'une durée moyenne de 45 minutes, réalisés directement dans les jardins familiaux (*tivhirin*) ou les commerces pour permettre des observations participantes notamment sur les pratiques. Ce dispositif a été complété par un focus group réunissant les membres de l'association Tarwa Iakuren ainsi que des agriculteurs clefs.

2. Analyse et encodage

Les verbatims issus des entretiens ont fait l'objet d'une analyse de contenu par codage thématique. La grille d'analyse a été établie à partir des 10 éléments de l'agroécologie de la FAO (Diversité, Synergies, Efficience, Recyclage, Co-création et partage de connaissances, Valeurs humaines et sociales, Traditions alimentaires, Gouvernance responsable, Économie circulaire et solidaire, Résilience). Les données retenues ont été catégorisées sous ces 10 items, dans le but de vérifier les correspondances conceptuelles.

3. limites de la méthodologie

Il est important de rappeler le caractère exploratoire de cette étude. L'échantillon relativement restreint (23 enquêtés) et le périmètre géographique centré sur la commune de Yakouren ne permettent pas une généralisation statistique des résultats à l'ensemble de la région et encore moins au pays. L'analyse repose sur une interprétation qualitative visant exclusivement la compréhension approfondie des mécanismes locaux.

III – Résultats et Discussions

Nos investigations auprès des acteurs enquêtés montrent une grande homogénéité dans les pratiques autour de la culture du niébé. Nous avons choisi de synthétiser la présentation autour de trois grands axes regroupant les 10 éléments de l'agroécologie. Le tableau 1 ci-dessous offre une lecture transversale de ces éléments, des indicateurs retenus et des principaux résultats observés à Yakouren.

Tableau 1. Synthèse de l'évaluation du système de culture du niébé à Yakouren selon les 10 éléments de l'agroécologie de la FAO

N° & Élément FAO	Définition & Indicateurs retenus	Observations à Yakouren & Implications	Verbatim clé d'illustration
1. Diversité	Diversité spatio-temporelle, association et rotation des cultures	Association HK/Maïs/Courge (« Milpa kabyle ») ; sécurité alimentaire via les *Ikoufan*	*« Quand ils faisaient un jardin, il fallait du maïs, de la courgette, de la citrouille, du haricot… »*
2. Création & partage des savoirs	Combinaison des savoirs locaux et transmission intergénérationnelle	Apprentissage par essais/erreurs ; transmission orale familiale et échanges entre pairs	*« En communiquant, on avance. Les agriculteurs, quand ils se rencontrent, ça fait naître des idées. »*
3. Synergies	Interactions bénéfiques sol/plantes et culture/élevage	Fixation d'azote ; le maïs sert de tuteur au HK et piège les ravageurs	*« Le HK et le maïs fonctionnent très bien ensemble […] le maïs, il enlève les maladies du HK. »*
4. Efficience	Utilisation optimale des ressources naturelles et réduction des intrants	Pratique de l'« *Ava3li* » (culture en sec) ; zéro engrais chimique	*« C'est une plante qui résiste à la chaleur et à la sécheresse […] On la dit d'ailleurs Ava3li. »*
5. Recyclage	Valorisation des sous-produits et bouclage des flux de nutriments	Valorisation du fumier local et des fanes (*Aqechvan*) pour le bétail ; non-brûlage	*« Aqechvan, c'est l'aliment préféré des brebis […] Rien ne se perd, tout se transforme. »*
6. Résilience	Capacité d'adaptation aux chocs climatiques et économiques	Forte tolérance au stress hydrique ; résistance culturelle et autonomie du foyer	*« On l'appelle HK, du fait de sa résistance, comme le Kabyle, qui résiste ! »*
7. Valeurs humaines & sociales	Centralité des femmes, équité et cohésion sociale par le don	Rôle pivot des femmes (*Tarwa Iakuren*) ; pratique ancestrale du don (*Tsakagh i l'mumin*)	*« S'il n'y a pas de don, arrête l'agriculture ! Ces produits appartiennent au Seigneur… »*
8. Culture & traditions	Ancrage patrimonial, identité culinaire et rites agraires	Légumineuse indissociable de Yennayer et du rite protecteur de la *Ticherka*	*« S'il n'y a pas de HK dans le couscous de Yennayer, c'est qu'il n'y a rien. »*
9. Gouvernance responsable	Organisation locale et visibilité des productrices	Organisation informelle et appui de l'association locale pour la visibilité	*« Si je fais un affichage sur la page Facebook de l'association, le téléphone ne va pas s'arrêter. »*
10. Économie circulaire	Circuits ultra-courts, solidarité et réciprocité	Entraide (échange de semences, don de fumier) et ventes directes translocales	*« Les familles s'échangent aussi des semences, ce sont des tissages. »*

1. Efficience éco-technique et bouclage des cycles

Éléments FAO : Diversité, Synergies, Efficience, Recyclage

La rationalité agronomique observée illustre localement une gestion économe des ressources. L'extrême majorité des agriculteurs déclarent n'arroser le « haricot Kabyle » qu'une seule fois, lors du semis. Les enquêtés qualifient cette semence de « *Ava3li* », terme désignant les plantes capables de croître en régime pluvial strict. Un producteur souligne cette perception : *« Mon père m'a dit que si je l'arrosais, il mourrait ! Il devient fainéant. »* Cette métaphore populaire illustre une connaissance empirique de la capacité d'adaptation de la plante au déficit hydrique de la région durant la saison sèche qui s'étale de mai à octobre.

Sur le plan agronomique, la culture s'insère traditionnellement dans une triple association végétale : le niébé (légumineuse) est associé à une céréale, le maïs (*Akval*) et à la courge (*Taxsayt*). Ce système local rappelle le concept mésoaméricain de la Milpa, dont les principes de biodiversité fonctionnelles ont largement été décrit par Altieri (1995). Ce système maximise les synergies biologiques et le recyclage des nutriments, notamment l'azote capté par le haricot kabyle et transmis aux autres cultures ; ombrage du sol et limitation de l'évaporation par les cucurbitacées, racines profondes du maïs qui aère le sol et permet une infiltration de l'eau. Cette association illustre parfaitement le concept d'intensification écologique cher à Dufumier (2012) avec l'exigence locale de produire un maximum de denrées alimentaires, sur une parcelle réduite, en faisant un usage intensif des ressources naturelles gratuites (énergie solaire, azote de l'air, carbone).

Le bouclage des nutriments s'étends à l'élevage. Les fanes de niébé ainsi que les gousses sèches (*Aqechvan*) sont systématiquement administrées aux petits troupeaux familiaux (ovin, caprin, bovin). Riches en protéines notamment, ces aliments constituent un fourrage à haute valeur biologique. En retour, le fumier animal est valorisé comme fertilisant organique dans les potagers (*Tivhirin*), clôturant ainsi le métabolisme du système alimentaire local. Les résidus de culture deviennent des intrants biologiques au niveau des parcelles et plus largement du territoire, illustrant parfaitement le principe d'autonomie vis-à-vis des ressources externes et plus largement le concept d'«agroécologie de la résilience » prôné par Pierre Rabhi (2010).

2. Ancrage socio-culturel et co-production des savoirs

Éléments FAO : Valeurs humaines, Traditions alimentaires, Partage des connaissances

Les enquêtes ont permis de mettre en évidence le rôle majeur des femmes dans la préservation de ce système. Elles assurent notamment la sélection, la conservation des semences et les travaux spécifiques, notamment l'«*Assoussi* ». Cette pratique prophylactique consiste en un butage manuel, réalisé aux heures chaudes de la journée : la fine poussière de terre projetée sur les feuilles à une action répulsive contre les insectes et notamment « Chlouch », la bruche du niébé.

La transmission de ces gestes techniques ancestraux s'effectue au sein du cercle familial, de manière intergénérationnelle et horizontale. Un jeune agriculteur déclare à ce sujet : *« En quelques années, j'ai appris beaucoup de choses de mes parents ».* Ces modes d'apprentissage empiriques s'apparentent aux savoirs écologiques traditionnels théorisés par Berkes (1993).

Sur le plan culinaire et symbolique, *Iuvia n'tmurt* est associé à plus de dix recettes traditionnelles (ex : « Afuru, couscous aux légumes cuits à la vapeur). Au-delà de sa fonction nutritionnelle, le Haricot Kabyle constitue un réel marqueur identitaire. « Si tu n'as pas ce haricot chez toi, c'est que tu n'es pas Kabyle ». Sa présence impérative lors des rites locaux (Ticherka) et festifs (comme la fête désormais National de Yennayer), témoigne de l'importance culturel de cette production.

3. Institutionnalisation par le bas et économie de la réciprocité

Éléments FAO : Gouvernance responsable, économie circulaire et solidaire

Face à l'absence de circuits formalisés pour cette culture, des formes de gouvernance endogène ont émergé. L'Association locale Tarwa Iakuren, dont le bureau est exclusivement féminin, joue un rôle important de visibilisation pour les femmes et leurs activités. Elles organisent ainsi notamment des canaux de distribution courts, foires ou représentations locales, qui permettent de maintenir un lien direct avec les acheteurs locaux ainsi qu'avec des membres de la diaspora (Alger, réseaux translocaux). Ces réseaux facilitent ainsi la circulation du produit au-delà de sa seule zone de production.

Les enquêtes ont permis de faire ressortir que le haricot kabyle ne constitue pas seulement une marchandise « marchande », il est considéré comme un « commun territorial » : les semences paysannes se transmettent principalement par dons ou échanges entre familles. Extrêmement forte également, la pratique du don, omniprésente dans les propos des acteurs. Une partie des récoltes est systématiquement offerte, comme le rappelle ce témoignage d'un agriculteur « tsakegh i l'mumnin », « j'en donne aux gens de bonne foi ».

Ces formes d'entraide (prêts de terres, échange de fumier, travail collectif, don de produits…) renvoient mécanismes d'économie encastrée décrit par Karl Polanyi (1944) et au triptyque du don (donner, recevoir, rendre), formalisé par Marcel Mauss (1923). Ainsi, dans ce contexte de résilience, le don s'apparente à un mécanisme de régulation sociale et de renforcement de la cohésion communautaire face aux aléas subit par le territoire.

IV – Conclusion et perspectives

L'analyse des pratiques autour du niébé à Yakouren montre une certaine adéquation qualitative avec les principes de l'agroécologie formalisés par la FAO. L'efficience technique de la variété *Ava3li*, combinée aux mécanismes de solidarité locale et au rôle actif des femmes, témoignent de la viabilité de ces savoirs traditionnels en milieu de montagne.

Il convient cependant de rappeler les limites de cette étude exploratoire, centrée sur un cas localisé. Si les résultats ne prétendent pas à une généralisation à l'ensemble du pays ou de la région, ils apportent un éclairage empirique sur la réalité des transitions endogènes.

Dans une perspective d'action, ces constatations offrent des pistes de réflexion pour accompagner la valorisation de ce patrimoine et renforcer les initiatives alimentaires locales. Conformément aux réflexions de Bellom et al. (2024), la réussite des transitions agroécologiques repose sur leur capacité à s'ancrer dans les trajectoires historiques et sociales spécifiques de chaque territoire.

Remerciements

Mes premiers remerciements vont à Mélanie Requiers-Desjardins (CIHEAM Montpellier) ainsi qu'à Karima Boudedja (CREAD Alger), qui m'ont encadré pour mon mémoire de Master 2 dont est issu ce présent travail.

Vifs remerciements également à la « grande famille de Yakouren » pour m'avoir ouvert les portes de leur territoire afin d'en découvrir le fonctionnement ; particulièrement à la présidente de l'Association Tarwa Iakuren, madame Lynda At Chiba.

Références

Altieri, M. A. (1995). *Agroecology: The science of sustainable agriculture*. Westview Press.

Bellom, A., Lamine, C., & Magda, D. (2024). Comprendre les transitions agroécologiques à l'échelle du territoire—Proposition d'un cadre analytique augmenté en écologie territoriale: *Géographie, Économie, Société*, *26*(2–3), 165–186. https://doi.org/10.1684/ges.2024.14

Berkes, F. (1993). Traditional ecological knowledge in perspective. In J. T. Inglis (Ed.), *Traditional ecological knowledge: Concepts and cases* (pp. 1–10). International Development Research Centre (IDRC). https://idrc-crdi.ca/sites/default/files/openebooks/683-6/index.html#page_1

Bessaoud, O. (2019). L'agriculture et les défis de la sécurité alimentaire en Algérie. In K. Dirèche (Ed.), *L'Algérie au présent: Entre résistances et changements* (pp. 177–191). Karthala.

Cramer, W., Guiot, J., Fader, M., Garrabou, J., Gattuso, J.-P., Iglesias, A., Lange, M. A., Lionello, P., Llasat, M. C., Paz, S., Peñuelas, J., Snoussi, M., Toreti, A., Tsimplis, M. N., & Xoplaki, E. (2018). Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean. *Nature Climate Change*, *8*(11), 972–980. https://doi.org/10.1038/s41558-018-0299-2

Dufumier, M. (2012). *Famine au Sud, malbouffe au Nord: Comment le bio peut nous sauver*. Nil éditions. https://pmb.iamm.fr/catalog.php?categ=isbd&id=32193

Mauss, M. (1923). Essai sur le don forme et raison de L'échange dans les sociétés archaïques. *L'Année Sociologique*, *1*, 30–186. https://www.jstor.org/stable/27883721

Polanyi, K. (1983). *La grande transformation: Aux origines politiques et économiques de notre temps*. Gallimard.

Rabhi, P. (2010). *Vers la sobriété heureuse*. Actes Sud.

Rastoin, J.-L., & Ghersi, G. (2015). *Le système alimentaire mondial. Concepts et méthodes, analyses et dynamiques*. Librairie Quae. https://www.quae.com/produit/759/9782759209972/le-systeme-alimentaire-mondial

Transitions agroécologiques et défis climatiques: Perceptions et acceptabilité sociale en milieu périurbain d'Aït Othmane (Saïss/Meknès - Maroc)

Zoubir Chattou

École Nationale d'Agriculture de Meknès, Maroc

Résumé. Face à l'intensification des effets du changement climatique dans les zones arides et semi-arides marocaines, caractérisée notamment par l'augmentation des températures, la récurrence des épisodes de sécheresse et la raréfaction des ressources hydriques, l'agroécologie est de plus en plus mobilisée comme un cadre de transition vers des systèmes agricoles plus résilients et durables. Toutefois, sa mise en œuvre ne dépend pas uniquement des performances techniques ou environnementales des pratiques proposées, mais également de leur acceptabilité sociale au sein des territoires concernés. Cette dernière demeure encore peu étudiée dans les contextes périurbains marocains, pourtant soumis à de profondes transformations socio-économiques, foncières et territoriales. Cette étude a pour objectif d'analyser les perceptions des agriculteurs à l'égard de l'agroécologie et d'identifier les facteurs qui influencent son acceptabilité sociale dans le douar Aït Othmane, situé dans la plaine du Saïss (Maroc). Plus spécifiquement, elle cherche à répondre à deux questions de recherche : (1) comment les agriculteurs perçoivent-ils les principes et les contributions potentielles de l'agroécologie à la durabilité de leurs systèmes de production ? et (2) quels sont les facteurs territoriaux, fonciers et socio-économiques qui favorisent ou limitent son acceptabilité sociale ? L'étude repose sur une approche qualitative combinant 55 entretiens semi-directifs réalisés auprès d'agriculteurs, des observations de terrain et une analyse du contexte agraire, foncier et institutionnel local. Cette démarche vise à appréhender les représentations sociales de l'agroécologie, les stratégies d'adaptation des exploitations agricoles face aux changements environnementaux et les dynamiques de transformation des systèmes de production dans un contexte de forte pression territoriale. Les résultats montrent que les perceptions des agriculteurs à l'égard de l'agroécologie sont globalement favorables. Celle-ci est principalement associée à la préservation de la fertilité des sols, à la réduction de la dépendance aux intrants chimiques, à l'amélioration de la qualité sanitaire des productions et au renforcement de la résilience des exploitations face aux aléas climatiques. L'agroécologie est également perçue comme une forme de modernisation des pratiques agricoles traditionnelles, reposant sur une articulation entre les savoirs locaux et les innovations sociotechniques contemporaines. Cette vision traduit une volonté des agriculteurs de concilier productivité, durabilité environnementale et transmission des savoir-faire. Cependant, l'étude met également en évidence plusieurs contraintes structurelles qui limitent l'acceptabilité sociale de l'agroécologie. Celles-ci concernent notamment l'aggravation de l'aridité climatique, la pression croissante sur les ressources en eau, le statut foncier collectif qui freine les investissements à long terme, ainsi que les effets de la périurbanisation induits par la proximité de l'agropole et de la métropole de Meknès. Ces dynamiques contribuent à une recomposition rapide des usages du sol et à une incertitude accrue quant à l'avenir des exploitations familiales. L'étude conclut que l'acceptabilité sociale de l'agroécologie constitue un processus territorial complexe, étroitement dépendant des contextes socio-économiques, fonciers et institutionnels locaux. Elle souligne la nécessité de concevoir des politiques publiques territorialisées et des dispositifs d'accompagnement adaptés aux spécificités des exploitations familiales périurbaines afin de favoriser une transition agroécologique durable, inclusive et socialement appropriée. Ces résultats contribuent ainsi à enrichir les réflexions sur les conditions sociales de réussite des transitions agroécologiques dans les territoires agricoles méditerranéens soumis aux effets conjugués du changement climatique et de l'urbanisation.

Mots-clés. Agroécologie - Acceptabilité sociale - Perceptions des agriculteurs - Changement climatique - Agriculture familiale - Périurbanisation - Foncier collectif - Plaine du Saïss - Maroc

Title. Agroecological transitions and climate challenges: perceptions and social acceptability in the peri-urban area of Aït Othmane (Saïss/Meknès – Morocco)

Abstract. *In the face of the intensifying impacts of climate change in Morocco's arid and semi-arid regions, characterized by rising temperatures, recurrent drought episodes, and increasing water scarcity, agroecology is increasingly promoted as a pathway for transitioning towards more resilient and sustainable agricultural systems. However, its implementation depends not only on the technical and environmental performance of agroecological practices but also on their social acceptability within the territories where they are introduced. This dimension remains underexplored in Moroccan peri-urban contexts, despite the profound socio-economic, land tenure, and territorial transformations affecting these areas. This study aims to analyze farmers' perceptions of agroecology and to identify the factors influencing its social acceptability in the Aït Othmane douar, located in the Saïss Plain (Morocco). More specifically, it addresses two research questions: (1) How do farmers perceive the principles and potential contributions of agroecology to the sustainability of their farming systems? and (2) What territorial, land tenure, and socio-economic factors promote or constrain its social acceptability? The study adopts a qualitative approach based on 55 semi-structured interviews conducted with farmers, complemented by field observations and an analysis of the local agrarian, land tenure, and institutional context. This methodological framework seeks to capture the social representations of agroecology, farmers' adaptation strategies in response to environmental changes, and the ongoing transformations affecting agricultural production systems in a context of increasing territorial pressure. The findings reveal that farmers generally hold favorable perceptions of agroecology. It is primarily associated with preserving soil fertility, reducing dependence on chemical inputs, improving the sanitary quality of agricultural products, and strengthening the resilience of farming systems to climate-related hazards. Agroecology is also perceived as a form of modernization of traditional farming practices, based on the integration of local knowledge and contemporary socio-technical innovations. This perception reflects farmers' willingness to reconcile agricultural productivity, environmental sustainability, and the preservation and transmission of local know-how. However, the study also highlights several structural constraints that limit the social acceptability of agroecology. These include increasing climatic aridity, growing pressure on water resources, collective land tenure arrangements that discourage long-term investments, and the effects of peri-urbanization driven by the proximity of both the Meknes Agropolis and the wider Meknes metropolitan area. These dynamics contribute to rapid land-use changes and growing uncertainty regarding the future of family farming systems. The study concludes that the social acceptability of agroecology is a complex territorial process that is closely shaped by local socio-economic, land tenure, and institutional contexts. It emphasizes the need to develop place-based public policies and support mechanisms tailored to the specific characteristics of peri-urban family farms in order to foster a sustainable, inclusive, and socially embedded agroecological transition. These findings contribute to ongoing discussions on the social conditions required for successful agroecological transitions in Mediterranean agricultural territories facing the combined pressures of climate change and urbanization.*

Keywords. *Agroecology - Social acceptability - Farmers' perceptions - Climate change - Family farming - Peri-urbanization - Collective land tenure - Saïss Plain - Morocco*

I – Introduction

L'agriculture fait aujourd'hui l'objet d'une profonde reconfiguration de ses finalités, confrontée à de nouveaux défis. Elle est désormais interrogée au prisme de ses fonctions environnementales, sanitaires, territoriales et écosystémiques, ainsi que de sa capacité de résilience face aux changements climatiques (hausse des températures, succession des sécheresses, etc.). Dès lors, la transition agricole doit être appréhendée comme une réalité à la fois socio-économique, territoriale et existentielle, impliquant des recompositions durables des rapports entre société, nature, stratégies des politiques publiques et systèmes productifs.

Dans ce contexte, les systèmes agricoles connaissent de profondes transformations sous l'effet combiné de la croissance démographique, du changement climatique, de la dégradation des sols, de la raréfaction de l'eau et de la perte de biodiversité. Ces changements menacent la sécurité alimentaire et la durabilité des modes de production. Les systèmes productivistes issus de la Révolution verte, à l'échelle mondiale, ont certes permis d'augmenter la production agricole, mais au prix d'importants déséquilibres écologiques et sociaux : pollution des sols et des eaux,

émissions de gaz à effet de serre, érosion de la biodiversité et marginalisation des petits exploitants (Gliessman, 2014). La transition agroécologique vers des systèmes alimentaires durables s'impose comme une nécessité mondiale en tant qu'approche intégrée qui vise à concilier performance économique, équité sociale et préservation des écosystèmes (FAO, 2018; Wezel et al., 2009).

Notre objectif est d'examiner dans quelle mesure les perceptions des agriculteurs à l'égard de l'agroécologie influencent son acceptabilité sociale et favorisent l'engagement dans une transition agroécologique.

Avant d'aborder cette question, nous définirons les principaux concepts mobilisés, présenterons notre approche méthodologique et nous mettrons en lumière la complexité de la situation foncière d'Aït Othmane. Nous expliciterons par la suite les enjeux et défis auxquels l'agriculture du douar est confrontée et, enfin, exposerons les résultats de l'enquête sur l'acceptabilité sociale.

Cet article s'inscrit dans une démarche de recherche-action, fondée à la fois sur les travaux menés dans le cadre du projet North African Transition to Agroecology (NATAE) au sein de la commune de Majjat, Living Lab d'Aït Othmane, Préfecture de Meknès, sur la transition agroécologique. Il s'appuie sur la capitalisation des productions scientifiques, issues des différents mémoires de fin d'études réalisés par les étudiants engagés dans cette dynamique collective, constituant ainsi un corpus empirique riche et pluridimensionnel (Adnaoui, 2025; Boualam, 2024; Boucher, 2024).

II – Contexte, enjeux et défis de l'agriculture marocaine

1. Un contexte singulier

Au Maroc, l'agriculture constitue un pilier fondamental du développement socioéconomique, représentant environ 13 % du PIB et employant plus de 30 % de la population active (AFD, 2024). Toutefois, ce secteur demeure fortement vulnérable aux aléas climatiques, à la dégradation des ressources naturelles et aux fluctuations des marchés internationaux (Ben Salem & El Alami El Filali, 2024). Depuis l'indépendance, les politiques publiques à orientation libérale ont privilégié une modernisation agricole largement fondée sur l'extension des superficies cultivées et l'intensification des pratiques productives, souvent au détriment des indicateurs de durabilité. Cette orientation s'est traduite, notamment avec la stratégie de l'agriculture dite : Plan Maroc Vert (2008-2019), par une accentuation de la pression exercée sur les ressources naturelles.

La stratégie Génération Green (2020-2030) quant à elle se veut davantage corrective par rapport à la précédente, en adoptant une approche plus durable et inclusive, centrée sur le facteur humain. Elle vise à encourager des pratiques agricoles plus résilientes, à renforcer les organisations professionnelles agricoles et à soutenir l'émergence de classes moyennes rurales. L'enjeu majeur réside désormais dans la capacité à freiner la dégradation des ressources locales tout en conciliant les impératifs de conservation et les exigences du développement économique et social. Néanmoins, malgré ces avancées, la transition agroécologique demeure encore limitée, freinée par des contraintes climatiques, économiques, institutionnelles, techniques et socioculturelles (Chattou & El Hassane, 2022).

Les pressions exercées sur les ressources naturelles continuent ainsi de fragiliser les écosystèmes, de déstructurer les exploitations familiales, de précariser les conditions de vie et d'exposer les populations rurales à l'exode, ainsi qu'à la migration interne et internationale. Face à ces défis multiples, les stratégies d'adaptation développées par les communautés rurales apparaissent diverses, mais demeurent souvent marquées par des logiques contradictoires, voire conflictuelles, lesquelles influencent et structurent leurs connaissances, leurs attitudes et leurs pratiques.

L'agroécologie offre une voie de transition durable. Ses leviers incluent : la conservation des sols, l'irrigation de précision, l'usage de variétés locales résistantes à la sécheresse, la diversification des cultures, la mutualisation des ressources, le renforcement des organisations paysannes et le soutien des politiques publiques (recherche-développement, promotion, valorisation, commercialisation, labélisation…).

2. Concepts et méthodologie

Les concepts clés de base de cet article sont : « **changement climatique** », « **agroécologie** », « **transition agroécologique** », « **acceptabilité sociale** ». Leur clarification permet de préciser leur sens dans le contexte de ce travail et d'établir un cadre d'analyse commun pour l'interprétation des résultats. En effet, la FAO (2018) propose une définition plus englobante en considérant l'**agroécologie** à la fois comme une discipline scientifique, un ensemble de pratiques et un mouvement social. En tant que science, elle s'intéresse aux interactions au sein des agrosystèmes ; comme pratiques, elle cherche à développer des modèles agricoles durables capables de maintenir et d'optimiser les rendements ; et en tant que mouvement social, elle met en avant la multifonctionnalité de l'agriculture, la justice sociale, la préservation des identités culturelles et la vitalité économique des territoires ruraux.

Cette définition révèle les trois composantes essentielles de la complexité que renferme ce concept. Le relier à la notion de **transition agroécologique** signifie l'amorce d'un processus de transformation des systèmes agricoles et alimentaires vers une plus grande durabilité, en s'appuyant sur l'application de principes et de pratiques agroécologiques (Fonseca et al., 2024). Cette transition est loin d'être une simple équation technique, déconnectée des choix politiques et économiques dominants, notamment en relation avec les objectifs planétaires et nationaux de développement durable (ODD, Stratégie Nationale du Développement Durable …).

L'**acceptabilité sociale** de la transition agroécologique et plus spécifiquement de l'agroécologie, mesure le niveau d'appropriation des combinaisons alternatives et innovantes de pratiques agroécologiques, s'inscrivant dans une perspective de développement durable (Busse & Siebert, 2018). C'est donc le résultat d'un jugement collectif des communautés qui repose sur la base des « (…) avantages évidents pour les acteurs par rapport aux solutions existantes afin d'être acceptées et maintenues. » (Nawar et al., 2025). Ce jugement pourrait évoluer en fonction de plusieurs paramètres écologiques, socioéconomiques, politiques et culturelles. Son assise territoriale pourrait être une échelle territoriale locale (village, commune…) ou préfectorale ou régionale (Préfecture ou province, Collectivités territoriales…). Dans ce sens, les perceptions de l'agroécologie, permettent de caractériser les profils d'agriculteurs d'Ait Othmane et d'identifier les conditions socioéconomiques susceptibles de favoriser ou de freiner son acceptabilité sociale.

Les freins à l'adoption de l'agroécologie sont principalement d'ordre économique, liés au manque de ressources, de financements et de débouchés, et sont renforcés par des facteurs socio-démographiques tels que le faible niveau d'instruction et l'insécurité foncière (Altieri & Nicholls, 2017). À ces contraintes s'ajoutent des perceptions paysannes associant l'agroécologie à une charge de travail élevée et à des rendements incertains, ce qui en limite l'acceptabilité. À l'inverse, la recherche de rentabilité, l'accès au crédit, aux technologies et à des marchés valorisant la durabilité, constituent des leviers majeurs d'adoption. Ces dynamiques sont consolidées par des facteurs sociaux et institutionnels, notamment l'appartenance à des organisations paysannes, la diffusion d'informations fiables et la mise en place de politiques incitatives, etc. La confiance envers les institutions joue également un rôle déterminant pour engager durablement les producteurs dans la transition agroécologique (Fournis & Fortin, 2017).

L'analyse des perceptions permet, quant à elle, d'identifier les freins et les leviers à l'adoption des pratiques agroécologiques. Elle offre également une lecture dynamique de l'acceptabilité sociale, en considérant les perceptions comme un vecteur du changement et comme l'expression d'un jugement collectif en constante évolution.

La méthodologie repose sur des entretiens semi-directifs menés auprès d'une trentaine d'agriculteurs et d'agricultrices, des observations directes réalisées dans le cadre du diagnostic NATAE du Living Lab (LL) d'Aït Othmane, ainsi qu'une enquête sur l'acceptabilité sociale conduite auprès de 55 agriculteurs (Adnaoui, 2025). Celle-ci est structurée autour de cinq parties : (I) trajectoire sociale et agricole de l'exploitant ; (II) découverte et adoption de l'agroécologie ; (III) expériences, perceptions et défis ; (IV) attitudes et pratiques à l'égard de l'agroécologie ; (V) visions et attentes des évolutions futures. Il permet ainsi d'explorer successivement les trajectoires, pratiques, perceptions, contraintes et facteurs d'adoption de l'agroécologie.

Les entretiens individuels et de groupe, conduits à partir d'un guide portant notamment sur les pratiques agricoles, les perceptions de l'agroécologie, les contraintes et les conditions de transition, ont été poursuivis jusqu'à saturation des principales informations recueillies. En effet, six groupes de discussion (focus groups) ont également été organisés selon une approche participative, afin de mobiliser les connaissances locales et d'approfondir les perceptions et l'acceptabilité de la transition agroécologique.

La sélection des exploitations s'est appuyée sur quatre critères : productions dominantes, statut foncier, localisation et appartenance à l'agriculture familiale. Les données recueillies ont fait l'objet d'une analyse thématique, complétée par un croisement des entretiens, observations, focus groups et résultats de l'enquête sur l'acceptabilité sociale.

Ce dispositif méthodologique a permis de rendre intelligible les dimensions qualitatives liées aux connaissances, aux attitudes et aux pratiques des agriculteurs en rapport avec les enjeux de la transition agroécologique et de l'acceptabilité sociale de l'agroécologie. L'ensemble du travail de terrain a également contribué à une meilleure compréhension des structures sociales locales, des représentations des agriculteurs ainsi que de leurs besoins en matière d'accompagnement, en vue de favoriser une transition agroécologique effective et adaptée aux spécificités du contexte local.

III – Le Living Lab d'Aït Othmane : entre dynamiques agricoles et transitions agroécologiques

1. La complexité des enjeux fonciers

Le régime foncier prédominant dans la zone d'étude est structuré autour des terres collectives, telles que définies par le dahir du 27 avril 1919, promulgué durant la période du Protectorat, lequel établit un cadre juridique reconnaissant le statut d'ayants droit aux collectivités ethniques. Si les terres relevant de la tribu de Majjat sont juridiquement soumises à ce dispositif, leur statut foncier se distingue par une spécificité historiquement établie depuis la fin du XVII^{e} siècle, sous le règne du sultan Moulay Ismaïl (a régné de 1672 à 1727). À cette époque, le souverain avait octroyé à la tribu de Majjat un droit d'usage sur ces terres, situées dans l'espace périphérique de la capitale ismaélienne de Meknès, en contrepartie de son engagement dans la mobilisation militaire et la protection de Meknès.

Ces terres, communément désignées comme terres guich, constituent une catégorie particulière au sein des terres collectives, caractérisée par la reconnaissance de droits de jouissance individuels ou familiaux au profit des ayants droit, tout en demeurant placée sous la tutelle de l'État. Leur implantation spatiale est majoritairement concentrée aux abords des anciennes villes impériales, reflétant leur fonction historique et politico-militaire. Leur exploitation est traditionnellement régie par une organisation patriarcale, réservant l'usufruit et la transmission aux hommes, dans une logique de préservation foncière et de cohésion lignagère, les femmes n'y accédant que de manière indirecte et conditionnelle. Toutefois, l'adoption de la loi 62-17 en 2019 marque une rupture importante en consacrant l'égalité des femmes dans l'accès et la gestion des terres collectives, dans un contexte plus large de réformes foncières caractérisé par le processus de privatisation (melkisation) engagé par l'État marocain.

Le douar Aït Othmane se présente comme un îlot d'habitats et de terres (environ 5,5 km²) ayant historiquement résisté à l'extension de la colonisation agraire dans la plaine du Saïss depuis l'instauration du protectorat français au Maroc en 1912. Relevant à l'origine du patrimoine agropastoral collectif de la tribu de Majjat, ses habitants ont su préserver leurs terres au cœur d'une dynamique foncière et agricole privée particulièrement offensive et intensive.

L'agriculture dans le douar Aït Othmane, à l'image de celle du Saïss, évolue dans un contexte climatique aride marqué par une pluviométrie irrégulière et des épisodes de sécheresse de plus en plus longs et intenses, rendant l'activité agricole à la fois possible et fortement contrainte. Les changements climatiques accentuent la vulnérabilité des exploitations, en particulier pour les cultures exigeantes en eau comme l'oignon et la pomme de terre, tandis que les céréales, essentielles à l'autoconsommation locale, subissent déjà les effets des sécheresses répétées (Chattou, 2024).

Bien que les amplitudes thermiques demeurent globalement modérées, l'augmentation des températures estivales, conjuguée à un refroidissement plus marqué durant la période hivernale, perturbe le fonctionnement du cycle hydrologique. Ces évolutions se traduisent par une intensification de l'évapotranspiration et une diminution de la disponibilité en ressources hydriques. Elles contribuent, par ailleurs, à une exposition accrue des sols aux phénomènes d'érosion et d'inondation. Dans ce contexte, les systèmes agricoles sont soumis à de fortes contraintes, imposant aux agriculteurs une adaptation progressive des pratiques culturales et des systèmes de production, voire une recomposition spatiale des espaces agricoles en faveur d'options plus résilientes face aux aléas climatiques.

2. L'agriculture familiale au cœur du système agricole d'Aït Othmane

L'exploitation familiale est la plus dominante au douar et le statut foncier est de type collectif, sous la tutelle à la fois de la communauté ethnique et du Ministère de l'Intérieur. « Le douar Aït Othmane a historiquement constitué un bassin d'emploi salarié pour les grands domaines agricoles durant l'époque du protectorat. Cette situation s'est prolongée après l'indépendance dans les nouvelles propriétés. Si le statut de propriété collective du douar a protégé les terres des appétits des entrepreneurs capitalistes des environs, il a cependant engendré une compétition sociale pour l'accès à la terre. » (Jalkh et al., 2025).

La répartition quasi-égalitaire des parts de moins de cinq hectares de terre entre les ayants droit, selon les règles de la communauté ethnique, a entraîné des mutations profondes vers des formes d'appropriation de fait et individualisée des terres, affaiblissant ainsi les modes communautaires de gestion foncière des terres collectives. Les investissements se sont multipliés et diversifiés, incluant le creusement de puits individuels, l'acquisition de matériel de pompage de l'eau, la construction de maisons individuelles dispersées sur les exploitations, et l'introduction de nouvelles cultures maraîchères telles que l'oignon, la pomme de terre ou l'ail dès la fin des années 80.

Cette dynamique des systèmes de production va connaitre un changement plus visible avec la création de l'agropole de Meknès à proximité du douar, le positionnant progressivement dans l'espace périurbain de la ville de Meknès. Implanté à proximité du douar Ait Othmane, l'agropole de Meknès, situé à environ 6 km à l'est de la ville de Meknès, bénéficie d'une accessibilité logistique stratégique (autoroute, réseau ferroviaire aéroports internationaux de Fès). Il s'étale sur une première tranche opérationnelle d'environ 130 hectares, dont 115 hectares nets dédiés à l'accueil d'activités agro-industrielles, logistiques, de services, de recherche et de formation. Sa finalité est de renforcer l'intégration entre production agricole, transformation agroindustrielle, recherche, formation et innovation, en s'appuyant notamment sur la présence d'institutions d'enseignement supérieur et de recherche agronomique limitrophes, au premier rang desquelles l'École Nationale d'Agriculture de Meknès (ENAM) et l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).

Ce contexte influe à la fois sur les dynamiques agricoles du village et sur les trajectoires socio-professionnelles locales, en attirant une partie de la jeunesse vers l'emploi salarié dans le secteur formel, au détriment des activités agricoles, de plus en plus délaissées. Cependant que les cultures maraîchères connaissent une évolution significative, en réponse à la demande croissante d'un marché urbain de proximité. Cette dynamique s'inscrit dans le maintien d'un modèle d'exploitation familiale, marqué toutefois par une recomposition des activités agricoles traditionnelles et un repositionnement progressif vers de nouvelles opportunités économiques.

La carte parcellaire (Figure 1) (Boucher, 2024) met en lumière une forte hétérogénéité de l'occupation agricole des parcelles dans le douar Aït Othmane, révélant une organisation spatiale à la fois diversifiée et fortement structurée par une répartition relativement équitable entre petits agriculteurs ayant-droit, disposant de superficies quasi homogènes (3 à 5 hectares), sous forme de planches allongées orientées dans le sens de la longueur.

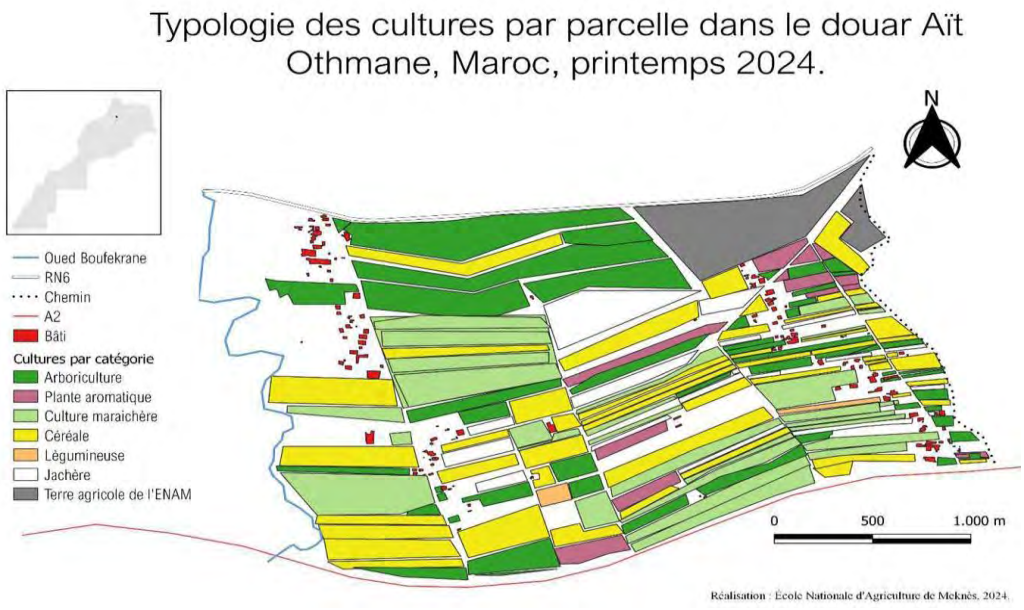


Figure 1. Parcellaire et typologie des cultures dans la zone d'étude, 2024

A travers cette carte, qui met en évidence, les typologies des cultures, on observe une mosaïque de cultures dominée par les céréales et les cultures maraîchères, complétées par des systèmes arboricoles et des légumineuses. Ceci révèle une stratégie de diversification des systèmes de cultures, caractéristique propre des exploitations familiales, destinée à sécuriser les revenus et à limiter les risques climatiques.

La répartition spatiale explicite également une intensification des cultures dans les zones proches des axes routiers (RN6, chemins secondaires) et des ressources hydriques liées à l'oued Boufekrane, tandis que certaines parcelles en périphérie apparaissent plus extensives ou en jachère. La présence de la ferme agricole de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès, introduit un pôle structurant qui peut influencer les pratiques locales par diffusion d'innovations ou par effet d'entraînement.

Dans l'ensemble, cette organisation spatiale reflète un système agricole périurbain en transition, où coexistent des logiques traditionnelles de polyculture et des dynamiques d'intensification liées à l'intégration croissante aux marchés ainsi qu'aux contraintes environnementales. Parmi les cultures maraîchères pratiquées à Aït Othmane, conduite en intensif, l'oignon occupe une place particulièrement dominante.

L'analyse de sa chaîne de valeur met en évidence une multiplicité d'intervenants ainsi qu'une configuration encore peu agroécologique, sous l'influence de l'agriculture intensive du voisinage (Boualam, 2024). En y intégrant les valeurs de durabilité, il devient possible d'aboutir à une caractérisation des conditions de production fortement contrastées :

- **Dimensions économiques :** Au-delà de la viabilité économique, l'oignon du douar Ait Othmane est soumis à une forte concurrence de la part des gros producteurs qui maitrisent les itinéraires, les circuits de commercialisation et mobilisent des capitaux conséquents pour une meilleure maximisation des profits. Cet environnement concurrentiel place les petits producteurs dans des positions vulnérables où ils sont contraints de vendre sur parcelle dans la majorité d'entre eux en évitant de faire face aux frais de productions (main-d'œuvre, transport, traitement…). Ce contexte fait perdre aux producteurs des marges bénéficiaires notoires.

  L'absence d'une organisation de type coopérative et mobilisatrice handicape lourdement les capacités de négociation des prix avec les intermédiaires et la mutualisation des moyens de transports, d'achat des intrants, des labours, etc.

- **Dimensions sociales :** Les ménagent développent des stratégies de diversification des ressources économiques pour faire face à la vulnérabilité sociale. Les jeunes émigrent à la recherche d'opportunité de travail rémunéré, travaillent comme ouvriers agricoles dans le voisinage et les parents tendent de relever le défi par la diversification des cultures et des sources revenus. La régression de l'élevage engendre une perte essentielle dans le revenu des ménages.

  Les femmes jouent un rôle majeur dans l'agriculture du douar Aït Othmane. Elles participent à de nombreuses tâches, soit au sein de l'exploitation familiale en tant que main-d'œuvre familiale, souvent non rémunérée, soit en tant que salariées agricoles saisonnières dans les exploitations agricoles limitrophes (désherbage, entretien des quelques animaux, gestion des potagers familiaux, etc.). Toutefois, l'analyse de genre des activités agricoles met en évidence un déficit de reconnaissance du travail des femmes. Plusieurs femmes ayant hérité de biens fonciers, confient leur gestion à un frère, moyennant une contribution annuelle financière ou en nature.

- **Dimension environnementale :** L'oignon est très consommateur d'eau et d'intrants chimiques. Bien qu'il soit complètement en mode goutte-à-goutte un gaspillage d'eau est encore visible, notamment du fait que le paillage n'est pas généralisé et que la gestion des besoins d'eau à la parcelle n'est pas complément maitrisée. Les fuites d'eau dans les canalisations sont fréquentes du fait de l'état vieillissant des équipements. L'infiltration des produits phytosanitaires dans le sol contribuent à la pollution des eaux souterraines (problème de nitrate). Ceci nécessite un accompagnement pour moderniser la gestion durable et économe de l'eau d'irrigation.

IV – Résultats de l'enquête sur l'acceptabilité sociale

1. Profils des agriculteurs enquêtés.es

Les agriculteurs du douar Aït Othmane enquêtés sont majoritairement des hommes (52 sur 55), ce qui s'explique par leur statut dominant de chefs de ménage et de gestionnaires des exploitations agricoles. La population agricole est relativement âgée, avec une prédominance des 45-60 ans, suivis des 30-45 ans, tandis que les jeunes de moins de 30 ans sont peu représentés. Cette faible présence s'explique par l'attractivité d'opportunités salariales non agricoles

(infrastructures militaires, agropole industrielle, agriculture capitaliste, proximité de la métropole de Meknès) jugées plus rentables que le travail familial agricole, souvent non ou moins rémunéré (Adnaoui, 2025).

Les rares jeunes rencontrés sont principalement des ayants droit ayant hérité de la terre, combinant activité agricole et emploi salarié. Le faible niveau de scolarisation demeure toutefois une caractéristique marquante : près de 63 % des agriculteurs enquêtés n'ont jamais été scolarisés, 23 % ont un niveau primaire et moins de 10 % ont accédé au secondaire ou au supérieur, reflet des inégalités persistantes entre milieu périurbain à dominante rurale, et urbain ainsi que des contraintes historiques d'accès aux infrastructures éducatives.

Sur le plan socio-économique, le modèle familial est relativement homogène, dominé par des ménages nucléaires composés de l'épouse et des enfants, bien que la famille élargie subsiste encore dans près d'un cinquième des cas. L'activité agricole constitue l'occupation principale des chefs d'exploitation, même si certains la combinent avec des activités non-agricoles (service, commerce, emploi salarié). L'absence d'organisations professionnelles agricoles dans le douar est notoire mais la prise de conscience des jeunes de la nécessité de développer des organisations coopératives est de plus en plus exprimé, notamment pour l'accès aux subventions, aux intrants et à la commercialisation des produits agricoles.

L'agriculture mobilise largement la main-d'œuvre familiale. Toutefois, à la suite des sécheresses répétées de la dernière décennie, les jeunes tendent progressivement à se détourner du travail agricole pour s'insérer dans les nombreuses opportunités offertes par les dynamiques urbaines environnantes. Par ailleurs, le recours à l'emploi salarié concerne près de 60 % des agriculteurs, en fonction des besoins culturaux, notamment pour les cultures de l'oignon et de la pomme de terre (Adnaoui, 2025). Cette main-d'œuvre, majoritairement saisonnière, présente une forte dimension genrée, avec une répartition différenciée des tâches entre hommes et femmes, révélant une féminisation de la main d'œuvre agricole et des rapports de genre nouveaux dans l'organisation du travail agricole local (désherbage manuel, semi et collecte d'oignon et de pommes de terre, travail de la menthe…) nécessitant un nombre important d'ouvrières et ouvriers agricoles.).

Le tissu agricole est marqué par la prédominance de petites exploitations, 45 % des agriculteurs disposant de superficies limitées (3 à 5 ha), ce qui restreint la mécanisation, la diversification des cultures et la réalisation d'investissements majeures. Le statut foncier demeure contrasté, avec une répartition entre ayants droit exploitants et bailleurs, une situation qui freine souvent l'accès au crédit en raison de l'absence de titres fonciers mobilisables comme garanties. Malgré ces contraintes, les systèmes de production se caractérisent par une forte diversité culturale, combinant arboriculture (olivier, vigne…), cultures maraîchères (oignon, pomme de terre…), plantes aromatiques (menthe, coriandre, persil, absinthe…), céréales et légumineuses. Par ailleurs, près de la moitié des exploitants associent cultures et élevage (bovins, ovins, volailles), une stratégie de sécurisation des revenus permettant la valorisation des résidus agricoles et l'amélioration de la fertilité des sols.

2. Niveaux et tendances de l'acceptabilité sociale

A. Au niveau des pratiques

Les résultats de l'enquête relatifs aux pratiques des agriculteurs révèlent que les itinéraires techniques reposent principalement sur la mécanisation pour la préparation du sol, une irrigation assurée par le système goutte à goutte et une fertilisation dominée par des pratiques mixtes : 55 % des agriculteurs combinent engrais chimiques et fumier afin de maintenir la fertilité des sols. Les autres recourent exclusivement aux engrais chimiques, jugés plus efficaces et souvent utilisés en raison du manque de fumier disponible, du fait de la baisse de l'élevage. Le désherbage est majoritairement chimique pour 34 exploitants, soit 61,8 %, perçu comme efficace malgré les risques environnementaux et sanitaires. La récolte associe travail manuel et mécanisation (Adnaoui, 2025).

Ces données, qui reposent sur les affirmations des agriculteurs, mettent en évidence une hybridation des pratiques agricoles, les agriculteurs étant tiraillés entre des pratiques intensives « modernisées » et des savoir-faire traditionnels hérités des générations précédentes. Cette hybridation se manifeste également dans les pratiques et les représentations qui distinguent les productions destinées à la consommation familiale de celles orientées vers le marché. Les potagers situés à proximité des habitations familiales sont généralement cultivés à l'aide de fumier, avec un désherbage manuel ou des méthodes biologiques, tandis que les cultures destinées à la commercialisation recourent davantage aux intrants chimiques. D'ailleurs, plusieurs agriculteurs soulignent que les traitements chimiques sont principalement réservés à la culture de l'oignon. La pratique des potagers à Aït Othmane s'apparente largement aux principes de l'agroécologie, dans lesquels les femmes jouent un rôle primordial.

Les pratiques agroécologiques observées peuvent-êtres classées en trois niveaux d'adoption. Certaines, héritées traditionnellement, sont déjà largement intégrées par les agriculteurs. Il s'agit notamment de la rotation et de l'association des cultures. Elles améliorent la fertilité des sols, les rendements et l'optimisation de l'espace. La gestion de l'eau est également diversifiée et repose sur les puits et sur la combinaison de l'irrigation gravitaire et du goutte-à-goutte, dont le développement de cette dernière est de plus en plus visible.

D'autres pratiques sont moyennement adoptées. C'est le cas de l'utilisation des engrais organiques (compost), de l'intégration cultures–élevage et de l'agroforesterie. Leur diffusion reste limitée en raison de multiples contraintes. Elles concernent le coût et la disponibilité des intrants organiques, les difficultés d'organisation des circuits d'approvisionnement, ainsi que la petite taille des exploitations. Le manque de sensibilisation des agriculteurs et des membres du ménage, notamment les femmes et les jeunes, constitue aussi un frein.

Enfin, certaines pratiques sont peu ou pas adoptées. Il s'agit principalement de la lutte biologique et de l'usage de produits phytosanitaires naturels. La dépendance aux intrants chimiques reste forte. Le déficit de formation accentue cette situation. Par ailleurs, la préservation des variétés locales de semences tend à disparaître progressivement.

L'enquête révèle que l'adoption consciente de l'agroécologie est récente, même si certaines pratiques font partie d'un héritage familial. Elle demeure encore limitée à un groupe de pionniers, qui représente environ un cinquième des agriculteurs du douar (1/5). Ces agriculteurs se distinguent par un niveau de scolarisation relativement élevé et par des expériences professionnelles en dehors du secteur agricole (retraités, migrants de retour ou employés dans le secteur privé). Ils sont ainsi perçus comme des acteurs innovateurs au sein du territoire.

B. Au niveau des perceptions

Près de 80 % des agriculteurs enquêtés ne se définissent pas comme des « producteurs agroécologiques ». Néanmoins, ils se déclarent disposés à s'engager dans une transition vers l'agroécologie à moyen ou long terme, sous réserve de la réunion de plusieurs conditions favorables, en particulier l'existence de circuits de commercialisation adaptés et la mise en œuvre de politiques publiques de soutien adéquates. Selon les déclarations des enquêtés, la majorité des agriculteurs pourrait adhérer progressivement aux principes agroécologiques, d'autant plus que certaines pratiques agroécologiques sont déjà inscrites dans les savoir-faire locaux. D'autres, plus innovantes, comme l'irrigation goutte-à-goutte, commencent également à se diffuser, tant dans les itinéraires techniques dominants que dans la production alimentaire familiale au sein des jardins potagers proches des habitations. Toutefois, pour atteindre une masse critique, la consolidation de cette prédisposition vers une acceptabilité sociale durable requiert encore des efforts soutenus de la part des politiques publiques régionales, notamment en matière de sensibilisation, d'accompagnement et de subvention.

Dans ce contexte, l'engagement dans une transition vers l'agroécologie, sans garantie quant à la productivité et aux débouchés commerciaux, suscite un sentiment d'insécurité. Cette incertitude freine l'acceptabilité sociale de l'agroécologie au sein du douar, en percevant son adoption comme un risque susceptible de fragiliser leurs revenus à court terme.

Concernant les sources de revenus, l'enquête montre que, pour près de la moitié des agriculteurs (50 %), l'agriculture constitue à la fois l'activité principale et la source essentielle de revenu. Les ressources complémentaires proviennent des transferts salariaux des membres de la famille ainsi que de diverses activités génératrices de revenus (commerce, services, etc.).

Le constat empirique met en évidence une méconnaissance du terme « agroécologie » (ف.حة إيكولوجية) chez la majorité des agriculteurs enquêtés. Une confusion importante persiste quant aux significations attribuées à cette terminologie. Alors que certains l'associent au terme « bio », largement diffusé par les institutions agricoles, le monde de la recherche et les organisations de l'économie sociale et solidaire, d'autres lui préfèrent le terme de beldi, renvoyant à une agriculture dite naturelle, héritée des pratiques des générations précédentes et perçue en opposition à l'agriculture moderne et intensive. À cette notion de beldi, les agriculteurs superposent fréquemment celle de « naturel ». Ces perceptions traduisent la coexistence de références traditionnelles et de nouvelles normes agricoles, mais aussi un besoin d'accompagnement afin de mieux clarifier les principes de l'agroécologie, les innovations sociotechniques associées et leur articulation avec les évolutions des besoins alimentaires et des marchés.

L'analyse qualitative met ainsi en évidence trois principales perceptions des pratiques agroécologiques chez les agriculteurs d'Aït Othmane. Une première catégorie, minoritaire, les perçoit comme bénéfiques pour l'environnement, la santé et la biodiversité ; il s'agit généralement d'agriculteurs pour lesquels le revenu agricole demeure secondaire. Une deuxième catégorie considère ces pratiques comme coûteuses à court terme mais avantageuses à long terme, notamment pour la fertilité des sols, la résilience et l'autonomie des exploitations. Ces agriculteurs, sensibilisés mais prudents, restent attentifs aux résultats observés localement avant de s'engager davantage. Enfin, une troisième catégorie adopte une perception plus critique de l'agroécologie, jugée risquée pour les rendements et économiquement incertaine. Certains y voient néanmoins une modernisation des pratiques traditionnelles, dont la rentabilité dépend de la maîtrise technique et de l'accès à des marchés adaptés et de proximité. Cette perception concerne principalement des agriculteurs locataires, davantage orientés vers l'intensification de l'exploitation afin de maximiser les revenus, sans faire de la durabilité une priorité.

L'étude de cas d'un agriculteur formé dans le cadre du projet NATAE illustre ces tensions entre adhésion aux principes agroécologiques et contraintes économiques. Convaincu des bénéfices d'une production saine et respectueuse de l'environnement, il souligne cependant l'absence de marchés dédiés et le manque de soutiens techniques et financiers permettant de valoriser économiquement ce type de production. Cette difficulté à différencier les produits agroécologiques sur les marchés locaux limite la rentabilité perçue et freine l'engagement des agriculteurs. L'agriculteur propose ainsi la création d'un souk local spécialisé, susceptible de renforcer la visibilité et la valorisation des produits durables.

L'observation des systèmes de production agricoles montre par ailleurs que les agriculteurs raisonnent leurs itinéraires de production selon deux logiques distinctes. D'une part, les productions destinées au marché mobilisent largement les pesticides et les traitements chimiques, avec un recours limité au fumier, devenu rare au cours des dix dernières années en raison de la sécheresse et du recul de l'élevage. D'autre part, une logique inspirée des pratiques traditionnelles, qualifiées de tabiaai (« naturelles »), prévaut dans les potagers familiaux destinés à l'autoconsommation. Cette distinction révèle une dualité entre agriculture commerciale intensive et pratiques domestiques davantage proches des principes agroécologiques.

Dans ces espaces domestiques, les femmes jouent un rôle central en tant que productrices et conservatrices des savoir-faire agricoles locaux. Elles contribuent à la préservation des pratiques traditionnelles tout en veillant à assurer une alimentation plus saine pour les familles. Les potagers, présents dans la quasi-totalité des ménages, témoignent ainsi de l'existence d'une réflexion agricole communautaire et d'acquis techniques et culturels susceptibles d'être préservés, améliorés et développés. Ils constituent un levier potentiel pour une transition agroécologique locale, notamment à travers des approches éducatives reliant producteurs et consommateurs.

Les freins à l'adoption des pratiques agroécologiques sont ainsi liés aux revenus limités, à l'accès restreint au crédit, à la disponibilité des matières premières et à la charge de travail. Les facteurs sociodémographiques (faible niveau d'instruction, baisse de la natalité…) et politiques (appui institutionnel, manque de politiques incitatives à la transition agroécologique…) accentuent également la prudence des producteurs (Adnaoui, 2025). À l'inverse, l'acceptabilité sociale est favorisée par l'accès à l'information et aux formations, l'appartenance à des organisations de producteurs, le soutien technique et financier, ainsi que par des circuits de commercialisation alternatifs, directs ou locaux. Les agriculteurs perçoivent enfin l'agroécologie comme un levier de résilience face au changement climatique, renforçant son adoption et sa diffusion au sein des exploitations.

Les soutiens attendus concernent principalement les formations techniques et spécifiques aux innovations agroécologiques, l'accès à des crédits et subventions ciblés, la disponibilité d'intrants biologiques à moindre coût et des conseils personnalisés adaptés aux chaines de valeurs agricoles ancrées territorialement. Par ailleurs, la valorisation commerciale constitue un levier essentiel : les agriculteurs attendent la mise en place de circuits dédiés, tout en recourant déjà à des circuits courts ou aux réseaux sociaux. Enfin, la conviction que l'agroécologie constitue une réponse efficace face au changement climatique consolide leur motivation à adopter ces pratiques. Ces perceptions favorables, si elles sont prises en compte, contribueraient enfin à renforcer l'acceptabilité et à accélérer la transition agroécologique.

V – Conclusion

Le changement climatique, en accentuant la sécheresse et la rareté de l'eau, met en péril la durabilité des systèmes agricoles au Maroc. Le cas du douar Aït Othmane illustre à la fois les vulnérabilités auxquelles sont confrontées les agricultures familiales et les capacités locales d'adaptation et d'innovation. Dans ce contexte, l'agroécologie ne peut être envisagée comme une simple réponse technique aux contraintes environnementales : elle apparaît davantage comme un projet de territoire, à l'intersection des dimensions environnementales, économiques, sociales et institutionnelles.

L'analyse des perceptions des agriculteurs d'Aït Othmane montre que l'agroécologie peut constituer une réponse crédible aux enjeux de résilience agricole, de préservation des ressources naturelles et de maintien de la biodiversité. L'agriculture familiale, qui concerne environ les trois quarts des superficies exploitées par les agriculteurs du douar, se trouve toutefois dans une dynamique de recomposition, à la croisée de l'héritage de pratiques agricoles traditionnelles et de l'influence croissante des pratiques de l'agriculture intensive développées dans les grands domaines de la plaine du Saïss de Meknès. Les perceptions de l'agroécologie sont ainsi façonnées par l'articulation de plusieurs facteurs : aspirations et stratégies individuelles, contraintes socio-économiques, effets du changement climatique, accès aux ressources, mais également politiques publiques et dispositifs institutionnels.

Sur le plan méthodologique, l'approche fondée sur l'analyse des perceptions des agriculteurs, complétée par les observations et les échanges réalisés sur le terrain, a permis de mieux comprendre les représentations, les pratiques et les conditions sociales qui peuvent favoriser ou, au contraire, freiner l'engagement dans une transition agroécologique. Elle présente ainsi l'intérêt de replacer les choix techniques dans leur contexte sociologique et territoriale, et de considérer les agriculteurs non seulement comme des bénéficiaires de la transition, mais également comme des acteurs porteurs de connaissances et de capacités d'innovation.

Cette approche comporte néanmoins certaines limites. L'étude, centrée sur un territoire et sur les perceptions des agriculteurs, ne permet pas à elle seule de mesurer les effets réels des pratiques agroécologiques sur les performances économiques, la fertilité des sols, la biodiversité ou l'utilisation de l'eau, ni d'établir des relations de causalité généralisables à l'ensemble des agricultures familiales du Saïss ou du Maroc. Les perceptions recueillies constituent avant tout un éclairage qui mérite d'être approfondie par des recherches complémentaires, croisant les

savoirs et perceptions des agriculteurs avec des indicateurs de performance et de durabilité, tout en élargissant l'analyse à d'autres territoires confrontés à des contraintes comparables.

La réussite de la transition agroécologique dépendra dès lors moins de la diffusion de solutions techniques standardisées que de la capacité des acteurs à accompagner les dynamiques locales, à renforcer les solidarités et les capacités collectives entre agriculteurs, à soutenir l'innovation et les savoirs locaux et à créer des conditions économiques et institutionnelles favorables. Elle suppose également une implication renouvelée de l'État et des acteurs territoriaux dans des politiques agricoles holistiques capables d'articuler adaptation au changement climatique, préservation des ressources, viabilité économique et inclusion sociale, en plaçant les femmes et les hommes qui font vivre les territoires agricoles au cœur de cette transition.

Références bibliographiques

Adnaoui, I. (2025). Acceptabilité et acceptance sociale des agriculteurs vis-à-vis des pratiques agroécologiques : Cas du Douar Ait Othmane [PFE]. École Nationale d'Agriculture de Meknès (Maroc).

AFD. (2024, April 24). Le programme Istidama, pilier du développement d'une agriculture plus verte au Maroc. https://www.afd.fr/fr/actualites/grand-angle/programme-istidama-agriculture-plus-verte-maroc

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. Climatic Change, 140(1), 33–45. https://doi.org/10.1007/s10584-013-0909-y

Ben Salem, A., & El Alami El Filali, A. (2024). Addressing climate change and building resilience in the Draa-Tafilalet region. In M. Ezziyyani, J. Kacprzyk, & V. E. Balas (Eds.), International conference on Advanced Intelligent Systems for Sustainable Development (AI2SD'2023) (pp. 26–38). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-54318-0_4

Boualam, H. (2024). Perceptions et adaptations des agriculteurs de la commune de Majjate au changement climatique [PFE]. École Nationale d'Agriculture de Meknès (Maroc).

Boucher, C. (2024). Changement climatique et sécheresse au Maroc : L'agroécologie au service d'une agriculture plus résiliente, Étude de cas du douar Aït Othmane, plaine du Saïss [PFE]. Université Orléans (France), Master Géographie, Aménagement, Environnement et Développement.

Busse, M., & Siebert, R. (2018). Acceptance studies in the field of land use: A critical and systematic review to advance the conceptualization of acceptance and acceptability. Land Use Policy, 76, 235–245. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.05.016

Chattou, Z. (2024). Rapport de diagnostic territorial : Living Lab. D'Aït Othmane [Projet NATAE]. École Nationale d'Agriculture de Meknès (Maroc).

Chattou, Z., & El Hassane, A. (2022). L'agriculture périurbaine face à la dégradation de l'environnement : Moulay Idriss-Volubilis, Massif du Zerhoun. Babel com, Maroc. https://associationifker.com/download/lagriculture-periurbaine-face-a-la-degradation-de-lenvironnement-moulay-idriss-volubilis-massif-du-zerhoun/

FAO. (2018). The 10 elements of agroecology: Guiding the transition to sustainable food and agricultural systems. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/3/i9037en/i9037en.pdf

Fonseca, A. F., Polita, F., & Madureira, L. (2024). How agroecological transition frameworks are reshaping agroecology: A review. Land, 13(11), 1930. https://doi.org/10.3390/land13111930

Fournis, Y., & Fortin, M.-J. (2017). From social 'acceptance' to social 'acceptability' of wind energy projects: Towards a territorial perspective. Journal of Environmental Planning and Management, 60(1), 1–21. https://doi.org/10.1080/09640568.2015.1133406

Gliessman, S. R. (2014). Agroecology: The ecology of sustainable food systems (3rd ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/b17881

Jalkh, R., Pavez, I., Benzerara, L., Boudedja, K., Ameur, F., El Shaikh, O., Sidya Fall, C., Echchgadda, G., Chattou, Z., Aatig, S., Koussani, W., Benmoussa, H., & Ben Mimoun, M. (2025). Transversal and country analysis of potential agroecological value chains in North Africa (Task T3.1, Deliverable D3.2. Part 1; Synthesis Report on Agroecological Value Chains in North Africa, pp. 1–352). NATAE project report, EU Horizon Grant Agreement no. 101084647. https://doi.org/10.5281/ZENODO.14961261

Nawar, M., Abd El-Fatah, S., & Eid, Y. (2025). Introduction to social acceptability of agroecological combinations in North Africa (Task T3.3, Deliverable D3.2. Part 3; Synthesis Report on Agroecological Value Chains in North Africa, pp. 416–428). NATAE project report, EU Horizon Grant Agreement no. 101084647. https://doi.org/10.5281/ZENODO.14961261

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. https://doi.org/10.1051/agro/2009004

Theme 2

Co-designing and adapting pathways for stimulating a transition towards agroecology in North Africa through innovation, knowledge exchange and scaling

Thème 2

Co-conception et adaptation de trajectoires pour stimuler la transition vers l'agroécologie en Afrique du Nord à travers l'innovation, l'échange de connaissances et la mise à l'échelle

Approche participative et inclusive pour la transition agroécologique dans une région montagneuse en Algérie

Karima Boudedja, Fatah Ameur, Amine Oulmane, Aissa Belhadi, Amel Bouzid

Centre de Recherche en Economie Appliquée pour le Développement (Algérie)

Résumé. Dans le cadre du projet NATAE « Favoriser la transition agroécologique en Afrique du Nord grâce à la conception, l'évaluation et la mise en réseau multi-acteurs », une démarche participative et inclusive a été mise en œuvre dans une zone montagneuse du nord de l'Algérie, à Tizi-Ouzou. Dans cette wilaya, les communes de Yakouren et Azazga, ont été choisies pour l'instauration d'un Living Lab. L'agriculture dans ce territoire est basée sur des systèmes extensifs qui intègrent l'élevage et les cultures maraichères et arboricoles. L'objectif de l'étude est de montrer que la mise en place, dans une première étape de l'approche participative et inclusive, avant d'entamer les étapes d'élaboration de scénarios de transition agroécologique, est un parcours qui doit tenir compte d'une part du contexte sociogéographique comme les rapports de forces, les conflits et les mécanismes d'accès et de gestion des ressources, mais aussi des atouts à renforcer, tout en préservant une attitude de neutralité liée à la position des chercheurs. La démarche méthodologique suivie a été structurée en trois étapes. La première étape est consacrée à la délimitation du territoire du futur Living Lab et à l'identification des parties prenantes susceptibles de jouer un rôle dans la transition agroécologique. La deuxième étape est consacrée au diagnostic territorial. Des outils participatifs classiques tels que les ateliers, l'observation directe, les entretiens semi-structurés et les transects ont été mobilisés. L'objectif de cette étape est d'identifier les enjeux, les types d'exploitations et les pratiques agroécologiques du territoire. La troisième étape a vu la création, d'une plateforme de coordination : le comité de suivi, dans laquelle ont été regroupés les agriculteurs de différentes catégories et les organisations locales et régionales, identifiés dans la première étape et susceptibles de contribuer efficacement dans la dynamique du Living Lab et de concrétiser l'approche participative. Une attention particulière a été accordée à la dimension de genre et l'approche multi-acteur. Le comité de suivi a fonctionné en tant que plateforme d'échange, de programmation et de mise en place d'activités en vue du renforcement des conditions de la transition agroécologique. Les résultats soulignent que 1) le choix du territoire du Living Lab a pris en compte la cohérence territoriale fondée sur la géographie physique, des critères agronomiques et socio-économiques, afin de refléter les caractéristiques spécifiques de l'agrosystème de montagne. Les enjeux, les types d'exploitations et les pratiques agroécologiques confirment cette spécificité. 2) La cartographie des parties prenantes a permis la mise en place d'un conseil représentatif, qui a contribué à mettre en œuvre l'approche participative et inclusive en renforçant les capacités et le travail en réseau des agriculteurs, y compris les femmes, en mobilisant l'expertise de ses parties prenantes et en créant des espaces d'échange. Cela a permis d'identifier et de tester des pratiques agroécologiques adaptées, d'examiner les conditions socio-économiques et environnementales nécessaires à leur adoption, et de proposer des innovations sociotechniques pour leur gouvernance et leur durabilité. Ainsi, grâce à l'approche participative et inclusive, un système de gouvernance inclusif, à travers la création de coopératives agricoles pour la structuration des chaines de valeurs stratégiques et des dispositifs multi-acteurs et inclusifs a été initié, renforçant la collaboration et la coordination entre les acteurs et l'appropriation collective des résultats en vue d'une gestion durable de l'agriculture, pour la transition agroécologique.

Mots-clés. Approches participative et inclusive – Transition agroécologique – Système de gouvernance – Zone montagneuse – Algérie

Title. A participatory and inclusive approach to agroecological transition in a mountainous region of Algeria

Abstract. *As part of the NATAE project 'Promoting agroecological transition in North Africa through design, evaluation and multi-stakeholder networking', a participatory and inclusive approach has been implemented in a mountainous area of northern Algeria, in Tizi-Ouzou, specifically in the municipalities of Yakouren and Azazga, where agriculture is based on extensive systems that integrate livestock farming and market gardening and arboriculture. The objective of the study is to show that the implementation, in a first stage of*

the participatory and inclusive approach, before starting the stages of developing agroecological transition scenarios, is a path that must take into account the socio-geographical context such as power relations, conflicts and mechanisms of access to and management of resources, but also assets to be strengthened, while preserving an attitude of neutrality linked to the position of researchers. The methodological approach followed was structured in three stages. The first stage was devoted to defining the territory of the future Living Lab and mapping the stakeholders likely to play a role in the agroecological transition. The second stage focused on a territorial assessment. Standard participatory tools such as workshops, direct observation, semi-structured interviews and transects were utilised. The aim of this stage was to identify the key issues, types of farms and agroecological practices within the area. The third stage saw the creation of a coordination platform: the monitoring committee, which brought together farmers from different categories and local and regional organisations identified during the first stage and likely to contribute effectively to the Living Lab's momentum and to put the participatory approach into practice. Particular attention was paid to gender issues and the multi-stakeholder approach. The monitoring committee functioned as a platform for discussion, planning and implementing activities aimed at strengthening the conditions for the agroecological transition. The results highlight that 1) the choice of the Living Lab's territory took into account territorial coherence based on physical geography, agronomic criteria and socio-economic criteria, in order to embody the specific characteristics of the mountain agrosystem. The challenges, the types of farms and the agroecological practices confirm this distinctiveness. 2) Mapping the stakeholders enabled the establishment of a representative board, which helped to put the participatory and inclusive approach into practice by strengthening the capacities and networking of farmers, including women, by harnessing the expertise of its stakeholders and creating forums for exchange. This has made it possible to identify and test suitable agroecological practices, to examine the socio-economic and environmental conditions necessary for their uptake, and to propose socio-technical innovations for their governance and sustainability. Thus, thanks to the participatory and inclusive approach, an inclusive governance system has been initiated through the creation of agricultural cooperatives to structure strategic value chains and multi-stakeholder, inclusive mechanisms, strengthening collaboration and coordination between stakeholders and collective ownership of results with a view to sustainable agricultural management and agroecological transition.

Keywords. *Participatory and inclusive approaches – Agroecological transition – Governance system – Mountainous area – Algeria*

I – Introduction

La perception de l'agroécologie et de la transition agroécologique est différente en fonction des catégories d'acteurs : public, civil et privé (Rivera-Ferre et al., 2018). Il est ainsi clair que pour construire une stratégie de transition, il est nécessaire de rapprocher les perceptions. De ce fait, les approches méthodologiques les plus efficaces s'appuient sur des méthodes participatives et inclusives (Méndez et al., 2013 ; Sachet et al., 2021 ; Ohly, 2023).

Plusieurs travaux ont démontré que dans le cas, de la transition agroécologique, les connaissances et savoir-faire peuvent autant émaner d'acteurs externes comme les services de conseil agricole, les chercheurs, les ONG, que des agriculteurs et communautés rurales et que les processus de transition agroécologique adoptent des démarches de co-construction (Chanyau et al., 2023 ; Moneyron et al., 2017)

Les approches participatives comme la Méthode active de recherche participative (MARP) et l'évaluation rurale participative (EPR) ont été adoptées dans le cadre de travaux sur la transition agroécologique (Aye et al., 2024, Lopez-Garcia et al., 2021). Si la participation des acteurs locaux dans les projets de transition agroécologique aboutit souvent à un engagement des acteurs (Lopez-García et al., 2018), le caractère multiscalaire : parcelle, exploitation, territoire, chaine de valeur, rencontre des obstacles à se concrétiser (Lopez-García et al., 2021). L'approche participative est même qualifiée de tyrannique (Gaynor, 2014) car son adoption aurait finalement peu d'effets sur les rapports de force en présence (Cooke et al., 2001) et sur les normes sociales (Cornwall, 2003). Des travaux font état de peu de réussite de ce type d'approche à lever les verrous institutionnels et les cadres règlementaires qui empêchent le développement des initiatives locales et freinent les volontés de changement dans le cadre de la transition

agroécologique (Duru et al., 2015). Par ailleurs, la durabilité des outils participatifs adoptés dans les projets de développement ou de recherche est aussi questionnée. Ceux-ci sont perçus comme des moyens alors qu'ils devraient être intégrés dans les résultats des projets (Parfitt, 2004).

En Algérie, les approches participatives ont été introduites par le biais des organisations internationales telles que la FAO, le PNUD et le FIDA qui proposent des projets de développement rural, menés avec des acteurs locaux (Bestani et al., 2014 ; Rahmani, 2019). A partir de 2008, les approches participatives ont été intégrées dans les programmes de développement rural, l'un des piliers du programme de renouveau rural de 2008 à 2014. Ces approches se voulaient aussi inclusives, les petits producteurs des zones difficiles ont été les cibles principales de ce programme. D'un autre côté, les femmes ont fait l'objet d'un encadrement spécifique suite à des projets de coopération, toujours à l'initiatives d'organisations internationales, qui adoptent l'approche genre et développement (Boufenik, 2015), également adoptée par les organisations publiques dans le cadre de la stratégie de développement rural.

L'agriculture de montagne en Afrique du Nord est dominée par son caractère familial, l'intégration de l'agriculture et de l'élevage, et des méthodes de production biologiques, voire agroécologiques (Wymann von Dach et al., 2014). En conséquence, des combinaisons de pratiques agroécologiques ont été préservées, empêchant l'établissement d'une agriculture intensive dans cet écosystème (Fleury et al., 2020). Bien que cela permette une plus grande résilience face aux effets du changement climatique, ces derniers continuent d'avoir un impact sur l'agriculture et nécessitent la mise en commun d'initiatives et d'innovations pour y faire face.

Dans le cadre du projet NATAE « Favoriser la transition agroécologique en Afrique du Nord grâce à la conception, l'évaluation et la mise en réseau multi-acteurs » (NATAE), une démarche participative et inclusive a été mise en œuvre dans une zone montagneuse du nord de l'Algérie, précisément à Tizi-Ouzou dans les communes de Yakouren et Azazga. Un Living Lab a été instauré dans ce territoire, fortement agricole et forestier. L'agriculture se pratique sur de petites parcelles par l'adoption de systèmes extensifs, souvent de polyculture et polyélevage.

Cet article vise à combler un manque de connaissances sur la mise en œuvre de l'approche participative pour la transition agroécologique, en Algérie. Les retours d'expériences et les analyses empiriques sont très limités voire inexistantes dans ce domaine. Ainsi, la focale est l'analyse des effets de cette approche sur l'action et l'influence des différentes catégories d'acteurs. De ce fait, il est intéressant de se demander si l'intervention d'un acteur externe : les chercheurs, associée à l'approche participative, a eu une influence durable sur le dispositif existant. Les questions subsidiaires qui en découlent sont : la démarche a-t-elle eu un impact sur les rapports de force pour favoriser l'inclusion des acteurs ayant un accès limité aux ressources et aux opportunités ? Y a-t-il réellement eu création de dispositifs durables qui favorisent et préservent la participation de tous pour enclencher la transition agroécologique ?

II – Démarche méthodologique

Pour le diagnostic territorial, il a fallu d'abord procéder à la délimitation du territoire du futur Living Lab. Le territoire est perçu ici comme étant un système socio-patrimonial issu des relations sociales et des relations de l'homme avec la nature (Sébastien, 2014). Toute action le concernant commence par un diagnostic territorial qui consiste en la détermination de la carte des parties prenantes (Pereira, 2025), des enjeux (Sheromm et al., 2020 ; Auclair et al., 2021), de la typologie des exploitations) (Akpatcho, 2022) et de la place de l'agroécologie et les pratiques agroécologiques (Honoré et al., 2024).

Les outils de l'approche participative ont été mobilisés pour réaliser un diagnostic territorial mais aussi pour la mise en place de la démarche : entretiens, ateliers, transects et observation. Les entretiens ont été menés avec 17 agriculteurs et 13 parties prenantes. Ces entretiens ont été suivis par deux ateliers. Leurs objectifs ont été de cartographier les parties prenantes pour identifier celles qui seront intégrées dans le comité de suivi « *representative board* » du projet, de déterminer les enjeux du territoire, d'identifier les pratiques agroécologiques existantes et

d'aborder la typologie des exploitations agricoles. Que ce soit pour les entretiens ou pour les ateliers, la composition des participants a été aussi diversifiée que possible en termes de système de production des agriculteurs, de genre et de pluralité des parties prenantes impliquées. La multiplication des outils a pour but, d'une part la triangulation des sources d'informations et d'autre part, d'offrir aux acteurs des conditions et des possibilités d'expression différentes comme le recours au brainstorming (individuel, en binôme puis en groupe), la division des participants, quand c'est nécessaire, en groupes séparés d'agriculteurs et de parties prenantes, l'intégration de différentes catégories d'agriculteurs selon leur taille d'exploitation et le système de production et la prise en compte de l'aspect genre. Pour ce dernier aspect, nous avons été amenés, par exemple, à organiser des entretiens auprès d'agricultrices qui s'expriment mieux dans les entretiens que dans les ateliers. L'organisation de ces entretiens sur les parcelles des agricultrices a été une forme de valorisation de leur travail et de leur mise en confiance, puisqu'elles sont en mesure de montrer leur savoir-faire (Tableau1).

Une analyse thématique a été réalisée pour obtenir la catégorisation des parties prenantes ce qui a permis de déterminer leur rôle au niveau local et une typologie selon leur degré d'engagement dans la transition agroécologique.

Tableau 1. Types de parties prenantes ciblés et outils méthodologiques adoptés

Type de partie prenante	Public, privé, civil ou communautaire
Niveau d'intervention	Communauté, catégorie (femmes, petits producteurs), commune, district, wilaya, régional
Intérêt dans le projet	Gestion des ressources, renforcement des compétences, conseil agricole, facilitateur, groupement d'agriculteurs, consommateurs, administration
Outils méthodologiques	Entretiens semi-structurés 17 agriculteurs (petits exploitants diversifiés, éleveurs bovin, éleveurs caprin, apiculteurs, céréaliculteurs, agricultrices (agriculture diversifiée et PAM), et 13 parties prenantes : Direction des services agricoles, subdivision agricole, conseillère agricole, 2 Instituts techniques, Direction des forêts, district des forêts, association de consommateurs, coopérative des éleveurs, association des femmes rurales, chambre d'agriculture, responsable d'une huilerie, responsable d'une unité de production de plantes aromatiques et médicinales (PAM) 04 Ateliers avec en moyenne 20 participants chacun : 40 : 50% de femmes, Agriculteurs de différents types : éleveurs bovin, ovin, caprin, apiculteurs, céréaliculteurs, oléiculteurs, agriculture diversifiée, Administration agricole, administration des forêts, Instituts techniques, organisation de consommateurs, association de femmes rurale, coopérative des éleveurs, huilerie, producteur d'huiles essentielles. 2 Transects : de 800 m à 650 m (commune de Yakouren) de 650 à 400 m (commune d'Azazga) Observation directe : celle-ci a focalisé surtout sur les relations entre les agriculteurs et les autres acteurs ainsi que celles entre les agriculteurs.

L'étape suivante a vu la création, d'une plateforme de coordination : le comité de suivi dans laquelle ont été regroupés les agriculteurs de différentes catégories et les parties prenantes locales et régionales, identifiés dans la première étape. Une attention particulière a été accordée à la dimension de genre et l'approche multi-acteur. Le comité de suivi a fonctionné en tant que plateforme d'échange, de programmation et de mise en place d'activités en vue du renforcement des conditions de la transition agroécologique. Cette étape a permis d'organiser les activités du

projet qui doivent permettre de préparer les scénarios de transition agroécologiques et aboutir à des ensembles d'innovation sociotechniques qui devraient permettre d'instaurer cette transition et d'assurer sa durabilité.

Le tableau 2 ci-dessous décrit les étapes suivantes du diagnostic territorial :

Tableau 2. Les étapes et outils du diagnostic territorial

Eléments du diagnostic	Outils méthodologiques	Critères
Enjeux du territoire	Ateliers (brainstorming), entretiens, et documents observations	Economiques, sociaux et environnementaux (effets des changements climatiques)
Typologie des exploitations	Ateliers, entretiens, données collectées (liste d'agriculteurs et données agricoles), transect	i- les critères structurels : âge du chef d'exploitation, type de main d'œuvre pluriactivité, le foncier, taille de l'exploitation, accès à l'eau et énergie et ii- les critères fonctionnels : système de production, type de cultures, intégration de l'élevage, type d'irrigation, mode de financement, recours aux pesticides et engrais chimiques, recours à la mécanisation, orientation vers le marché et autoconsommation
Pratiques agroécologiques	Ateliers, transect, entretiens	- Diversification, association et rotation des cultures - Agroforesterie : arbres, haies, reboisement - Gestion et conservation des sols et de l'eau : paillage, enfouissement matière organique, cuvettes, demi-lune, semis en courbe de niveau, cordon pierreux, bandes enherbées - Lutte biologique et mécanique, autres alternatives aux pesticides : conservation gestion habitat, pesticides naturels, traitement mécanique des herbes - Semences paysannes : sélection massale, culture et conservation des semences, échanges/paysans, nouvelles espèces/variétés

III – Résultats et discussion

1. La cartographie des parties prenantes : quel degré d'engagement dans l'agroécologie ?

La désignation des parties prenantes est une opération qui vise leur participation et l'inclusion des plus vulnérables ou ceux qui sont le moins intégrés dans la prise de décision et l'accès aux ressources durant les trois périodes successives du projet : le diagnostic territorial, l'élaboration des scénarios et la structuration des dispositifs de la transition agroécologique. Trois types d'acteurs ont été identifiés : les acteurs décideurs et accompagnateurs, les acteurs civils et

associatifs et les agriculteurs et leurs organisations. En fonction du poids de leur implication actuelle dans l'adoption de l'agroécologie, nous proposons cette cartographie des parties prenantes identifiés et à intégrer dans le processus de transition agroécologique (Tableau 3) :

Tableau 3. Les parties prenantes et degré d'engagement dans l'agroécologie

Catégorie	Les convaincus	Les mitigés	Les sceptiques
Agriculteurs	Les femmes agricultrices Les petits producteurs	Les éleveurs	Les céréaliculteurs
Organisations civiles et professionnelles	Association des femmes rurales, association de consommateurs	Coopérative des éleveurs	Comités de village Collectivités locales
Transformateurs et commerçants	Les détaillants de produits de terroir	Commerçants de fruits et légumes Producteur important d'huile essentielle	Extracteurs d'Huile d'olive Producteurs d'huile de lentisque
Institutions techniques, de développement, de conseil et de formation	Institut de formation en agriculture Conseillers agricoles Direction des forêts	Chambre d'agriculture Direction des services agricoles Institut Technique des cultures maraîchères et industrielles (ITCMI) Institut technique de l'Arboriculture fruitière et de la vigne (ITAFV)	

Trois catégories d'acteurs sont identifiées selon leur rôle et leur engagement dans les principes agroécologiques :

1) Dans le groupe des convaincus, on trouve les agriculteurs qui selon les résultats des entretiens et des observations sont de deux types dans le territoire : les petits agriculteurs et qui exploitent de petites parcelles et/ou ont recours aux espaces forestiers et prairies naturelles pour le pâturage. Le deuxième type est constitué de femmes qui exploitent des terres de membres de leurs familles masculins et ont recours, pour certaines, à la cueillette de plantes aromatiques et médicinales pour l'extraction d'huile végétale. Lors de l'entretien une agricultrice déclare « *Je pratique une agriculture sans produits chimiques parce que je ne veux pas me rendre malade ni rendre malades les membres de ma famille ni qui que ce soit qui consomme mes produits* ». Nous trouvons dans cette catégorie aussi des organisations civiles comme l'association des consommateurs qui est engagée dans l'agriculture durable et fait déjà des actions de sensibilisation pour la consommation de produits frais et sains. Des institutions publiques sont aussi jointes à cette catégorie. Il s'agit essentiellement des organisations d'accompagnement, de conseil et de formation des agriculteurs, qui exécutent des actions dans le cadre d'une stratégie destinée à l'agriculture de montagne. De plus, un centre de formation en agriculture à Tizi-Ouzou est dédié à l'agriculture de montagne. Ainsi, les actions de ces organisations sont orientées vers les pratiques agroécologiques notamment la fertilisation organique et les modes d'irrigation économes en eau.

2) Dans la deuxième catégorie « les mitigés », on retrouve les éleveurs (bovin, ovin et caprin) et leur coopérative d'éleveurs bovin. Ainsi, le président de la coopérative d'éleveurs explique « *C'est de plus en plus difficile de produire par nous-mêmes nos fourrages, la région a de petites parcelles agricoles, destinées surtout pour les produits agricoles pour la consommation humaine. De plus le pâturage en forêt est très réglementé et de toute façon n'est pas suffisant pour la production laitière, nous sommes donc obligés de nous approvisionner de l'extérieur en foin,*

ensilage et concentré. Nous sommes conscients que cela ne fait pas de notre produit un produit local et que nos vaches sont souvent en stabulation entravée, mais nous n'avons pas le choix ». A cette catégorie se rajoutent les instituts techniques publics qui sont globalement engagés dans des programmes d'intensification de la production mais qui intègrent progressivement des programmes d'adaptation aux changement climatiques comme par exemple le travail sur des variétés de semences résistantes à la sécheresse.

3) Dans la dernière catégorie on trouve les céréaliculteurs qui malgré une diversification notée chez la plupart d'entre eux et l'intégration de la rotation des cultures, sont la seule catégorie d'agriculteurs à utiliser systématiquement les intrants chimiques. Cela s'explique par le crédit fournisseur bonifié, soutenu par l'Etat, qui leur permet d'accéder facilement aux intrants et au programme public de soutien à la céréaliculture et qui favorise l'intensification. L'autre catégorie intéressante dans ce groupe c'est les comités de villages : ce sont des organisations traditionnelles dont l'existence est très ancienne et qui dans le passé étaient très impliqués dans la gestion collective des ressources notamment l'eau mais qui ont peu à peu perdu de leur représentativité et crédibilité. De plus ils ne sont pas inclusifs puisque les femmes n'y sont pas admises. Les autorités locales (mairie) de leur côté ont une vision sectorielle des problématiques agricoles et considèrent que leur rôle se limite à faciliter le déroulement des activités du projet sans y prendre part directement. L'adjoint au maire le confirme lors de la première rencontre avec les chercheurs du projet « *Nous allons mettre à votre disposition toute structure et vous fournirons toute autorisation nécessaire au bon déroulement du projet. Nous serons représentés par la conseillère agricole communale, de la direction des services agricoles qui a son bureau au sein de la mairie* ».

Les chercheurs ont assuré des fonctions de programmation, de coordination et de facilitation. Le principal biais avec lequel ils ont dû composer c'est d'être persuadé que l'approche participative pouvait à elle seule transformer les rapports de force. Or ceux-ci sont le résultat d'un contexte socioculturel, institutionnel et historique établi. Par exemple, il a été constaté que les agriculteurs et agricultrices qui ont le niveau d'instruction le plus élevé sont ceux qui s'expriment le plus dans les ateliers participatifs et qu'ils ne sont pas contredits par les autres. Les déséquilibres ne sont pas forcément constatés entre parties prenantes différentes, mais même au sein de la même organisation. Ce qui révèle des rapports de pouvoir internes souvent moins visibles mais tout aussi structurant.

La cartographie des parties prenantes est un outil qui permet de relever le rôle des acteurs avant de s'engager dans un projet de recherche pour pouvoir d'une part programmer le type de mobilisation à leur accorder et d'autre part de prévoir des actions pour plus d'inclusion des plus vulnérables d'entre eux. La cartographie des parties prenantes est un outil qui a été valorisé par d'autres auteurs (Atmajaya et al., 2025 ; Wong et al., 2025 ; Niggi et al., 2011).

2. Un diagnostic territorial participatif et inclusif

A-Un territoire fort d'une cohésion sociogéographique mais bousculé par les enjeux climatiques et économiques

La délimitation du territoire du Living Lab s'est faite suite aux entretiens semi-structurés avec les acteurs au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou : Direction des services agricoles, conservation des forêts, Instituts techniques (Institut de l'arboriculture et Institut des cultures maraîchères), association des consommateurs et chambre d'agriculture puis au niveau Daira : subdivision agricole, circonscription des forêts, puis au niveau des deux communes : association des femmes rurales, coopérative des éleveurs, conseillers agricoles, extracteurs d'huile, commerçants de produits locaux, agriculteurs et agricultrices. Le premier atelier de diagnostic territorial tenu au niveau de la zone, a confirmé cette délimitation.

Le territoire qui s'étale sur les deux communes de Yakouren et Azazga a été choisi pour instaurer le Living Lab, en raison de l'existence d'atouts susceptibles de favoriser la construction d'une cohésion territoriale définie comme étant la capacité d'un territoire à assurer un développement équilibré, à offrir un accès équitable aux services et aux opportunités, à promouvoir la coopération

entre les acteurs et à mettre en place une gouvernance efficace (Medeiros, 2016). Le territoire a un caractère montagneux et forestier. En effet, les deux communes partagent le massif forestier de Aït Ghovri qui s'étale sur 10343 ha, une forêt de chêne qui représente un peu plus de 50 % du territoire. Sur le plan social, la population des deux communes se distingue par son appartenance au même *arch* (tribu), mais aussi par l'implication des femmes dans les activités agricoles et dans les nouvelles formes d'organisation sociales (associations). Sur les plans économiques et agronomiques, l'agriculture a une place importante dans le territoire, la forme d'agriculture familiale et les systèmes de production agroforesterie et agropastoralisme sont prédominants. De plus, le territoire présente une assise importante en termes de pratiques agroécologiques.

Dans les deux communes les éleveurs exploitent la forêt en tant qu'espace de pâturage pour l'élevage bovin, ovin et caprin. Alors que l'Oued Sebaou permet une production céréalière irriguée sur les terres de plus basse altitude, à Azazga. Des initiatives précédentes ont construit autour de l'exploitation rationnelle et durable des ressources et la lutte contre les effets des changements climatiques. Il s'agit des programmes étatiques qui encouragent l'oléiculture, l'apiculture et d'initiatives locales d'organisations qui tentent de préserver les produits agricoles locaux comme pour l'association tharwa n Yakouren : une association de femmes engagée dans des activités socio-environnementales : renforcement des capacités des femmes rurales et facilitation de leur accès au soutiens étatiques dans les programmes de l'agriculture durable. Le rôle prépondérant de la situation de départ et de la cohésion territoriale dans la réussite des initiatives d'émergence de l'agroécologique sont des résultats obtenus par (Scherromm et al., 2020 ; Vandenbroucke, et al., 2020).

B- Des enjeux différenciés selon des facteurs sociaux, économiques et environnementaux

Les enjeux ont été identifiés grâce à plusieurs outils participatifs qui ont permis de procéder à des recoupements. Toutefois et afin de garantir une priorisation des enjeux à considérer dans la perspective de l'élaboration de scénarios de transition agroécologiques, un brainstorming en trois étapes a été organisé lors de l'atelier : proposition des enjeux en individuel, priorisation en binôme puis priorisation en groupe. Les différents groupes ont dû argumenter leurs choix et un vote par sticker a permis de faire une dernière sélection des principaux enjeux du territoire par rapport à la production agricole.

Les enjeux sélectionnés sont principalement liés aux effets des changements climatiques, notamment la diminution des précipitations et augmentation des températures. Pour des raisons sociodémographiques, la raréfaction des terres agricoles ne fait que s'accentuer et la main d'œuvre agricole diminuer. D'autres enjeux sont liés au potentiel local d'adaptation aux changements climatiques, notamment le danger de la déperdition des semences locales et la perte des savoirs- et savoirs faire pour composer avec les conditions locales difficiles.

Les ateliers et les entretiens organisés par la suite et qui ont permis la participation des différents acteurs et une composition diversifiée d'agriculteurs et d'agricultrices, ont permis de comprendre de façon plus précise ces enjeux selon la perspective des différentes parties prenantes. L'accès à la terre est par exemple plus complexe pour les femmes. Une agricultrice a trouvé une solution à ce problème « *J'exploite la terre d'un voisin qui vit à l'étranger. Il m'a permis d'installer une safranière, mais, je suis consciente qu'à tout moment, il peut me demander de l'enlever* », l'accès aux forêts pour le pâturage est plus important pour les éleveurs. Amar qui est éleveur de chèvre en profite pour ses chèvres « *Si je ne m'appuyais pas sur le pâturage en forêt, mon activité ne serait pas rentable* » et l'accès à l'eau est un problème pour tous.

C- Des types d'exploitations agricoles adaptées aux ressources naturelles et socioéconomiques

Grâce aux ateliers participatifs, aux entretiens et aux transects (Figure 1), des outils qualitatifs, les types d'exploitations agricoles ont été identifiés en tenant compte de leur diversité en termes d'accès aux ressources et de système de production. (Tableau 4).

Tableau 4. Types d'exploitations du territoire

Types d'exploitations	Principales caractéristiques
Petites exploitations familiales diversifiées (T1)	Représente la majorité des exploitations. Petites parcelles avec une superficie totale pouvant être < 1 ha, exploitées de façon optimale
Exploitations d'oliviers (T2)	Production d'huile d'olive pour autoconsommation et commercialisation notamment à Azazga
Exploitations d'élevage bovin laitier (T3)	En moyenne 5 vaches laitières. Le lait est livré à des laiteries locales ou régionales
Exploitations d'élevage de chèvres et ovins (T4)	Agropastoralisme grâce aux espaces forestiers
Exploitations de femmes (T5)	Exploitation des terres familiales, petite agriculture diversifiée, production de PAM
Exploitations céréalières (T6)	Les céréales sont en rotation avec les cucurbitacées, menées en irrigation grâce à l'eau de l'Oued Sebaou à Azazga les superficies sont > 5 ha

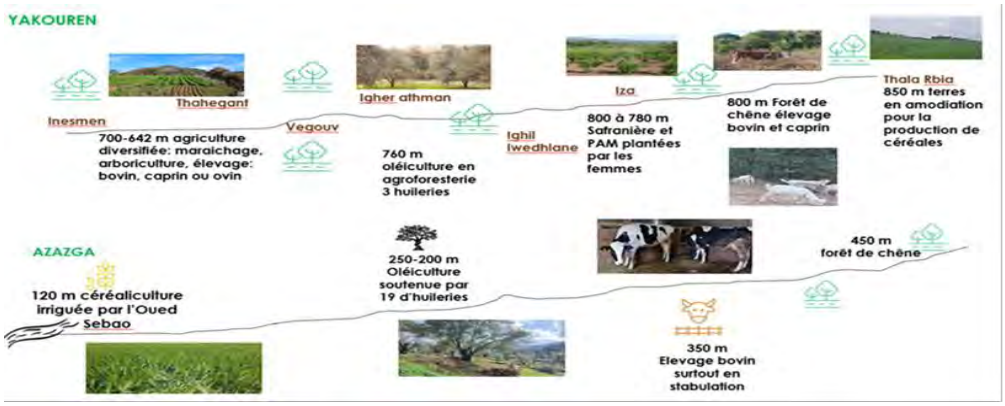
Même si l'élevage bovin et l'oléiculture sont les activités principales au niveau du territoire, le maraîchage et l'arboriculture associés dans un système agroforestier constituent également un système de production important dans le territoire. Ainsi, la plus grande partie des exploitations est de type familial diversifié. Les pratiques adoptées sont essentiellement agroécologiques : association de cultures, rotation, lutte biologique, utilisation de semences paysannes.

Le fait notable est qu'il existe une certaine souplesse dans l'utilisation des terres familiales non exploitées par leurs propriétaires. L'usage de celles-ci est cédé gratuitement ou moyennant la fourniture de produits agricoles, sans pour autant que ce soit contraignant. Ceci permet aux femmes agricultrices, qui sont souvent exclues de l'héritage foncier des terres agricole, de produire, souvent pour l'autoconsommation, mais aussi pour commercialiser des produits de terroir en circuit court, à la ferme, ou à travers des commerces spécialisés.

Le circuit court est le principal canal de commercialisation pour les femmes quelle que soit leur production. Cela leur permet d'assurer un complément de revenu au ménage en commercialisant différents produits, issus de semences locales, grâce à des pratiques agroécologiques et transformés, selon des procédés traditionnels. Mais dans la zone du Living Lab, on retrouve aussi des filières intégrées dans des chaines de valeur régionales et nationales comme celle de la production laitière, et des huiles végétales et essentielles, voire internationale, à petite échelle, comme c'est le cas de l'huile d'olive.

Un dernier type d'exploitations, qui fait exception par rapport aux autres, ce sont celles spécialisées en céréaliculture, qui sont plutôt engagés dans un système intensif, encouragé par les subventions et les crédits de campagne bonifiés, qui permettent un accès à moindre frais aux engrais chimiques et pesticides.

Figure 1. Transects réalisés au territoire du Living Lab



D. Des pratiques agroécologiques pour optimiser les petites parcelles et lutter Contre les effets des changements climatiques

Les pratiques agroécologiques identifiées sont nombreuses et sont de deux types. Celles qui sont traditionnelles, préservées et transmises surtout par les femmes et celles qui sont introduites et visent à améliorer la durabilité des systèmes de production soumis à différents défis : changement climatique, démographiques et économiques.

Cinq catégories de pratiques sont recensées dans le territoire 1) Diversification, association et rotation des cultures ; 2) Agroforesterie ; 3) Gestion et conservation des sols et de l'eau ; 4) Lutte biologique et mécanique, autres alternatives aux pesticides ; 5) Adoption des semences paysannes. (Tableau 5).

Les résultats montrent que les pratiques agroécologiques adoptées dans ce territoire montagneux et forestier sont motivées par l'optimisation des parcelles agricoles qui sont de petite taille et souvent en pente. Ainsi, l'association et la diversification des cultures au sein d'une même parcelle constituent une stratégie permettant d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles et d'assurer une production diversifiée de produits agricoles de saison. Cette production est principalement destinée à l'autoconsommation du ménage, tandis que les surplus sont écoulés sur les marchés, contribuant ainsi à la génération de revenus complémentaires.

Les agriculteurs du type T1, T2, et T5, sont ceux qui adoptent le plus ces pratiques en raison de la petite taille des parcelles qu'ils exploitent. Alors que les céréaliculteurs se concentrent surtout sur la rotation avec les cucurbitacées (melon, pastèques) pour optimiser leur valeur ajoutée. Les pratiques agroécologiques adoptées par les éleveurs (T3 et T4) concernent l'exploitation des espaces forestiers pour le pâturage et pour s'approvisionner en aliments du bétail. Les Types T1, T2 et T5 sont ceux qui adoptent le plus les pratiques qui permettent de préserver les ressources naturelles en ayant recours à différentes formes de lutte biologiques et la fertilisation organique et en préservant et échangeant les semences paysannes. Les pratiques liées au stockage de l'eau et à la préservation de l'humidité dans les plantes sont aussi adoptées par ces trois types d'exploitations qui pratiquent une agriculture déjà fortement ancrée dans l'agroécologie.

Tableau 5. Pratiques agroécologiques par types d'exploitations

Type de pratiques agroécologiques	Pratiques agroécologiques	Type d'exploitations
Diversification, association et rotation des cultures	Culture des légumes de saison : absence de cultures sous serre	Petites exploitations familiales diversifiées (T1)
	Diversification des espèces arboricoles sur une même parcelle surtout oliviers, figuiers, citronniers pommiers, poiriers ; diversification pour l'élevage : bovin, caprin, ovin, aviculture et apiculture	Exploitations d'oliviers (T2) Exploitations de femmes (T5)
	Associations de cultures : vigne-fève ; haricot-maïs et haricots-maïs-courges ; vesce avoine-féverole	
	Rotations : oignon-petit pois-fève ; pomme de terre- oignon et/ou pomme de terre- ail ; pomme de terre-tomate ou piment ; fève ou fèverole-melon ou concombre	
	Rotation : céréales-cucurbitacées	Exploitations céréalières (T6)
Agroforesterie et agropastoralisme	Pâturage en forêt et utilisation des feuillages des arbres forestiers	Exploitations d'élevage bovin laitier (T3) et exploitations de caprin et ovin (T4)
	Association arboriculture et/ou maraichage associé au figuier de barbarie	Petites exploitations familiales diversifiées (T1) Exploitations d'oliviers(T2)
	Olivier-fèves et olivier-fèves-petits-pois	Exploitations de femmes (T5)
Gestion et conservation des sols et de l'eau	Gestion eau : mulching sur oliviers et figuiers, collecte de l'eau de pluie, réalisation des cuvettes	Petites exploitations familiales diversifiées (T1) Exploitations d'oliviers (T2) Exploitations de femmes (T5)
	Gestion du sol : banquettes ; enfouissement des déchets des légumineuses ; semis en courbes de niveau ; confection de cordons pierreux dit *Aghledh*, construction de murets, engrais organiques (fumier bovin et caprin, jus de fumier)	
Lutte biologique et mécanique, autres alternatives aux pesticides	Adoption de semences locales plus résistantes et leur protection par l'utilisation de l'ail et de l'huile d'olive, protection des semences locales contre les bruches par saupoudrage du poivre noir ; association de semences de menthe pouliot, de lentisque et de laurier	Petites exploitations familiales diversifiées (T1) Exploitations de femmes (T5) Exploitations d'oliviers (T2)
	Protection des plants de tomate par l'installation de fougère et utilisation de l'osier comme tuteur ; protection de la courge avec de la paille ; mélange de la cendre et l'eau : pour badigeonner les troncs d'arbre et l'oignon ; fumigation	
Semences paysannes	Existence et utilisation de semences paysannes locales comme pour le haricot à œil noir, citrouille, haricot vert, tomate, concombre, pomme de terre etc. ; sélection massale ; échanges de semences entre agriculteurs pour le maintien des semences locales	Petites exploitations familiales diversifiées (T1) Exploitations de femmes (T5) Exploitations d'oliviers (T2)

3. Faire émerger un dispositif participatif durable à partir d'une plateforme d'échange

Le dispositif participatif mis en place a permis, après le diagnostic d'accompagner les étapes de co-construction de scénarios de transition agroécologique et la concrétisation d'ensembles d'innovations sociotechniques. Trois ensembles ont fini par émerger à partir de cette démarche.

Le premier ensemble d'innovations résulte des éléments identifiés dans le diagnostic territorial et deux ateliers organisés avec les agriculteurs et le *comité de suivi*, qui ont mis en évidence la question cruciale de l'accès à la terre pour les agriculteurs du Living Lab. La réduction de la superficie agricole, rend urgent le maintien et l'amélioration de la qualité des sols afin de préserver et d'améliorer les rendements agricoles. La forte présence de l'élevage dans le territoire rend cet objectif réalisable. D'autant plus que la fertilisation organique est assez adoptée dans le territoire par les agriculteurs. Toutefois, au cours des ateliers les agriculteurs ont souhaité diversifier les formes de fertilisants organiques et ont souhaité un échange de connaissances entre eux et avec des spécialistes sur les différentes formes de compost et de jus de fumier afin d'optimiser les différentes ressources existantes dans ce domaine. Les expérimentations menées, auprès des agriculteurs, sur la diversification des engrais organiques, notamment la diffusion de la fertilisation organique liquide : le jus de fumier et de différents types de compost, ont été accompagnées de sessions de formation et de démonstration. La production de ces engrais liquides et composts a notamment été lancée par une coopérative créée par les agriculteurs du Living Lab, après que le projet ait démontré leur intérêt. Après la présentation des résultats des expérimentations lors d'une formation sur les différentes formes de fertilisation organique, organisée dans le cadre du projet NATAE, un agriculteur à Azazga, considère que « *L'engrais liquide est une découverte pour moi. Je me rends compte que ce n'est pas difficile de le préparer et que les résultats sont intéressants. Je vais l'essayer* ».

La deuxième catégorie d'innovations sociotechniques vise également à mobiliser les agriculteurs et les parties prenantes, y compris la première coopérative créée, afin de promouvoir les semences locales. Le président de la coopérative explique que « *Nous nous sommes rendus compte que les semences que nous avons hérité de nos parents sont en train de disparaître progressivement, même si nous les échangeons entre nous et les préservons comme nous pouvons, mais la création d'un mécanisme où les différents segments sont maîtrisés : la production, le stockage et la commercialisation par la coopérative, permettra de les préserver plus efficacement* ».

D'où le projet de création d'un système de multiplication, de conservation et de commercialisation de ces semences et d'une banque de semences communautaire. Les expérimentations ont permis d'identifier les espèces les plus pertinentes (haricots à œil noir, tomates, oliviers et plantes aromatiques et médicinales (PAM)) et de démontrer, pour certaines, leur résistance à des conditions climatiques difficiles et leur potentiel pour une futur labellisation. Il a également été démontré que les femmes ont un rôle important à jouer dans la préservation et la multiplication de ces semences.

Enfin, le troisième ensemble d'innovations concerne les plantes aromatiques et médicinales (PAM), qui constituent un levier potentiel pour améliorer l'accès des femmes aux ressources foncières. En effet, leur culture en milieu forestier, dans le cadre de systèmes agroforestiers, offre aux femmes de nouvelles opportunités de valorisation des terres forestières tout en favorisant des pratiques compatibles avec les objectifs de la transition agroécologique. Leur organisation au sein d'une coopérative, la deuxième créée dans le cadre du projet, leur permet de bénéficier d'un accès à l'aide, à la formation et à des opportunités de commercialisation, tout en contribuant à la préservation de la biodiversité en limitant la cueillette incontrôlée des plantes aromatiques et médicinales dans la forêt et en prévenant la dégradation de l'environnement. Dans ce cas également, un groupe de parties prenantes, membres du comité de suivi : instituts techniques, opérateur privé producteur d'huiles essentielles, direction des services agricoles, a soutenu les agricultrices par le biais de formations, de la création de coopératives et de la commercialisation des produits.

Les trois ensembles d'innovations montrent que pour garantir la continuité de la dynamique collective et inclusive créée, grâce à l'approche participative adoptée dans le projet, la coopérative peut jouer le rôle d'interlocuteur et d'intermédiaire pour les agriculteurs. Cela permettra de poursuivre le processus de co-apprentissage initié dans le projet et maintenir les parties prenantes du *comité de suivi* et au-delà. L'efficacité de l'action collective à travers les coopératives, pour la transition agroécologique, est aussi démontrée par Milou et al. 2024 ; Pignal et al., 2019 et Di Bianco et al., 2019.

Toutefois, il serait trop ambitieux de dire que les enjeux identifiés et les contraintes rencontrées ont été traitées entièrement et efficacement. Il existe des aspects d'ordre institutionnels et règlementaires qui peuvent limiter la concrétisation de certaines mesures proposées par les acteurs locaux. Par exemple la pénurie d'eau n'a pas été traitée en termes de stockage et d'économie de l'eau. Pourtant il s'agit du principal problème exposé par les agriculteurs. C'est dû au fait que cette problématique est prise en charge par les services des ressources en eau qui appliquent une règlementation très stricte, en termes de réalisation d'ouvrages de stockage de l'eau. Ceci engendre des démarches chronophages inutiles pour les agriculteurs. De plus, les dispositifs traditionnels de mobilisation des eaux de sources, une stratégie d'adaptation, qui a longtemps été efficace ne l'est plus aujourd'hui, car plusieurs sources se sont taries, en raison de la quasi disparition des chutes de neiges et l'affaiblissement des précipitations. Ceci rejoint les résultats de Kapoor, 2004 et Ison, 2017 qui montrent que l'approche participative ne conduit pas forcément à des résultats probants lorsque des contraintes règlementaires ou institutionnels se présentent.

Une autre limite concerne les difficultés à ne pas composer avec les comportements et les rapports de force existants dans le territoire. Ce problème a été rencontré dans le Living Lab dans la mesure où, l'accès des femmes à la terre est limité. Celles-ci sont traditionnellement exclues de l'héritage foncier, alors qu'elles sont très impliquées dans quasiment toutes les activités agricoles. Elles sont même majoritaires pour certaines cultures comme les PAM, mais il n'a pas été possible de changer cette situation et il a fallu recourir à la demande de terres forestières par les femmes pour développer la production de PAM. Ce résultat montre que lorsqu'il s'agit de normes sociales, l'approche participative ne permet pas, souvent, de provoquer le changement nécessaire pour atteindre les objectifs en termes de développement mais qu'il faut intégrer ces normes dans les scénarios à adopter. Les normes sociales en tant que limite de la participation a été évoqué par plusieurs auteurs dont Leeuwis, 2013 et Werner, 2024.

IV – Conclusion

Grâce à l'approche participative adoptée pour accompagner la création des conditions de la transition agroécologique dans une zone montagneuse, des dispositifs autour de coopératives devraient permettre la durabilité des actions collectives et de co-apprentissage initiées dans le cadre de la plateforme : le *comité de suivi* créé pour permettre aux parties prenantes et aux agriculteurs de réfléchir et agir ensemble.

Cette démarche participative et multiacteurs a déjà généré de l'impact sur quatre aspects. En premier lieu, le renforcement des compétences pratiques agroécologiques et organisationnelles après l'identification des besoins en formations. A ce titre, les demandes de formation identifiées au cours des ateliers ont abouti à l'organisation de sessions de formations animées en majorité par des membres du comité de suivi : création et fonctionnement des coopératives agricoles, préparation et utilisation de différentes formes de fertilisants organiques, production et conservation de semences locales et la production de plantes aromatiques et médicinales 2) la mobilisation des femmes et la prise en compte de leurs besoins et leur implication dans la transition agroécologique à travers leur participation aussi bien au diagnostic qu'à la proposition de scénarios de transition. Elles ont été les principales concernées par l'enjeu de l'accès à la terre, ont participé à proposer l'agroforesterie comme solution, notamment en intégrant les plantes aromatiques et médicinales dans le dispositif, ont créé une coopérative de production des PAM et ont introduit des demandes de terrains forestiers pour l'extension de la production 3)

L'émergence de nouvelles organisations de gouvernance en l'occurrence des coopératives agricoles pour la structuration des chaines de valeur, en l'occurrence des PAM, de l'huile d'olive et la préservation des semences paysannes en déperdition. De plus, ceci permettra aux agriculteurs d'assurer la durabilité des relations créées avec les autres parties prenantes et renforcer leur pouvoir de négociation vis-à-vis des clients et des institutions, 4) le renforcement des capacités et du réseautage entre agriculteurs en mobilisant les compétences des acteurs du *comité de suivi* et en créant des espaces d'échange et de démonstration autour des expérimentations réalisées.

Remerciements

Ce travail a été possible grâce au soutien du projet NATAE financé par l'union européenne et coordonné par l'Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier.

Références

Akpatcho, H. L., Crinot, G., Sinha, M., Adegbola, P. Y., & Yabi, J. A. (2022). Analyse de l'evolution de la typologie des exploitations cotonnieres engagees dans la transition agroecologique au Benin et pratiques agroecologiques. *Agronomie Africaine*, *34*(3), 479–491. https://www.ajol.info/index.php/aga/article/view/240000

Atmajaya, R., Hasan, N., Handayani, L., Iqbal Rifa'i, M., & Xavier, U. (2025). Stakeholder mapping analysis of organic agriculture development: A power-interest grid approach (case study of Karanganyar Regency, Central Java Province, Indonesia). In Z. Rozaki, Triyono, Widodo, Susanawati, M. Senge, A. A. Aziz, M. M. Tjale, A. B. Robani, P. Saiyut, M. F. Bin Kamarudin, J. Sharifuddin, H. Basha, Z. Pengfei, Y. Witono, J. H. Mulyo, & B. Krisnamurthi (Eds.), *E3S Web of Conferences* (Vol. 665, p. 01022). EDP Sciences. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202566501022

Auclair, L., Romagny, B., & Mohammed, A. (2021, June 17). *Enjeux autour de l'agroécologie politique : Quelques éléments pour introduire le débat*. Journées d'études internationales " Éducation, territoires et environnement au temps de l'anthropocène ", Corte, France. https://ird.hal.science/ird-03546234

Aye, Z. C., Castella, J.-C., Xiong, M., Phimmasone, S., & Ehrensperger, A. (2024). How to measure agroecology? A rapid appraisal approach based on focus group discussions. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *48*(10), 1428–1461. https://doi.org/10.1080/21683565.2024.2386477

Bestani, A., & Zaoui, B. (2014). La coopération internationale pour la mise en œuvre d'une démarche participative dans les politiques de développement rural en Algérie. *Revue Internationale Animation, Territoires Et Pratiques Socioculturelles*, (6), 1–12. https://doi.org/10.55765/atps.i6.245

Bianco, S. D., Arfa, N. B., Ghali, M., Turpin, É., & Daniel, K. (2019). Les coopératives agricoles dans la transition écologique des agriculteurs. Les dispositifs de preuve de l'intérêt économique. *Économie Rurale*, (368), 75–93. https://doi.org/10.4000/economierurale.6768

Boufenik, F. (2015). Les perspectives du développement durable en Algérie, une piste : L'intégration du genre dans l'approche des activités génératrices de revenu. *Revue Algérienne d'Economie et Gestion*, *8*(1), 22–40. https://asjp.cerist.dz/en/article/7009

Chanyau, L., & Rosenberg, E. (2023). Women farmers leading and co-learning in an agroecology movement at the intersections of gender and climate. *Agenda*, *37*(3), 124–140. https://doi.org/10.1080/10130950.2023.2239313

Cooke, B., & Kothari, U. (Eds.). (2001). *Participation: The new tyranny?* Zed Books.

Cornwall, A. (2003). Whose voices? Whose choices? Reflections on gender and participatory development. *World Development*, *31*(8), 1325–1342. https://doi.org/10.1016/S0305-750X(03)00086-X

Duru, M., Therond, O., & Fares, M. (2015). Designing agroecological transitions; a review. *Agronomy for Sustainable Development*, *35*(4), 1237–1257. https://doi.org/10.1007/s13593-015-0318-x

Fleury, J. M. (2000). *Les "terrasseurs" de montagnes. La viabilité de l'agriculture de montagne* (Un Flash du CRDI No. 5). CRDI, Canada. http://hdl.handle.net/10625/22820

Gaynor, N. (2014). The tyranny of participation revisited: International support to local governance in Burundi. *Community Development Journal*, *49*(2), 295–310. https://doi.org/10.1093/cdj/bst031

Honoré, F., Carré, C., & Robert, C. (2024). Entre rupture et inscription dans un territoire : Saisir les expériences paysannes en agroécologie forte. *Géographie, Économie, Société*, *26*(2–3), 399–423. https://doi.org/10.1684/ges.2024.20

Ison, R. (2017). *Systems practice: How to act. In situations of uncertainty and complexity in a climate-change world* (2nd ed.). Springer London. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-7351-9

Kapoor, I. (2004). Donor participatory governance evaluation: Initial trends, implications, opportunities, constraints. *Journal of International Development*, *16*(2), 157–170. https://doi.org/10.1002/jid.1057

Leeuwis, C. (2013). *Communication for rural innovation: Rethinking agricultural extension* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.

López-García, D., Calvet-Mir, L., Di Masso, M., & Espluga, J. (2019). Multi-actor networks and innovation niches: University training for local Agroecological Dynamization. *Agriculture and Human Values*, *36*(3), 567–579. https://doi.org/10.1007/s10460-018-9863-7

López-García, D., Cuéllar-Padilla, M., De Azevedo Olival, A., Laranjeira, N. P., Méndez, V. E., Peredo Y Parada, S., Barbosa, C. A., Barrera Salas, C., Caswell, M., Cohen, R., Correro-Humanes, A., García-García, V., Gliessman, S. R., Pomar-León, A., Sastre-Morató, A., & Tendero-Acín, G. (2021). Building agroecology with people. Challenges of participatory methods to deepen on the agroecological transition in different contexts. *Journal of Rural Studies*, *83*, 257–267. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.02.003

Medeiros, E. (2016). Territorial cohesion: An EU concept. *European Journal of Spatial Development*, *14*(1), 1–30. https://doi.org/10.5281/ZENODO.5141339

Méndez, V. E., Bacon, C. M., & Cohen, R. (2013). Agroecology as a transdisciplinary, participatory, and action-oriented approach. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *37*(1), 3–18. https://doi.org/10.1080/10440046.2012.736926

Milou, C., & Del Corso, J.-P. (2024). Coopérative agricole : Un intermédiaire possible de projets de développement territorial ? L'exemple d'une action collective en agroécologie. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, (4), 511–532. https://doi.org/10.3917/reru.244.0511

Moneyron, A., LMC, Westhalten group, Lallemand, J. F., Schmitt, C., Perrin, M., Soustre-Gacougnolle, I., & Masson, J. E. (2017). Linking the knowledge and reasoning of dissenting actors fosters a bottom-up design of agroecological viticulture. *Agronomy for Sustainable Development*, *37*(5), 41. https://doi.org/10.1007/s13593-017-0449-3

Niggi, M., Okoba, B., Aberman, N.-L., & Birner, R. (2011). *A stakeholder map for climate change adaptation in Kenya's agriculture sector*. International Food Policy Research Institute. https://hdl.handle.net/10568/154404

Ohly, H., Ibrahim, Z., Liyanage, C., & Carmichael, A. (2023). A scoping review of participatory research methods in agroecology studies conducted in South Asia. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *47*(2), 306–326. https://doi.org/10.1080/21683565.2022.2138674

Parfitt, T. (2004). The ambiguity of participation: A qualified defence of participatory development. *Third World Quarterly*, *25*(3), 537–555. https://doi.org/10.1080/0143659042000191429

Pereira, C., Zarghami, A., Teixeira, E., & Araújo, E. (2025). Stakeholder mapping for a nature-based solutions project: A comprehensive approach for enhanced participation and co-creation. *Sustainability*, *17*(18), 8416. https://doi.org/10.3390/su17188416

Pignal, A.-C., Lucas, V., Boulet, A., Blondel, L., Gasselin, P., & Cittadini, R. (2019). CAP VERT - Comprendre, vivre et accompagner la transition agroécologique en collectif. *Innovations Agronomiques*, 165–180. https://doi.org/10.15454/A81S0Q

Rahmani, N. (2019). Approches participatives en foresterie dans l'utilisation des produits forestiers non ligneux en Algérie. *Forêt Méditerranéenne*, *XL*(3), 285–288. https://www.foret-mediterraneenne.org/fr/catalogue/id-2202-approches-participatives-en-foresterie-dans-l-utilisation-des-produits-forestiers-non-ligneux-en-algerie

Rivera-Ferre, M. G. (2018). The resignification process of agroecology: Competing narratives from governments, civil society and intergovernmental organizations. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *42*(6), 666–685. https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1437498

Sachet, E., Mertz, O., Le Coq, J.-F., Cruz-Garcia, G. S., Francesconi, W., Bonin, M., & Quintero, M. (2021). Agroecological transitions: A systematic review of research approaches and prospects for participatory action methods. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *5*, 709401. https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.709401

Scheromm, P., Rixen, A., Laurens, L., & Soulard, C.-T. (2020). Les acteurs publics locaux et l'écologisation de l'agriculture : Entre territorialisation de l'agroécologie et écologisation des territoires. *Développement Durable et Territoires*, *11*(1), 17367. https://doi.org/10.4000/developpementdurable.17367

Sébastien, L. (2014). Le territoire, un système socio-patrimonial décrypté par le modèle de l'acteur en 4 dimensions. *Nouvelles Perspectives En Sciences Sociales*, *10*(1), 283–329. https://doi.org/10.7202/1028442ar

Vandenbroucke, P., Jabrin, M., Guirimand, L., Heinisch, C., & Brives-Beaume, H. (2020). Le territoire comme catalyseur de la transition agroécologique. In C. Bosc & M. Arrignon (Eds.), *Les transitions agroécologiques en France : Enjeux, conditions et modalités du changement* (pp. 113–130). Presses Universitaires Blaise-Pascal. https://hal.science/hal-03128715

Werner, K. (2024). Enacted institutions, participatory sense-making and social norms. *Synthese*, *203*(5), 152. https://doi.org/10.1007/s11229-024-04569-0

Wong, C., & Moghimi, A. (2025). Stakeholder mapping of precision weeding commercialization ecosystem in California. *Agricultural Systems*, *222*, 104152. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.104152

Wymann von Dach, S., Romeo, R., Vita, A., Wurzinger, M., & Kohler, T. (2013). *L'agriculture de montagne est une agriculture familiale. Une contribution des régions de montagne à l'Année internationale de l'agriculture familiale 2014*. FAO, CDE, Boku. https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i3480f

Effects of the zucchini and coriander cultural association on the regulation of pests, weed flora and pollinator biodiversity in an agroecological system

Study in a semi-arid zone at the "Ait Othmane" Living Lab (Morocco)

Nabil Zainou[1], **Hatim Amessaghrou**[1,2], **Aourouche Oussama**[1,2], **El Omry Outmane**[2,3], **Zoubir Chattou**[1], **Echchgadda Ghizlane**[1]

[1]Department of Plant Protection and Environment, Agroecology Unit, National School of Agriculture of Meknes, BP S 40, Meknes 50001, Morocco

[2]Department of Plant Production, Protection and Biotechnology, Hassan II Institute of Agronomy and Veterinary Sciences, Rabat, Morocco

[3]Laboratory of Biotechnology and Environment, Agri-Food and Health, Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, Sidi Mohammed Ben AbdellahUniversity, P.O. Box 1796 (Atlas) 30000 Fez, Morocco

Abstract. In semi-arid contexts, agroecology provides sustainable alternatives to conventional farming, notably through intercropping. This study, conducted under the NATAE project (Fostering agroecology transition in North Africa through multi-actor, evaluation, and networking), aimed to quantify the effects of zucchini (*Cucurbita pepo* L.) and coriander (*Coriandrum sativum* L.) intercropping on pest regulation, spontaneous flora, pollinator diversity and natural enemies, as well as on agronomic performance. The experiment was implemented in the “Ait Othmane” Living Lab using a randomized complete block design comparing zucchini monoculture (T0) with zucchini–coriander intercropping (T1). Methods combined quadrat-based floristic surveys, insect sampling (pan traps, sweep netting and beating) and monitoring of zucchini agronomic traits (growth, flowering and fruiting). Data were analysed using ANOVA and biodiversity indices. Intercropping significantly increased leaf area ($p = 0.047$) and flowering (male flowers $p = 0.041$; female flowers $p = 0.010$). After weeding, mean spontaneous-plant density was 45.3% lower in T1 than in T0 (35 vs. 64 plants m^{-2}; $p = 0.031$). Aphid density was 35.4% lower in T1 ($p = 0.012$), while the mean number of colonies decreased by 38.1% ($p = 0.009$). Across the full insect dataset, natural enemies accounted for 41.6% of individuals in T1 versus 20.9% in T0. Sweep-net sampling showed higher species richness and overall diversity in T1 ($p = 0.019$ and $p = 0.015$, respectively). Overall, zucchini–coriander intercropping enhanced several indicators associated with biological control and pollination while contributing to non-chemical management of spontaneous flora.

Keywords. Agroecology – Intercropping – Cucurbita pepo – Coriandrum sativum

Titre. Effets de l’association culturale Courgette et Coriandre sur la régulation des bioagresseurs, la flore adventice et la biodiversité des pollinisateurs dans un système agroécologique Étude en zone semi-aride au sein du Living Lab « Ait Othmane » (Maroc)

Résumé. *En contexte semi-aride, l’agroécologie offre des alternatives durables à l’agriculture conventionnelle, notamment grâce aux associations culturales. Cette étude, menée dans le cadre du projet NATAE (Fostering agroecology transition in North Africa through multi-actor, evaluation, and networking), a évalué les effets de l’association courgette (Cucurbita pepo L.)–coriandre (Coriandrum sativum L.) sur la régulation des ravageurs, la flore spontanée, la diversité des pollinisateurs et des ennemis naturels, ainsi que sur les performances agronomiques. L’expérimentation a été conduite au sein du Living Lab « Ait Othmane » selon un dispositif en blocs complets randomisés comparant une monoculture de courgette (T0) à une association courgette–coriandre (T1). La méthodologie a combiné des relevés floristiques par quadrats,*

l'échantillonnage de l'entomofaune (pièges colorés, filet fauchoir et battage) et le suivi des paramètres agronomiques. Les données ont été analysées par ANOVA et à l'aide d'indices de biodiversité. L'association a augmenté significativement la surface foliaire (p = 0,047) et la floraison (fleurs mâles p = 0,041 ; fleurs femelles p = 0,010). Après désherbage, la densité moyenne de la flore spontanée était inférieure de 45,3 % en T1 par rapport à T0 (35 contre 64 plantes m^{-2} ; p = 0,031). La densité des pucerons était inférieure de 35,4 % en T1 (p = 0,012) et le nombre moyen de colonies de 38,1 % (p = 0,009). Dans l'ensemble des captures, les ennemis naturels représentaient 41,6 % des individus en T1 contre 20,9 % en T0. Les captures au filet fauchoir ont montré une richesse spécifique et une diversité globale plus élevées en T1 (p = 0,019 et p = 0,015, respectivement). Dans l'ensemble, l'association courgette–coriandre a amélioré plusieurs indicateurs associés au contrôle biologique et à la pollinisation tout en contribuant à une gestion non chimique de la flore spontanée.

Mots-clés. *Agroécologie – Association culturale – Cucurbita pepo – Coriandrum sativum*

I – Introduction

In a context of climate change, biodiversity erosion, soil degradation and dependence on synthetic inputs, the ecological limitations of intensive agricultural systems are increasingly documented. Systems based on monoculture and strong reliance on pesticides can weaken functional biodiversity and natural pest-regulation mechanisms (Altieri & Nicholls, 2004). In response, agroecology adopts a systems approach that mobilizes biological regulation, functional biodiversity and crop diversification to improve agroecosystem resilience and ecosystem services (FAO, 2018; Wezel et al., 2009).

Among the major agroecological levers is plant diversification, particularly through intercropping. By increasing habitat heterogeneity at plot level, diversified systems can contribute to pest regulation, support natural enemies and strengthen ecosystem services such as pollination (Kremen & Miles, 2012; Landis et al., 2000; Letourneau et al., 2011). More broadly, crop diversification is studied as a lever for reducing pesticide use when integrated with ecological and socio-economic approaches (Thomine et al., 2022). Habitat management and the provision of resources such as refuges, nectar and pollen are also recognized strategies for conserving natural enemies of crop pests (Gurr et al., 2017; Landis et al., 2000).

In semi-arid Mediterranean market-gardening systems, integrating flowering companion plants can increase the local availability of floral resources. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) flowers are visited by diverse bees and other flower-visiting insects (Bendifallah et al., 2013), while Moroccan agroecosystems host a diverse pollinator fauna, including wild bees visiting zucchini and other crops (El Abdouni et al., 2022). More broadly, companion plants can alter aphid host-location through volatile-mediated mechanisms and provide resources to natural enemies (Ben-Issa et al., 2017). Field experiments have also shown that flowering coriander can attract hoverflies and, depending on context and season, be associated with reduced pest infestation in cabbage (Morris & Li, 2000).

It is in this context that zucchini–coriander intercropping (*Cucurbita pepo* L.–*Coriandrum sativum* L.) was evaluated as a form of functional diversification. Zucchini can be colonized by aphids, including *Aphis gossypii*, and plant–aphid interactions can alter subsequent aphid dispersal behaviour (Coppola et al., 2018). Introducing coriander into the plot could therefore contribute to (i) modifying pest pressure through associational effects and support for beneficial organisms, (ii) influencing spontaneous-plant dynamics through additional vegetation cover and competition, and (iii) enhancing functional biodiversity, including pollinators and natural enemies (Gurr et al., 2017; Letourneau et al., 2011).

The study was conducted within a Living Lab approach in a semi-arid Moroccan environment as part of the NATAE project, “Fostering agroecology transition in North Africa through multi-actor, evaluation, and networking”, which uses Living Labs and a multi-actor co-creation and co-learning approach (European Commission, 2022). The study is also situated within the broader context of Morocco’s Generation Green 2020–2030 agricultural strategy (Agency for Agricultural Development, 2020).

The central issue is to examine the extent to which the zucchini–coriander combination improves pest regulation, while influencing spontaneous plant diversity, pollinator biodiversity and natural enemies, compared to a monoculture system. The main objective is to evaluate the effect of this cultural association on these biological and agronomic components in an agroecological system in a semi-arid environment, to contribute to the production of operational references useful to farmers and decision-makers in sustainable agriculture.

II – Materials and methods

1. Experimental site

The study was carried out at the agroecological platform of the National School of Agriculture of Meknes (ENAM), located in the commune of Sidi Slimane Moulkifane, Morocco (33°40′15.909" N; 5°36′47.825" W), at an altitude of 645 m. This experimental site is part of the "Ait Othmane" living lab of the NATAE project, dedicated to the evaluation of agroecological practices in real production conditions.

The climate of the region is semi-arid Mediterranean, with an average annual temperature of 17.4 °C and an average annual rainfall of 509 mm. The soil of the site is of a clayey-silty texture, characterized by an alkaline pH of 8.59, an organic matter content of 2.08% and a cation exchange capacity of 27.38 cmol(+)/kg, which corresponds to conditions representative of the market gardening systems of the region.

2. Plant material and cultivation management

The experiment focused on zucchini (*Cucurbita pepo L.*, F1 squash-type hybrid) as the main crop and coriander (*Coriandrum sativum L.*, commercial seeds) as a companion plant. Soil fertility was optimised by the addition of 30 t/ha of organic compost (i.e. 21 kg/elementary plot), incorporated during the preparation of the land.

Sowing was carried out between 18 and 22 April. The zucchini was sown in pockets (3 seeds) with a spacing of 50 cm on the row and between the rows. In the associated treatment, coriander was sown in interlayers with a spacing of 35 cm.

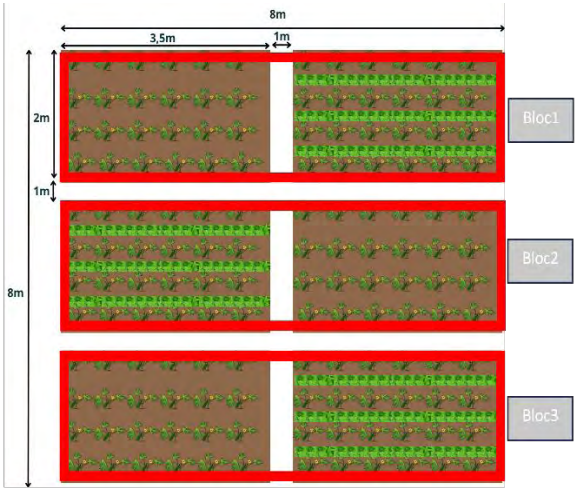
3. Experimental design

The trial was conducted in a randomized complete block design (RCBD) with three blocks and two treatments (Figure 1):

T0: zucchini in monoculture (control)

T1: zucchini combined with coriander

Figure 1. Randomized complete block design (RCBD) with three blocks and two treatments: T0 = zucchini monoculture, T1 = zucchini–coriander intercropping



Each treatment consisted of three replicates, for a total of six elementary plots, and one elementary plot was 7 m² (3.5 m × 2 m). The plots were separated by a distance of 1 m to limit interference between treatments and to facilitate cultivation operations.

4. Agronomic measurements

The agronomic performance of zucchini was evaluated through the monitoring of several parameters, including vegetative growth (plant height, leaf area, number of leaves), flowering (number of male and female flowers) and production (number of fruits and yield).

These measurements were carried out at two stages of development, corresponding to 30 and 40 days after sowing, to assess the growth and production dynamics of the plants.

5. Spontaneous plant community assessment

The spontaneous plant community was studied using floristic surveys carried out with 0.5 m² quadrats. In each elementary plot, three quadrats were randomly arranged to estimate the density and floristic composition of the spontaneous flora.

The parameters analysed included density, species richness and relative abundance of species, allowing to characterise the effect of treatments on spontaneous plant community dynamics.

6. Sampling of insect fauna

Crop-associated entomofauna was sampled using pan traps, supplemented by direct observations, sweep netting and threshing.

In each elementary plot, three coloured traps (yellow, blue and white) were installed to maximize the capture of the different functional groups.

Three trapping sessions by Pan Trap were carried out during the flowering period, on June 3, 16 and 23 respectively. Each session was conducted over a period of 24 hours, in weather conditions favourable to insect activity.

The insects collected were then identified and classified into pests, pollinators and natural enemies.

7. Statistical analysis

Statistical analyses were performed using SPSS software. Differences between treatments were assessed by analysis of variance (ANOVA). Biodiversity indices, including species richness and the Shannon index, were calculated to characterize the diversity of the communities studied.

The statistical significance level was set at $p < 0.05$. Results are expressed as means accompanied by their standard deviation (SD).

III – Results

1. Results of agronomic parameters

A. Vegetative Growth Results

The results show that at 30 days after sowing (DAS), the height of the plants shows a slight superiority in monoculture (T0: 25.15 cm) compared to the association (T1: 23.15 cm). This trend is confirmed at 40 DAS, with 28.10 cm for T0 against 25.93 cm for T1.

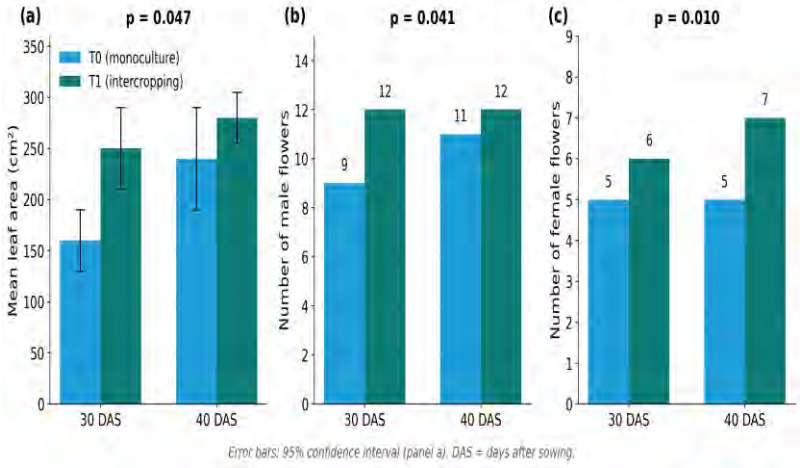
However, the analysis of variance (ANOVA) shows that this difference is not statistically significant ($p > 0.05$). Despite this, the continuous increase in height in both treatments shows vigorous growth and adaptation of zucchini to the semi-arid environment (Supplementary Figure S1a).

The dynamics of the number of leaves per plant show that at 30 days, the T1 treatment had a slight advance (13 leaves) compared to 11 leaves for the control. At 40 DAS, the trend was reversed with 16 leaves in monoculture compared to 13 leaves in T1. Statistical analysis indicates no significant difference ($p = 0.848$), indicating that the overall leaf architecture of zucchini is not durably altered by the cultural association (Supplementary Figure S1b).

Analysis of the leaf area reveals the most significant vegetative impact. At 30 DAS, the average surface area was 250 cm² in T1 against 160 cm² in T0, a superiority confirmed at 40 DAS (280 cm² in T1 against 240 cm² in T0).

ANOVA confirms a significant effect of treatment ($p = 0.047$) on this parameter (Figure 2a). The robustness of this result is supported by the absence of a block effect ($p = 0.509$) or a block-treatment interaction ($p = 0.510$), validating the finding across the entire experimental system.

Figure 2. Agronomic response of zucchini to intercropping at 30 and 40 days after sowing (DAS): (a) mean leaf area per plant ($p = 0.047$); (b) number of male flowers ($p = 0.041$); (c) number of female flowers ($p = 0.010$). Bars are means ± 95% CI (a) for T0 (monoculture) and T1 (intercropping); n = 3 blocks



Finally, the diameter of the collar has evolved in a very homogeneous way. At 30 DAS, the values ranged from 1.25 cm (T0) to 1.35 cm (T1). At 40 DAS, the diameters remained very close (1.48 cm in T0 and 1.42 cm in T1). The statistical analysis showed no significant difference ($F = 0.045$; $p = 0.852$), validating the fact that the structural vigour at the base of the plant is perfectly preserved in both systems (Supplementary Figure S1c).

B. Flowering phenology

Flowering is a critical phase that directly influences productivity. For male flowers, a numerical advance is noted in T1 from 30 DAS (12 flowers compared to 9 in T0). At 40 DAS, although the difference narrowed (12 flowers in T1 compared to 11 in T0), ANOVA confirmed a significant effect of the treatment ($F = 22.744$; $p = 0.041$) (Figure 2b).

The effect is even more decisive for female flowers. At 30 DAS, there are 6 female flowers in T1 compared to 5 in T0. At 40 DAS, the gap widens with 7 female flowers in T1 compared to only 5 in T0. Statistical analysis indicates a highly significant treatment effect ($F = 100.000$; $p = 0.010$) (Figure 2c).

C. Fruiting and yield results

The results indicate that at 30 DAS, the two treatments had an identical average of 3 fruits per plant. At 40 DAS, a slight superiority appears in favour of the association with 5 fruits compared to 4 in monoculture. Although ANOVA was not significant for this specific endpoint ($p = 0.188$), the trend was positive.

For the total number of fruits harvested, monoculture totals 36 fruits compared to about 50 fruits for the associated system. Although the treatment effect was not statistically significant according to ANOVA ($p = 0.237$; $F = 2.787$), the descriptive trend is agronomically very favourable.

Finally, the estimated yield (t/ha) confirms this dynamic. The T1 system has an average yield of 16.78 t/ha compared to 14.69 t/ha in T0. Despite the lack of statistical significance ($F = 2.241$; $p = 0.273$), the descriptive difference of more than 2 t/ha suggests a favourable agronomic trend in the intercropping system (Supplementary Figure S2).

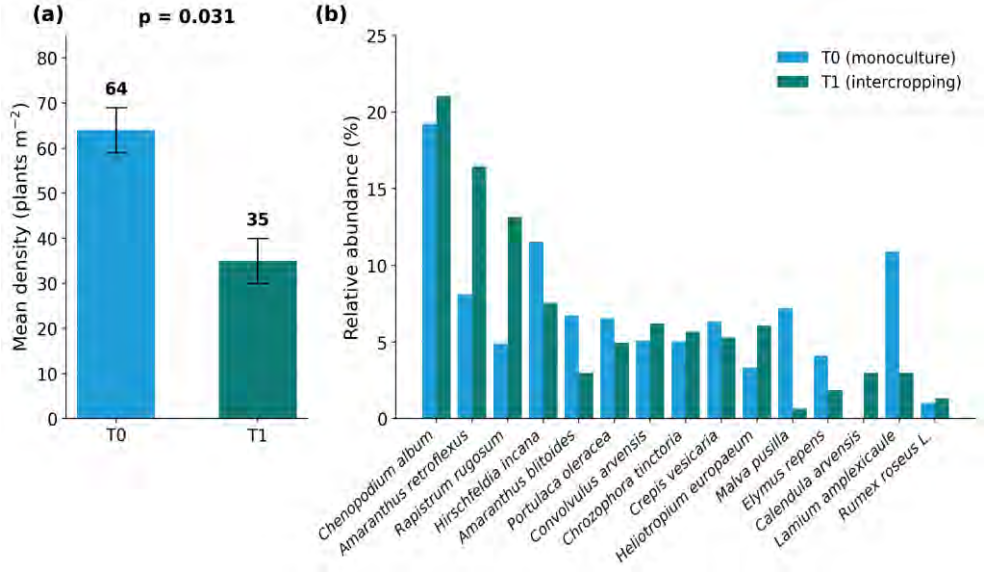
2. Dynamics of spontaneous plant species

A. Spontaneous plant density before and after weeding

The effect of the association on spontaneous plants is one of the strengths of the study. Before weeding, the average density was 88 plants/m^2 in T1 compared to 126 plants/m^2 in T0. While ANOVA does not indicate a direct treatment effect ($p = 0.318$), the treatment × block interaction is highly significant ($p < 0.001$), showing that the effectiveness of the combination also depends on the spatial variability of the seed stock in the soil (Supplementary Figure S3).

The impact becomes greater after weeding. The regrowth density is significantly lower in association (T1) (35 plants/m²) than in monoculture (T0) (64 plants/m²). Statistical analysis confirmed a significant effect of treatment ($F = 30.260$; $p = 0.031$) (Figure 3a).

Figure 3. Spontaneous plant community under the two treatments: (a) mean density after weeding (plants m⁻²; p = 0.031); (b) relative abundance (%) of the 15 main spontaneous plant species. Bars are means ± 95% CI (a); n = 3 blocks



B. Taxonomic diversity and dominance

The floristic inventory identified 22 taxa. In monoculture, the dominant species were *Chenopodium album* (19.23%), *Hirschfeldia incana* (11.54%) and *Lamium amplexicaule* (10.90%). Under intercropping, community composition differed: *Chenopodium album* remained dominant (21.05%), while *Amaranthus retroflexus* (16.45%) and *Rapistrum rugosum* (13.16%) were relatively abundant. The relative abundance of each taxon is shown in Figure 3b. *Calendula arvensis* was recorded only in T1.

Shannon–Weaver (H'), Simpson's (D) and Pielou's evenness (E) indices were computed for the spontaneous plant community from the relative abundance data (Figure 3b). Species richness was slightly higher under intercropping (S = 15 taxa in T1 vs. S = 14 in T0), whereas overall diversity was comparable between treatments (T0: H' = 2.48, D = 0.10, E = 0.94; T1: H' = 2.39, D = 0.12, E = 0.88). A Hutcheson t-test comparing the two Shannon indices indicated only a marginal difference (t = 2.01; p = 0.045), reflecting the slightly stronger dominance of Chenopodium album and Amaranthus retroflexus in T1. Intercropping therefore restructured the composition of the spontaneous flora, favouring some taxa and reducing others, rather than uniformly increasing or decreasing its diversity.

3. Analysis of entomofauna and functional biodiversity

A. Species richness and global abundance

A total of 759 individuals were collected across all sampling methods. The overall species richness and average richness per plot for each treatment are summarised in Table 1, and the distribution of individuals by functional group is presented in Table 2.

Table 1. Species richness per treatment (total number of unique taxa)

Treatment	Species richness (number of taxa)	Average richness per plot	Standard deviation
T0	18	12,67	2,08
T1	20	14,33	1,53

The overall species richness is 22 taxa (20 in T1 compared to 18 in T0). The average richness per plot is significantly higher in association (14.33 taxa) than in monoculture (12.67 taxa; t = 2.45; p = 0.046).

Table 2. Number of individuals by functional group and by treatment

Treatment	Pests	Natural enemies	Pollinators	Total
T0	226	78	70	374
T1	131	160	94	385
Total	359	238	164	759

The total abundance is very close between the two systems (374 in T0 and 385 in T1), but the functional distribution differs descriptively. In monoculture, pests represent 60.4% of individuals, compared with 34.0% in T1. Natural enemies account for 20.9% in T0 and 41.6% in T1, while pollinators account for 18.7% in T0 and 24.4% in T1. No inferential test for these functional-group proportions is reported here, so these differences are presented descriptively.

B. Collection by Colored Traps (Pan Traps)

The T1 treatment recorded 14 morpho-species compared to 12 in T0. The temporal evolution shows a peak during simultaneous flowering (session 2) with 12 morpho-species in T1. Two-factor ANOVA confirms a significant effect of treatment on richness (F = 6.74; p = 0.021) and session (p = 0.034).

Table 3. Diversity indices (H', D)

Treatment	Shannon-Weaver index (H')	Simpson's index (D)
T0	1,78	0,28
T1	1,92	0,22

The diversity indices validate these results: the Shannon index (H') is higher in T1 (1.92 compared to 1.78) and the Simpson index (D) is lower (0.22 compared to 0.28), indicating a lower dominance of a specific taxon.

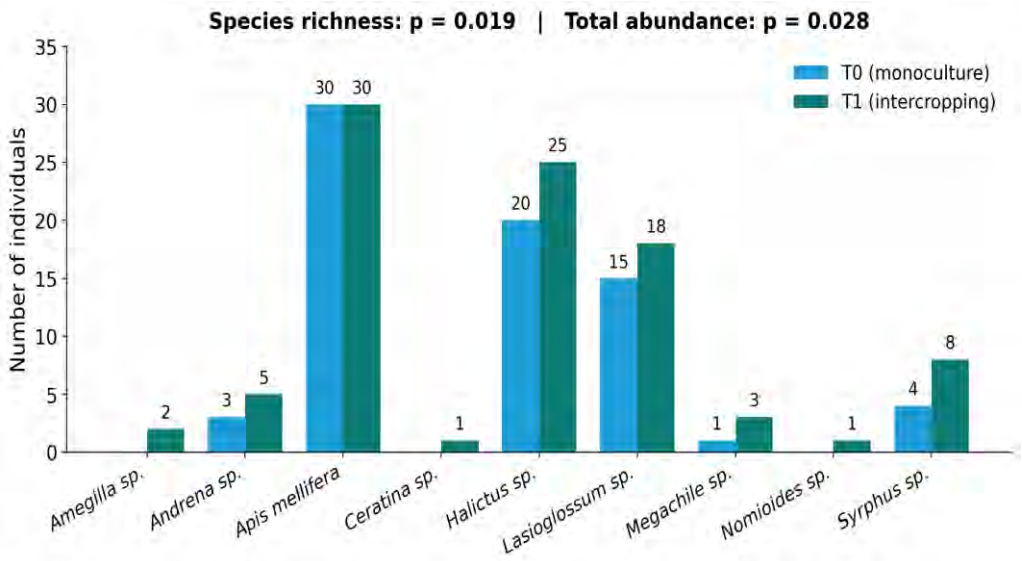
C. Collection by sweep net

Collection by sweep net highlights an entomofauna dominated by pollinators and natural enemies in both systems. In T0, 90 individuals were recorded, including 72 pollinators (80.0%) and 18 natural enemies (20.0%). In T1, 110 individuals were collected, including 92 pollinators (83.6%) and 18 natural enemies (16.4%). The increase in the proportion of T1 pollinators is accompanied by taxonomic enrichment, suggesting an attractive effect of coriander on useful entomofauna.

Species richness increases from 8 taxa in T0 to 10 taxa in T1. In monoculture, pollinators are dominated by *Apis mellifera* and *Halictus sp.*, while in T1 appear exclusively *Amegilla sp.*, *Nomioides sp.* and *Ceratina sp.*, reflecting a diversification of solitary bees. The increase of *Syrphus sp.* in T1 also enhances the potential for pollination and biological regulation.

Diversity indices confirm a significantly higher richness in T1 (ANOVA, p = 0.019), as well as a difference in abundance (Mann Whitney, p = 0.028) and overall diversity (Hutcheson, p = 0.015), without significant change in equitability (Figure 4).

Figure 4. Abundance of the main pollinator and flower-visiting taxa collected by sweep netting in T0 (monoculture) and T1 (intercropping). Species richness p = 0.019; total abundance p = 0.028



Overall, zucchini–coriander intercropping was associated with a more diverse and functionally structured beneficial-entomofauna assemblage, consistent with enhanced potential for pollination and biological regulation.

4. Aphid dynamics (*Aphis sp.*) and biological regulation

A. Threshing Results

Direct plant threshing was used to characterise the community of arthropods associated with the foliage of zucchini plants in both treatments. The composition and relative abundance of the main taxa collected are presented in Table 4.

Table 4. Composition of the entomofauna collected by threshing and relative abundance of the main taxa by treatment

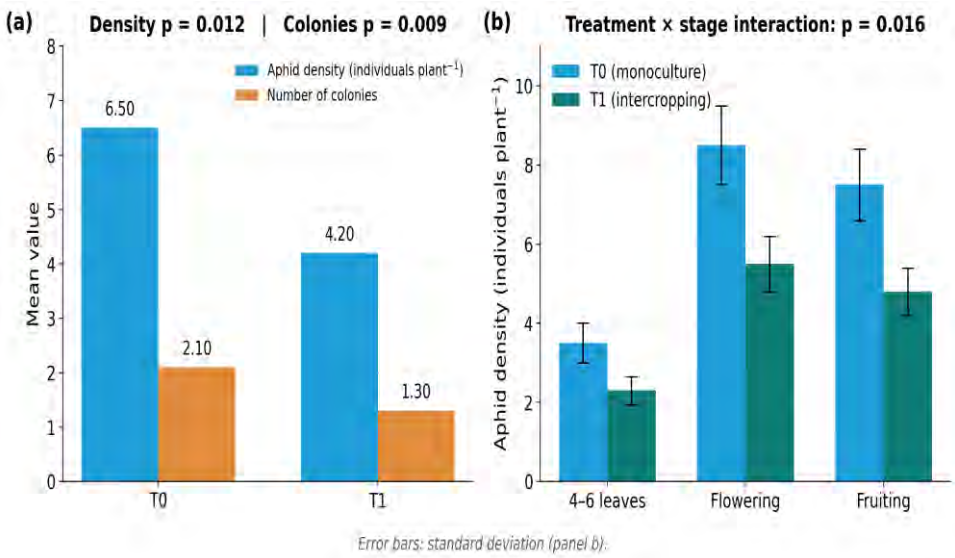
Treatment	Functional group	Taxon	Number of individuals	Percentage (%)
T0	Pest	*Aphis sp.*	44	48.9
T0	Natural enemy	*Coccinella septempunctata*	18	20.0
T0	Natural enemy	*Aphidius sp.*	15	16.7
T0	Natural enemy	*Scymnus sp.*	5	5.6
T0	Natural enemy	*Phytoseiidae sp.*	8	8.9
T1	Pest	*Aphis sp.*	29	34.1
T1	Natural enemy	*Coccinella septempunctata*	20	23.5
T1	Natural enemy	*Aphidius sp.*	17	20.0
T1	Natural enemy	*Scymnus sp.*	10	11.8
T1	Natural enemy	*Phytoseiidae sp.*	8	9.4
T1	Natural enemy	*Syrphus sp.*	3	3.5

Beating samples showed a higher number of listed natural-enemy individuals in T1 than in T0. *Scymnus sp.* was represented by 10 individuals in T1 compared with 5 in T0, and *Syrphus sp.* was recorded only in T1 (3 individuals) (Table 4). The plant infestation rate decreased from 75% in T0 to 55% in T1, corresponding to a 26.7% descriptive reduction.

B. Aphid density and colonies

Direct evaluation shows that the average density of aphids is 6.50 individuals/plant in T0 compared to only 4.20 in T1, i.e. a reduction of 35.4%. ANOVA indicates a significant effect of treatment ($F = 9.12$; $p = 0.012$). The number of colonies also decreased by 38.1% in T1 ($p = 0.009$) (Figure 5a).

Figure 5. Regulation of Aphis sp. by intercropping: (a) mean aphid density (individuals plant^{-1}; p = 0.012) and mean number of colonies (p = 0.009); (b) temporal dynamics of aphid density at three phenological stages (treatment × stage interaction p = 0.016). Bars are means ± SD (b)



C. Temporal dynamics and interactions

To assess the temporal pattern of infestation, aphid density and colony number were recorded at three phenological stages: 4–6 leaves, flowering, and fruiting. The results are presented in Table 5.

Table 5. Temporal dynamics of aphid colony density and number (Aphis sp.) per treatment

Treatment	Session	Average density (individuals/plant)	Standard deviation	Average number of colonies	Standard deviation
T0	4-6 leaves	3,50	0,50	1,20	0,15
T0	Flowering	8,50	1,00	2,80	0,30
T0	Fruiting	7,50	0,90	2,30	0,25
T1	4-6 leaves	2,30	0,35	0,80	0,10
T1	Flowering	5,50	0,70	1,80	0,20
T1	Fruiting	4,80	0,60	1,30	0,15

The infestation reached its peak during flowering in both systems, but mean density remained lower in T1 (5.50 vs. 8.50 individuals/plant in T0). The two-factor ANOVA showed a significant treatment × stage interaction ($F = 7.15$; $p = 0.016$), indicating that aphid temporal dynamics differed between cropping systems (Figure 5b). These patterns are consistent with reduced aphid establishment under intercropping, but the underlying mechanisms were not directly measured.

IV – Discussion

1. Analysis of agronomic parameters and crop vigour

Vegetative growth is a central indicator for assessing the influence of a cropping system on the initial development and vigour of the main crop. The indicators measured in this study, although independent, are functionally related by biomass production and photosynthetic potential.

A. Plant morphology and growth

Analysis of the results shows a nuanced response of zucchini parameters to intercropping with coriander. Plant height and leaf number did not differ significantly between treatments. Consequently, the lower numerical plant height in T1 should not be interpreted as evidence of a specific redistribution of assimilates or root-zone mechanism. Root biomass, nutrient partitioning and below-ground competition were not measured in this experiment.

Leaf number was numerically higher in T1 at 30 DAS, followed by a reversal at 40 DAS. Because soil temperature, relative humidity and evapotranspiration were not measured, this transient pattern cannot be attributed to a microclimatic effect of coriander. It is therefore interpreted here as a descriptive temporal response rather than as evidence of a specific mechanism.

B. Photosynthetic surface optimization and facilitation

Leaf area was significantly larger under intercropping ($p = 0.047$), indicating a treatment response in canopy development. Comparable work with pumpkin intercropped with short-duration leafy vegetables, including coriander, reported gains in overall system productivity without a significant reduction in pumpkin yield (Begum & Kader, 2018). That study does not establish the root-complementarity or nitrogen-assimilation mechanisms previously attributed here; those mechanisms were not measured in the present trial.

2. Floral dynamics and production performance

A. Stimulation of reproductive expression and microclimate

Intercropping significantly influenced floral dynamics, particularly the number of female flowers ($p = 0.010$). This response could be compatible with changes in the local crop environment, but temperature, relative humidity and other microclimatic variables were not measured. The observed flowering response should therefore be reported as a treatment effect without assigning a demonstrated microclimatic mechanism.

Likewise, microbial activity and the availability of phosphorus and potassium in the root zone were not measured. The significant differences in male ($p = 0.041$) and female flowers ($p = 0.010$) therefore cannot be attributed to those pathways on the basis of this experiment.

B. Yield and fruiting analysis

Although not statistically significant at the 5% level, the estimated yield was numerically higher under intercropping (16.78 t/ha) than in monoculture (14.69 t/ha), a descriptive difference of 14.2%. Studies of pumpkin intercropped with short-duration leafy vegetables have reported improved system productivity and land-use performance for several crop combinations (Begum & Kader, 2018). However, land equivalent ratio was not calculated in the present study, so no inference on land-use efficiency should be made beyond the observed yield values.

3. Regulation of flora community

A. Light and physical interference mechanisms

Intercropping influenced spontaneous-plant dynamics from the early stages. Before weeding, mean density was lower in T1 (88 plants/m²) than in T0 (126 plants/m²), but the treatment effect was not significant ($p = 0.318$) and the treatment × block interaction was significant ($p < 0.001$). In maize–pumpkin systems, Mandumbu & Karavina (2012) reported lower weed biomass under intercropping, while the cropping-system effect on weed density itself was not significant. Their results therefore support the general potential of intercropping to contribute to weed suppression, but they do not demonstrate a specific light-mediated germination mechanism in the present trial.

B. Response of flora community

After weeding, spontaneous-plant density was significantly lower in T1 (35 plants/m²) than in T0 (64 plants/m²; $p = 0.031$). Pannacci et al. (2025) demonstrated allelopathic activity of aqueous coriander extracts in laboratory bioassays, including inhibition of seed germination and seedling growth, and identified phenolic and flavonoid compounds associated with this activity. Those findings establish allelopathic potential, not direct evidence that living coriander released inhibitory concentrations in this field experiment. Because allelochemicals were not measured here, allelopathy remains a plausible hypothesis rather than a demonstrated mechanism.

4. Functional biodiversity of entomofauna

A. Specific richness and nectar-like attraction

The introduction of coriander was associated with higher overall taxonomic richness in the insect dataset (20 taxa in T1 versus 18 in T0). Flowering coriander is known to be visited by diverse bees (Bendifallah et al., 2013), to attract adult hoverflies in field settings (Morris & Li, 2000), and to provide cues and floral resources relevant to aphidophagous coccinellids (Togni et al., 2016). The appearance of taxa such as *Syrphus sp.* and additional solitary-bee genera in T1 is therefore consistent with a broader body of evidence on the value of floral-resource diversification, while remaining specific to the conditions of this experiment (Gurr et al., 2017).

B. Analysis by trapping methods

Pan-trap and sweep-net results indicate a more diverse beneficial-entomofauna assemblage in T1. In sweep-net samples, species richness increased from 8 taxa in T0 to 10 in T1 and overall diversity differed significantly (richness $p = 0.019$; Hutcheson $p = 0.015$). This is ecologically relevant because wild insect visitation is positively associated with fruit set across many crop systems, independently of honey-bee visitation (Garibaldi et al., 2013). The present trial did not directly quantify pollination success attributable to individual taxa, so the biodiversity response should not be interpreted as a measured causal increase in fruit set.

5. Aphid dynamics (*Aphis sp.*) and trophic interactions

A. Regulation by natural enemies

One of the major results of this study is the 35.4% lower mean aphid density in T1 than in T0 (6.50 vs. 4.20 individuals/plant; $p = 0.012$) and the 38.1% lower mean number of colonies ($p = 0.009$). Beating samples also contained more listed natural-enemy individuals in T1; *Scymnus sp.* was recorded as 10 individuals in T1 versus 5 in T0, and *Syrphus sp.* occurred only in T1. Experimental work has shown that aphidophagous coccinellids can be attracted to coriander and that access to coriander flowers can increase adult longevity, although reproduction depends on prey availability (Togni et al., 2016). These mechanisms are biologically plausible, but predator attraction and longevity were not directly measured in the present experiment.

Coppola et al. (2018) showed that feeding by *Aphis gossypii* can induce defence-related responses in zucchini and alter the dispersal behaviour of subsequently arriving aphids. This supports the broader possibility of plant-mediated effects in zucchini–aphid interactions, but that study did not demonstrate attraction of ladybirds by zucchini volatiles. The present results therefore should not be used to infer that coriander reinforced a specific zucchini volatile signal unless volatile emissions are measured directly.

B. Disruption of chemical signals

Volatile-mediated interference with aphid host location is another plausible mechanism in diversified systems. Reviews of companion-plant strategies describe how plant volatiles may disrupt host recognition by aphids and may simultaneously support natural enemies (Ben-Issa et al., 2017). Coriander volatiles have also been shown experimentally to contribute to the attraction of an aphidophagous coccinellid (Togni et al., 2016). Because volatile organic compounds were not measured in this trial, these mechanisms are proposed only as hypotheses consistent with the observed patterns, not as demonstrated causal explanations.

V – Conclusion

This single-season experiment indicates that zucchini–coriander intercropping can modify agronomic and functional-biodiversity indicators under the semi-arid conditions tested. Significant treatment responses were observed for leaf area ($p = 0.047$), male and female flower numbers ($p = 0.041$ and $p = 0.010$), spontaneous-plant density after weeding (35 vs. 64 plants/m²; $p = 0.031$), aphid density (35.4% lower in T1; $p = 0.012$) and aphid colony number (38.1% lower; $p = 0.009$). Sweep-net sampling also showed higher species richness and overall diversity in T1 ($p = 0.019$ and $p = 0.015$, respectively). These results are consistent with the potential of crop diversification to support biological-control and pollination-related functions, but they do not by themselves establish the underlying mechanisms.

Nevertheless, this study has important limitations that must be acknowledged. The observation period was restricted to a single growing cycle, which limits the generalization of the results. The seasonal irregularity of biotic pressures (pests, spontaneous plants) also introduces variability that could not be fully accounted for in this design. Furthermore, some of the mechanisms proposed to explain the observed effects, such as microclimate modification and potential allelopathic interactions, were not directly measured and should be considered as working hypotheses requiring specific experimental validation in future studies. The small plot size (7 m²)

and limited number of replicates (n = 3) also reduce the statistical power of some analyses, particularly for yield-related parameters. Diversity indices computed for the spontaneous plant community (T0: H' = 2.48, D = 0.10; T1: H' = 2.39, D = 0.12) indicate comparable overall diversity between treatments, with a restructuring of species composition rather than a net gain or loss of diversity, which warrants further investigation over several growing seasons.

To consolidate and expand these results, future research should (i) replicate the trial over multiple growing seasons to assess inter-annual variability and long-term stability of the ecosystem services observed; (ii) test the association under different sowing dates and densities to optimize spatial and temporal complementarity; (iii) incorporate direct measurements of microclimatic parameters (temperature, relative humidity, photosynthetically active radiation) and soil allelopathic compounds to mechanistically validate the interpretations proposed; and (iv) extend the approach to a wider network of agroecological farms in North Africa, consistent with NATAE's multi-actor Living Lab framework (European Commission, 2022). The integration of zucchini–coriander intercropping into diversified crop rotations represents a promising pathway for strengthening the resilience of semi-arid vegetable systems while reducing dependence on synthetic inputs, within the broader context of Morocco's Generation Green 2020–2030 agricultural strategy (Agency for Agricultural Development, 2020).

References

Agence pour le Développement Agricole. (2020, February 15). *His Majesty King Mohammed VI launches the new agricultural strategy "GENERATION GREEN 2020-2030."* https://www.ada.gov.ma/index.php/en/news/his-majesty-king-mohammed-vi-launches-new-agricultural-strategy-generation-green-2020-2030

Altieri, M., & Nicholls, C. (2004). *Biodiversity and pest management in agroecosystems* (2nd ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781482277937

Begum, S. A., & Kader, M. A. (2018). Intercropping short duration leafy vegetables with pumpkin in subtropical alluvial soils of Bangladesh. *The South Pacific Journal of Natural and Applied Sciences*, *36*(1), 27–35. https://doi.org/10.1071/SP18004

Bendifallah, L., Louadi, K., & Doumandji, S. (2013). Bee fauna potential visitors of coriander flowers Coriandrum sativum L. (Apiaceae) in the Mitidja area (Algeria). *Journal of Apicultural Science*, *57*(2), 59–70. https://doi.org/10.2478/jas-2013-0017

Ben-Issa, R., Gomez, L., & Gautier, H. (2017). Companion plants for aphid pest management. *Insects*, *8*(4), 112. https://doi.org/10.3390/insects8040112

Coppola, M., Manco, E., Vitiello, A., Di Lelio, I., Giorgini, M., Rao, R., Pennacchio, F., & Digilio, M. C. (2018). Plant response to feeding aphids promotes aphid dispersal. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, *166*(5), 386–394. https://doi.org/10.1111/eea.12677

El Abdouni, I., Lhomme, P., Christmann, S., Dorchin, A., Sentil, A., Pauly, A., Hamroud, L., Ihsane, O., Reverté, S., Patiny, S., Wood, T. J., Bencharki, Y., Rasmont, P., & Michez, D. (2022). Diversity and relative abundance of insect pollinators in Moroccan agroecosystems. *Frontiers in Ecology and Evolution*, *10*, 866581. https://doi.org/10.3389/fevo.2022.866581

European Commission. (2022, October 17). *Fostering agroecology transition in North Africa through multi-actor, evaluation, and networking (NATAE)*. https://cordis.europa.eu/project/id/101084647

FAO. (2018). *The 10 elements of agroecology: Guiding the transition to sustainable food and agricultural systems*. FAO. https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i9037en

Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R., Cunningham, S. A., Kremen, C., Carvalheiro, L. G., Harder, L. D., Afik, O., Bartomeus, I., Benjamin, F., Boreux, V., Cariveau, D., Chacoff, N. P., Dudenhöffer, J. H., Freitas, B. M., Ghazoul, J., Greenleaf, S., … Klein, A. M. (2013). Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, *339*(6127), 1608–1611. https://doi.org/10.1126/science.1230200

Gurr, G. M., Wratten, S. D., Landis, D. A., & You, M. (2017). Habitat management to suppress pest populations: Progress and prospects. *Annual Review of Entomology*, *62*(1), 91–109. https://doi.org/10.1146/annurev-ento-031616-035050

Kremen, C., & Miles, A. (2012). Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: Benefits, externalities, and trade-offs. *Ecology and Society*, *17*(4), 40. https://doi.org/10.5751/ES-05035-170440

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*(1), 175–201. https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.175

Letourneau, D. K., Armbrecht, I., Rivera, B. S., Lerma, J. M., Carmona, E. J., Daza, M. C., Escobar, S., Galindo, V., Gutiérrez, C., López, S. D., Mejía, J. L., Rangel, A. M. A., Rangel, J. H., Rivera, L., Saavedra, C. A., Torres, A. M., & Trujillo, A. R. (2011). Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications*, *21*(1), 9–21. https://doi.org/10.1890/09-2026.1

Mandumbu, R., & Karavina, C. (2012). Weed suppression and component crops response in maize/pumpkin intercropping systems in Zimbabwe. *Journal of Agricultural Science*, *4*(7), 231–236. https://doi.org/10.5539/jas.v4n7p231

Morris, M. C., & Li, F. Y. (2000). Coriander *(coriandrum sativum)* "companion plants" can attract hoverflies, and may reduce pest infestation in cabbages. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, *28*(3), 213–217. https://doi.org/10.1080/01140671.2000.9514141

Pannacci, E., Monni, V., Contini, G., Bravi, E., & Tei, F. (2025). Allelopathic activity of coriander*(coriandrum sativum L.)*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, *132*(2), 71. https://doi.org/10.1007/s41348-025-01064-7

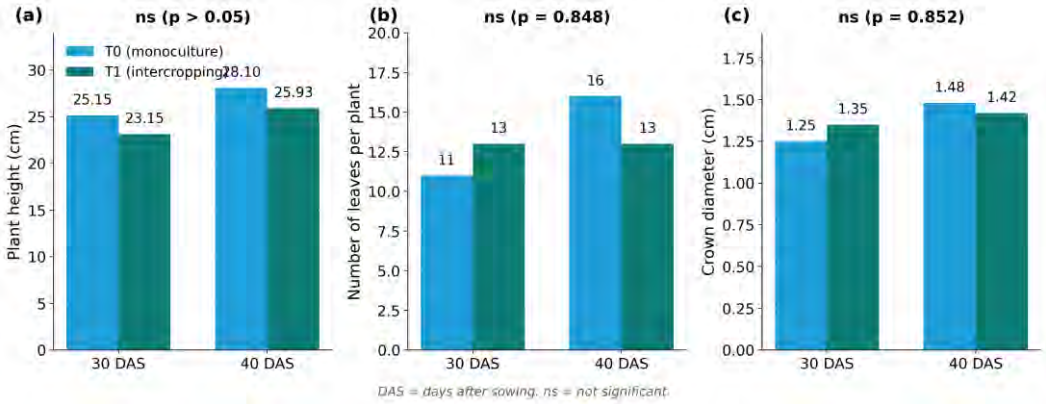
Thomine, E., Mumford, J., Rusch, A., & Desneux, N. (2022). Using crop diversity to lower pesticide use: Socio-ecological approaches. *Science of The Total Environment*, *804*, 150156. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150156

Togni, P. H. B., Venzon, M., Muniz, C. A., Martins, E. F., Pallini, A., & Sujii, E. R. (2016). Mechanisms underlying the innate attraction of an aphidophagous coccinellid to coriander plants: Implications for conservation biological control. *Biological Control*, *92*, 77–84. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.10.002

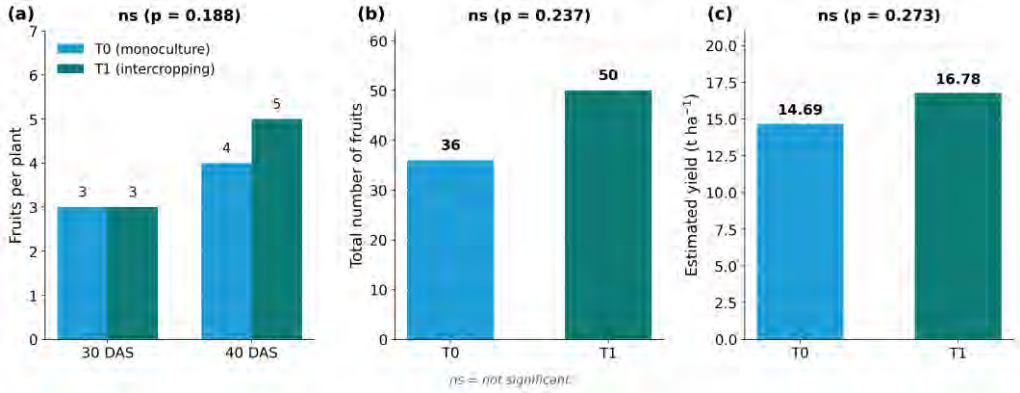
Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., & David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *29*(4), 503–515. https://doi.org/10.1051/agro/2009004

Supplementary Material

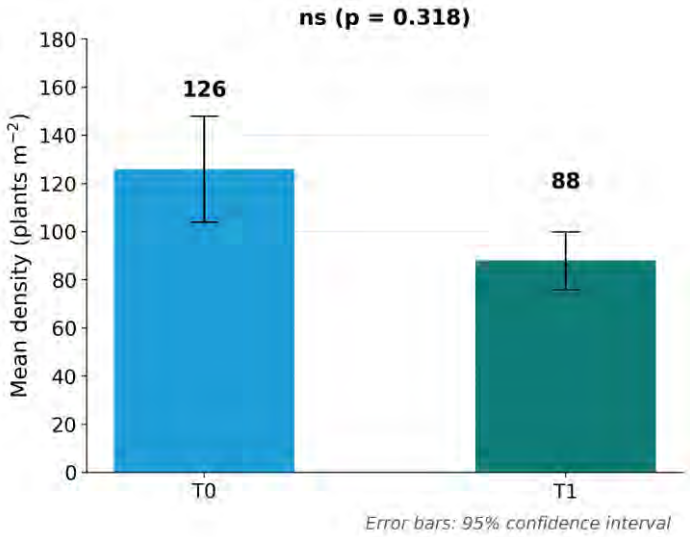
Supplementary Figure S1. Vegetative growth of zucchini at 30 and 40 days after sowing (DAS) under monoculture (T0) and zucchini–coriander intercropping (T1): (a) plant height; (b) number of leaves per plant; (c) crown diameter. No significant treatment effect was detected for any of these parameters (height p > 0.05; leaves p = 0.848; crown diameter p = 0.852). n = 3 blocks. ns = not significant



Supplementary Figure S2. Fruiting and yield of zucchini under monoculture (T0) and zucchini–coriander intercropping (T1): (a) fruits per plant at 30 and 40 DAS (p = 0.188); (b) total number of fruits harvested per treatment (p = 0.237); (c) estimated yield (p = 0.273). Although the descriptive trend favours intercropping, none of these differences reached statistical significance. n = 3 blocks



Supplementary Figure S3. Mean density of spontaneous plants before weeding under monoculture (T0) and zucchini–coriander intercropping (T1). The treatment effect was not significant (p = 0.318), although the treatment × block interaction was highly significant (p < 0.001), indicating that the effect of intercropping depended on the spatial variability of the soil seed



Towards an agroecological transition in semi-arid and peri-urban agriculture: Insights from Nouakchott, Mauritania

Mireille El Assaad[1], **Seyhan-Sevde Cagiran**[2,3], **Cheikh Sidya Fall**[4], **Amélie Bourceret**[2,3]

[1]CIHEAM-IAMM, F-34093 Montpellier, France

[2]CIHEAM-IAMM, UMR MoISA, F-34093 Montpellier, France

[3]MoISA, Univ Montpellier, CIHEAM-IAMM, CIRAD, INRAE, Institut Agro, IRD, Montpellier, France

[4]Groupe de Recherche et de Réalisations pour le Développement Rural, Ilot E-Nord lot 163 TVZ, BP : 2013 Nouakchott, République Islamique de Mauritanie.

Abstract. Peri-urban agriculture in semi-arid regions is highly exposed to environmental, economic and institutional constraints, including water scarcity, soil degradation, competition with urban expansion and insufficient policy support. In the PK-17, peri-urban area of Nouakchott in Mauritania, these pressures have led to the persistence of small-scale farming systems which are characterized by limited crop diversification, inefficient resource use and strong dependence on chemical inputs. In this context, agroecological transition is often presented as a promising pathway to improve the resilience and the sustainability of farming systems. However, its feasibility in peri-urban and semi-arid areas has rarely been tested. This study aims to assess agroecological performance of farming systems in the PK-17 and to explore the potential of selected agroecological transition pathways using scenarios analysis. Drawing on farm surveys, expert consultations, and participatory workshops conducted as part of NATAE project, a revised farm typology was developed and two agroecological scenarios were evaluated; composting and polyculture. The results show that both scenarios improved the overall sustainability of farming systems, although with different outcomes depending on farm type. Composting increased farm income, crop yields and water productivity, although it required additional labour, whereas polyculture enhanced crop diversity and contributed to more resilient production systems. The analysis also highlights the importance of institutional support, particularly for farmers with insecure land tenure, whose capacity to adopt agroecological practices remains more limited.

Keywords. Mauritania – Agroecological transition – Farm typology – Polyculture – Composting – Semi-arid agriculture – Peri-urban farming – PK-17

Titre. Vers une transition agroécologique dans l'agriculture semi-aride et péri-urbaine : perspectives de Nouakchott, Mauritanie

Résumé. *L'agriculture périurbaine des régions semi-arides est fortement confrontée à des contraintes environnementales, économiques et institutionnelles, telles que la rareté de l'eau, la dégradation des sols, la pression liée à l'expansion urbaine et l'insuffisance des politiques de soutien. Dans la zone périurbaine de PK-17, à Nouakchott (Mauritanie), ces contraintes ont favorisé le maintien de systèmes agricoles de petite taille, caractérisés par une faible diversification, une utilisation peu efficiente des ressources et une forte dépendance aux intrants chimiques. Dans ce contexte, la transition agroécologique est souvent présentée comme une voie prometteuse pour renforcer la résilience et la durabilité des systèmes agricoles. Toutefois, sa faisabilité en milieu périurbain et semi-aride a été peu étudiée. Cette étude vise à évaluer les performances agroécologiques des systèmes de production de PK-17 et à explorer le potentiel de différentes trajectoires de transition agroécologique à l'aide d'une analyse par scénarios. À partir d'enquêtes auprès des agriculteurs, d'entretiens avec des experts, de consultations et d'ateliers participatifs menés dans le cadre du projet NATAE, une typologie révisée des exploitations a été élaborée et deux scénarios – le compostage et la polyculture – ont été évalués. Les résultats montrent que ces deux scénarios améliorent la durabilité globale des systèmes agricoles, bien que leurs effets varient selon le type d'exploitation. Le compostage augmente le revenu agricole, les rendements et la productivité de l'eau, mais nécessite davantage de main-d'œuvre, tandis que la polyculture accroît la diversité des cultures et contribue à des systèmes de production plus*

résilients. L'analyse met également en évidence l'importance du soutien institutionnel, en particulier pour les agriculteurs dont la sécurité foncière est limitée, et dont la capacité à adopter des pratiques agroécologiques demeure plus restreinte.

Mots-clés. *Mauritanie – Transition agroécologique – Typologie d'exploitations – Polyculture – Compostage – Zone semi-aride – Agriculture périurbaine – PK-17*

I – Introduction

Agriculture in semi-arid and peri-urban regions faces various environmental and socio-economic challenges resulting from climate change, water scarcity, and rapid urbanization (Fertas et al., 2024). In North Africa, these pressures are intensified because more than 80% of freshwater resources are already used for agriculture while farms remain small and vulnerable (FAO, 2021). Whilst monoculture and the increasing use of external inputs have historically led to higher yields, they have also resulted in soil degradation, increased water demand and a loss of biodiversity (Belete & Yadete, 2023). This is particularly important in semi-arid regions where competition for water and land is severe, and climate change impacts are more pronounced (Patel & Patel, 2024).

In this context, agroecology has emerged as a promising pathway to make agricultural systems more resilient and sustainable (Wezel et al., 2009). It promotes principles such as diversity, efficiency and co-creation of knowledge (Gutiérrez-Briceño et al., 2025). Practices such as polyculture, composting, and agroforestry have been shown to improve soil fertility, water retention, biodiversity and farmers' livelihoods while reducing dependence on synthetic inputs (FAO, 2021 ; Raveloaritiana & Wanger, 2024 ; Akchaya et al., 2025).

The present study is part of the NATAE project, which aims to foster agroecological transition in North Africa through Living Labs that promote locally adapted experimentation and innovation. This research focuses on the PK-17 Living Lab in Nouakchott, Mauritania. This peri-urban agricultural area is characterized by small farms operating under heterogeneous socio-economic and environmental constraints.

The adoption and outcomes of agroecological practices are not uniform across different regions and agricultural contexts. Because agroecology aims to simultaneously improve ecological, economic, and social dimensions of farming systems (Mouratiadou et al., 2024), assessing its effects requires ex ante analyses based on multiple indicators rather than a single performance criterion. In addition, farms differ considerably in terms of resources, production objectives, market access, labor availability, and land tenure conditions, meaning that agroecological practices may not be equally feasible or effective across farms. In this regard, farm typologies provide an important tool to characterize farming systems and account for farm diversity when evaluating agroecological options.

To address these challenges, the present study combines farm typology with ecological, economic, and social indicators to assess the potential effects of selected agroecological scenarios and identify possible pathways toward agroecological transition in PK-17. The remainder of this article is organized as follows. Section 2 presents the study area, data collection, and methodological framework used for farm typology and agroecological assessment. Section 3 presents the results of the farm typology and the assessment of selected agroecological scenarios, particularly polyculture and composting. Section 4 discusses the implications of these findings for agroecological transition in peri-urban semi-arid systems. Finally, Section 5 concludes and outlines perspectives for future research.

II – Methodology

1. Study area

Living Lab of PK-17 is located in the Riyadh commune, in the peri-urban zone of Nouakchott, the capital city of Mauritania. PK-17 was established in 2016 under a government initiative aiming at relocating market gardeners from former production sector closer to the city centre to a larger agricultural zone. The area has experienced rapid urban expansion during the last decade while remaining an important agricultural zone supplying fresh vegetables to the growing urban population.

Agricultural activities are mainly oriented toward vegetable production for nearby urban markets. Farm sizes are generally small, typically less than one hectare (El Chahrouk El Maalouf, 2023). Farmers operate under several structural constraints, including insecure land, limited financial resources, restricted access to agricultural services and infrastructure, and increasing competition with urban development.

This zone is characterized by low annual rainfall (36 mm) (Weather Atlas, 2024), high temperatures and increasing urban pressure (Mohamed et al., 2017). One distinctive feature of PK-17 is its proximity to the National Water Company (SNDE) water treatment plant, which provides farmers with access to treated water through formal connections or alternative pumping systems (El Chahrouk El Maalouf, 2023). However, water availability remains irregular and constitutes a major constraint for agricultural development.

2. Data used

This study utilizes a variety of data sources, with the primary source originating from the NATAE project (see Table 1). The core analysis relies on the household survey, a primary dataset collected through structured questionnaire administered to farmers of PK-17 (more information about this data can be found here: NATAE Project Consortium, 2026). This farm survey investigates farm structural characteristics, production systems, irrigation practices and water sources, input use, yields and economic variables. The data was cleaned prior to use for the various analyses. Several complementary documents were also used: a territorial diagnosis; a report about farm household characteristics; a guideline for choosing scenarios, indicators and co-designing AEP combinations. Since scientific data on Mauritania's agricultural systems is scarce, 5 expert consultation sessions were held.

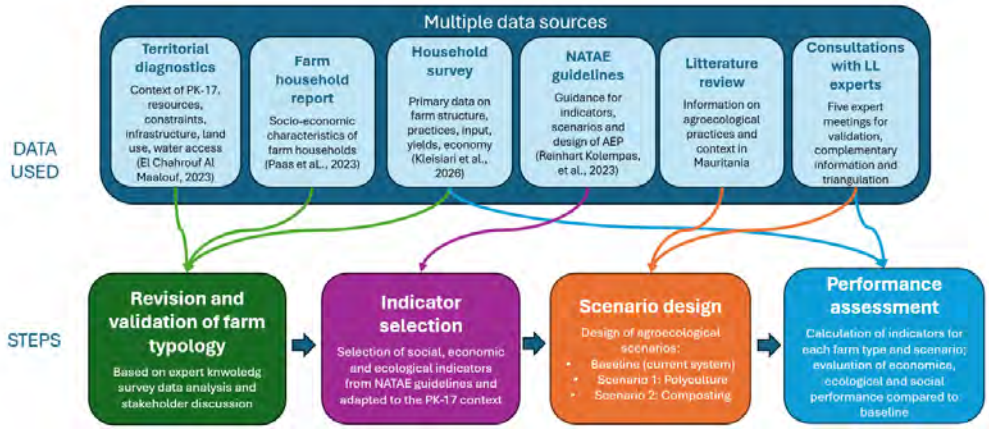
Table 1. Key data and complementary data used

Key data	**Used in…**
Household farm survey (NATAE Project Consortium, 2026)	Typology Calculation of performance
Complementary data	**Used in…**
Territorial diagnostic (El Chahrouf El Maalouf, 2023)	Typology
Farm household report (Paas et al., 2024)	Typology
Guidelines for choosing scenarios, indicators and co-designing AEP combinations (Reinhard Kolempas et al., 2023)	Creation of indicators
Literature review	Creation of scenarios
Consultations with LL experts	Creation of scenarios Calculation of performance

3. Study design

The methodological approach in this study evaluates the impact of locally selected agroecological practices in the agricultural system of PK-17. As a first step, we analyzed the Household farm survey database (NATAE Project Consortium, 2026) and compared it with the typology (as defined by experts) presented in the Farm household report (Paas et al., 2024) and in the Territorial diagnostic (El Chahrouf El Maalouf, 2023) in order to propose a reformulation of the typology. Next, using the Guidelines for choosing scenarios, indicators and co-designing AEP combinations (Reinhard Kolempas et al., 2023), we selected agroecological indicators. Then, we designed the agroecological scenarios based on the Consultations with LL experts and calibrate them using the literature. Finally, the different scenarios were assessed through the calculation of performance indicators using the Household farm survey database (NATAE Project Consortium, 2026) and Expert consultations. They allowed the evaluation of their economic, environmental, and social impacts. Figure 1 illustrates the full methodology, showing how the various data sets were used at each stage of the process.

Figure 1. Methodology framework



A. Typology

In the Farm household report (Paas et al., 2024) and in the Territorial diagnostic (El Chakrouf El Maalouf, 2023), experts initially identified three farm types (see Table 2): The military retirees, the project beneficiaries and the illegal market gardeners with differences related to farm size, irrigation techniques and water sources (Paas et al., 2024). Following this expert-based typology, the Household farm survey (NATAE Project Consortium, 2026) was done. We conducted a descriptive analysis of the Household farm survey which led us to propose a revised farm typology to better reflect the field data and our research question. This new typology has been approved by the LL representative board.

Table 2. Extract of the overview of farm types defined in the PK17-MR LL-area from Paas et al., 2023

Farm type name	***Military retirees***	***Regional project beneficiaries***	***Illegal market gardeners***
Main crops	Turnips and onions	Turnips and onions	Turnips and onions
Trees (self-consumption)	Lemon, grenade, banana, soursop		Lemon, grenade, banana, soursop
Subsidy type	Land developed by the State (well, etc.)	Land developed by the region (water infrastructure + drip irrigation) + all inputs subsidized and provided for free by the region + transport to local site provided for free (daily bus) + commercialization on a market built and managed by the region	A few supports by local and international NGOs, and government calls for projects
Market access routes (local, regional, international)	Market organized through the farmer cooperative (specific to this group) Central market administered by the State in Nouakchott	Selling booth in the market administered by the region Commercialisation organised collectively	Individual commercialisation with a diversity of modes: on the capital market, local market, on farm, weekly agroecological market, door to door upon order, local shops…
Barriers to market access	Market far away (25km) but not a significant barrier as collective organisation works well	Market organised by the region)	Some marketing issues in the period of high production (waste)
Water resource	Wells well provided	Access to water provided by the region (canal and drip irrigation)	Water access requires pumping (self-investment) with inequal access Landless workers cannot grab land due to difficult access to water and no capital to invest

B. Indicator Selection

Indicators for this study were drawn from the NATAE Living Lab guidelines (Reinhard-Kolempas et al., 2023; NATAE, 2023). They were selected to cover social, economic, and ecological dimensions of farming systems of PK-17 on their transition to agroecology (Table 3). Noted that they were also selected based on data availability. All indicators will be populated from the Household farm survey database—either directly when the information is available, through calculations, or based on Consultations with LL experts.

Table 3. Social, economic and ecological indicators

Dimension	Category	Indicator (unit)	Details	Why is it important?
Social	Cooperatives	Number and level of participation in cooperatives	(scale: 1-very low, to 5-very high)	Collective actions reduce costs and increase market access
	Knowledge	Number and level of participation in knowledge and innovation	Level of participation (scale: 1-very low, to 5-very high)	Helps farmers improve practices and share solutions
	Land secure	Presence of secure ownership/use rights for land and other resources	Yes/No	Encourages farmers to invest in and sustainably manage their land and resources.
	Support	Peoples' access to well-maintained infrastructure and basic services	(scale: 1-very low, to 5-very high)	Improves agricultural productivity, market access, and farmers' livelihoods
		Share of subsidies (%)	% of subsidized inputs received	Shows if farmers benefit from external support
Economic	Variable cost	Variable cost of the farm (MRU)		
	Income	Farm income (MRU)	Total earnings from farmng (MRU)	Indicates farm household dependence on agriculture
	Labor	Hired labor (days/ha)		Measures the productivity of hired labor
		Family labor (days/ha)		Measures the productivity of family labor
		Total labour (days/ha)		Measures the productivity of labor
Ecological	Water	Water productivity (kg/m³)	Crop yield (t/ha)/Volume water consumed (m³/ha); it measures crop yield compared to water used	Water is very scarce in PK-17, so efficiency is critical
		Water Storage Capacity (m³)	They have basins (Yes, No)	Storage reduces losses and secures irrigation during shortages

Ecological		Water quality	Level of salinity and nutrients in water	Poor quality water reduces yields and damages the soil
		Water infrastructure quality	Conditions of irrigation systems (scale: 1-good to 3- poor)	Good infrastructures reduce losses and ensure stable supply
		Irrigation	Irrigation system	Affects the work involved in irrigation, the amount of water used, and the cost of irrigation.
	Soil	Visual soil quality scores	Fertility, type, and structure of soil (scale: 1-good to 5- poor)	Good soils retain water and nutrients; poor soils reduce the productivity
	Crops	Crop diversity	Number of products or crops cultivated	More diversity reduces the risk and supports agroecology
		Yields (t/ha)	Productivity of main crops they have (turnip, onion)	Shows current farm performance
	Inputs	Fertilisation (mineral/organic)	Type and amount of fertilizers applied	Shows if the farm depends on chemical or sustainable practices
		Irrigation method	Manual, drip, surface	Determines efficiency and water losses
		Irrigation frequency	Hours of irrigation	Determines efficiency and water losses
		Total irrigation water used (m^3/ha/year)	Total water used for all crops	Determines efficiency and water losses
		Herbicides (t/ha)	Crop protection products	High chemical input use harms the health and the environment
		Fungicides (t/ha)	Crop protection products	High chemical input use harms the health and the environment
		Pesticides (t/ha)	Crop protection products	High chemical input use harms the health and the environment

C. Agroecological Transition Scenarios

Based on the Consultations with LL experts, two agroecological transition scenarios were defined and evaluated relative to the baseline using the empirical indicator calculation framework (presented above). These scenarios do not represent temporal simulations or multi-year experiments. Rather, each scenario represents an alternative farm situation in which a defined set of changes is applied to the baseline conditions, and the resulting indicator values are calculated accordingly. The assessment therefore provides a static comparison between the baseline and each alternative scenario, without modelling the evolution of farm performance over time.

- **Baseline scenario**

  Description: The baseline scenario serves as the reference point, it represents the current situation in the PK-17 Living Lab. In this state, both farm types rely heavily on low-diversity monocropping system dominated by turnip and onion.

  Reasoning: This configuration doesn't answer the diversification principle of agroecology. Without the diversity, the farms are more exposed to pests, diseases and also to prices fluctuations (Tacconi et al., 2024).

- **Scenario 1 (S1): Crop diversification**

  Description: In the crop diversification scenario, garlic, groundnut, and beans are introduced alongside the crops already cultivated in the baseline situation (mainly turnip and onion). This scenario represents the simultaneous diversification of crops within the same farm and plot rather than a crop rotation: no specific annual crop sequence is defined or simulated. Part of the area initially dedicated to turnip and onion is reallocated to the additional crops.

  Reasoning: Having more crops increases the diversity, which is one of the most important principles of agroecology (Wezel et al., 2009). Different crops can support each other's growth, for instance, legumes add Nitrogen to the soil, and garlic can reduce pest pressure in addition to the vegetables already cultivated. This shows the principle of synergy between crops. Crop diversification reduces risks faced by farmers, helps keep the farm more balanced, and gives different products for home use, or for selling at the market (Altieri et al., 2018).

  Objective: The primary objective of S1 is to reduce the dependence on monocropping, improve soil fertility, reduce the pest and disease risks, and increase the resilience of farms by diversifying production and income sources.

- **Scenario 2 (S2): Composting**

  Description: The composting scenario introduces compost produced from chicken and goat manure. In this scenario, 30% of the fresh manure normally applied is replaced by compost produced from the same materials.

  Reasoning: Compost application can contribute to improving soil properties, including soil organic matter content, nutrient availability, and water-holding capacity (Sayara et al., 2020). These improvements may be particularly relevant in arid and semi-arid agricultural systems, where soil fertility and water availability are important constraints. Composting also contributes to nutrient recycling and can improve nutrient use efficiency while reducing reliance on external inputs (Ceglie et al., 2014). From an agroecological perspective, these effects may contribute to the principles of efficiency and autonomy and, through improved soil properties, potentially enhance the resilience of farming systems. However, the magnitude of these benefits depends on local conditions, compost characteristics, application rates, and farming practices.

  Objective: The objective of this scenario is to improve soil fertility and water retention, reduce the need for fresh manure applications, and lower the costs of production.

III – Results

1. Typology and Baseline

A. New typology

Our statistical analysis of the Household farm survey database and the Consultations with LL experts have shown that *Military retirees* and the *Regional project beneficiaries* types share similar characteristics. They receive aid which, amongst other things, gives them access to safe water. They also have guaranteed access to various markets, which enables them to minimize their losses. And, they have legal access to their land. Social indicators are the ones that most clearly distinguish between those two farm types and the last farm type, the *Unauthorized farms:* the labor requirements, the subsidies and government support, and the cooperatives structures.

Consequently, the typology was restructured into two farm types: *Supported farmers (FT1)*, that is the combination of *Military retirees* and *Regional project beneficiaries;* and the *Unauthorized farmers (FT2)*. Using the Household farm survey database and the Consultations with LL experts, we populated the core indicators for the typology (see Table 4).

- Farm typology 1 (FT1: *Supported farms*): They combined all farmers receiving support through subsidies and cooperatives from the state and NGOs. They can get the seeds and the pesticides for free from the government. Some of them use drip irrigation systems which are maintain by the government. Family labour is the main source of work for all of them.
- Farm typology 2 (FT2: *Unauthorized farms*): This group represents the illegal market gardeners working without any tenure rights and institutional support. They don't belong to any cooperative structure; they don't receive subsidies and they farm on insecure land. They buy all inputs at full market prices, and irrigation is mostly done manually with little or no water storage. They rely on family and hired labour.

Table 4. Farm typology

Category		FT1	FT2
		Supported farmers	**Unauthorized farmers**
Cooperatives		Yes	No
		Members	Excluded
Knowledge		4 – High	3 – Moderate
Land secure		Yes	No
		More secure	Insecure (no land rights)
Support	**Access to infrastructure**	4 – High	1 – Very low
		Cheaper inputs	Full Market Price
	Subsidies	Subsidies + institutional help	No external support
Labor		Family labor (no hired labor)	Family + Hired Labor (2-3 seasonal workers)
Irrigation		Manual + drip, some storage	Manual, little storage

The indicators used to establish the farm typology were selected to capture the structural characteristics that differentiate farming systems within the PK-17 Living Lab: cooperatives, knowledge, land secure, support, labor and irrigation. As these variables represent relatively stable socio-institutional conditions rather than farming practices, they were considered fixed attributes of each farm type and were not modified in the subsequent scenario analysis. The scenarios focus exclusively on changes in agricultural practices and resource management strategies, while the structural characteristics defining FT1 and FT2 remain unchanged. The baseline scenario therefore provides the reference situation for each farm typology against which the impacts of the alternative scenarios are assessed.

B. Baseline scenario

The results of the Baseline scenario are presented in the Table 5. The main crops on which the farms rely financially are turnips and onions for FT1 and FT2. However, FT1 is more diversified and also grows leafy vegetables during the rainy season. Average crop yields remain modest. Turnip yields are identical across both typologies, around 7t/ha, while onion yields fluctuate between 6.5 t/ha for FT1 and a maximum of 10 t/ha for FT2. This is because FT1 receives seeds from local variety and FT2 has to buy seeds thus they buy local and improved variety with a higher yield. Nevertheless, these globally modest yields are severely restricted by the highly fragmented, small-scale, non-diversified plots and poor-quality soil for both types. Field data and expert knowledge confirm that the local sandy-textured soils contain very low levels of organic matter. Because sandy soils present a weak structure, they dry out very quickly and lose nutrients. As a result, soil fertility remains poor, and crop productivity is limited.

In this semi-arid context, water is an essential factor. FT1 benefit from government funding and legal access to water; they generally have a water storage capacity of 4m3, which FT2 do not have. FT1 uses less water (33231 m^3/ha/year) than FT2 (38366 m^3/ha/year), and have access to drip irrigation systems. The estimated irrigation volumes largely exceed the crop water requirements reported in the literature for onion (350–550 mm per cycle, Brouwer & Heibloem, 1986), suggesting substantial losses through inefficient surface irrigation. This extreme inefficiency stems from heavy water losses during manual irrigation practices which demands the optimization of scarce natural resources.

The quantity of other inputs (such as seeds, fertilizers) are similar for both types. The important difference is the price of these inputs and the access to buy. The gross margin of the FT1 is higher than the FT2 (12298.13 vs 10139.89 MRU). The total variable costs are higher for FT2, even if they have higher incomes. Financially, both farms operate under highly precarious conditions.

Table 5. Baseline scenario

			Baseline Scenario	
Dimension	**Cat.**	**Indicator**	**FT1**	**FT2**
Economic	Income	Variable cost (MRU)	2310	6811
		Farm income (MRU)	14608,13	16950,89
	Labor	Family labour (days/ha)	255	255
		Hired labour (days/ha)	0	25,5
		Total labour (days/ha)	255	281
Ecological	Water	Water productivity (kg/m³) - Turnip	0,649	0,791
		Water productivity (kg/m³) - Onion	0,603	1,13
		Water Storage Capacity (m³)	4 m³	some of them have
		Water quality	3	3
		Water infrastructure quality	2	2
	Soil	Visual soil quality scores	3	3
	Crops	Crop diversity	6	2
		Yields (t/ha) - Turnip	7	7
		Yields (t/ha) - Onion	6.5	10
	Inputs	Fertilisation - Manure application (Kg/ha)	28,125	26,925
		Irrigation method	watering plot+ drip	watering plot
		Irrigation frequency	every day 2h/ day	every day 2h/ day
		Total irrigation water used (m³/ha/year)	33231	38366
		Herbicides (t/ha)	16,7	16,7
		Fungicides (t/ha)	NA	NA
		Pesticides (t/ha)	NA	NA

2. Introducing crop diversification production

This scenario tests the impact of replacing part of the area dedicated to growing turnips and onions with nitrogen-fixing legumes and leafy greens.

Crop yields remain unchanged between the baseline and crop diversification scenarios for both onions and turnips, as the scenario does not introduce modifications to crop management practices that would directly affect productivity. Across both scenarios, onion yields remain higher than turnip yields, reflecting the continued use of improved onion seed varieties. Similar patterns are observed for the newly introduced crops in the diversification scenario, with yields remaining consistently higher for FT2 than for FT1. As a result, crop diversification increases the range of crops produced without substantially altering the relative productivity differences between the two farm typologies. Nevertheless, diversification generates a substantial increase in farm income,

which rises from 14,608 MRU to 25,452 MRU for FT1 and from 16,951 MRU to 29,329 MRU for FT2, owing to the additional marketable crops introduced into the system. However, these higher revenues do not necessarily translate into higher profitability. Unauthorized farmers (FT2) must purchase all production inputs at market prices and do not benefit from subsidies, cooperative support, or institutional assistance. Consequently, their production costs remain considerably higher than those of FT1, reducing their gross margins despite their higher income levels. In contrast, supported farmers benefit from subsidized inputs and lower production costs, allowing them to retain a larger share of farm revenues.

The crop diversification scenario also affects labour requirements, although the impacts differ between the two farm typologies. Labor requirements change, as diversified farming systems require more regular management and different farming tasks. Family labour remains unchanged at 255 labour days/ha for both FT1 and FT2, reflecting the limited availability of household workforce. In contrast, hired labour requirements increase, particularly for FT2. Under the baseline scenario, FT1 relies exclusively on family labour, while FT2 employs 25.5 hired labour days/ha, representing approximately 10% of total labour requirements. Under the crop diversification scenario, hired labour remains stable for FT1 but increases substantially for FT2, reaching 59.9 labour days/ha and accounting for nearly one quarter of total labour demand (24%). Consequently, total labour requirements rise from 255 to 280.5 labour days/ha for FT1 and from 281 to 314.9 labour days/ha for FT2. These results suggest that crop diversification increases labour demand, particularly for unauthorized farms, where additional management activities cannot be fully covered by family labour alone. This creates a more stable distribution of labor over time instead of short periods of intense seasonal work.

The crop diversification scenario slightly increases input use across both farm typologies. Manure application rises from 25,000 kg/ha to 27,500 kg/ha, reflecting efforts to improve soil fertility and support a more diversified production system. Irrigation practices remain unchanged, with farmers continuing to irrigate daily for approximately two hours using the same irrigation methods as in the baseline scenario. However, as farmers have more crops to water, total irrigation water use increases from 33,231 to 36,554 m^3/ha for FT1 and from 38,366 to 42,202 m^3/ha for FT2. This increase is associated with the introduction of additional crops and the greater water demand required to sustain a more diverse cropping system. Across both scenarios, FT2 consistently uses more irrigation water than FT1, reflecting its greater reliance on manual irrigation and more limited access to water-saving infrastructure such as drip irrigation systems.

Farmers of PK-17 area mentioned crop diversification is a positive option for them. They reported that it's matching the farmers' main concerns in the living lab area which are saving water, enhancing soil fertility and improving overall productivity. They also liked the fact that crop diversification gave them more food than their current practices, and they have now more chances to sell them in local markets. They valued it not only for its ecological and economic benefits but also because it's familiar and easy to adapt in their lands, so it doesn't need major changes to their existing systems.

3. Promoting Composting Activities

This scenario evaluates the partial substitution of fresh manure with compost (see Table 6).
Composting scenario in PK-17 shows clear improvements in economic and ecological aspects. Farm income increased substantially for both farm types, from 14,608 to 16838 MRU for supported farmers (FT1) and from 16,951 to 19454 MRU for unauthorized farmers (FT2). These economic gains were associated with higher labour requirements. Total labour demand increased from 255 to 275 labour days ha^{-1} for FT1 and from 281 to 321 labour days ha^{-1} for FT2, mainly due to the greater need for hired labour during compost preparation and application. Consequently, the share of hired labour increased from 0 to 8% in FT1 and from 10 to 26% in FT2.

Ecological indicators also showed positive changes under the composting scenario. The compost will change the structure of the soil and increase the water retention capacity. Even so, composting will help them to improve their soil quality and increase their yields of crops with the time. Water productivity increased for both crops and farm types. For turnip, water productivity rose from 0.649 to 0.746 kg m^{-3} in FT1 and from 0.791 to 0.91 kg m^{-3} in FT2. Similar improvements were observed for onion, with values increasing from 0.603 to 0.693 kg m^{-3} in FT1 and from 1.13 to 1.30 kg m^{-3} in FT2. Crop yields increased by approximately 15% in both farm types, with turnip yields rising from 7.0 to 8.05 t ha^{-1} and onion yields from 6.5 to 7.48 t ha^{-1} in FT1 and from 10.0 to 11.5 t ha^{-1} in FT2. At the same time, manure application decreased from 28.1 to 21.1 kg ha^{-1} in FT1 and from 26.9 to 20.2 kg ha^{-1} in FT2, reflecting the partial substitution of conventional fertilization by compost.

Table 6. Scenario Crop diversification and Composting

			Scenario 1 - Crop diversification		Scenario 2 - Composting	
Dim.	**Cat.**	**Indicator**	**FT1**	**FT2**	**FT1**	**FT2**
Economic	Income	Farm income (MRU)	25452	29329	16838	19454
	Labor	Family labour days/ha	255	255	255	255
		Hired labour days/ha	25,5	59,925	20	65,5
		Share of hired labour (%)	10%	24%	8%	26%
		Total labour days/ha	280,5	314,925	275	321
Ecological	Water	Water productivity (kg/m³) - Turnip	0,727	0,886	0,746	0,909
		Water productivity (kg/m³) - Onion	0,676	1,266	0,694	1,299
		Water Storage Capacity (m³)	4 m³	some of them have	4 m³	some of them have
		Water quality	3	3	3	3
		Water infrastructure quality	2	2	2	2
	Soil	Visual soil quality scores	3	3	3	3
	Crops	Crop diversity	9	9	6	2
		Yields (t/ha) - Turnip	7	7	8,05	8,05
		Yields (t/ha) - Onion	6.5	10	7.475	11.5
		Yields (t/ha) - Groundut	2,06	2,13		
		Yields (t/ha) - Beans	0,8	1,2		
		Yields (t/ha) - Garlic	9	9,5		
	Inputs	Fertilisation - Manure (Kg/ha)	30,9375	29,6175	21,09375	20,19375
		Irrigation method	watering plot+ drip	watering plot	watering plot+ drip	watering plot
		Irrigation frequency	every day 2h/ day	every day 2h/ day	every day 2h/ day	every day 2h/ day
		Total irrigation water used (m³/ha/year)	36554	42202	33231	38366
		Herbicides (t/ha)	16,7	16,7	16,7	16,7
		Fungicides (t/ha)	NA	NA	NA	NA
		Pesticides (t/ha)	NA	NA	NA	NA

IV – Discussion

Relative to the baseline, the scenario analysis suggests that crop diversification primarily strengthens system resilience by reducing dependence on a limited number of crops, albeit at the expense of higher labour requirements. In contrast, composting mainly improves resource-use efficiency through enhanced soil fertility and higher crop productivity. Together, these practices illustrate complementary pathways towards more resilient and sustainable farming systems.

Beyond its agronomic benefits, crop diversification also contributes to household resilience. Under the baseline scenario, most households depend almost entirely on onion and turnip production, making them highly vulnerable to crop failure or price fluctuations. Introducing legumes and additional vegetables diversifies both food production and income sources, thereby reducing exposure to market and climatic shocks while improving household food security. This is particularly relevant in semi-arid peri-urban environments where climatic variability and market uncertainty frequently occur simultaneously.

These results are consistent with the findings in the literature from comparable dryland farming systems. In Tunisia in North Africa, compost and manure have improved soil organic matter and increased barley yields by more than 50% and the effects lasted into the next year (Oueriemmi et al., 2021). In Burkina Faso in West Africa, compost with water savings increased sorghum yields by 142% compared to 65% decrease because of mineral fertilizer (Zougmoré et al., 2010). In Pakistan, the combined application of compost and mineral nitrogen to maize fields increased yield by up to 219% compared with the control, while increasing soil organic carbon and soil moisture and reducing soil electrical conductivity and pH (Iqbal et al., 2019). These systems share the characteristics of the PK-17 region, sandy soils, low and irregular rainfall, and fragile productivity. These studies support the plausibility of our simulated results and suggest that the proposed agroecological pathways are consistent with observations from comparable semi-arid farming systems.

Crucially, the ability to replicate these benefits under field conditions beyond simulations is not equally accessible to all farmers. While differences between scenario results between farm types remain relatively modest in absolute terms, the key constraint lies not so much in agricultural performance as in the socioeconomic conditions under which each farm type operates. Cooperative member farms (FT1) can pool inputs, access training and credit, and collectively reach markets, thereby reducing both the cost and risk associated with adopting new practices. In contrast, unauthorized (and non-cooperative farms) (FT2) typically characterized by insecure land tenure, limited formal recognition, and restricted access to shared resources of cooperative face structural barriers to adopting agroecological practices. Cooperatives may also facilitate the practical implementation of agroecological practices. Shared composting facilities, collective acquisition of organic materials, technical advice, and labour exchange can substantially reduce the costs associated with compost production. These collective mechanisms are largely inaccessible to unauthorized farmers, who therefore face higher transaction costs when adopting the same practices.

A further set of constraints arises from the institutional and market environments that shape the practical viability of adoption of these constrains. The income benefits associated with crop diversification depend on farmers' ability to sell the additional products, which in turn requires functioning local markets for legumes and leafy vegetables, alignment of the new crops with local dietary preferences, and reliable access to quality seed. When these enabling conditions are lacking for instance, in the case of limited or distant markets, crops that do not align with consumption patterns, or underdeveloped seed supply chains, the increase in production may not translate into higher incomes, and the simulated profits may be overestimated. This underscores the fact that an agroecological practice cannot be implemented in isolation: instead, it is part of a more comprehensive system in which markets, seed supply, and land tenure must evolve in coordination. These findings suggest that agroecological transition is not solely determined by the technical performance of farming practices. Rather, it depends on the

interaction between ecological innovations and institutional arrangements such as land tenure, farmer organizations, extension services, and access to markets.

Several limitations should be acknowledged. The findings of the study is based on scenario simulations, and therefore represents the expectations rather than field measured outcomes. For instance, composting is a labor-intensive practice and depends on a consistent supply of organic materials, which may be difficult to secure on a small-scale peri-urban farming systems. Over the long term , poorly managed compost can also bring risk, for instance in Tunisia, a study found that frequent use of animal manure and compost on irrigated land increased the salinity of the soil and electrical conductivity (Rajhi et al., 2023). Similar findings were reported in Morocco, where heavy applications of compost raised the salt levels in the soil in semi-arid areas (Mrabet et al., 2001). These studies show that compost must be applied at the right rate and managed carefully, especially in dry regions like Mauritania, where salts can build up rapidly. Another limitation lies in the scarcity of agroecological research in Mauritania, where existing studies are mostly located in the Senegal River Valley, and there is limited published evidence on how crop diversification or composting affects yields, soil health, or water use in local contexts. This limits direct comparison with neighbour farming systems, but also provides an interesting research opportunity. Given the strong agroclimatic similarities with Burkina Faso and the arid regions of Tunisia, field experiments in the PK-17 region could provide context-specific data that is currently not available in the literature. Furthermore, only two agroecological practices were evaluated, whereas agroecological transition usually combines several complementary practices whose interactions could produce different outcomes.

Overall, these findings highlight the critical role of policies and institutions at the local level in implementing any transition. Even the simplest agroecological practices could be adopted more readily when farmers have access to financial services, effective extension services, and reliable market access. Support from local governments and NGOs for farmers' organizations, small-scale composting facilities, and water management would help reduce the barriers to entry that most strongly affect unauthorized farmers with limited resources (FT2), thereby enabling a more equitable sharing of the benefits of agroecology.

The existing findings point, however, to a coherent and realistic path forward: crop diversification spreads risk and stabilizes incomes, while composting improve soil fertility and water retention and reduce dependence on costly external inputs, practices long used by farmers in North and West Africa to maintain sustainable production under low and irregular rainfall. Given that such systems are accompanied by stable land tenure, efficient markets, and institutional support, their adoption in PK-17 could gradually lead to more productive, resilient, and self-sufficient agricultural systems.

More broadly, the present study suggests that agroecological transition in peri-urban semi-arid agriculture should not be viewed as the adoption of isolated farming practices. Rather, it represents a systemic process in which technical innovations such as crop diversification and composting must be accompanied by institutional support, secure land tenure, functioning markets, and collective organization. Without these enabling conditions, the benefits identified through the scenario analysis are unlikely to be fully realized, particularly for the most vulnerable farmers.

V – Conclusion

This study assessed the potential of crop diversification and composting to support agroecological transition in the peri-urban farming systems of PK-17, Mauritania, using a combination of farm typology and scenario analysis. The results suggest that both practices can improve the sustainability of farming systems through complementary mechanisms. Crop diversification enhances production diversity, farm resilience, and income opportunities, while composting improves soil fertility, crop productivity, and water-use efficiency. However, these benefits are not equally accessible to all farmers, as their adoption depends on structural conditions such as land tenure security, cooperative membership, and access to institutional support.

Overall, the study shows that agroecological transition in semi-arid peri-urban agriculture is not only a technical challenge but also a social and institutional one. While the proposed scenarios require validation under field conditions, they provide a useful basis for designing locally adapted transition pathways and support the development of more resilient and sustainable farming systems in PK-17.

Funding

This project has received funding from the European Union's HE researches and innovation program under grant agreement No 101084647 and official acronym NATAE. This work has also received funding from the Swiss State Secretariat for Education, Research and Innovation (SERI). Views and opinions expressed are, however, those of the authors only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Research Executive Agency (REA). Neither the European Union nor the granting authority can held responsible for any use of the information contained in the document.

Acknowledgements

We are deeply grateful to the farmers of the PK-17 area in Nouakchott for their essential contribution to the surveys and the participatory workshops. We also thank the local experts and partners in Mauritania whose support facilitated data collection and enriched the analysis of agroecological transition pathways in peri-urban and semi-arid contexts. Finally, we sincerely thank the anonymous reviewers for their careful and insightful comments, which greatly contributed to improving the clarity, consistency, and overall quality of the manuscript.

The research presented in this article is based on the work conducted in a Master's thesis. As such, certain sections of the manuscript may overlap with the original thesis document. The present article constitutes a revised and condensed version of the thesis, adapted for publication.

References

Akchaya, K., Parasuraman, P., Pandian, K., Vijayakumar, S., Thirukumaran, K., Mustaffa, M. R. A. F., Rajpoot, S. K., & Choudhary, A. K. (2025). Boosting resource use efficiency, soil fertility, food security, ecosystem services, and climate resilience with legume intercropping: A review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *9*, 1527256. https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1527256

Altieri, M. A., Farrell, J. G., Hecht, S. B., Liebman, M., Magdoff, F., Murphy, B., Norgaard, R. B., & Sikor, T. O. (2018). *Agroecology: The science of sustainable agriculture* (2nd ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9780429495465

Belete, T., & Yadete, E. (2023). Effect of mono cropping on soil health and fertility management for sustainable agriculture practices: A review. *Journal of Plant Sciences*, *11*(6), 192–197. https://doi.org/10.11648/j.jps.20231106.13

Brouwer, C., & Heibloem, M. (Eds.). (1986). Crop water needs. In *Irrigation water management. Training manual n. 3. Irrigation water needs*. FAO. https://www.fao.org/4/s2022e/s2022e07.htm

Ceglie, F. G., & Abdelrahman, H. M. (2014). Ecological intensification through nutrients recycling and composting in organic farming. In D. K. Maheshwari (Ed.), *Composting for Sustainable Agriculture* (pp. 1–22). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08004-8_1

El Chahrouk El Maalouf, T. (2023). *Diagnostic péri-urbain des pratiques agroécologiques de la région de PK-17 au Riyadh, Mauritanie* [Mémoire (Master 2 DATEM)]. CIHEAM-IAMM.

FAO. (2021). *AQUASTAT*. https://www.fao.org/aquastat/en/overview/methodology

Fertas, L., Alouat, M., & Benmahamed, H. (2024). The emergence of irrigated agriculture in semi-arid zones in the face of climate change and urbanization in peri-urban areas in Setif, Algeria. *Sustainability*, *16*(3), 1112. https://doi.org/10.3390/su16031112

Gutiérrez-Briceño, I., Pérez-Ramírez, I., Yacamán-Ochoa, C., Lucantoni, D., Vizuete, B., Hevia, V., González, J. A., Schwarz, G., & García-Llorente, M. (2025). Unravelling agroecological transitions: A multidimensional study of the horticultural sector in Madrid. *International Journal of Agricultural Sustainability*, *23*(1), 2551423. https://doi.org/10.1080/14735903.2025.2551423

Iqbal, S., Arif, M. S., Khan, H. Z., Yasmeen, T., Thierfelder, C., Li, T., Khan, S., Nadir, S., & Xu, J. (2019). Compost amended with N enhances maize productivity and soil properties in semi-arid agriculture. *Agronomy Journal*, *111*(5), 2536–2544. https://doi.org/10.2134/agronj2019.03.0176

Mohamed, A.-S., Leduc, C., Marlin, C., Wagué, O., & Sidi Cheikh, M.-A. (2017). Impacts of climate change and anthropization on groundwater resources in the Nouakchott urban area (coastal Mauritania). *Comptes Rendus. Géoscience*, *349*(6–7), 280–289. https://doi.org/10.1016/j.crte.2017.09.011

Mouratiadou, I., Wezel, A., Kamilia, K., Marchetti, A., Paracchini, M. L., & Bàrberi, P. (2024). The socio-economic performance of agroecology. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *44*(2), 19. https://doi.org/10.1007/s13593-024-00945-9

Mrabet, R., Ibno-Namr, K., Bessam, F., & Saber, N. (2001). Soil chemical quality changes and implications for fertilizer management after 11 years of no-tillage wheat production systems in semiarid Morocco. *Land Degradation & Development*, *12*(6), 505–517. https://doi.org/10.1002/ldr.464

NATAE. (2023). *Project results*. Natae. https://www.natae-agroecology.eu/project-results/

NATAE Project Consortium. (2026). *NATAE farm household survey* (NATAE project report, EU Horizon Grant Agreement no. 101084647) [Data set]. https://doi.org/10.5281/zenodo.23410569

Oueriemmi, H., Kidd, P., Trasar-Cepeda, C., Rodríguez-Garrido, B., Zoghlami, R., Ardhaoui, K., Prieto-Fernández, Á., & Moussa, M. (2021). Evaluation of composted organic wastes and farmyard manure for improving fertility of poor sandy soils in arid regions. *Agriculture*, *11*(5), 415. https://doi.org/10.3390/agriculture11050415

Paas, W., Kleftodimos, G., van de Ven, G., Reinhard-Kolempas, M., Galanis, C., Belhouchette, H., Sidya Fall, C., Echchgadda, G., Comptour, M., Ben Mimoun, M., Boudedja, K., Aatig, safa, Chattou, Z., & Caulfield, M. (2024). *Farm household typologies in NATAE Living Labs* [NATAE project report, EU Horizon Grant Agreement no. 101084647]. CIHEAM-IAMM. https://doi.org/10.5281/ZENODO.15342631

Patel, R., & Patel, A. (2024). Evaluating the impact of climate change on drought risk in semi-arid region using GIS technique. *Results in Engineering*, *21*, 101957. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.101957

Rajhi, H., Bardi, A., Ajmi, L., Hazoug, M., Des Tureaux, T. H., Haq, I., Bousnina, H., Abichou, M., & Podwojewski, P. (2023). Effect of multi sourced compost on a rainfed olive tree grove in an arid land: Management practices to adapt to global climate change. *Journal of Arid Environments*, *218*, 105058. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2023.105058

Raveloaritiana, E., & Wanger, T. C. (2024). *Decades matter: Agricultural diversification increases financial profitability, biodiversity, and ecosystem services over time*. arXiv. https://doi.org/10.48550/ARXIV.2403.05599

Reinhard-Kolempas, M., Paas, W., van de Ven, G., & Reidsma, P. (2023). *Guidelines for choosing scenarios, indicators and co-designing AEP combinations (T4.4)* [NATAE project report, EU Horizon Grant Agreement no. 101084647]. CIHEAM-IAMM.

Sayara, T., Basheer-Salimia, R., Hawamde, F., & Sánchez, A. (2020). Recycling of organic wastes through composting: Process performance and compost application in agriculture. *Agronomy*, *10*(11), 1838. https://doi.org/10.3390/agronomy10111838

Tacconi, F., Lefroy, D., Waha, K., Ojeda, J. J., Leith, P., & Mohammed, C. (2024). Agricultural diversity, farmers' definitions and uses: The case of Tasmanian farms. *Journal of Rural Studies*, *108*, 103266. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2024.103266

Weather Atlas. (2024). *Climate and monthly weather forecast—Nouakchott, Mauritania*. https://www.weather-atlas.com/en/mauritania/nouakchott-climate

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. https://doi.org/10.1051/agro/2009004

Zougmoré, R., Mando, A., & Stroosnijder, L. (2010). Benefits of integrated soil fertility and water management in semi-arid West Africa: An example study in Burkina Faso. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, *88*(1), 17–27. https://doi.org/10.1007/s10705-008-9191-1

Upscaling combinations of agroecological practices in Tunisia:

A landscape analysis from Siliana to neighbouring governorates to support the agroecological transition

Generosa J. Calabrese[1], Alessia Perrino[1], Zeineb Kassouk[2], Mehdi Ben Mimoun[2], Marie Reine Bteich[1], Stefania Gualano[1], Gabriele Favia[1], Franco Santoro[1]

[1]Mediterranean Agronomic Institute of Bari (CIHEAM Bari) Via Ceglie 9 70010 Valenzano (BA) Italy

[2]University of Carthage, National Institute of Agronomy of Tunisia, Laboratory GREEN-TEAM LR17AGR01, 43 Avenue Charles Nicolle, Tunis, 1082, Tunisia

Abstract. Within the framework of NATAE project, specific combinations of agroecological practices (AEPs) were identified and selected in the El Krib Living Lab in Siliana, to promote AE transition of Tunisian food system. These combinations offer solutions to current challenges and can be easily adopted by farmers and communities within similar cropping systems and environmental contexts. The AEPs were selected by local communities based on socio-economic criteria and territorial specificities, ranging from crop types and prevalence in cropping systems to average plot size and climatic constraints. Since cropping systems embody the continuous adaptation of production to perceived risks, this analysis explores their structural aspects alongside the climatic factors that influence stakeholders' choices. In further assesses the potential for extending the considered AEPs to broader regions to enhance the local food system resilience and facilitate the agroecological transition. To identify possibilities for expanding the adoption of NATAE-identified AEP combinations to other Tunisian areas, a landscape analysis was performed to identify sites with similar characteristics and constraints. The analysis was based on existing official cartographies and open-access ERA5-Land climate data from the ECMWF. The study first analysed the Siliana governorate to better assess its context and landscape diversity, then expanded to include the neighbouring governorates of Beja, Jendouba, Kef, Kasserine, Sidi Bouzid, Kairouan and Zaghouan. Siliana's landscape was contextualised in relation to these surrounding regions. Additionally, ERA5-Land climate data was considered to incorporate climate-change factors. The results identified areas within these regions that share similar crops and challenges to those found in El Krib, thereby highlighting the potential to expand the adoption of NATAE AEPs combinations to help mitigate the constraints faced by the Siliana Living Lab community.

Keywords. Agroecology – Agroecological transition – Cropping system – Landscape analysis – Climate adaptation

Titre. Expansion de l'application des combinaisons de pratiques agroécologiques en Tunisie : Analyse du paysage du gouvernorat de Siliana aux gouvernorats voisins pour soutenir la transition agroécologique

Résumé. *Dans le cadre du projet NATAE, des combinaisons spécifiques de pratiques agroécologiques (PAE) ont été identifiées et sélectionnées au sein du Living Lab El Krib à Siliana, afin de promouvoir la transition agroécologique du système alimentaire tunisien. Ces combinaisons de PAE pourraient constituer une solution aux problèmes et défis existants et plus facilement appliquées et adoptées par les agriculteurs et les communautés ayant des systèmes de culture et des conditions environnementales similaires. Les PAE ont été sélectionnées par les communautés locales sur la base de critères découlant de considérations sociales et économiques, intégrant des aspects territoriaux liés aux types de cultures, à leur prévalence relative dans les systèmes de culture, à la taille moyenne des parcelles, ainsi qu'aux facteurs et contraintes climatiques. Les systèmes de culture sont la manifestation concrète de l'adaptation continue des systèmes de production agricole aux défis et aux risques perçus par les parties prenantes. Cette analyse explore certains aspects structurels des systèmes de culture et les facteurs climatiques en constante évolution qui influencent les perceptions et les choix des acteurs locaux, nécessitant une adaptation continue. Elle examine également la*

possibilité d'étendre les PAE considérées à des régions plus vastes afin de renforcer la résilience globale des systèmes alimentaires locaux contribuant ainsi à la transition agroécologique des territoires. Afin d'identifier les possibilités de déployer l'adoption les combinaisons de PAE identifiées par le projet NATAE à d'autres régions de la Tunisie, une analyse du paysage a été réalisée dans le but d'identifier des sites présentant des caractéristiques similaires et soumis aux mêmes contraintes. L'analyse s'est appuyée sur des cartographies officielles et sur la base des données climatiques mensuelles ERA5-Land, fournies gratuitement par – l'ECMWF. *Dans un premier temps, l'étude s'est concentrée sur le gouvernorat de Siliana afin de mieux évaluer son contexte et la diversité de ses paysages, puis elle a été étendue aux gouvernorats limitrophes Béja, Jendouba, Kef, Kassérine, Sidi Bouzid, Kairouan et Zaghouan. Le paysage de Siliana a été analysé et contextualisé en considérant son contexte paysager par apport à ces gouvernorats. Les réanalyses de données ERA5-Land ont permis de recueillir les informations au changement climatique. Les résultats ont permis d'identifier des sites avec des cultures similaires et faisant face à des contraintes semblables à ceux rencontrés à El Krib, offrant ainsi la possibilité d'expanser l'adoption de combinaisons de PAE de NATAE et permettant contraindre les défis de production auxquels est confrontée la communauté du Living Lab de Siliana.*

Mots-clés. *Agroécologie – Transition agroécologique – Systèmes de culture – Analyse du paysage – Adaptation au changement climatique*

I – Introduction

During the NATAE project, that aims to foster agroecology transition in North Africa through multi-actor, evaluation, and networking, a significant work was done within the Living Labs (LLs) to identify the most promising agroecological practices (AEPs) for ensuring improved overall sustainability of food systems in the contexts considered by the LLs and Replication Labs (RLs). In Tunisia, in the LL located in El Krib, in the Siliana governorate, a participatory process involving local farmers, breeders and stakeholders led to the identification and selection of four keys AEPs: no-till sowing, crop rotation, intercropping, and forage mixture. The implementation of these practices is expected to bolster both farming system sustainability and communities, as commonly reported for agroecological diversification and soil management practices in Mediterranean farming systems (Von Cossel et al., 2025; Wezel et al., 2020). Building on the hypothesis that wider adoption across Siliana and neighbouring governorates would yield similar benefits, a territorial analysis was performed aimed to identify regions with comparable cropping systems to El Krib, and to assess the potential for replicating the AEPs.

In El Krib, the cropping system is dominated by rain-fed cereals, predominantly durum wheat and barley, alongside oats. Irrigated cereal production is also a possibility for larger farms. Olive trees and livestock farming are also present (CILG International, 2020). The participatory process carried out by the National Institute of Agronomy of Tunisia (INAT) of the University of Carthage within the NATAE project (Caulfield et al., 2026) shows that some AEPs are already commonly implemented in El Krib and have yielded positive results allowing managing soil health and crop diversification improving yields and animal health. AEPs also contributed to the stabilization of farm revenues, as they have reduced production inputs and consequently production costs. This has reinforced the belief among primary producers that agroecology, understood as a coherent set of principles and practices (HLPE, 2019; Wezel et al., 2020), can constitute a systemic response to the main critical issues that reduce farm resilience. Based on this perception, they identified and selected practices such as cereal-legume rotation, no-till seeding, the adoption of improved forage seeds, and intercropping in association with olives. Those are widely recognized as key agroecological strategies in Mediterranean and North African agriculture (Boutagayout et al., 2023; Silva et al., 2026) as AEPs, adopted individually or in combination (Caulfield et al., 2026), improve the overall sustainability of farms and local communities.

LL farms fall into three size classes (Paas et al., 2024); each associated to a different level of flexibility in adopting AEPs. Farms with less than 5 hectares are mostly monocultures, either cereal crops or cereal-olive crops, with livestock on the farm. These farms, unable to rely on farm-produced products, are highly dependent on external production inputs and are economically fragile. Similar constraints have been reported for smallholder farming systems across North Africa (Ameur et al., 2020). In this case, the AEPs chosen include no-till sowing, the introduction of legumes in rotation (biennial) with cereals, and, in the case of olive farms, the possibility of intercropping cereals or forage mixture with olive groves.

Farms between 5 and 20 hectares are of two types: some practice cereal monoculture, while others grow cereals, olive trees, and livestock such as poultry, sheep, and cattle. These farms are more market-oriented than the previous ones and already adopt some "sustainable" agricultural practices.

Even farms larger than 20 hectares, show two typologies: one predominantly growing cereal crops, although with some olive trees, and the other with a more diversified cropping system that includes cereals, olive trees and legumes. In both cases, no significant livestock is present.

Medium and large cereal monoculture farms decided to focus on no-till sowing, complementing the monoculture with crop-legume rotations (alternation), following conservation agriculture pathways proposed for Mediterranean rainfed systems (Cicek et al., 2023); farms with olive trees have decided to adopt intercropping with vegetables. Furthermore, there is a lot of interest in the possibility of adopting new mixtures of forage seeds of higher quality to cover the needs of livestock on mixed farms (medium or large).

This research aims to understand the replicability, beyond the boundaries of El Krib, of no-till seeding, two-year rotation between wheat and leguminous or forage crops, and the practice of intercropping in olive groves addressing a key challenge for agroecological transition in North Africa (Leauthaud & Gliessman, 2025; Requier-Desjardins et al., 2024).

II – Materials and Methods

To explore the potential for disseminating and expanding the adoption of the identified AEPs combinations in El Krib throughout Siliana and other regions of Tunisia, a landscape analysis was undertaken, with the goal to identify areas with comparable structural characteristic - such as plot size, the predominance of cereal-based systems and limited diversification, - as well as similar constraints, including climate stress.

The study was initially focused on Siliana governorate and then it was subsequently expanding to the neighbouring governorates of Beja, Jendouba, Kef, Kasserine, Sidi Bouzid, Kairouan, and Zaghouan.

To select priority areas for the informed deployment of individual AEPs, the methodology first identified agricultural areas (arable land, permanent crops) and then analysed the most relevant climate data.

1. Landscape analysis and identification of agricultural areas

To conduct the landscape analysis, it was necessary to update the existing land use maps for the study area (Ministry of Agriculture, Water Resources and Fisheries, 2024) up to a level of detail that would allow for a clear identification of the size of plots (patches) used for agriculture and crops (open field and permanent crops) as well as for other land uses. For this, a classification process using remote sensing free data is performed, as briefly described below.

The Region of Interest (ROI) covering eight governorates (Siliana, Beja, Jendouba, Kef, Kasserine, Sidi Bouzid, Kairouan, and Zaghouan) was investigated using as a basis a time series of Sentinel-2 images for the year 2024 made available by the European Copernicus program.

Sentinel-2 remote sensing data are freely accessible via platforms such as Copernicus Open Access Hub and offer comprehensive metadata for georeferencing and atmospheric correction. These images cover 13 spectral bands (from visible to SWIR) with a resolution of 10 to 60 meters and are revisited every 5-10 days; this makes them ideal for identifying periodic changes in land use, agriculture, and ecosystems.

A. Classification data processing: Satellite imagery and Construction of Training File and Validation Vector

A multi-step classification process was carried out over the ROI using a time series of Sentinel-2 images acquired throughout the year 2024.

To identify different vegetation patterns (natural, agricultural, forestry) and monitor seasonal dynamics, key spectral indices were calculated. The red and near-infrared (NIR) bands were combined to calculate the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the Optimized Soil Adjusted Vegetation Index (OSAVI), which help distinguishing vegetation types based on seasonal variation in chlorophyll content and vegetation cover. The Normalized Difference Built-up Index (NDBI) was also used to identify urban surfaces or built-up areas.

These indices were combined with multi-temporal satellite imagery to create a unified dataset for supervised classification. The final stack consisted of 34 bands at 10 m spatial resolution, including monthly NDVI data for 2024, OSAVI and NDBI from April and August, and raw spectral bands (Red, Green, Blue, NIR, SWIR1, SWIR2) from April, July, and August.

The unified dataset was then analysed through a supervised classification approach by using a training file to map vegetation patterns and built-up areas across the ROI. In a supervised classification the training file serves to drive the process of machine learning by informing the algorithm about land cover categories.

The training file was built from datasets coming from the following databases:

- ESA WorldCover 2021 v200 (Zanaga et al., 2022).
- Land use: validated data provided by INAT team (for the land use categories grazing areas, urban areas, water bodies, and bare rock).
- Land use: validated data by CIHEAM Bari from the TANIT project (permanent crops, olive groves and arable land).
- OpenStreetMap (roads https://data.amerigeoss.org/dataset/tunisia-road-network-main-roads) (OpenStreetMap contributors, 2025).

Once the supervised classification was completed, an accuracy analysis was performed to ensure that the results of the classification match reality and ground truth data. For this purpose, a validation vector is required to inform and drive the process; it was created by randomly extracting 30% of the samples for each land use category, from the above-mentioned datasets. The validation process (ground truth) was also supported by operators with direct knowledge of the study area.

B. Classification by *Random Forest (RF) and map validation*

The supervised classification was performed using the Random Forest (RF) algorithm implemented in Orfeo ToolBox (OTB) within QGIS ® environment.

RF algorithm was configured with 500 trees and a minimum split size of 5; cross validation option was flagged to evaluate the model robustness. A Digital Elevation Model (DEM) (NASA JPL, 2020) was included as an additional input variable to account topographic influences on land cover distribution.

An accuracy analysis was subsequently conducted to quantify the reliability of the classification results proving evidence of how much we can trust the resulting map. It also identifies strengths and weaknesses by highlighting which classes are well detected and which are less.

C. Landscape analysis, land use categories, and calculation of context indicators

The validated classification maps were used to analyse the landscape and to characterise and examine patterns as a patchwork/mosaic of distinct patches (plots) corresponding to ecotopes or habitats, each of which has a nearby area of transition (ecotone).

Key features were identified including urban/built-up areas, water bodies/rivers, arable and permanent crops, ecological infrastructures (hedgerows, spontaneous plants and small trees), and woodlands. To facilitate the calculation of landscape indicators, spatial datasets of land cover categories generated via supervised classification in QGIS were exported in excel. These datasets, encompassing all land cover categories/classes cited by Sarvia et al. (2024), were organised into the macrocategories listed in Table 1.

Table 1. Macrocategories of land cover categories

Macrocategories	Land Cover Categories
MA	Built up (urban fabric and other man-made categories)
EN	Natural herbaceous and bush vegetation (maquis garigue and grazing areas, grassland)
AN	Natural arboreous vegetation (forests and woods)
W	Wetlands (water bodies, riparian wetland)
CP	Permanents crops (orchards, mainly rainfed olive trees)
CE	Herbaceous crops (arable crops, vegetable crops, fodder crops)
CA	Crops with dense, complex patterns of vegetation, associated crops and/or irrigated crops

The selection of landscape indicators reflects the analysis's objective, which is to identify cropping systems like those of El Krib, where it is possible to propose (replicate) the adoption of the AEPs chosen by local stakeholders. Consequently, six distinct types of indicators were selected to describe the structure and composition of cropping systems in terms of presence and importance of arable land (CE), tree crops (CP) and associated crops, and/or plots with more complex (probably irrigated) cropping systems (CA). Each indicator belongs to one of the typologies reported in Table 2.

Table 2. Indicators adopted to describe the cropping systems

Typology		Indicator	Formula
Indicators of Composition	1	Relative Richness Area (RA) for individual categories (Turner et al., 2001)	RA = $\frac{\text{aj}}{\sum_{j=1}^{s} aj}$× 100 a= area of the categories (ha)
Indicators of Fragmentation	2	Patch Average Area (PAA) (Elkie et al., 1999)	PAA = $\frac{\sum_{j=1}^{s}\sum_{i=1}^{n} a_i}{\sum_{i=1}^{s} n_j}$ a = area of categories (ha) n = number of plots of categories
	3	Patch Average Area for individual categories	$PAA_j = \frac{\sum_{i=1}^{n} ai}{n_j}$ a = area of categories (ha) n = number of plots of categories
	4	Patch Density (PD) (McGarigal & Marks, 1995)	PD =$\left(\frac{\sum_{i=1}^{S} nj}{\sum_{j=1}^{s}\sum_{i=1}^{n} ai}\right)$ a = area of categories (ha) n = number of plots of categories
	5	Patch Density for individual categories (Caporali et al., 2003)	PDj =$\frac{nj}{\sum_{i=1}^{n} \text{aij}}$×100 a = area of categories (ha) n = number of plots of categories
	6	Crop Ecotope Composition (CEC)	CEC= $\frac{\text{SEP}}{SEH}$ =$\frac{\sum_{i=1}^{n} pSEP}{\sum_{i=1}^{n} pSEH}$ SEP =areas of ecotopes of categories with permanent cover (ha) SEH =areas of ecotopes of categories with herbaceous cover (ha)

The selected indicators allow for an integrated description and capture of the diversity, size, and spatial configuration of cropping systems, reflecting fundamental agroecological processes such as production diversification, fragmentation of the agricultural mosaic, and ecological resilience.

The first indicator, Relative Richness Area (RA), measures the relative richness of the land use categories present in a landscape compared to the maximum potential number of classes. It expresses the diversity of a territory in terms of crops and structure. Polycultural systems with complex rotations, or landscapes that include diversified land cover categories as semi-natural elements such as hedgerows, pastures, or agroforests show high RA values. Low values reflect structural simplification and predominance of monocultures.

Patch Average Area (PAA) describes the average size of the patches/plots. High values of PAA indicate large fields and uniform landscapes, usually typical of highly mechanized and specialized intensive systems. Low values of PAA characterize landscapes with small family farms and/or traditional agroecological systems with high spatial diversification. Analysing PAA by individual category enables the assessment of the spatial importance of each crop.

Patch Density (PD) measures the number of patches per unit area providing information about landscape fragmentation. High values of PD are typical of dense and complex mosaic, with numerous small crop units; low values indicate more homogeneous landscapes with few large plots. The PD calculated by individual category allows us to understand whether a crop is widespread or concentrated in a few areas.

The Crop Ecotope Composition (CEC) describes the landscape composition in terms of agricultural ecotopes (patches, plots), it represents the ratio of annual/herb crops to perennial/tree crops and describes the cropping system in a synthetic way.

All these indicators are particularly useful for comparing landscapes.

2. Elaboration of Climate data

Climate data express some of the most important aspects for agricultural production. We identified rainfall and potential evapotranspiration during the growing season as relevant parameters for selecting climatically suitable areas for adopting the proposed AEPs. The reference AEPs, and in particular the biennial cereal-forage rotation and the practice of intercropping of forage or vegetable crops with tree crops, that would take place in the same period (autumn-spring: November–May) were considered. Furthermore, with reference to cereals, we paid particular attention to the parameters describing the availability of rainfall in the months coinciding with the phenological phases of rising and ripening (March–May), also calculating the days with critical temperatures (>31°C) and the number of days without rain (continuous dry days CDD) that could cause problems as the shrinkage of the caryopses during the ripening phase of the grains.

The elaboration of climate parameters adopted climate data from the ERA5-Land dataset, produced by the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) as part of the Copernicus Climate Change Service (Copernicus Climate Change Service, 2017; ECMWF, 2020). Widely used in climatology, environment, and agro-hydrology for the analysis of climate change, desertification, irrigation management, and water balance dynamics (Dorigo et al., 2017; Eyring et al., 2016; Kirtman et al., 2014), the reanalysed ERA5-Land data integrate millions of observations from satellites, weather stations, buoys, and atmospheric models, providing climate variables with high spatial resolution.

All parameters were calculated for the years 2020–2025 to capture climate variability, which represents one of the greatest challenges for crop productivity stability.

The climate variables used in the study, organized on a regular spatial grid (approximately 9×9 km) using geographic coordinates, involved daily time series of air temperature T (minimum, maximum, and mean temperatures in °C), cumulative precipitation P (in millimetres), and reference evapotranspiration ET0, calculated using the FAO Penman–Monteith equation 56 (Allen et al., 1998). To ensure the temporal integrity of the climate series, a calendar continuity check was performed for each spatial combination (latitude, longitude) and for each year. Specifically, the number of daily observations was compared with the theoretical cardinality of the year (365 or 366 days), verifying the absence of duplicates and temporal gaps. Any anomalies (missing or duplicate days) were tracked and documented using dedicated reports to avoid the use of incomplete series in subsequent processing.

The final dataset was structured, for each year of analysis between 2020 and 2025, in the following formats: Latitude, Longitude, Year, Month, Day, Tmin, Tmax, Tavg, P, and ET0, constituting a spatially explicit and temporally continuous daily climate database, suitable for calculating agro-climatic indices and heat and water stress. This data structure generated robust spatio-temporal maps, capable of assessing the optimal conditions for the agro-climatic phenomena required to support the modelling of crops.

III – Results

1. Final classification and map

The final supervised classification process, carried out across the entire ROI, comprising the governorates of Siliana, Beja, Jendouba, Kef, Kasserine, Sidi Bouzid, Kairouan, and Zaghouan, was subjected to accuracy analysis yielding an overall accuracy (performance) of 85%, which allowed the classification process and the resulting map to be considered valid. The identified cover categories yielded accuracy results (Precision of Class) ranging from 99% (for the water class) to 75% (for the class corresponding to pastures and grazing areas).

From the mapping, the land cover categories corresponding to the following agricultural crop classes were extracted: a) Arable Land (CE) representing the arable land plots; b) Permanent crops (CP) including mainly rainfed olive groves and orchards; c) Associated crops (CA) referring to agricultural plots characterised by dense vegetation cover, with intercropped and/or probably irrigated systems.

The key findings from land-cover categories highlight substantial differences in the composition of agricultural land among the governorates.

The Northern cereal-based governorates of Siliana (which includes El Krib), Kef, Beja, Jendouba and Zaghouan are characterized by a clear dominance of arable land (CE), which represents between approximately 54% and 75% of agricultural areas. Permanent crops (CP), mainly olive groves and orchards, occupy a secondary but significant proportion (14–34%), while associated and/or irrigated crops (CA) remain marginal (<3%).

The landscape of El Krib shows a strongly cereal-oriented landscape (54.45% CE) combined with a moderate presence of permanent crops (14.48% CP); the whole governorate of Siliana presents a similar structure but with a larger proportion of permanent crops (30.94% CP).

Kef and Beja display the highest similarity to this cereal-based pattern, with CE accounting for more than 70% of agricultural land, while Jendouba and Zaghouan maintain a more balanced cereal–tree crop mosaic, with CE around 64–65% and CP around 33%.

All these governorates share a mixed cereal–olive farming structure typical of northern Tunisia.

The southern and central governorates of Kairouan, Kasserine and Sidi Bouzid show different pattern with permanent crops dominating the agricultural land use (Kairouan: 77.2% CP and 20.4% CE; Kasserine: 80.9% CP and 15.5% CE; Sidi Bouzid: 94.7% CP and only 3.6% CE)

Figures 1–3 show the maps of arable crops (CE), permanent crops (CP), associated and/or irrigated crops (CA).

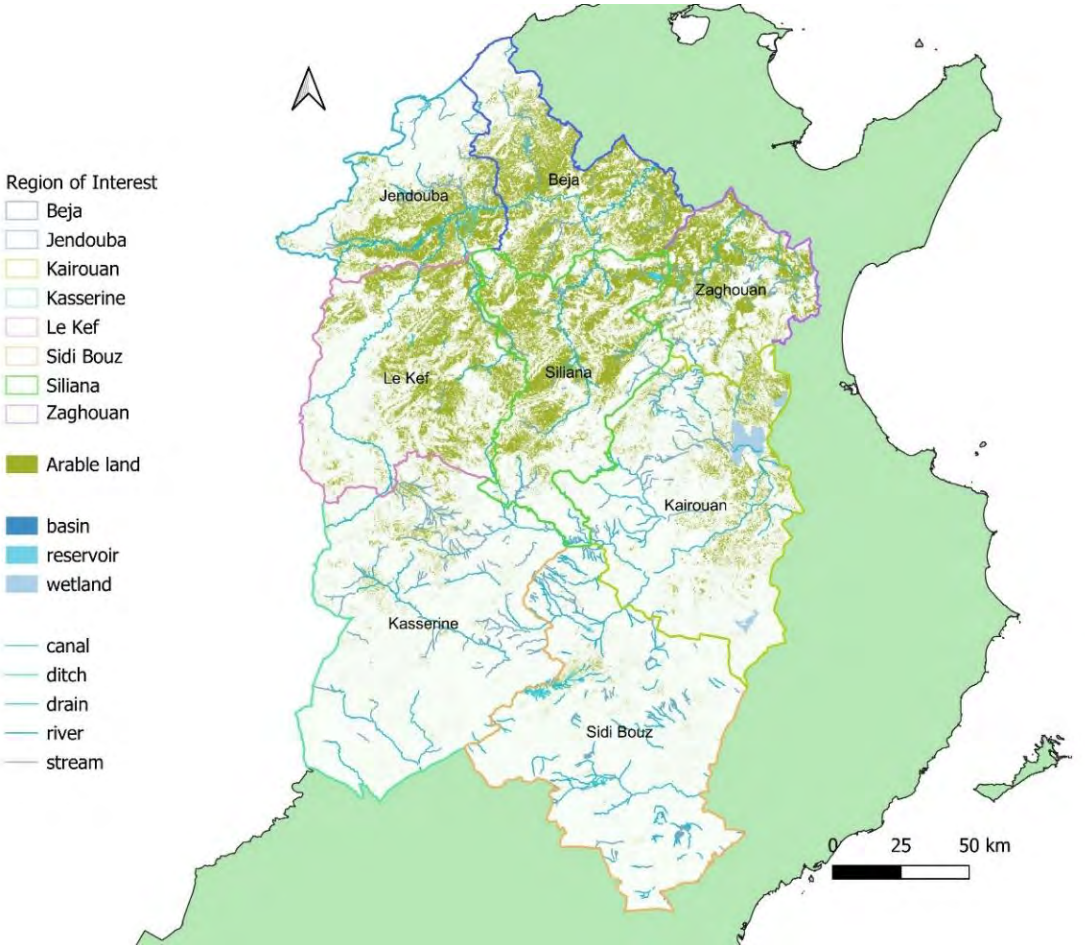


Figure 1. Arable Land (CE)

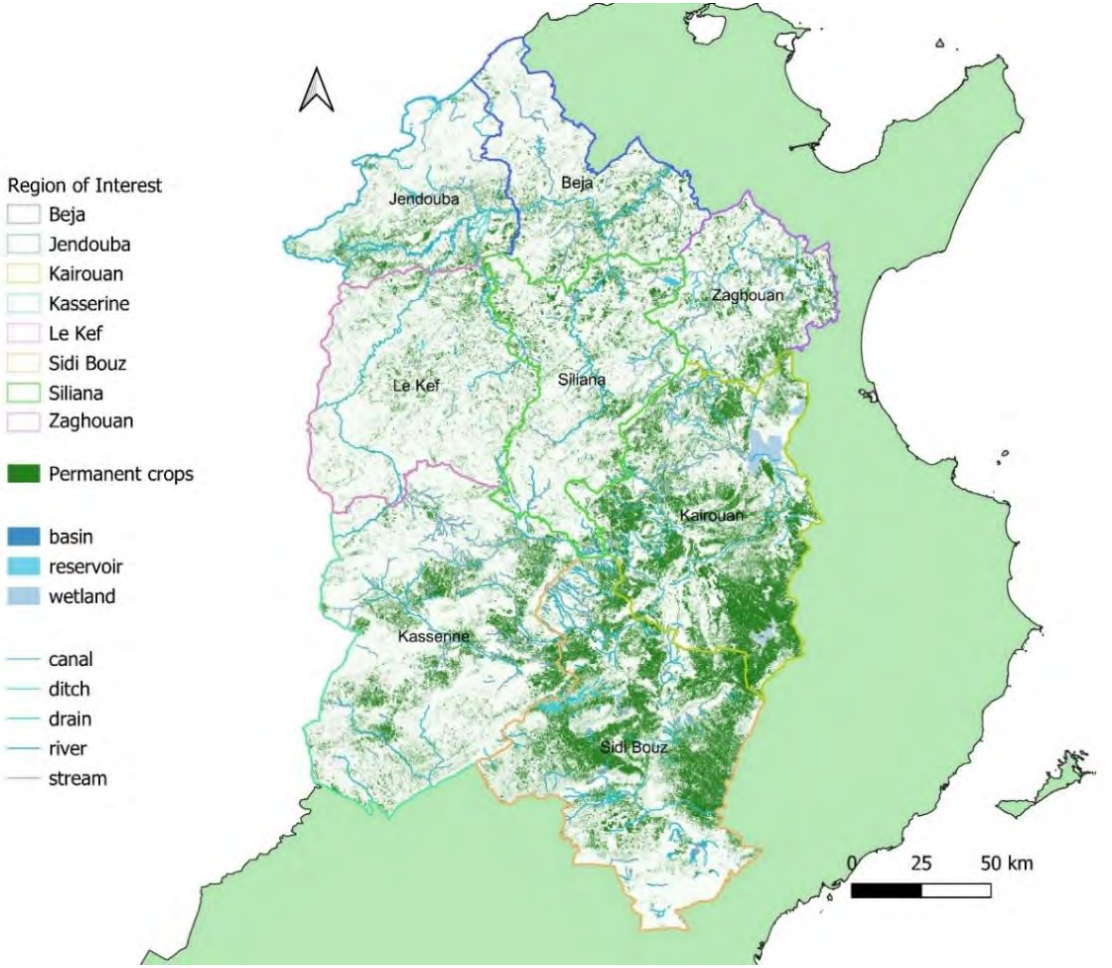


Figure 2. Permanent Crops (CP)

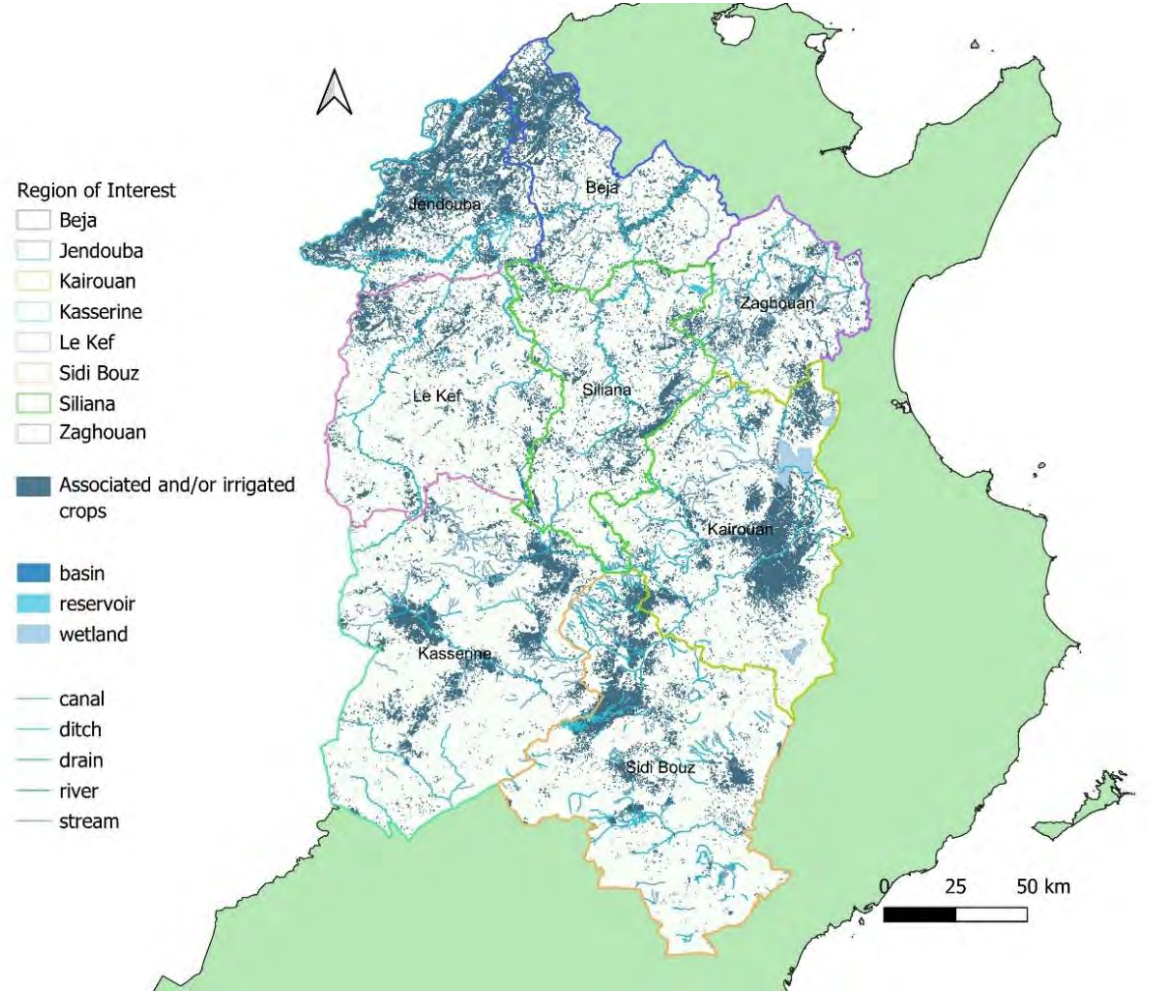


Figure 3. Associated and/or irrigated crops (CA)

A. Landscape analysis, land use categories, and calculation of context indicators

The data of the land cover categories related to agricultural areas in the El Krib LL, the whole Siliana Governorate and the neighbour governorates (Jendouba, Kairouan, Kasserine, Kef, Sidi Bouzid and Zaghouan) were used to calculate the selected indicators (Table 3).

Table 3. Landscape indicator values for the cropping systems of the Governorates

Governorates	RA CP	RA CE	RA CA	CEC	PAA	PAA CP	PAA CE	PAA CA	PD	PD CP	PD CE	PD CA
El Krib	14.48	54.45	0.24	0.27	0.70	0.38	4.13	0.05	143.73	264.66	24.23	1945.59
Siliana	30.94	67.92	1.14	0.46	0.58	0.28	1.30	0.13	172.36	359.87	77.14	758.37
Beja	23.57	74.90	1.54	0.32	1.06	0.41	3.30	0.11	94.48	246.19	30.29	897.10
Jendouba	33.14	64.02	2.85	0.53	0.57	0.32	2.30	0.07	174.55	317.05	43.43	1464.50
Kairouan	77.19	20.44	2.37	3.62	0.92	1.18	0.64	0.20	109.28	84.93	155.75	502.37
Kasserine	80.85	15.48	3.67	4.78	0.30	0.33	0.25	0.18	330.90	306.44	407.53	546.64
Kef	27.99	71.39	0.62	0.39	0.67	0.30	1.40	0.09	149.97	329.36	71.33	1105.55
Sidi Bouzid	94.66	3.61	1.73	21.33	0.44	0.52	0.15	0.09	225.33	193.49	655.22	1071.44
Zaghouan	33.60	65.34	1.07	0.52	0.98	0.52	2.10	0.16	102.35	192.01	47.57	635.11

Note: *CP: permanent crop; CE: herbaceous/annual crops; CA: associated and/or irrigated crops

The results of the landscape indicators reported in Table 3 were subjected to multivariate analysis to identify similarities and differences between the cropping systems of the different governorates.

The results of the statistical analysis are shown in Figure 4 (a and b).

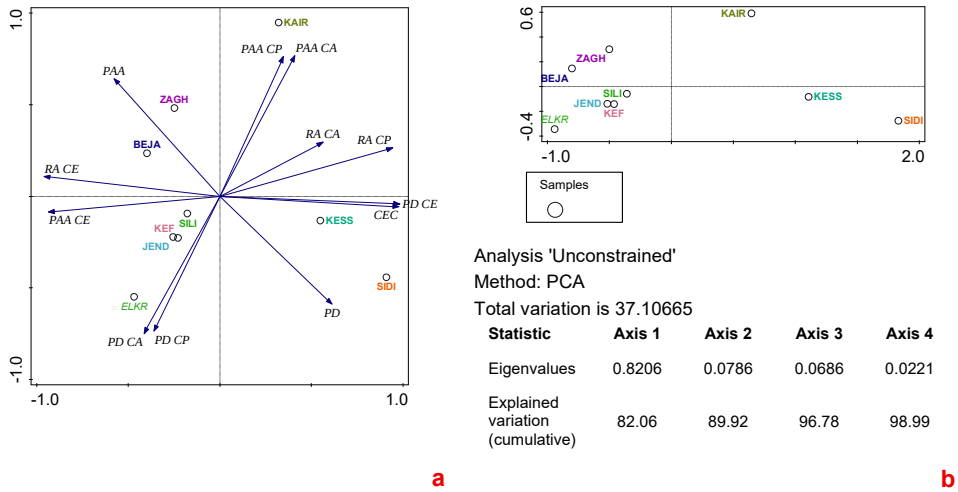


Figure 4. Multivariate Analysis operated to identify similarities and differences between the cropping systems of El Krib and of the Governorates. a) Diagram; b) Scatter plot

The Principal Components Analysis (PCA) provides a synthetic representation of the similarities among governorates.

The first principal component alone explains 82.1% of total variance, while the first two axes explain 89.9%, indicating that the selected indicators capture most of the structural variability among cropping systems.

The PCA reveals three main groups:

Group 1 shows high similarity with El Krib and includes Siliana (as expected), Kef and Jendouba. These governorates cluster closely with El Krib because they share comparable proportions of arable and permanent crops; similar field-size distributions; similar patch-density patterns and analogous landscape complexity. This further shows that the El Krib farming system is representative of a broader northern Tunisian cereal-based agroecosystem.

Group 2 shows intermediate similarity and includes Beja and Zaghouan. These governorates occupy an intermediate position in the ordination space. Their landscapes remain compatible with the El Krib model, although some structural differences exist in crop proportions and spatial configuration.

Group 3 shows low similarity and includes Kairouan, Kasserine and Sidi Bouzid. These governorates are clearly separated from El Krib in the PCA space, because of major differences in crop composition, dominance of perennial crops, landscape fragmentation patterns and spatial organization of agricultural land.

B. Climate variability and impact on crop production

Climate parameters are among the most important factors influencing agricultural crop production. Both rotations and intercropping (AEPs) would take place during the autumn-spring period. Consequently, the first set of climate data refers to the period from November to May, which coincides with the growing season period for cereal and legume crops under biennial rotation. This period also aligns with the practice of intercropping forage or vegetable crops within tree-crop system (crop association).

Key parameters used to select climatically suitable areas for these AEPs include average monthly rainfall and ET0. To capture increasing climatic variability, all indices were calculated for the recent period of 2020–2025.

Average monthly rainfall and ET0 during the growing season are important parameters for selecting climatically suitable areas for the proposed AEPs.

Figures from 5 to 8 show the average monthly rainfall, ET0, hydro-climatic balance (BIC), and Aridity index (AI) during the growing season (November to May).

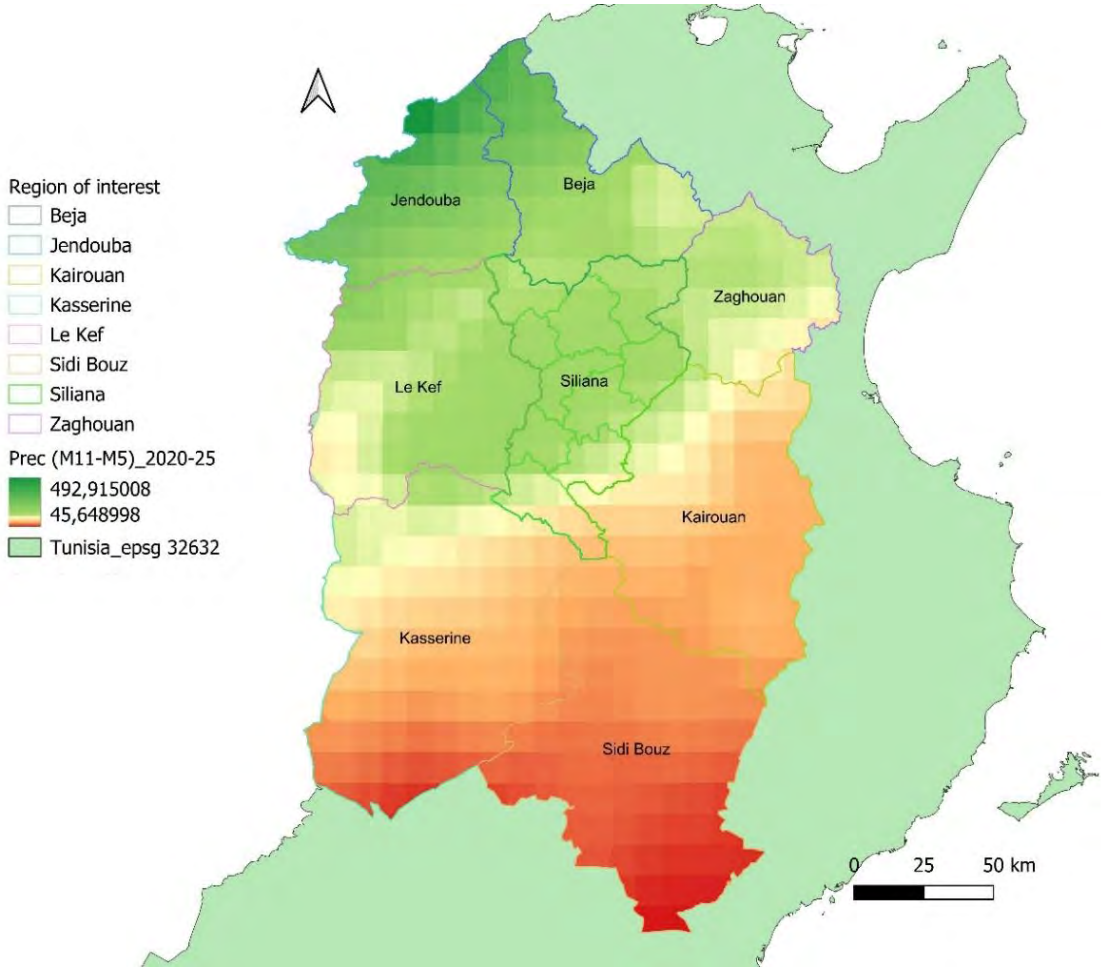


Figure 5. Cumulative precipitation (P) (millimetres) for the months November-May (2020-2025)

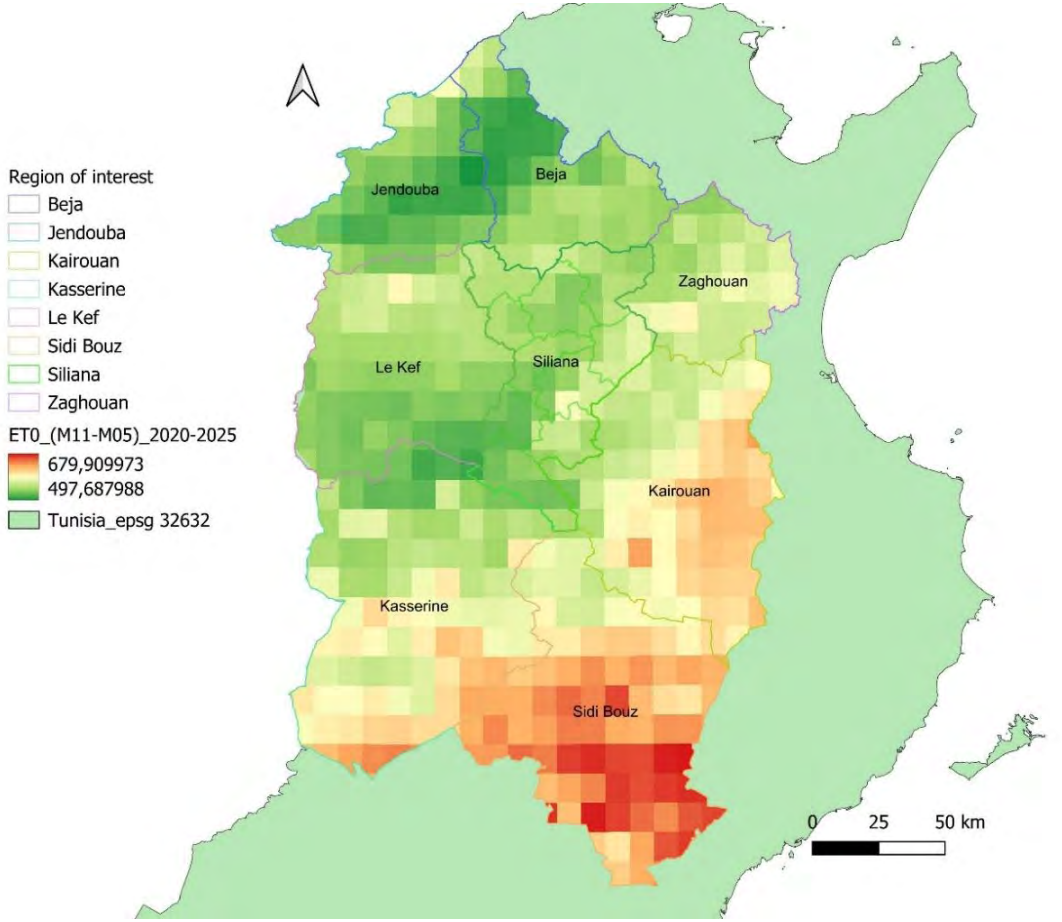


Figure 6. Potential evapotranspiration (ET0) for the months November-May (2020-2025)

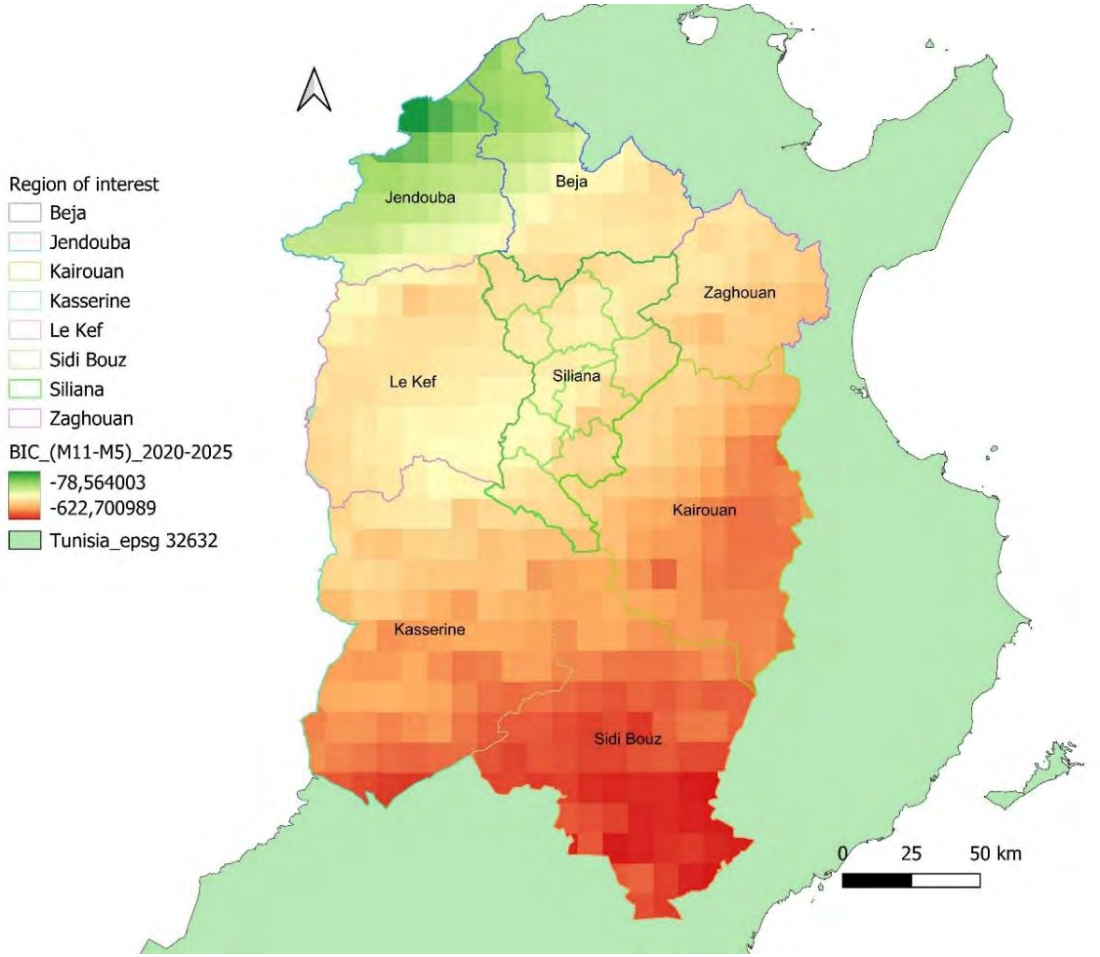


Figure 7. Hydro-climatic balance (BIC) for the months November-May (2020-2025)

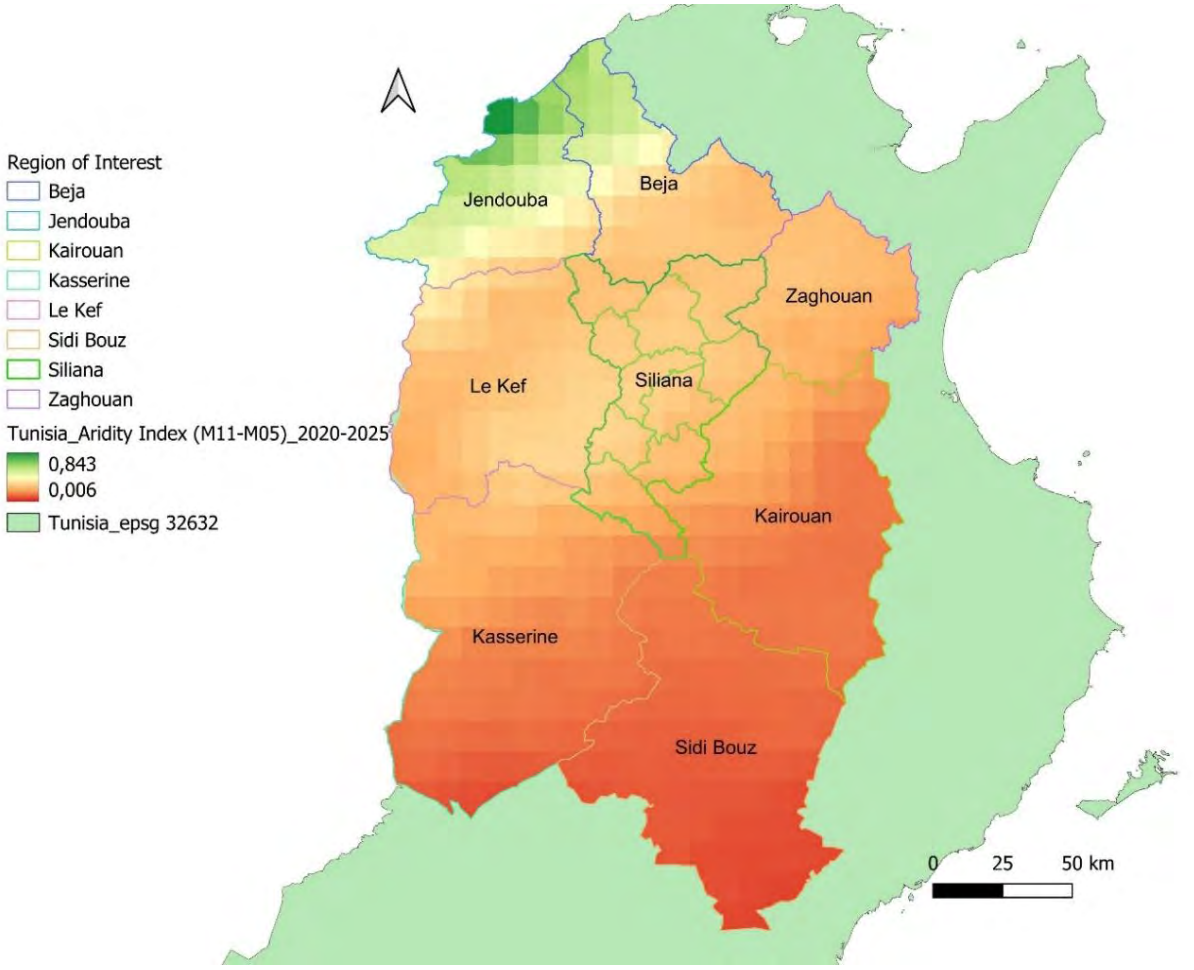


Figure 8. Aridity index (AI) for the months November-May (2020-2025)

The maps show that the amount of rainfall beneficial to crops during the months from November to May progressively decreases from North to South of the study area, making crop and variety selection more difficult and yields more uncertain. This situation is confirmed by the maps showing the overall BIC and the AI, which progressively increases southward.

Table 4 summarizes the minimum and maximum values for P, ET0, BIC, and AI per governorate during the November–May period.

Table 4. Climate parameters (P, ET0, BIC and AI) for November-May (2020 – 2025), with Max and Min values per Governorate

Governorate	P Min	P Max	ET0 Min	ET0 Max	BIC Min	BIC Max	AI Min	AI Max
Siliana	94.37	176.91	510.45	584.53	-453.31	-346.67	0.17	0.32
Beja	140.26	385.30	497.69	585.36	-412.58	-194.16	0.25	0.64
Jendouba	156.72	492.91	497.69	585.36	-403.83	-78.56	0.29	0.84
Kairouan	76.43	160.70	527.17	637.11	-554.35	-404.79	0.12	0.27
Kasserine	51.10	172.29	510.45	646.49	-593.29	-351.87	0.08	0.32
Kef	120.648	238.852	510.44	593.12	-436.41	-316.60	0.22	0.42
Sidi Bouzid	45.65	96.50	547.68	679.91	-622.70	-452.91	0.07	0.17
Zaghouan	111.87	162-60	537.26	607.06	-486.14	-385.33	0.19	0.28

The analysis of the critical phenological phase (March–May) is handled by considering how local communities perceive climate variability as one of the greatest challenges for crop production stability. With reference to biennial rotations of fodder crops or leguminous crops with cereals, particular attention was paid to the parameters describing rainfall availability in the months coinciding with the phenological phases of crop emergence and maturation (March-May). Since during this period water availability and temperature are decisive for yield quality, the analysis focused on rainfall availability and the calculation of stress indices, specifically: the heat days (with critical temperatures T>31°C) and the CDD that could cause grain shrinkage (damage to caryopses) during the maturation phase.

Figures 9 to 11 map the P, CDD, and heat days (T>31°C) for this critical window.

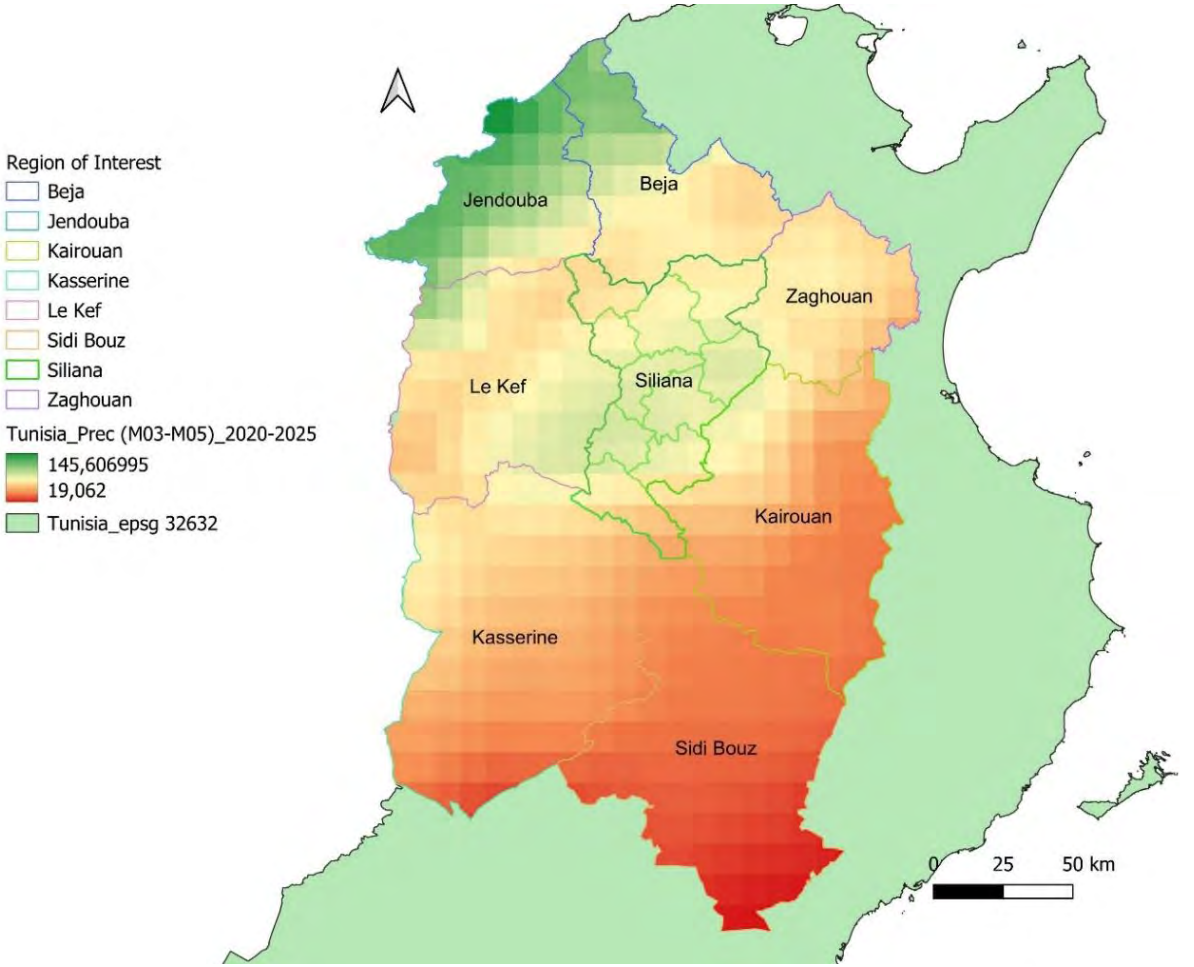


Figure 9. Cumulative precipitation (P) (in millimetres) for the months March-May (2020-2025)

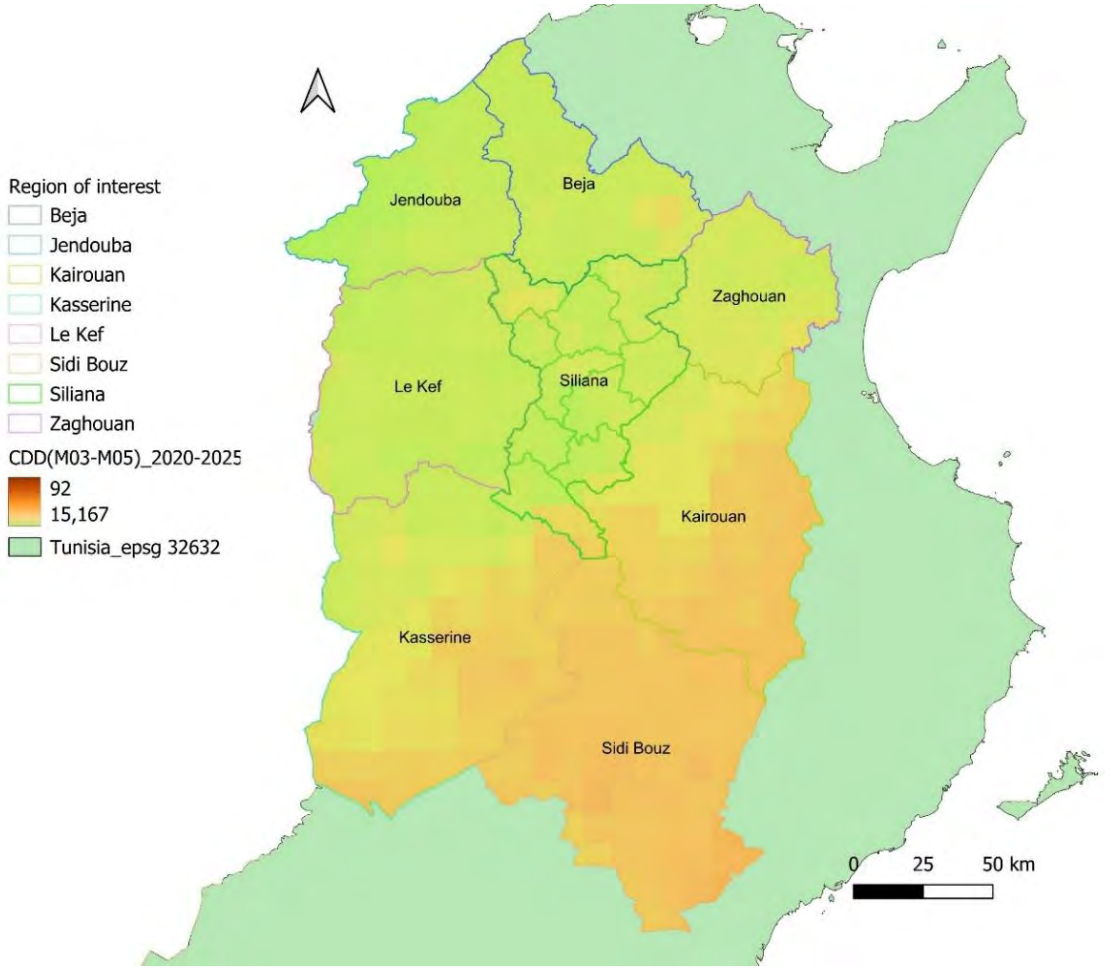


Figure 10. Continuous dry days (CDD) for the months March-May (2020-2025)

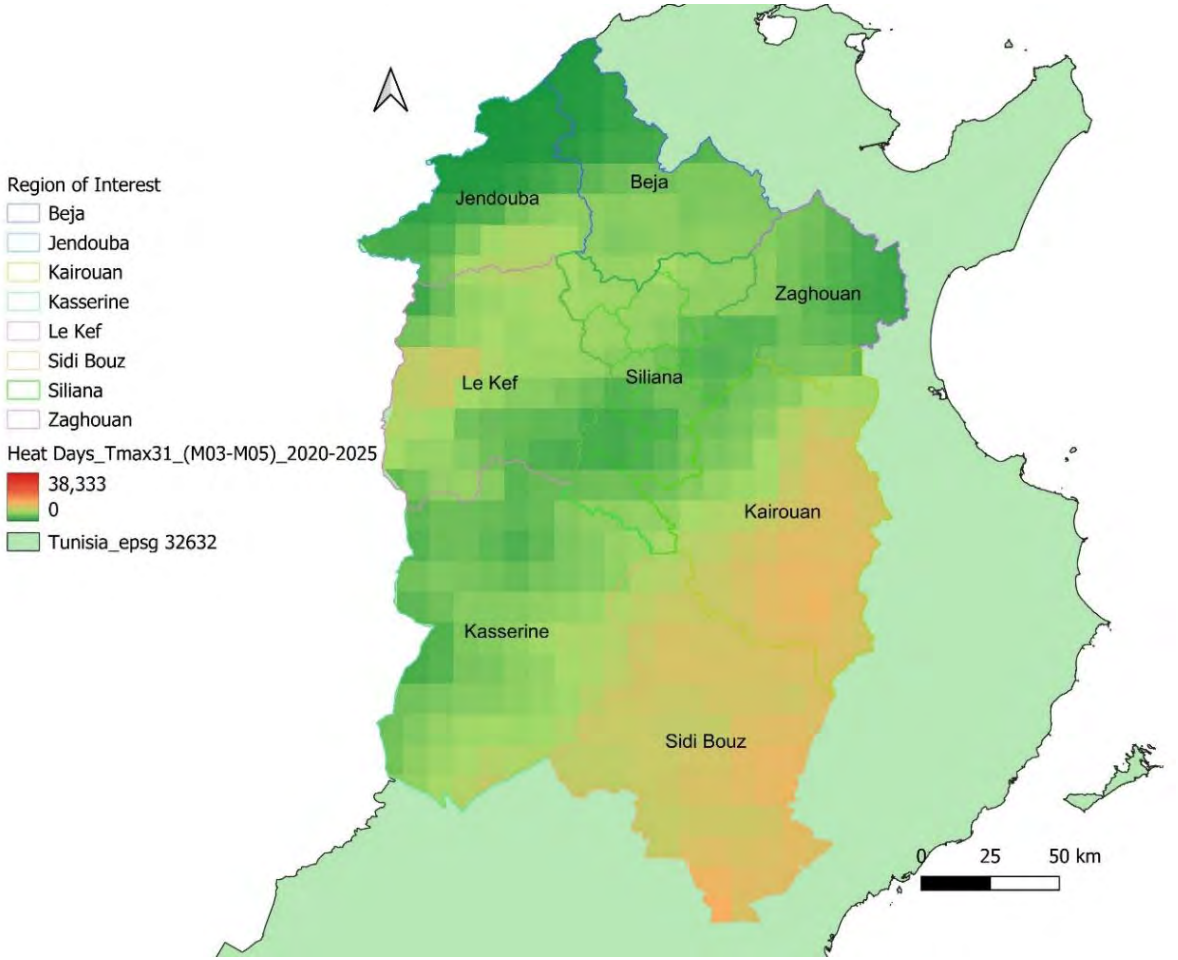


Figure 11. Heat days (T>31°C) for the months March-May (2020-2025)

To provide informative support for the selection of climatically suitable areas for the proposed AEPs, Table 5 reports the minimum and maximum values of P, CDD and heat days (T>31°C).

Table 5. Climate parameters for March-May (P, CDD, n.br of heat days T>31^{0}C) calculated for the period 2020-2025

Governorate	P Min	P Max	CDD Min	CDD Max	*Heat days T > 31°C Min*	*Heat days T > 31°C Max*
Siliana	52.69	91.59	16.67	28.00	2.50	8.17
Beja	66.97	122.46	17.67	25.00	0.17	7.67
Jendouba	69.08	145.61	15.17	20.17	0.17	8.83
Kairouan	36.20	88.64	17.83	30.33	3.67	14.00
Kasserine	28.10	86.15	17.50	29.83	2.83	11.17
Kef	61.16	115.95	17.00	20.83	2.33	11.17
Sidi Bouzid	18.99	54.29	24.67	33.83	6.67	15.00
Zaghouan	51.20	85.33	18.67	26.33	1.17	8.00

From the climatic parameters of November–May and the critical window March–May, the presence of a very strong gradient between North and South emerges. The climate of the central-southern part of the country is clearly more limiting (reduced rainfall, many dry days and more heat days).

Kairouan, Kasserine and Sidi Bouzid present very low November–May minimum values and more negative BIC; furthermore, in the March–May period the constraints on good productivity increase due to higher CDD and more frequent heat days (T>31°C), with a direct risk on grain production and crop quality (shrinkage of the cereal caryopses).

IV – Discussion

Representativeness of El Krib as a reference agroecosystem

We assumed that the AEPs were chosen by farmers also based on the “structural” asset of the cropping system, therefore, to identify similarities in the cropping systems of the governorates, the El Krib cropping system was considered as a reference. The comparison among the indicators of the territories confirms that the El Krib cropping system is very similar to the wider Siliana landscape. As such it can therefore be considered representative of the whole Siliana Governorate. This supports the potential for successfully replicating the AEPs in the whole Siliana territory. Statistical analysis confirmed and further supported the evaluation of the similarities among the cropping systems, based on the values assumed by the various indicators.

Landscape similarity and implications for AEPs replication

The indicators reveal not only differences in crop composition but also differences in landscape structure. The central and southern governorates territories are structurally very different from El Krib and Siliana, being much more specialized in perennial cropping systems and much less characterized by cereal production.

The strongest similarities in landscape structure are observed between El Krib/Siliana, Kef and Jendouba that share high proportions of arable land (RA CE) with medium-sized arable patches (PAA CE) and moderate patch density (PD CE), a relatively balanced shares of permanent crops (RA CP), and with a landscape mosaic that is neither highly fragmented nor dominated by very large homogeneous fields.

This indicates comparable spatial organization of cereal-based farming systems and similar opportunities for integrating agroecological practices chosen for adoption by El Krib communities, such as crop rotations, no-till systems and forage diversification.

The landscapes of Beja and Zaghouan occupy an intermediate position. Their landscapes remain largely cereal-based, but they show slightly larger average patches, lower patch density and a more balanced cereal–tree crop distribution. Their structural characteristics are sufficiently close to those of El Krib/Siliana to support the potential replication of the selected AEPs.

The indicators for Kairouan, Kasserine and Sidi Bouzid clearly show a distinctive structure of the landscapes that separate these governorates from the northern ones because permanent crops dominate land use as the ratio between annual and perennial crops (CEC) is strongly shifted towards perennial systems. Landscape composition (Relative Richness Area for each land category) and fragmentation differ from El Krib/Siliana: Sidi Bouzid exhibits the highest CEC value (21.33), reflecting an extremely different crop composition; Kasserine shows very high patch density values, indicating a highly fragmented landscape; Kairouan presents a mixed situation but still very diverse from the cereal-dominated systems of northern Tunisia.

Prioritization of territories for AEPs scaling-up

The governorates analysed that are most similar to El Krib/Siliana are Kef and Jendouba which, based on the values in the Table 3 and in the PCA, show the greatest similarity especially in terms of the size of the arable land patches (PAA CE), and which presents a cereal mosaic that is not extremely fragmented nor dominated by excessively large fields; these governorates are characterized by the presence and structure of permanent crops (CP) and more complex systems (CA) with density (PD) that remains in the same order of magnitude.

Zaghouan and Beja show landscapes with an "intermediate" structure, but still compatible for replication purposes. The two governorates have a cereal-tree mosaic profile close to the ones of the northern regions (with RA CE and RA CP relatively balanced compared to the southern governorates), and a PAA/PD combination close to Siliana, Kef and to Jendouba.

The indicators of Kairouan, Kasserine, and Sidi Bouzid describe structurally different systems, with higher fragmentation, different patching, and a less similar crop composition.

Therefore, based on structural similarity, the AEPs combination of El Krib/Siliana can be more successfully replicated at first in Kef and Jendouba, and then also in Zaghouan and Beja.

Climate suitability and limits to replication

From the climatic parameters of November–May and the critical window March–May, the presence of a very strong gradient between North and South emerges. In the North the conditions are more favourable (more rainfall, less relative aridity) and in Jendouba and Beja the precipitation maximums between November and May are the highest (up to approximately 493 mm in Jendouba and 385 mm in Beja) and the AI has fewer worrying values. The March–May window also shows higher maximum precipitation and, obviously, lower CDD pressure than the more southern areas.

From a climatic point of view, Siliana, Kef and Zaghouan have an intermediate situation with moderate rainfall between November and May (Siliana: 94–177 mm; Kef: 121–239 mm; Zaghouan: 112–163 mm) and an intermediate AI. From March to May, moderate rainfall occurs and there are risks of dry spells (CDD) and some heat days, but these are still less extreme than in the central-southern regions.

Study limitations

This research aims to specifically contribute to studies on the agroecological transition with a specific focus on the transferability and territorial replicability of agroecological practices (AEPs) through landscape and climate analysis tools in Mediterranean and North Africa.

However, the possibility of transferring effective practices from one pilot area to other areas depends not only on the structure of the landscape contexts and ecological characteristics, but also on socioeconomic, governance factors and policies, that could not be adequately addressed in this research.
Another limitation of the analysis stems from its geographical scope, which does not cover the entire Tunisia. Any analysis based on the interpretation of satellite data requires adequate final control and field validation of the results (ground truth). The operators who could provide this final but essential service, were only present in the governorates covered by the analysis and not in other regions. The possibility of extending the scope of the work in the future will be explored.

Further considerations

From an agroecological perspective, the work highlights four key practices: no-till/no-till sowing, cereal-legume rotations, intercropping, and forage mixtures that are considered essential for increasing soil biological fertility, reducing dependence on external inputs, improving water efficiency, and increasing climate resilience, thus promoting diversification and greater economic stability for Mediterranean farms (Migliorini et al., 2018; Von Cossel et al., 2025; Wezel et al., 2020).

An important aspect is that the work goes beyond simply describing the practices' technical characteristics but also addresses the issue of the territorial compatibility of agroecological innovations. The authors assume that the adoption of practices depends on the structure of the agricultural mosaic (average plot size, presence of olive groves, fragmentation, mixed cereal-livestock systems) and the north-south climatic gradients of Tunisia (Alary et al., 2023). This directly links the work to the international literature on the "territorialization of agroecology" and the need to adapt practices to local ecological and social contexts (Wezel et al., 2020).

Agroecology research in North Africa, and recent studies show that in Tunisia, Morocco, and Algeria, agroecology is emerging as a strategic response to the combination of water scarcity, soil degradation, economic volatility, climate vulnerability, and dependence on chemical inputs (Ameur et al., 2020; Requier-Desjardins et al., 2024). The identification of priority areas for the diffusion of agroecological practices through measurable ecological and climate criteria aims to contribute to a very concrete application perspective for the diffusion of AEPs (Alary et al., 2023). The choice to use landscape indicators (RA, PAA, PD, CEC) along with climate indices (CDD, heat days, AI) represents a significant methodological advance compared to many studies that analyse agroecology only at the farm level (Alary et al., 2023; Cicek et al., 2023).

V – Conclusions

In El Krib the AEPs were chosen by local communities based on a mix of social economic and territorial criteria, including type of crops and their relative presence in the cropping systems, the average size of the plots, and climatic aspects and constraints. Since cropping systems are the manifestation of the continuous adaptation of farm production systems to perceived risks, this analysis contributes to explore some of the structural aspects of cropping systems and the constantly evolving climatic factors that require ongoing adaptation actions. This analysis investigates the possibility of extending some AEPs, considered to improve the overall resilience of local food systems, to larger regions, thus contributing to promoting the agroecological transition of the territories. By integrating the landscape structural analysis with the climatic data (2020–2025), we can assess the replicability of these AEPs and their potential to enhance the resilience of local food systems.

Main implication for AEP replication

The combined interpretation of land-cover categories, landscape indicators and PCA demonstrates that Kef and Jendouba are the territories most suitable for the initial replication of the El Krib agroecological practices, because they exhibit the highest structural similarity in both crop composition and landscape organization.

The governorates of Beja and Zaghouan represent a second tier of potentially suitable territories, while Kairouan, Kasserine and Sidi Bouzid would likely require substantial adaptation of the agroecological package due to their markedly different cropping systems and landscape structures.

Based on our data the following conclusions can be inferred:

1. Suitability for cereal systems (rotations, no-till, and reduced tillage): Rotations involving alternating wheat-legume crops; sod seeding, and reduced tillage are best suited for areas where cereal systems are dominant and where climate does not exert extreme water or heat stress during the critical March–May window.

- Northern regions (Beja and Jendouba): These regions are characterized by higher seasonal rainfall and lower aridity; they offer the highest probability of success for cereal-forage/legume rotations. In these contexts, no-till sowing can significantly contribute to conserving soil moisture and reducing erosion, leading to more stable yields and reduced input costs.
- Intermediate regions (Kef, Siliana, and Zaghouan): In these governorates, the identified AEPs remain relevant and replicable. However, the higher pressure from CDD and heat waves during spring necessitate careful adaptation. Farmers should select drought-resistant varieties and optimize sowing times to mitigate these risks effectively.

2. Suitability for permanent crops (intercropping): Intercropping is not limited to olive groves but can be applied to various permanent crop systems (CP) and complex irrigated systems (CA) where sufficient water availability exists.

- Intermediate regions (Siliana, Zaghouan, and Kef): These governorates have a significant presence of olive trees combined with a climate that is less extreme than in southern areas. Here, intercropping should be promoted specifically in olive groves currently managed as "bare soil". Adopting low-demand autumn-spring intercrops (forage or vegetables) can ensure longer soil coverage, improve soil fertility, and generate additional income.
- Northern regions (Beja and Jendouba): The wetter climate supports the adoption of intercropping in mixed farming systems (cereals, olives, and livestock). Seasonal water availability reduces the risks associated with this practice.
- Central-southern regions (Kairouan, Kasserine, and Sidi Bouzid): The climate is a limiting factor for widespread adoption. Intercropping should be targeted only to specific sub-areas: irrigated lands (CA) where the practice is already established, and olive groves with access to water resources, even if limited. Intercropping should rely on short-cycle forage or legume cover crops, with high attention to water management.

The analysis successfully identified specific areas of arable land and permanent crops where the proposed AEPs could be adopted and implemented following a necessary adaptation phase. These identified zones can be targeted for communication of project results to advance the agroecological transition of the territories and could inform regional and local policy makers and planners.

References

Alary, V., Frija, A., Ouerghemmi, H., Idoudi, Z., Rudiger, U., Rekik, M., Souissi, A., Dhehibi, B., Bahri, H., Mekki, I., Toukebri, W., Barbouchi, M., Annabi, M., Ajmi, L., Fendri, M., & M'hamed, H. C. (2023). *Context document [Tunisia]: Context assessment for agroecology transformation in the Tunisian living landscape* (p. 70). International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). https://hdl.handle.net/10568/134981

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements* (Irrigation and Drainage Paper 56). FAO, Rome, Italy. https://www.fao.org/4/x0490e/x0490e00.htm

Ameur, F., Amichi, H., & Leauthaud, C. (2020). Agroecology in North African irrigated plains? Mapping promising practices and characterizing farmers' underlying logics. *Regional Environmental Change*, *20*(4), 133. https://doi.org/10.1007/s10113-020-01719-1

Boutagayout, A., Belmalha, S., Rehali, M., Nassiri, L., & Bouiamrine, E. H. (2023). Agroecology as agricultural practices for sustainable management in North African countries. *International Journal of Plant Production*, *17*(3), 389–436. https://doi.org/10.1007/s42106-023-00251-6

Caporali, F., Mancinelli, R., & Campiglia, E. (2003). Indicators of cropping system diversity in organic and conventional farms in Central Italy. *International Journal of Agricultural Sustainability*, *1*(1), 67–72. https://doi.org/10.3763/ijas.2003.0107

Caulfield, M. E., van de Ven, G., Reinhard-Kolempas, M., Aatig, S., Chattou, Z., Echchgadda, G., Boudedja, K., Oulmane, A., Comptour, M., Benmoussa, S., Galanis, C., Belhouchette, H., Kleftodimos, G., Sidya Fall, C., Zouari, I., Benmoussa, H., Jallouli, S., & Koussani, W. (2026). *Strategic options for agroecological transitions* (D4.5 deliverable). NATAE project report, EU Horizon Grant Agreement no. 101084647. https://doi.org/10.5281/ZENODO.14732038

Cicek, H., Topp, E., Plieninger, T., Blanco-Moreno, J. M., Gultekin, I., Mohamed, H. C., & El Gharras, O. (2023). A critical assessment of conservation agriculture among smallholders in the Mediterranean region: Adoption pathways inspired by agroecological principles. *Agronomy for Sustainable Development*, *43*(6), 72. https://doi.org/10.1007/s13593-023-00926-4

CILG International. (2020). *Economic profile of El Krib municipality [In Arabic]* [IDEMA Project Report]. https://www.cilg-international.org/wp-content/uploads/2022/10/IDEMA-profil-economique-Krib-1-1.pdf

Copernicus Climate Change Service. (2017). *ERA5: Fifth generation of ECMWF atmospheric reanalyses of the global climate* [Copernicus Climate Change Service Climate Data Store (CDS)].

Dorigo, W., Wagner, W., Albergel, C., Albrecht, F., Balsamo, G., Brocca, L., Chung, D., Ertl, M., Forkel, M., Gruber, A., Haas, E., Hamer, P. D., Hirschi, M., Ikonen, J., de Jeu, R., Kidd, R., Lahoz, W., Liu, Y. Y., Miralles, D., … Lecomte, P. (2017). ESA CCI Soil Moisture for improved Earth system understanding: State-of-the art and future directions. *Remote Sensing of Environment, Earth Observation of Essential Climate Variables*, *203*, 185–215. https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.07.001

ECMWF. (2020). *ERA5 reanalysis dataset* [Data set]. https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5

Elkie, P. C., Rempel, R. S., & Carr, A. P. (1999). *Patch analyst user's manual, a tool for quantifying landscape structure*. Boreal Science, Northwest Science & Technology. https://search.worldcat.org/fr/title/Patch-Analyst-user's-manual-a-tool-for-quantifying-landscape-structure/oclc/1071902455

Eyring, V., Bony, S., Meehl, G. A., Senior, C. A., Stevens, B., Stouffer, R. J., & Taylor, K. E. (2016). Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization. *Geoscientific Model Development*, *9*(5), 1937–1958. https://doi.org/10.5194/gmd-9-1937-2016

HLPE. (2019). *Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition* (No. 14; p. 162). High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. http://www.fao.org/fileadmin/templates/cfs/HLPE/reports/HLPE_Report_14_FR.pdf

Kirtman, B., Power, S. B., Adedoyin, A. J., Boer, G. J., Bojariu, R., Camilloni, I., Doblas-Reyes, F., Fiore, A. M., Kimoto, M., Meehl, G., Prather, M., Sarr, A., Schär, C., Sutton, R., Oldenborgh, G. J. van, Vecchi, G., & Wang, H.-J. (2014). Near-term climate change: Projections and predictability. In Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Climate change 2013: The physical science basis:*

Working group. Contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change (Chapter 11, pp. 953–1028). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.023

Leauthaud, C., & Gliessman, S. (2025). Challenges and opportunities for taking transformational steps toward agroecology in North Africa. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *49*(9), 1409–1414. https://doi.org/10.1080/21683565.2025.2526862

McGarigal, K., & Marks, B. J. (1995). *FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure* (p. 122) [Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. https://andrewsforest.oregonstate.edu/publications/1538

Migliorini, P., Gkisakis, V., Gonzalvez, V., Raigón, M. D., & Bàrberi, P. (2018). Agroecology in Mediterranean Europe: Genesis, state and perspectives. *Sustainability*, *10*(8), 2724. https://doi.org/10.3390/su10082724

Ministry of Agriculture, Water Resources and Fisheries. (2024). *Tunisia agriculture map, 2024*. Plateforme Nationale Des Données Ouvertes En Tunisie. https://catalog.data.gov.tn/dataset/cartes-agricoles

NASA JPL. (2020). *NASA SRTM-only Height and Height Precision Global 1 arc second V001* [Data set]. NASA Land Processes Distributed Active Archive Center. https://doi.org/10.5067/MEASURES/NASADEM/NASADEM_SHHP.001

OpenStreetMap contributors. (2025). *OpenStreetMap data exported through HOTOSM Raw Data API (Exported 2025-09-05 14:56 UTC)*. Available under the Open Database License (ODbL) 1.0. https://www.openstreetmap.org/

Paas, W., Kleftodimos, G., van de Ven, G., Reinhard-Kolempas, M., Galanis, C., Belhouchette, H., Sidya Fall, C., Echchgadda, G., Comptour, M., Ben Mimoun, M., Boudedja, K., Aatig, safa, Chattou, Z., & Caulfield, M. (2024). *Farm household typologies in NATAE Living Labs* (D4.2 deliverable). NATAE project report, EU Horizon Grant Agreement no. 101084647. https://doi.org/10.5281/ZENODO.14264383

Requier-Desjardins, M., Boughamoura, O., & Lemaître-Curri, E. (2024). Characterizing agroecology in North Africa, a review of 88 sustainable agriculture projects. *Land*, *13*(9), 1457. https://doi.org/10.3390/land13091457

Sarvia, F., Farren, K., Khatteli, A., Chiozza, F., Maki, A., Cherif, I., Mushtaq, F., Jalal, R., & Henry, M. (2024). *Mapping land cover in Tunisia. In the context of the Soil Land and Water Digital Information System initiative*. FAO, Rome, Italy. https://doi.org/10.4060/cc9442en

Silva, E., Najjari, S., Shelef, O., Ayalkibet, R. B., Strikic, F., Bjeliš, M., Marrão, R., Borsellino, V., D'Acquisto, M., Schimmenti, E., Caleja, C., Barros, L., & Gonçalves, A. (2026). Mediterranean intercropping production systems: Challenges and opportunities. *Horticulturae*, *12*(3), 384. https://doi.org/10.3390/horticulturae12030384

Turner, M. G., Gardner, R. H., & O'Neill, R. V. (2001). *Landscape ecology in theory and practice* (Pattern and Process). Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/b97434

Von Cossel, M., Scordia, D., Altieri, M., & Gresta, F. (2025). Spotlight on agroecological cropping practices to improve the resilience of farming systems: A qualitative review of meta-analytic studies. *Frontiers in Agronomy*, *7*, 1495846. https://doi.org/10.3389/fagro.2025.1495846

Wezel, A., Herren, B. G., Kerr, R. B., Barrios, E., Gonçalves, A. L. R., & Sinclair, F. (2020). Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *40*(6), 40. https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z

Zanaga, D., Van De Kerchove, R., Daems, D., De Keersmaecker, W., Brockmann, C., Kirches, G., Wevers, J., Cartus, O., Santoro, M., Fritz, S., Lesiv, M., Herold, M., Tsendbazar, N.-E., Xu, P., Ramoino, F., & Arino, O. (2022). *ESA WorldCover 10 m 2021 v200* (Version v200) [Data set]. https://doi.org/10.5281/ZENODO.7254221

Theme 3

Status and impact of policy frameworks and education systems on agroecology in North Africa

Thème 3

État des lieux et impact des cadres politiques et des systèmes d'enseignement sur l'agroécologie en Afrique du Nord

Curricula et syllabus en agroécologie en Afrique du Nord :
Etat des lieux, analyse et perspectives

Mokhtar Baraket[1*], Haïfa Benmoussa[2], Salma Jallouli[3], Sawsen Ayadi[3], Wafa Koussani[4], Inès Zouari[3], Youssef Trifa[3], Mehdi Ben Mimoun[2]

[1]Université de Carthage, Laboratoire de Gestion et Valorisation des Ressources Forestières (LGVRF), Institut National de Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêts (INRGREF), 17 Avenue Hédi Karray, BP n°10, 2080 Ariana, Tunisie.

[2]Université de Carthage, Institut National Agronomique de Tunisie (INAT), Laboratoire GREEN-TEAM (LR17AGR01), 43 Avenue Charles Nicolle, 1082 Tunis, Tunisie.

[3]Université de Carthage, Institut National Agronomique de Tunisie (INAT), Laboratoire de Génétique et Amélioration des Céréales (LR14AGR01), 43 Avenue Charles Nicolle, 1082 Tunis, Tunisie.

[4]Université de Carthage, École Supérieure des Industries Alimentaires de Tunis (ESIAT), Laboratoire Innovation et Valorisation pour une Industrie Alimentaire Durable (LR21AGR04), 58 Avenue Alain Savary, 1003 Tunis El Khadra, Tunisie.

Résumé. L'intégration de l'agroécologie dans les systèmes d'enseignement supérieur constitue un levier important pour accompagner la transition vers des systèmes alimentaires plus durables. Cette étude vise à analyser la place de l'agroécologie dans les curricula et les syllabus des établissements d'enseignement supérieur de quatre pays d'Afrique du Nord : l'Algérie, la Libye, le Maroc et la Tunisie. La méthodologie repose sur la collecte et l'analyse de syllabus provenant des établissements partenaires du projet NATAE (North African Transition to Agroecology). Au total, 196 cours ont été recensés, dont 164 disposaient d'un syllabus exploitable et 60 ont été identifiés comme étant en relation avec l'agroécologie. L'analyse a été réalisée à partir des dix éléments de l'agroécologie définis par la FAO, selon une grille de codage harmonisée permettant d'identifier la présence explicite ou implicite de ces éléments dans les contenus pédagogiques. Les résultats mettent en évidence une intégration hétérogène de l'agroécologie entre les pays étudiés, principalement centrée sur les dimensions biophysiques, notamment la diversité, la résilience et l'efficience. L'Algérie et la Tunisie présentent les niveaux d'intégration les plus élevés dans le corpus analysé, tandis que la Libye montre une présence plus limitée des contenus explicitement liés à l'agroécologie. Les dimensions relatives à la gouvernance responsable, à la co-création et au partage des connaissances, ainsi qu'aux dynamiques socio-économiques, demeurent toutefois moins représentées dans l'ensemble des pays étudiés. Ces résultats soulignent l'intérêt de renforcer l'approche systémique et interdisciplinaire de l'agroécologie dans les formations supérieures, en intégrant davantage les dimensions sociales, économiques et institutionnelles de la transition agroécologique.

Mots-clés. Agroécologie – Enseignement supérieur – Curricula – Syllabus – Formation – Afrique du Nord – Transition agroécologique

Title. Curricula and syllabi in agroecology in North Africa: stocktaking, analysis and perspectives

Abstract. *Agroecology has emerged as a strategic pathway for supporting the transition of Mediterranean agricultural and food systems in response to increasing pressures related to climate change, natural resource scarcity, and the socio-economic vulnerability of rural territories. In North Africa, these challenges reinforce the need to rethink higher education and training frameworks in order to foster innovation, resilience, and the territorial embeddedness of sustainable agricultural practices. In this context, the present study examines the integration of agroecology into university curricula in Algeria, Libya, Morocco, and Tunisia. The analysis is based on a standardized data collection process conducted across higher education institutions in the four countries. Study programs and course syllabi were assessed using an analytical grid grounded in the ten elements of agroecology defined by the Food and Agriculture Organization (FAO), enabling the evaluation of*

ecological, social, economic, and institutional dimensions within academic training. The results reveal an uneven level of integration, predominantly focused on biophysical dimensions such as diversity, resilience, and sustainable resource management. Algeria and Tunisia present relatively structured initiatives, including specific modules devoted to agroecological transitions and Mediterranean agroforestry. Morocco occupies a position below that of Tunisia and Algeria but above that of Libya, which addresses agroecology mostly indirectly within generalist courses. Governance, co-production of knowledge, and socio-economic dynamics remain poorly represented in the majority of countries, reflecting a lack of integrated socio-ecological approaches. These findings highlight the need to strengthen the systemic and interdisciplinary approach to agroecology in North African higher education by ensuring a more balanced integration of its multiple dimensions and by promoting pedagogical strategies that support experiential learning and territorial innovation. The study thus provides a regional reference framework to inform academic policy development and to support the agroecological transition of Mediterranean agricultural systems.

Keywords. *Agroecology – Higher education – Curricula – North Africa – Mediterranean region – Agroecological transition*

I – Introduction

L'agroécologie s'impose aujourd'hui comme un cadre scientifique, pratique et politique majeur pour accompagner la transformation durable des systèmes agricoles et alimentaires. Elle intègre les dimensions écologiques, économiques et sociales de la durabilité et s'inscrit dans une logique de résilience face aux défis liés au changement climatique, à la dégradation des ressources naturelles, à l'érosion de la biodiversité et à la sécurité alimentaire (FAO, 2018 ; Gliessman, 2015 ; IPES-Food, 2016 ; HLPE, 2019). Au-delà d'un ensemble de pratiques agricoles, l'agroécologie repose sur une approche systémique qui prend en compte les interactions entre les composantes biologiques, environnementales et sociales des agroécosystèmes. Elle valorise les savoirs locaux et scientifiques afin de renforcer la durabilité, l'autonomie et la résilience des systèmes de production agricole (Altieri et al., 2017 ; Wezel et al., 2009).

Dans ce contexte, la transition agroécologique est entendue comme le processus progressif de transformation des systèmes agricoles conventionnels vers des systèmes plus résilients, durables et intégrés, fondés sur les principes de l'agroécologie. Bien qu'elle contribue aux objectifs de l'agriculture durable, l'agroécologie s'en distingue par son approche systémique et transformative, qui intègre les interactions écologiques, les dimensions sociales et économiques, ainsi que les mécanismes de gouvernance, la co-création des connaissances et l'ancrage territorial des systèmes alimentaires (Wezel et al., 2020 ; Anderson et al., 2019).

L'agroécologie est aujourd'hui nommée dans des contextes scientifiques, institutionnels et politiques variés, ce qui conduit à des interprétations parfois différentes de ses finalités et de ses modalités de mise en œuvre. Alors que certaines approches privilégient une vision essentiellement technico-agronomique visant à améliorer l'efficience des systèmes de production, d'autres considèrent l'agroécologie comme un véritable cadre de transformation des systèmes agricoles et alimentaires, intégrant les dimensions écologiques, sociales, économiques et territoriales (Altieri et al., 2017 ; Gliessman, 2015 ; Wezel et al., 2009). Cette diversité d'interprétations se reflète également dans les formations agronomiques. Comme le soulignent Chalando & Barthes (2024), celles-ci sont souvent traversées par des tensions entre une approche techniciste, centrée sur l'optimisation des pratiques agricoles, et une approche agroécologique plus systémique, fondée sur la complexité des agroécosystèmes, la co-construction des connaissances et l'ancrage territorial.

En Afrique du Nord, les défis liés au changement climatique, à la raréfaction des ressources en eau, à la dégradation des sols et à la sécurité alimentaire renforcent la nécessité d'accélérer la transition vers des systèmes agricoles plus résilients et durables. Dans ce contexte, l'enseignement supérieur constitue un levier essentiel pour accompagner cette évolution en formant des professionnels capables d'appréhender la complexité des agroécosystèmes et de concevoir des solutions adaptées aux réalités environnementales, socio-économiques et territoriales de la région. L'intégration de l'agroécologie dans les curricula universitaires apparaît

ainsi comme un enjeu stratégique pour renforcer les capacités d'innovation et accompagner les transitions agroécologiques.

Dans cette perspective, le cadre conceptuel proposé par la FAO (2018), fondé sur les dix éléments de l'agroécologie, constitue aujourd'hui une référence internationale pour analyser et accompagner les processus de transition agroécologique. Contrairement aux approches centrées exclusivement sur les dimensions techniques ou environnementales, ce cadre adopte une vision systémique intégrant les dimensions écologiques, sociales, économiques et institutionnelles des systèmes alimentaires (Wezel et al., 2020). Il offre ainsi une grille d'analyse particulièrement pertinente pour évaluer de manière harmonisée l'intégration de l'agroécologie dans les curricula universitaires et comparer les contenus de formation entre différents contextes nationaux.

Plusieurs travaux ont analysé l'évolution de l'enseignement de l'agroécologie dans différents contextes nationaux et institutionnels. Ils montrent que les formations intègrent de manière croissante les principes écologiques appliqués aux systèmes de production, mais que les dimensions sociales, économiques, institutionnelles et politiques de l'agroécologie demeurent souvent insuffisamment développées (Francis et al., 2003 ; Méndez et al., 2013 ; Chalando & Barthes, 2024). Les auteurs soulignent également une forte hétérogénéité des approches pédagogiques, des contenus enseignés et des référentiels mobilisés selon les établissements et les pays, ce qui rend difficile toute comparaison entre systèmes de formation.

Malgré l'intérêt croissant accordé à l'agroécologie dans les politiques publiques, les programmes de recherche et les établissements d'enseignement supérieur, les connaissances demeurent limitées concernant son intégration effective dans les curricula universitaires, en particulier en Afrique du Nord. Les études disponibles portent le plus souvent sur des expériences institutionnelles isolées ou des contextes nationaux spécifiques, sans proposer de cadre comparatif harmonisé permettant d'évaluer les contenus de formation entre plusieurs pays. Cette lacune limite la compréhension du rôle que peuvent jouer les établissements d'enseignement supérieur dans l'accompagnement des transitions agroécologiques à l'échelle régionale.

Dans ce contexte, cette étude vise à analyser le degré d'intégration de l'agroécologie dans les curricula et les syllabi des établissements d'enseignement supérieur en Algérie, en Libye, au Maroc et en Tunisie. L'analyse s'appuie sur une grille d'évaluation fondée sur les dix éléments de l'agroécologie proposés par la FAO afin d'identifier les dimensions les plus largement intégrées ainsi que celles qui demeurent insuffisamment prises en compte dans les formations. Au-delà d'un état des lieux comparatif, cette étude vise à identifier les principaux points forts et les lacunes des formations actuelles afin d'alimenter la réflexion sur l'évolution des curricula et de soutenir le développement de formations mieux adaptées aux enjeux de la transition agroécologique en Afrique du Nord.

II – Méthodologie

1. Cadre général de l'étude

Cette étude a été réalisée dans le cadre du Task 7.1 (T7.1) du Work Package 7 (WP7) du projet NATAE, visant à analyser l'intégration de l'agroécologie dans les systèmes d'enseignement supérieur des pays partenaires d'Afrique du Nord. L'objectif principal était d'évaluer la présence des éléments de l'agroécologie définis par la FAO au sein des cursus académiques afin d'identifier les forces, les lacunes et les opportunités d'amélioration des enseignements existants.

Une méthodologie comparative harmonisée a été élaborée collectivement par les partenaires du consortium NATAE lors de plusieurs réunions régionales de coordination impliquant des universités et institutions partenaires. Cette approche visait à garantir la cohérence des données collectées ainsi que la comparabilité des analyses entre les différents pays étudiés.

L'étude a principalement concerné quatre pays d'Afrique du Nord : l'Algérie, la Libye, le Maroc et la Tunisie.

2. Collecte des données

L'analyse des curricula et des syllabus en agroécologie en Afrique du Nord repose sur une collecte de données réalisée par les partenaires du projet NATAE dans leurs pays respectifs entre juin 2023 et août 2024. Les informations recueillies concernent principalement les éléments constitutifs d'unités d'enseignement (ECUE), les cursus universitaires ainsi que certaines formations professionnelles en lien avec l'agroécologie et la transition agroécologique.

Afin de renforcer la reproductibilité du codage, les critères d'identification des dix éléments de l'agroécologie ont été définis et discutés collectivement à partir des définitions proposées par la FAO et d'exemples issus des syllabus analysés. Pour chaque élément, les contenus correspondant aux critères établis dans la grille commune ont été recherchés, qu'ils soient mentionnés explicitement ou abordés indirectement à travers les objectifs, les compétences, les thèmes ou les activités pédagogiques. Une codification binaire a ensuite été appliquée pour chaque élément (0 = absent ; 1 = présent). En cas d'ambiguïté dans l'interprétation d'un contenu, le cas concerné a été discuté collectivement avant validation du codage final. Cette procédure visait à assurer une application aussi homogène que possible des critères d'analyse entre les différents pays et établissements étudiés.

Concernant l'harmonisation des données entre les différents pays, un tableau standardisé de collecte a été élaboré et validé collectivement par les partenaires du projet. Cet outil comprenait des informations relatives aux établissements, au niveau académique, au titre du module, au contenu du syllabus, aux approches pédagogiques ainsi qu'aux activités pratiques. Des catégories prédéfinies ont été intégrées afin de limiter les incohérences lors de la saisie et de faciliter la comparaison des données entre les différents pays. L'ensemble de ces dispositions a permis d'harmoniser la collecte et le traitement des informations tout en tenant compte des spécificités des systèmes d'enseignement supérieur étudiés.

La collecte des données a concerné un large éventail d'établissements d'enseignement supérieur et de structures de recherche dans les quatre pays d'Afrique du Nord retenus pour l'étude. En Tunisie, sept établissements d'enseignement supérieur spécialisés dans les domaines agricole et environnemental ont été recensés et analysés. En Algérie, l'étude a porté sur seize structures d'enseignement et de recherche. En Libye, les données ont été recueillies auprès de six universités, tandis qu'au Maroc, quatre institutions de référence ont été sélectionnées pour l'analyse. Cette couverture géographique et institutionnelle a permis de dresser un aperçu des dispositifs de formation étudiés et des structures de recherche en lien avec l'agroécologie dans les quatre pays analysés, sans prétendre à l'exhaustivité des systèmes nationaux.

Pour chaque module d'enseignement ou ECUE, les informations suivantes ont été collectées : le pays, l'établissement d'enseignement, la faculté ou l'école de rattachement, le statut de l'établissement (public ou privé), le niveau académique concerné (Licence, Master, Doctorat, cycle ingénieur, etc.), le semestre d'enseignement, l'intitulé du module, le syllabus ou la fiche descriptive du cours, les approches pédagogiques mobilisées ainsi que l'existence éventuelle de travaux pratiques, de stages ou de sorties de terrain. Lorsque ces informations étaient disponibles, les liens web des formations et les coordonnées des responsables pédagogiques ont également été recensés.

3. Analyse des syllabi

L'analyse des programmes d'enseignement a porté exclusivement sur les ECUE accompagnés d'un syllabus ou d'une documentation pédagogique suffisamment détaillée. Les modules ne disposant pas d'informations suffisantes ont été considérés comme des données incomplètes et exclus de l'analyse qualitative.

L'analyse qualitative reposait sur un examen détaillé des syllabi et sur un codage thématique fondé sur les dix éléments de l'agroécologie définis par la FAO (2018), à savoir : diversité ; synergies ; efficience ; résilience ; recyclage ; co-création et partage des connaissances ; valeurs humaines et sociales ; cultures et traditions alimentaires ; gouvernance responsable ; économie

circulaire et solidaire. Chaque élément agroécologique a été opérationnalisé sous forme de catégorie analytique permettant d'identifier les références explicites ou implicites présentes dans les contenus pédagogiques, les objectifs de formation et les compétences visées.

Les références explicites correspondaient aux mentions directes de ces éléments dans les contenus pédagogiques, les objectifs de formation ou les compétences visées. Les références implicites correspondaient quant à elles à des contenus clairement associés à un principe agroécologique sans utilisation explicite de la terminologie de la FAO. À titre d'exemple, les rotations culturales et les associations végétales ont été associées au principe de diversité, tandis que les approches participatives de développement rural ont été associées à la co-création et au partage des connaissances.

Pour chaque ECUE, un système de notation binaire a été appliqué :

- La valeur « 1 » a été attribuée lorsqu'un élément agroécologique était identifié ;
- La valeur « 0 » a été attribuée lorsqu'aucune référence n'était observée.

Le score global (SG) de chaque module a ensuite été calculé par sommation des scores obtenus pour les dix éléments agroécologiques. Ainsi, le score global variait de 0 à 10.

Le choix de ce système de notation binaire visait à proposer un cadre comparatif simple, harmonisé et reproductible entre des contextes éducatifs fortement hétérogènes. Bien que cette approche ne permette pas d'évaluer le niveau d'approfondissement pédagogique des contenus agroécologiques, elle permet d'identifier les grandes tendances d'intégration des principes de l'agroécologie dans les cursus d'enseignement supérieur.

4. Harmonisation et validation des analyses

Afin de limiter les biais d'interprétation liés à l'analyse qualitative des contenus et d'assurer une cohérence analytique entre les pays, plusieurs phases de concertation méthodologique ont été organisées entre les partenaires du consortium NATAE.

Des analyses comparatives préliminaires ont été réalisées collectivement sur plusieurs syllabus afin d'harmoniser l'interprétation des critères d'attribution des éléments agroécologiques de la FAO. Les divergences d'interprétation ont été discutées jusqu'à l'obtention d'un consensus entre évaluateurs.

Cette démarche collaborative a permis de renforcer la robustesse méthodologique et analytique de l'étude et d'améliorer la comparabilité des résultats obtenus entre les différents contextes éducatifs et nationaux étudiés.

5. Limites méthodologiques

Certaines limites méthodologiques doivent être prises en considération dans l'interprétation des résultats de cette étude.

Premièrement, l'analyse repose sur un système de notation binaire fondé sur la présence ou l'absence des dix éléments de l'agroécologie définis par la FAO. Ce choix méthodologique visait à garantir une approche harmonisée, reproductible et comparable entre les différents pays étudiés. Toutefois, cette méthode ne permet pas d'évaluer le niveau d'approfondissement pédagogique, le volume horaire consacré aux thématiques agroécologiques, ni leur importance relative au sein des programmes de formation. Ainsi, des modules présentant des niveaux d'intégration très différents peuvent obtenir des scores similaires. Cette approche peut donc conduire à une certaine sous-estimation ou surestimation de l'intégration réelle de certains contenus agroécologiques. Des travaux futurs pourraient intégrer des systèmes de pondération qualitative afin d'affiner l'évaluation des curricula.

Deuxièmement, l'identification des éléments agroécologiques repose sur une analyse qualitative des syllabi et des documents pédagogiques disponibles. Malgré les procédures d'harmonisation mises en œuvre entre les partenaires du consortium NATAE, une part d'interprétation demeure

inévitable lors du codage des références explicites ou implicites aux éléments de la FAO. Afin de limiter ce biais, plusieurs exercices de codage collectif et de validation inter-évaluateurs ont été réalisés, permettant de parvenir à un consensus méthodologique commun. Néanmoins, certaines différences d'interprétation peuvent subsister.

Troisièmement, la qualité, le niveau de détail et la disponibilité des syllabi variaient considérablement selon les établissements et les pays étudiés. Cette hétérogénéité documentaire, allant de descriptifs complets à de simples fiches pédagogiques, a pu influencer l'identification de certains éléments agroécologiques et, par conséquent, la profondeur ainsi que la comparabilité des analyses réalisées entre les pays.

Quatrièmement, l'étude repose exclusivement sur les informations collectées et transmises par les partenaires nationaux du projet NATAE entre juin 2023 et août 2024. Elle ne prétend donc pas à l'exhaustivité de l'ensemble des dispositifs de formation existants dans chacun des pays étudiés. Les résultats doivent ainsi être considérés comme une photographie des formations disponibles au moment de la collecte des données plutôt que comme une évaluation exhaustive des systèmes d'enseignement supérieur en Afrique du Nord.

Enfin, compte tenu du caractère exploratoire de l'étude, de l'hétérogénéité des données collectées et du nombre relativement limité de modules exploitables dans certains pays, l'analyse a volontairement été limitée à des statistiques descriptives comparatives. La réalisation d'analyses statistiques multivariées n'a pas été jugée pertinente dans ce contexte. Des études futures reposant sur des bases de données plus étendues pourraient permettre d'explorer plus finement les relations entre les différents éléments de l'agroécologie ainsi que les spécificités nationales des dispositifs de formation.

Malgré ces limites, cette étude constitue l'une des premières analyses comparatives régionales consacrées à l'intégration de l'agroécologie dans l'enseignement supérieur en Afrique du Nord. Elle fournit une base méthodologique et empirique utile pour le développement de futurs travaux visant à renforcer les formations agroécologiques dans la région.

III – Résultats et discussion

1. Vue d'ensemble régionale

Les ECUE analysés proviennent de différents établissements d'enseignement supérieur partenaires ou associés au projet NATAE dans les quatre pays étudiés. Toutefois, l'étude étant fondée sur les modules et syllabus effectivement transmis par les partenaires nationaux, elle ne prétend pas constituer une analyse exhaustive de l'ensemble des établissements universitaires existants dans chaque pays.

L'analyse quantitative comparative met en évidence des contrastes marqués entre les quatre pays étudiés en matière d'intégration des piliers de l'agroécologie dans les curricula d'enseignement supérieur. Sur un total de 196 cours collectés, 164 disposaient d'un syllabus exploitable (83,7 %), parmi lesquels 60 ECUE ont été identifiés comme étant en relation avec l'agroécologie, soit 36,6 % des cours documentés (Figure 1).

En Algérie, sur les 46 ECUE accompagnés d'un syllabus complet, 34 ECUE font référence à un des principes de l'agroécologie, ce qui représente 73,9 % des ECUE, Ce ratio constitue le niveau d'intégration le plus élevé au niveau régional, traduisant une intégration relativement avancée des thématiques agroécologiques.

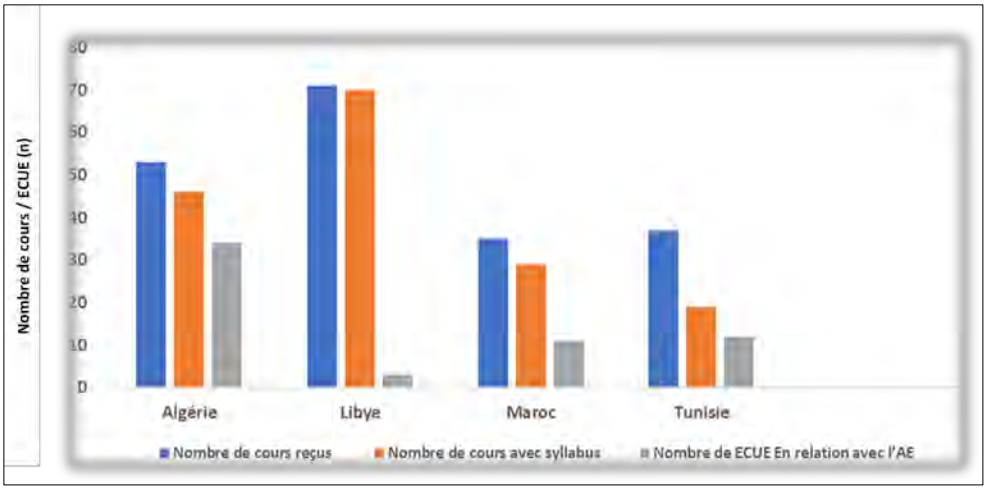
Au Maroc, 29 disposaient d'un syllabus exploitable. Parmi eux, 11 ECUE sont liés à l'agroécologie, soit 37,9 % des ECUE. L'intégration apparaît ainsi modérée, suggérant une présence encore partielle des référentiels agroécologiques (Figure 1).

Le cas de la Libye se distingue par une très faible intégration des principes agroécologiques. Bien que 70 cours disposent d'un syllabus complet (Figure 1) aient été recensés, 3 ECUE uniquement mentionnent directement des éléments en lien avec l'agroécologie, ce qui correspond à 4,3 %

des cours documentés. Ce qui montre une faible institutionnalisation du champ agroécologique dans les programmes universitaires actuellement en Libye.

En Tunisie, 19 ECUE disposent d'un syllabus complet parmi lesquels 12 ECUE ont été identifiés comme étant en relation avec l'agroécologie (Figure 1), soit 63,2 % du total. Cela traduit une présence de contenus agroécologiques dans la formation académique, mais qui peut être encore améliorée.

Figure 1. Nombre de cours reçus, nombre d'ECUE à données complètes et nombre d'ECUE en rapport avec l'AE pour les 4 pays étudiés



2. Résultats comparatifs et par pays

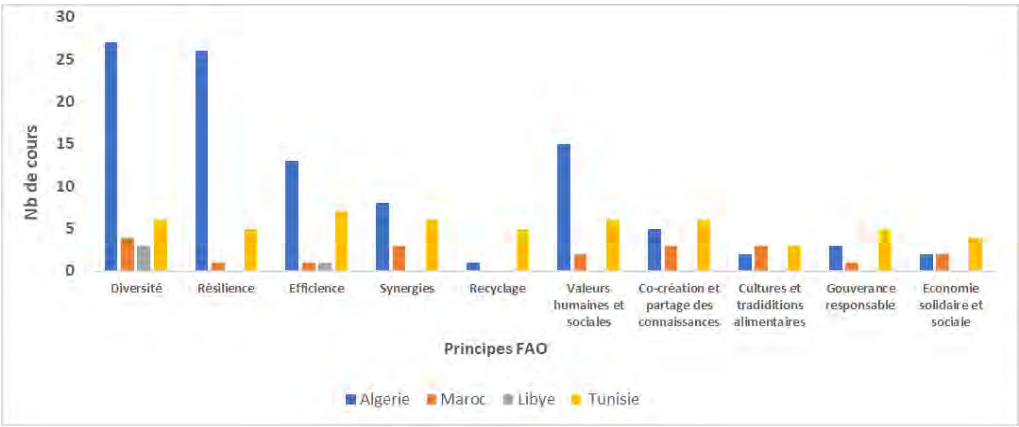
L'analyse comparative de l'intégration des dix éléments de l'agroécologie définis par la FAO met en évidence une hétérogénéité des curricula universitaires en Afrique du Nord, ainsi qu'une orientation dominante vers les dimensions écologiques et agronomiques de l'agroécologie (Figure 2). Cette différenciation se manifeste à la fois par des écarts quantitatifs entre pays et les éléments dominants dans les syllabus.

Les résultats obtenus dans les quatre pays étudiés montrent que l'intégration de l'agroécologie dans les curricula universitaires nord-africains demeure principalement centrée sur les dimensions biophysiques et techniques des systèmes agricoles. Les éléments les plus fréquemment mobilisés concernent la diversité, la résilience, l'efficience des ressources et la gestion durable des systèmes de production, tandis que les dimensions relatives à la gouvernance, à la co-création des connaissances et aux dynamiques socio-économiques restent plus marginales.

Cette tendance rejoint les observations de Chalando & Barthes (2024), qui montrent que les formations agronomiques privilégient souvent une approche techniciste de l'agroécologie orientée vers l'optimisation des pratiques agricoles plutôt qu'une approche systémique intégrant pleinement les dimensions sociales, politiques et territoriales de la transition agroécologique. Dans cette perspective, l'agroécologie est fréquemment abordée comme une amélioration technique des systèmes de production plutôt que comme une transformation globale des systèmes alimentaires et des modes de gouvernance des territoires ruraux.

Cette orientation peut également s'expliquer par l'héritage historique des formations agronomiques dans plusieurs pays méditerranéens, longtemps structurées autour des sciences biophysiques, de l'amélioration des productions agricoles et de l'optimisation des intrants, au détriment des approches interdisciplinaires et socio-écologiques.

Figure 2. Analyse comparative du niveau d'intégration des principes agroécologiques de la FAO dans les curricula universitaires en Afrique du Nord



Une forte variabilité a été observée entre les pays aussi bien concernant le nombre de modules analysés que la diversité des éléments agroécologiques couverts (Figure 2). Ces différences observées ne reflètent pas uniquement le niveau d'intégration de l'agroécologie dans les systèmes nationaux d'enseignement supérieur. Elles peuvent également être influencées par les trajectoires institutionnelles, l'organisation des formations agronomiques, les priorités nationales en matière d'agriculture et d'environnement, ainsi que par la disponibilité et le niveau de détail des documents pédagogiques collectés par ailleurs, La Tunisie et l'Algérie présentent comparativement des niveaux d'intégration plus élevés des principes agroécologiques définis par la FAO, tandis que la Libye montre une faible présence explicite de références à l'agroécologie dans les cursus d'enseignement supérieur.

Dans l'ensemble des pays étudiés, les principes de diversité, de résilience et valeurs humaines et sociales affichent la plus forte représentation relative au sein des curricula analysés (Figure 2). En Algérie, par exemple, la diversité apparaît dans près d'une trentaine de cours (27), la résilience dans environ 26 cours et l'efficience dans plus de 13 cours. Ces trois éléments représentent ainsi plus de 60 % des références totales identifiées dans les curricula algériens. Cette forte concentration traduit une intégration principalement orientée vers la diversification des systèmes culturaux, la gestion adaptative face aux stress climatiques et l'optimisation des intrants.

En Tunisie, bien que le nombre total de cours analysés soit plus restreint (Figure 2), ces mêmes principes restent dominants : la diversité est mentionnée dans 6 cours, l'efficience dans environ 7 et la résilience dans 5 cours. La distribution y apparaît toutefois plus équilibrée, avec une présence relative d'autres éléments tels que les synergies, le recyclage et la gouvernance.

Au Maroc, les différents piliers de l'agroécologie sont plus uniformément intégrés dans les ECUE (Figure 2). Ainsi, les éléments plus centrés sur l'agroécologie à l'échelle de la parcelle incluant la diversité (4), la résilience (1) et l'efficience (1) ne représentent qu'une proportion cumulée inférieure à 50 % des références étudiées.

En Libye, la présence demeure marginale des principes, confirmant un niveau d'institutionnalisation encore limité.

En général, les contenus pédagogiques privilégient des thématiques telles que la diversification culturale, l'amélioration de l'efficience des cycles nutritifs, la réduction des intrants externes ou encore l'adaptation aux contraintes abiotiques.

À l'inverse, les éléments relevant des dimensions institutionnelles et socio-politiques demeurent faiblement représentés. La gouvernance responsable ne dépasse pas 3 à 5 curricula. La co-création et le partage des connaissances apparaissent de manière limitée, tandis que l'économie circulaire et solidaire reste peu abordée, avec des valeurs parfois égales à deux mentions dans certains pays (Algérie et Maroc) et une absence totale pour la Libye. Globalement, ces trois éléments représentent moins de 15 % des occurrences cumulées dans l'ensemble des cours analysés.

Les résultats suggèrent également l'existence d'une fragmentation curriculaire dans plusieurs formations analysées. Cette fragmentation se traduit par une juxtaposition de contenus liés à l'environnement, à l'agronomie ou à la gestion des ressources naturelles sans réelle articulation systémique entre les différentes dimensions de l'agroécologie. Les dimensions écologiques, économiques, sociales et institutionnelles apparaissent souvent abordées de manière cloisonnée au sein des enseignements.

Comme le soulignent Chalando & Barthes (2024), ce type d'organisation curriculaire limite la capacité des apprenants à appréhender la complexité des agroécosystèmes et les interactions entre composantes biophysiques, socio-économiques et territoriales des systèmes agricoles. Cette situation peut également réduire la capacité des futurs professionnels à accompagner des transitions agroécologiques nécessitant des approches interdisciplinaires, participatives et territorialisées.

Le faible niveau d'intégration des dimensions liées à la gouvernance responsable, à la co-création des connaissances ou encore à l'économie circulaire et solidaire semble ainsi refléter non seulement des choix pédagogiques, mais également une structuration encore relativement sectorielle des formations agronomiques dans plusieurs contextes universitaires nord-africains.

Ce déséquilibre quantitatif met en évidence une mise en relation encore insuffisante entre les dimensions scientifiques et techniques de l'agroécologie et ses composantes socio-économiques et politiques. Or, l'agroécologie constitue un cadre de transformation systémique intégrant simultanément les dimensions écologiques, sociales, économiques et institutionnelles (FAO, 2018 ; HLPE, 2019 ; Wezel et al., 2020). La faible présence curriculaire des dimensions liées à la gouvernance, à la participation multi-acteurs et à la reconfiguration des chaînes de valeur (Tableau 1) suggère que la transition agroécologique est principalement conceptualisée comme un processus d'amélioration écologique des pratiques agricoles, plutôt que comme une transformation multidimensionnelle des systèmes alimentaires.

Dans l'ensemble, ces résultats reflètent une formalisation partielle du cadre systémique proposé par la FAO, susceptible de restreindre la capacité des futurs professionnels à intégrer la transition agroécologique comme un processus intégré, articulant innovations techniques, transformations institutionnelles et dynamiques territoriales

Tableau 1. Fréquence des éléments de l'agroécologie dans les curricula analysés

Principes FAO	Total
Diversité	40
Résilience	32
Efficience	22
Synergies	17
Recyclage	6
Valeurs humaines et sociales	23
Co-création et partage des connaissances	14
Cultures et traditions alimentaires	8
Gouvernance responsable	9
Economie circulaire et solidaire	8

3. Interprétation et discussion

L'ensemble des résultats montre que l'agroécologie dans les curricula nord-africains demeure principalement enseignée sous l'angle écologique et technique (Tableau 1), avec une faible intégration systématique des dimensions sociales, économiques et institutionnelles. Le nombre moyen d'éléments FAO couverts par module est de 4,5, ce qui reflète une intégration partielle et sectorielle des principes agroécologiques, appuyant les observations faites dans d'autres contextes méditerranéens (Wezel et al., 2020 ; Gliessman, 2015).

A. Une agroécologie encore segmentée et centrée sur les sciences agronomiques

La prédominance des principes de diversité, résilience et efficience suggère que les curricula privilégient une approche visant à optimiser la performance écologique et les systèmes de production. Cette orientation correspond aux niveaux initiaux de la transition agroécologique tels que définis par Gliessman (2015), qui insistent sur l'amélioration de l'efficacité des pratiques et la réduction des intrants plutôt que sur une transformation systémique des chaînes alimentaires.

La sous-représentation des dimensions socio-économiques et institutionnelles, notamment la gouvernance responsable, la co-création des connaissances et l'économie circulaire, limite la compréhension des interactions multi-acteurs et des dynamiques territoriales. Cette observation rejoint les travaux d'Altieri & Nicholls (2017), qui montrent que l'intégration des dimensions sociales et institutionnelles est cruciale pour la réussite des transitions agroécologiques à l'échelle territoriale.

B. Déficit d'outils pédagogiques harmonisés et implication pour l'apprentissage

La variabilité des contenus entre les pays souligne un manque d'harmonisation pédagogique. Cette fragmentation est cohérente avec les constats de Wezel et al. (2009), qui identifient l'absence de référentiels standardisés comme un frein majeur à la diffusion des compétences agroécologiques.

Pour pallier ces lacunes, la création de modules pédagogiques communs, alignés sur les dix éléments FAO et adaptés aux contextes locaux, apparaît essentielle. L'utilisation des différents Living Labs, crées dans le cadre de différents projets nationaux et internationaux dans les 4 pays, offre un potentiel important pour développer un apprentissage expérientiel, favorisant la mobilisation de connaissances locales et la compréhension des interactions entre acteurs, ressources et institutions (IPES-Food, 2016 ; HLPE, 2019).

C. Vers une transition agroécologique systémique et intégrée

La faible intégration des dimensions socio-économiques et politiques limite grandement la capacité des futurs professionnels à conceptualiser la transition agroécologique comme un processus multidimensionnel et participatif. La littérature souligne que les transitions agroécologiques efficaces nécessitent une articulation entre innovations techniques, transformations institutionnelles et dynamiques territoriales (FAO, 2018 ; Wezel et al., 2020).

Des études récentes soulignent que les transitions agroécologiques nécessitent de nouvelles formes de production et d'apprentissage des connaissances intégrant savoirs scientifiques, savoirs empiriques des agriculteurs et processus participatifs (Francis et al., 2003 ; Anderson et al., 2019). Dans cette perspective, les établissements d'enseignement supérieur jouent un rôle central dans le développement des compétences interdisciplinaires indispensables pour relever les défis complexes du développement durable.

Dans ce contexte, la mise en place d'un Master méditerranéen en Agroécologie, intégrant écologie, économie, sociologie et gestion durable des ressources, apparaît stratégique pour favoriser une compréhension systémique et interdisciplinaire. Une telle approche permettrait non seulement de diffuser les innovations issues des projets régionaux, mais aussi de renforcer la cohérence entre enseignement, recherche et action territoriale.

D. Perspectives de coopération régionale et implications politiques

L'étude révèle également un fort potentiel de coopération régionale et internationale, permettant de mutualiser les expériences et de standardiser les compétences en agroécologie. La collaboration entre institutions du Maghreb et euro-méditerranéens (exemple : CIHEAM, INAT, IAV, ENAM, IAMM) peut constituer un levier pour structurer l'enseignement agroécologique autour de standards communs, tout en respectant les spécificités locales.

Cette coopération pourrait contribuer à créer un nombre important de professionnels formés, capables de soutenir la transformation durable des systèmes alimentaires méditerranéens, en intégrant à la fois les dimensions écologiques, socio-économiques et institutionnelles, conformément aux recommandations de la FAO (2018) et du HLPE (2019).

IV – Conclusion

Cette étude constitue l'une des premières analyses comparatives de l'intégration de l'agroécologie dans les systèmes d'enseignement supérieur en Afrique du Nord. Les résultats mettent en évidence une intégration encore inégale, principalement centrée sur les dimensions biophysiques, et soulignent la nécessité de renforcer les dimensions sociales, économiques, institutionnelles et participatives afin de promouvoir une approche plus systémique de l'agroécologie. À cette fin, le développement de réformes curriculaires, d'approches pédagogiques interdisciplinaires et de coopérations régionales apparaît essentiel pour accompagner efficacement les transitions agroécologiques.

Remerciements

Cette recherche a été menée dans le cadre du projet NATAE (Horizon Europe, convention de subvention n° 101084647) : « Favoriser la transition agroécologique en Afrique du Nord par l'évaluation multi-acteurs et la mise en réseau », financé par l'Union européenne. Nous remercions chaleureusement tous les partenaires qui ont généreusement collecté et partagé leurs données, permettant de réaliser cette étude.

Références

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climatic Change*, *140*(1), 33–45. https://doi.org/10.1007/s10584-013-0909-y

Altieri, M., Nicholls, C., & Montalba, R. (2017). Technological approaches to sustainable agriculture at a crossroads: An agroecological perspective. *Sustainability*, *9*(3), 349. https://doi.org/10.3390/su9030349

Anderson, C. R., Bruil, J., Chappell, M. J., Kiss, C., & Pimbert, M. P. (2019). From transition to domains of transformation: Getting to sustainable and just food systems through agroecology. *Sustainability*, *11*(19), 5272. https://doi.org/10.3390/su11195272

Chalando, V., Barthes, A., & Nous, C. (2024). Quel enseignement de l'agroécologie face aux urgences climatiques dans les formations agronomiques ? *Cahiers de La Recherche Sur l'éducation et Les Savoirs*, *23*, 79–98. https://doi.org/10.4000/132pz

FAO. (2018). *The 10 elements of agroecology: Guiding the transition to sustainable food and agricultural systems*. FAO. https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i9037en

Francis, C., Lieblein, G., Gliessman, S., Breland, T. A., Creamer, N., Harwood, R., Salomonsson, L., Helenius, J., Rickerl, D., Salvador, R., Wiedenhoeft, 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. https://doi.org/10.1300/J064v22n03_10

Gliessman, S. R. (2015). *Agroecology: The ecology of sustainable food systems*. CRC Press, Taylor & Francis Group.

HLPE. (2019). *Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition* (HLPE Report No. 14). FAO. https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1263887/

IPES-Food. (2016). *From uniformity to diversity: A paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems*. International Panel of Experts on Sustainable Food systems. https://ipes-food.org/report/from-uniformity-to-diversity/

Méndez, V. E., Bacon, C. M., & Cohen, R. (2013). Agroecology as a transdisciplinary, participatory, and action-oriented approach. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *37*(1), 3–18. https://doi.org/10.1080/10440046.2012.736926

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. https://doi.org/10.1051/agro/2009004

Wezel, A., Herren, B. G., Kerr, R. B., Barrios, E., Gonçalves, A. L. R., & Sinclair, F. (2020). Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *40*(6), 40. https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z

Diversity of stakeholder's perceptions and priorities of policy options for agroecological transition in Tunisia

Salma Jallouli[1], Inès Zouari[1], Wafa Koussani[2], Tilahun Kenea Tiba[3, 4], Haïfa Benmoussa[5], Sawsen Ayadi[1], Seyed-Ali Hosseini-Yekani[3], Youssef Trifa[1], Mehdi Ben Mimoun[5]

[1] University of Carthage, National Institute of Agronomy of Tunisia, Laboratory of Genetics and Cereal Breeding LR14AGR01, 43 Avenue Charles Nicolle, Tunis, 1082, Tunisia

[2] University of Carthage, Higher School of Food Industries of Tunis, Laboratory of Innovation and Valorization for a Sustainable Food Industry (LR21AGR04), 58 Av. Alain Savary, 1003 Tunis El Khadra Tunisia,

[3] Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF), 15374, Müncheberg, Germany

[4] University of Santiago de Compostela, 27002 Lugo, Spain

[5] University of Carthage, National Institute of Agronomy of Tunisia, Laboratory GREN-TEAM LR17AGR01, 43 Avenue Charles Nicolle, Tunis, 1082, Tunisia

Abstract. Agroecology is perceived as a promising way of strengthening the resilience and enhancing the sustainability of agriculture considering current and future climate and food challenges in Tunisia. The NATAE project aims to support this transition through the implementation of Living Labs, fostering stakeholders' exchange and co-creation of solutions. While Public policies play a decisive role in transition process, they are perceived differently by diverse actors such as farmers, researchers, decision-makers and civil society. The aim of this study is to use the assessment of this diversity of views to better understand stakeholders' priorities and local expectations for designing better fit policies. A qualitative analysis through a planned survey was carried out on a sample of participants classified into four stakeholder groups distributed as follow: farmers (9), researchers (3), government representatives (2) and civil society representatives (1). The objective of this survey is to grasp the actors' perception of existing agricultural and agro-ecological policies and the level of priorities they assign to certain dimensions, such as land ownership, training and education, economic measures, water management, or traditional and cultivation practices. The results reveal contrasting priorities for different groups. Farmers emphasize immediate needs such as access to water and financial support, while researchers and civil society actors focus on structural aspects like training, capacity building and governance. Public actors are torn between meeting long-term sustainability requirements and addressing farmers' short-term needs. The study suggests that some policy options do not fully meet stakeholders' expectations. The qualitative analysis indicates that these differences may be linked to varying perceptions of risk, different levels of trust in traditional knowledge and limitations in available resources. The study highlights the importance of adopting participatory approaches in the design of future policy options in order to ensure more inclusive agroecological policies which would support the transition while meeting stakeholders' expectations and addressing their specific needs.

Keywords. Agroecology - Sustainability - Transition - Policy options - Stakeholder perceptions - Tunisia

Titre. Analyse de la perception et des priorités des différents acteurs vis-à-vis des politiques publiques pour la transition agroécologique : le cas de la Tunisie

Résumé. *Dans un contexte de changement climatique et de défis accrus de la sécurité alimentaire, la transition vers l'agroécologie est perçue comme une voie prometteuse pour assurer la résilience et la durabilité de systèmes agricoles en Tunisie. Le projet NATAE vise à encourager cette transition à travers la création des living labs, l'échange entre les différents acteurs et la cocréation des solutions. Dans ce contexte, les politiques publiques jouent un rôle déterminant pour la réussite de cette transition et elles sont perçues*

de différentes manières par les parties prenantes. Le but de cette étude et d'analyser cette diversité afin de comprendre les priorités, les besoins et les attentes des acteurs et de proposer des options politiques plus adaptées et donc plus efficaces. Une analyse qualitative auprès de 15 participants a été faite sur la base d'une enquête par questionnaire. 4 groupes de parties prenantes ont été enquêtées et sont repartis comme suit dans l'échantillon : 9 agriculteurs, 3 chercheurs, 2 représentants du gouvernement et 1 ONG. Les questions de l'enquête analysent d'une part la compréhension générale des politiques publiques auprès des différents groupes et d'autre part les enjeux prioritaires à prendre en considération lors de l'élaboration de stratégies et politiques publiques notamment : fonciers, accès aux financements, éducation et formation, mesures économiques, eau, les pratiques traditionnelles et les pratiques culturales. Les résultats de cette enquête révèlent une divergence des avis au sein des différents groupes. Les agriculteurs mettent l'accent sur les besoins immédiats tels que l'accès à l'eau et le soutien financier, tandis que les chercheurs et les acteurs de la société civile se concentrent sur la formation, le renforcement des capacités et la gouvernance. Les acteurs publics sont tiraillés entre le respect des exigences de durabilité et la satisfaction des besoins à court terme des agriculteurs. De plus, il existe un écart entre l'importance accordée aux critères et la mesure dans laquelle ils sont pris en compte dans le processus d'évaluation des politiques, ce qui montre que certaines options politiques ne répondent pas toujours aux attentes des parties prenantes. Les analyses qualitatives montrent que ces divergences peuvent s'expliquer par des perceptions différentes du risque, la confiance dans les connaissances traditionnelles et les contraintes en matière de ressources. L'étude souligne l'importance d'inclure un dialogue participatif pour les futures options politiques afin de concevoir des politiques agroécologiques plus inclusives qui répondraient aux attentes des parties prenantes et soutiendraient la transition tout en répondant aux besoins spécifiques de chaque acteur.

Mots-clés. *Agroécologie – Durabilité – Perception – Options politiques – Tunisie*

I – Introduction

To address current agricultural challenges, agroecology is gaining attention as an alternative model that supports more sustainable and resilient farming systems. International assessments highlight that agroecological transitions can generate multiple benefits, such as higher and more stable incomes, improved food security, enhanced biodiversity, and lower environmental impacts (HLPE, 2019; Madsen et al., 2025; Gharbi et al., 2025). In Tunisia, the agroecology is increasingly recognized as a strategic pathway to build sustainable, resilient and equitable food systems in response to environmental degradation, water scarcity and socio-economic pressures, which are major structural constraints that Tunisia is facing (World Bank, 2023). Agroecology, by integrating environmental, social and economic dimensions of agriculture (FAO, 2018), is consistent with national priorities related to climate resilience and food security (Ministry of Environment, 2016; Ministry of Environment 2022; Ministry of Agriculture, 2022).

However, policy frameworks supporting sustainable agriculture in Tunisia remain fragmented across sectors and governance levels. Analyses of agricultural development models in Tunisia highlight that sustainability-oriented initiatives coexist with conventional approaches, creating institutional incoherence and limiting large-scale transition (Jalkh et al., 2024; Carpentier, 2025). This situation underlines the need for more coherent and inclusive governance mechanisms.

Participatory and multi actor governance, which bring together farmers, researchers, policymakers, institutions and civil society, is increasingly recognized as essential for designing context-specific and inclusive transition pathways (Anderson et al., 2021; Jones et al., 2022). The FAO's global framework on agroecology emphasizes that stakeholder participation and co-creation of knowledge are key elements of successful transitions (FAO, 2018). In Tunisia, research on agroecological innovation systems has shown that limited technical capacity, weak institutional coordination and insufficient organizational support constrain the widespread adoption of agroecological practices (Carpentier, 2025).

Innovative collaborative platforms such as Living Labs illustrate how multi-actor governance can operate in practice. Within the framework of the European project NATAE (Horizon Europe: ID 101084647), Living Labs in Mediterranean countries, including Tunisia, bring together farmers,

researchers, extension agents, NGOs and consumers to co-design and test agroecological solutions adapted to local conditions (Caulfield et al., 2026). These initiatives aim to strengthen local innovation systems, enhance knowledge exchange, and connect grassroots experimentation with broader policy dialogues. Such approaches demonstrate the importance of participatory design and multi-stakeholder collaboration in fostering agroecology within coherent and sustainable agricultural policies.

In the context of agroecological transition, public policies play a major role in shaping farming practices and influencing farmers' attitudes and habits. The design of strategies and policies for such a transition depends on many factors, including the socio-economic and demographic situation of the country, the regional agricultural system and the type and scale of farming techniques involved. Policy frameworks cannot be designed as isolated; they must be adapted to local conditions and farmer realities, and they must take into consideration the needs and priorities of the different actors involved in agricultural field (Requier-Desjardins et al., 2024; Carpentier, 2025).

Involving all stakeholders in policy development is key step to ensure efficiency and relevant results (Braiki et al., 2018; Braiki et al., 2022). In agroecological transitions, understanding farmers' priorities is essential because farmers are the central actors in implementing change on the ground. Research conducted under the CGIAR Initiative on Agroecology in Tunisia shows that farmers who received assistance with agroecological practices reported positive changes in both their ideas and their management decisions. Importantly, more than 90% of farmers who were supported through training and engagement reported a change in their practices, suggesting that farmers' attitudes can shift substantially when they are involved in participatory processes (Souissi et al., 2024).

Beyond farmers, broader stakeholder perspectives also matter. Other actors such as researchers, institutional representatives, civil society organizations, and farmer organizations have different priorities and needs that influence how policies are shaped and how transitions progress. For instance, studies emphasize that multi-stakeholder collaboration and participatory approaches help fitting strategies to local realities and create shared understanding among diverse stakeholders (Braiki et al., 2022). In Tunisia, this includes acknowledging limitations such as limited access to training, funding, and market incentives, as well as institutional and communication barriers that affect the pace and direction of change (Gharbi et al, 2025).

The objective of this study is to capture the stakeholders' priorities when designing an agroecological project in Tunisia. The study aims to decipher the similarities and differences between the groups of stakeholders regarding several options to be adopted when designing agroecological strategies. The analysis focuses on key policy domains including cropping practices, traditional practices, water management, economic measures, training and education, and land tenure.

II – Methodology

1. Defining stakeholders' groups

The study was conducted in Tunisia as part of work package 6 of NATAE project. This work package aims to specify the main policy options for fostering agroecological transitions through a qualitative, multi-stakeholder assessment of agricultural policy priorities in Tunisia. This study represents a first exploratory step designed to obtain, through a questionnaire, an initial understanding of stakeholders' perceptions, level of comprehension, and prioritization of existing agricultural policy measures rather than to produce statistically representative results.

This task is based on a purposive stakeholder sampling strategy guided by WP6 leader and structured to target different actors' categories. A total of 15 questionnaires were conducted, and the proportion of each group is summarized in Table 1 below. The sample size reflects the qualitative and exploratory nature of the study, where depth of insight is prioritized over numerical representativeness.

The study included four main groups of stakeholders: farmers, researchers, representatives of public institutions and NGOs. Farmers were selected randomly to have more representativeness but were in majority based in Siliana region, the location of the *living lab.* Farmers constituted the largest stakeholder group in the sample, given their central and highly significant role in driving agroecological transitions. Moreover, particular attention was paid to capturing the diversity of perspectives among farmers, as their perceptions and priorities may vary considerably depending on their individual contexts, production systems, and socio-economic conditions. Participation remained anonymous, and all interviewees provided written consent.

Table 1. Number and proportion of stakeholders questioned

Stakeholders group	Number of interviewees	Proportion
Farmers	9	60%
Researchers	3	20%
Institutions representatives	2	13%
NGO	1	7%

2. Qualitative data collection

The survey was based on a semi-structured questionnaire composed of five thematic sections, administered to all stakeholder groups. The same core structure was used for all respondents to ensure comparability, while minor adaptations in wording were made to reflect the specific role and expertise of each group.

The survey was based on questionnaire structured in 5 main sections:

- Socio-demographic characteristics: this section includes information on respondents including year of birth, education level, household size and annual income.
- Job description of the interviewees: in this part, information on respondent job and its link with agriculture was gathered. For the farmers' category, information on farm characteristics were collected such as farm size (owned and rented land), land use, types of crops and livestock, irrigation practices, and marketing channels.
- Attitude toward policies: in this section; respondents were asked to assess their level of policies understanding at national and global level and to estimate their abilities to evaluate policies texts using 3 points Likert-scale statements ranging from "totally disagree" to "totally agree".
- Attitude toward agroecology (only for farmers): this section was addressed to farmers who were asked about their intergenerational responsibility and biodiversity promotion in their farms.
- Priorities of policy options in agroecology transition: in this part, participants rated the importance of various factors for agroecological transition. The questions were structured around six dimensions: (i) land tenure, (ii) education and training, (iii) economic and price-related measures, (iv) water management, (v) traditional agricultural practices, and (vi) cropping and cultivation strategies. For each theme, respondents were asked to assess the importance of specific measures using a Likert-type scale ranging from "not important at all" to "very important."

The responses were then numerically coded as follows:

- For section 3: "totally disagree" = -1, "neither disagree no agree" = 0, "totally agree" = 1
- For sections 4 and 5: "not important at all" = -2, "unimportant" = -1, "neither important nor unimportant" = 0, "important" = 1, and "very important" = 2.

- This transformation allows for the calculation of means and other statistics on the responses.

This conversion of qualitative original scale into numerical values enables a systematic analysis of the survey responses and allows an effective quantification of participants' perceptions, perform statistical analyses and identification of patterns and trends.

III – Results and discussion

1. Socio-demographic profiles of the interviewed stakeholders

The sample is composed predominantly of farmers (9), government representatives (2), researchers (3), and one NGO representative (1). The age of the interviewees ranged from 31 to 63 years, with an overall average of approximately 44 years for farmers, indicating a mature and experienced respondent base, 48 years for government representatives, 58 years for researchers and 31 for one NGO representative.

All respondents, from the 4 categories, held university degrees, indicating a relatively homogeneous level of formal education across stakeholder groups. However, this educational similarity does not imply homogeneity in their roles, interests, responsibilities, or influence within the agricultural system. Among farmers, most reported medium income levels, while only one farmer belonged to the lowest income category. The majority of farmers have additional job occupations while only one-third relied exclusively on farming as their unique occupation. In fact, among the nine farmers interviewed, only three relied exclusively on farming as their main occupation, while six combined agricultural activities with other professions, including teaching, medicine, and other non-agricultural occupations.

In addition, all non-farmer stakeholders (government representatives, researchers, and the NGO actor) are professionally engaged in the agricultural sector, but with distinct institutional and technical profiles. The researcher group is involved in agricultural research and development activities. The government representatives include one senior official from the Directorate General of Organic Agriculture and another from the Cereals Office, both playing key roles in agricultural policy design and implementation. The NGO representative works within an organization focused on promoting agroecological practices and sustainable farming systems. This diversity of institutional profiles ensures that the perspectives collected reflect complementary dimensions of agricultural knowledge, policy, and development practice. This ensures that the insights collected from these participants are grounded in practical and institutional experience.

When only the farmers are taken into consideration, the survey showed that the majority own their farms (~ 80% of farmers) while only 20% declared that they used to rent land.

Farm characterization showed a predominance of medium to large farms (>5ha). All farmers specialize in cereal production with diverse degrees of diversification with integrating or not legumes, vegetables and trees. Diversification levels are generally moderate to high, with the majority having more than two crops on their land with main activities including trees and cereals. This suggests that farm diversification may enhance farmers' ability to cope with environmental and economic uncertainties by relying on multiple production activities.

Overall, the socio-demographic profile of the interviewed stakeholders reflects a homogeneous educational background with moderate variability in economic and farm structural characteristics. This relatively homogeneous level of education among the surveyed farmers does not fully reflect the diversity of farming profiles in Tunisia, and the sample should not be considered statistically representative. It does, however, offer a useful entry point for exploring, in a pilot manner, whether more educated and non-farming-engaged farmers align more closely with non-farming stakeholders than with the typical smallholder profile.

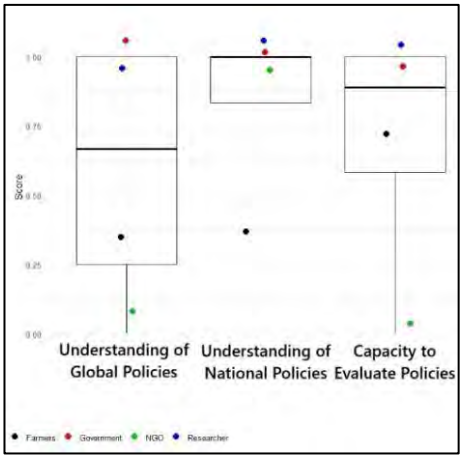
2. Stakeholders understanding of policies

The current analysis used a 3-point ordinal scale converted to numeric codes (-1, 0, +1) to allow quantification of stakeholder attitudes and facilitate comparison across groups. Although Likert-type data are ordinal by nature and the distances between categories cannot be equally-assumed, treating them as interval for descriptive means is common practice in social science research when reporting overall trends and comparing groups (Sullivan et al., 2013). For each group, an average is calculated to assess the overall trend of each stakeholder's category. Given the small sample size, the results are interpreted to show the global tendencies.

As shown in figure 1, interviewed researchers and government representatives have a good familiarity with national and global policies and have declared to be able to understand policy texts (~1). Indeed, these two categories are regularly updated on developments in agricultural legislation and policies, if not directly involved in their development. Several studies show that scientists often consider themselves stakeholders in policy development, and that the perceptions of scientific knowledge among stakeholders influence how research is integrated into policy processes (Ramirez et Belcher, 2019). In other words, these experts tend to be well informed and to value evidence in policy debates and discussions.

Famers' level of policies understanding at both the national and global levels proved to be weak (<0.5), despite their relatively high level of education. This result aligns with the general trend in Tunisia where farmers declare to feel, often marginalized from the process of institutional strategies and national program development (El Safi, 2016), which can limit their access to information and support mechanisms. Moreover, studies show that the level of political and technical awareness among farmers, particularly regarding sustainable development policies, resource management, or agroecological transition remain limited (Sfia, 2020; Souissi et al., 2024). In short, this study indicated that research and government stakeholders are more aware and familiar with policy texts compared to other stakeholders, whereas farmers, even if they attain higher education, remains comparatively limited in their knowledge, reflecting structural gaps in knowledge outreach in Tunisia. The NGO representative in our sample expressed a high level of understanding which was limited to national policies but a relatively lower capacity to evaluate policies. Even if this finding cannot be generalized as the sample included only one NGO actor, it is consistent with the recognized role of NGOs as intermediary actors that operate at the interface between farmers and other stakeholders such as researchers and policymakers. Further quantitative research could be interesting to investigate the extend of knowledge and involvement of such strategic actors that are able to be involved on and off-field.

Figure 1. Level of understanding and capacity to evaluate global and national policies among stakeholders



3. Farmers attitude toward agroecology

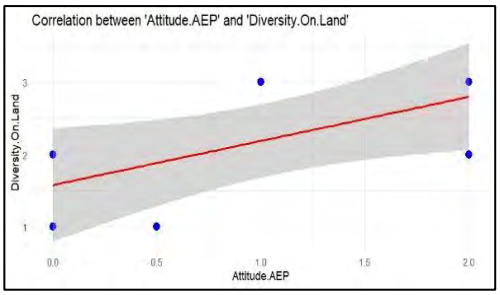
In this section, only farmers were interviewed to assess their attitude towards agroecology based on two key questions: when cultivating their lands what would be the level of importance they pay to i) future generations in terms of resources use and ii) promotion of biodiversity. A composite indicator, the overall attitude toward agroecology (AEP), was assessed as the average between the two key questions. The results show an overall positive attitude toward agroecology (1.05), especially toward biodiversity. In fact, most farmers seem to be aware of conserving and improving the biodiversity in their lands (1.22). This perception is consistent across both landowners and tenant farmers, although the latter group is only represented by a small number of respondents. Regarding their awareness about future generations, when cultivating their lands, the level is positive but remains limited (0.88).

These results suggest a generally supportive view of agroecology among the farmers' sample. This is consistent with other Tunisian case studies showing that once farmers are exposed to agroecological ideas, they often find many practices compatible with their traditional skills and values. For example, Souissi et al. (2024) report that many agroecological practices align well with existing farmer capabilities and deliver cultural, economic and environmental benefits.

The spearman correlation test (figure 2) reveals that the diversity on farms (from the socio-demographic section of the survey), is positively correlated with the overall attitude toward agroecology, suggesting that farmers managing more diversified land tend to express more favorable attitudes toward maintaining biodiversity and practicing agroecological practices. As shown in several studies, farmers who manage more diversified cropping systems tend to maintain and preserve this diversity on their lands and are therefore more likely to apply sustainable and agroecological farming practices. In many cases, they may adopt these practices without explicitly identifying them as "agroecology," but their management choices still contribute to biodiversity conservation and sustainability. Souissi et al. (2024) highlighted in a recent study that many agroecological practices are compatible with existing farmer knowhows, which positively influence farmer perceptions and willingness to adopt sustainable practices. Similarly, Gharbi et al. (2025), confirmed that farms with higher diversification exhibited greater resilience and potential for agroecological transition, indicating that diversified systems are more aligned with sustainable practices. In other words, experienced farmers often carry out biodiversity-friendly practices by default, making them open to formal agroecological framing.

The positive attitudes we observed also likely reflect the cultural and economic advantages of agroecology. As highlighted in Souissi et al. (2024), Tunisian farmers value agroecological practices that fit their traditions and improve yields or farm income. This compatibility boosts their willingness to continue such practices. Interestingly, however, expressed attitudes may outpace actual constraints: the same farmers still face serious barriers (water scarcity, input shortages, market access) that can limit how far they act on these attitudes (Khader, 2024). In short, while farmers in our study generally view agroecology favorably, especially regarding biodiversity, translating that into widespread practice requires addressing the underlying constraints on the ground.

Figure 2. Spearman correlation test between the attitude toward agroecology and diversity on land among farmers



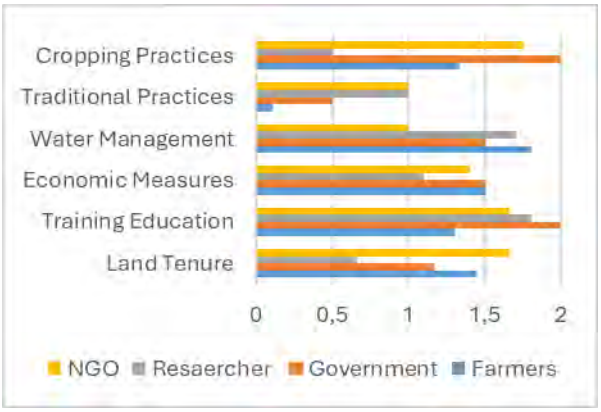
4. Stakeholders' policy priorities in the context of agroecological transition

In Tunisia, agroecological transition is strongly shaped by public policies that influence farmers' practices and attitudes (Jaouadi et al., 2025). The design of these policies depends on socio-economic conditions, regional agricultural systems and farm types. Farmers play a key role in this transition, as studies show that participatory engagement can significantly change their practices and beliefs (Souissi et al., 2024). However, other stakeholders, including researchers, institutional representatives and civil society, also play an important role in shaping priorities and ensuring policies are relevant and efficient (Carpentier, 2025). Considering the perspectives of all groups is therefore crucial for understanding the dynamics of agroecological transition in Tunisia. This part of the study aims to provide a preliminary description of the priorities of stakeholders' groups regarding agricultural policies supporting the agroecological transition. As mentioned above, farmers represent the largest group of respondents, given their central role in transition scenarios, while other groups, such as researchers, institutional representatives, and civil society actors, provide additional information to deepen understanding of policy context.

The objective of this part is to assess the importance attributed by the stakeholders to six key dimensions "Water Management", "Economic Measures", "Land Tenure" "Training & Education", "cropping practices" and "traditional practices" This assessment was based of the rating assigned by stakeholders to statements associated with each dimension.

The analysis used a 5-point ordinal scale converted to numeric codes (–2, -1, 0, +1, +2). As shown in figure 3, descriptive analysis of stakeholder responses showed divergent priority profiles and marked differences between groups. Farmers rated "Water Management", "Economic Measures", and "Land Tenure" as the most critical factors. In contrast, government stakeholders emphasized Training & Education as well as improving and changing Cropping Practices. Researchers placed relatively higher importance on "Water Management" and "Training".

Figure 3. Priority profiles of the 6 studied dimensions among interviewed groups



These results reflect the underlying structural differences among the interviewed actors: Farmers' immediate concerns with livelihoods and resource access align with findings from rural agroecological research in Tunisia, where constraints like water scarcity and limited income pathways are dominant barriers to transition (Khader, 2024).

Farmers also mention low farm income, expensive inputs, and insecure markets as reasons for non-adoption of AEP (Khader, 2024). In this study, 5 of 9 farmers identified limited access to inputs (like organic fertilizers) as a barrier, and 3 of 9 farmers pointed to poor market/trade infrastructure. Land-tenure also matters: many smallholders lack secure land rights or financing, which hinders long-term investment. In brief, farmers' priorities reflect their day-to-day survival

challenges, consistent with the literature on Tunisian agriculture, which repeatedly points to resource constraints and economic uncertainty as major transition barriers. These issues were also highlighted and pointed out during the different workshops and working sessions conducted in Siliana living lab with the local actors, researchers and farmers from ElKrib region, where the main challenges and areas of concern turn around: water constraint, marketing and economic status (Caulfield et al., 2026).

By comparison, interviewed institutional actors (government, extension services, NGOs) and researchers tend to focus on capacity-building and knowledge. They highlighted needs for training/education and improvements in technical cropping practices. This suggests an institutional perspective that sees education and farmer skill development as keys to adoption. In fact, research in Tunisia confirms that targeted training can generate positive and impactful results. Souissi et al. (2024) found that farmers who received agroecology training and assistance reported substantial changes in ideas and practices. Conversely, the same study noted that lack of training is a significant barrier, recommending broad capacity-building programs. Thus, the importance assigned to “training” by researchers and officials aligns with ongoing agroecological initiatives that prioritize farmer engagement and empowerment and emphasize participatory governance (Elloumi, 2018).

The divergent priority profiles observed underscore the importance of integrating multi-stakeholder perspectives in public policy design for agroecological transition. Farmers’ call for water investments and economic incentives which highly fits rural needs, whereas researchers and civil society stress the diffusion of knowledge and preservation of agroecological methods (Jaouadi et al., 2025). Carpentier (2025) notes that Tunisian agroecology policy has been fragmented, with many isolated projects but no unified vision. Our results echo this and advocate for a common agenda evenly addressing all actors’ priorities for future policies.

In practical terms, policymakers can create platforms for negotiation among actors. For example, farmers might obtain guarantees on water access or subsidies, while in return they participate in training and data-sharing. Combining farmers’ local knowledge with experts’ scientific expertise, in the spirit of participatory agroecology, will help align policies with realities on the ground. As one recent analysis emphasizes (Souissi et al., 2024), a participatory, systems-based approach is crucial for a sustainable, resilient agricultural transition. Our findings reinforce that point: effective policy must explicitly bridge farmers’ immediate livelihood needs with broader sustainability goals, integrating both rural livelihoods and environmental aspects in Tunisia’s strategy.

IV – Conclusion

In conclusion, our survey reveals a complex mapmaking of Tunisia’s agroecological transition. Policy experts and scientists are well informed about legislation and emphasize education and technical change, while farmers, often small-scale producers, have only moderate policy awareness and prioritize basic needs like access to water, income and land security. However, farmers show a generally positive attitude toward agroecology, especially regarding biodiversity conservation, suggesting favorable conditions for change and transition if their need and barriers are addressed.

These findings suggest practical actions and efficient ways that could help to improve the current situation and support successfully the Tunisian announced strategic move toward agroecological transition. First, extension programs and policy communications should be tailored to farm realities: ensure that smallholders receive timely information about agroecological supports, that incentives consider water and market constraints, and that agroecological inputs (biofertilizers, biopesticides, adapted seeds) are made physically available and accessible. Equally important is strengthening the enabling environment, notably by improving smallholders' access to credit and financing mechanisms, without which even well-targeted incentives and available inputs may not translate into actual adoption. Second, capacity-building program must be maintained continuously: training farmers has proven effective in Tunisia, so expanding such programs

(possibly tied to water-use efficiency and crop diversification) should be a priority. Third, institutional fragmentation must be overcome. As Carpentier (2025) argues, Tunisia needs a coherent rural development narrative; this will require joining up “bottom-up” farmer perspectives with “top-down” policy frameworks.

Finally, our study highlights the importance of dialogue and collaboration. A genuine agroecological transition will depend on multi-stakeholder platforms where farmers, scientists and officials negotiate together. The literature on sustainable food systems suggests that when diverse actors jointly set priorities, solutions are more robust and equitable. For Tunisia, this means designing policies that simultaneously honor farmers’ immediate needs and the country’s long-term sustainability goals. Future work should build on this exploratory analysis with larger samples and detailed case studies, but already the lesson is clear: combining empirical evidence with inclusive policymaking is the best path toward a resilient agroecological future in Tunisia.

Acknowledgements

This research has been carried out under the NATAE project (Horizon Europe, Grant Agreement No 101084647): “Fostering agroecology transition in North Africa through multi-actor evaluation and networking” funded by the European Union. The authors acknowledge all local partners who have participated in this work and share their thanks for their contribution, efforts and knowledge in the process of this reflection and in making this publication possible. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the granting authority.

References

Anderson, C. R., Bruil, J., Chappell, M. J., Kiss, C., & Pimbert, M. P. (2021). Reflexive participatory governance for agroecological transformations. In *Agroecology now!* (pp. 175–190). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61315-0_11

Braiki, H., Burte, J., Imache, A., Hassenforder, E., Habaieb, H., & Bouarfa, S. (2018). Expérimenter la concertation : Une clé pour des politiques environnementales plus efficaces ? Une démarche multi-acteurs innovante en Tunisie centrale. *Cahiers Agricultures*, *27*(1), 15003. https://doi.org/10.1051/cagri/2017064

Braiki, H., Hassenforder, E., Lestrelin, G., Morardet, S., Faysse, N., Younsi, S., Ferrand, N., Leauthaud, C., Aissa, N. B., Mouelhi, S., Jebari, S., Augusseau, X., Imache, A., Barbe, A., Jamin, J.-Y., Amri, H., Arfa, H., Bayar, A., Hassine, A. B., … Zouari, E. (2022). Large-scale participation in policy design: Citizen proposals for rural development in Tunisia. *EURO Journal on Decision Processes*, *10*, 100020. https://doi.org/10.1016/j.ejdp.2022.100020

Carpentier, I. (2025). Policies and development models for “sustainable” agriculture in Tunisia an “agroecological transition” in question. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *49*(9), 1546–1567. https://doi.org/10.1080/21683565.2025.2489428

Caulfield, M. E., van de Ven, G., Reinhard-Kolempas, M., Aatig, safa, Chattou, Z., Echchgadda, G., Boudedja, K., Oulmane, A., Comptour, M., Benmoussa, S., Galanis, C., Belhouchette, H., Kleftodimos, G., Sidya Fall, C., Zouari, I., Benmoussa, H., Jallouli, S., & Koussani, W. (2026). *Strategic options for agroecological transitions: D4.5 deliverable*. NATAE project report, EU Horizon Grant Agreement no. 101084647. https://doi.org/10.5281/zenodo.14732038

El Safi, E. (2016, November 2). *Tunisia’s negligence of small farmers is creating a food crisis*. https://www.opensocietyfoundations.org/voices/tunisia-s-negligence-small-farmers-creating-food-crisis

Elloumi, M. (2018). *Tunisie : Agriculture, le développement compromis*. Editions Nirvana.

FAO. (2018). *The 10 elements of agroecology: Guiding the transition to sustainable food and agricultural systems*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/3/i9037en/i9037en.pdf

Gharbi, I., Aribi, F., Abdelhafidh, H., Ferchichi, N., Lajnef, L., Toukabri, W., & Jaouad, M. (2025). Assessment of the agroecological transition of farms in central Tunisia using the TAPE framework. *Resources*, *14*(5), 81. https://doi.org/10.3390/resources14050081

HLPE. (2019). *Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition* (HLPE Report 14, p. 162). Committee on World Food Security. http://www.fao.org/3/ca5602en/ca5602en.pdf

Jalkh, R., Bouzid, A., Siam, G., Lahrech, T., Sidya Fall, C., Zouari, I., Pollicino, D., Lemaître-Curri, E., Bessaoud, O., Abdelhakim, T., & Requier-Desjardins, M. (2024). *Analysis of agroecological perspectives in North African intersectoral public policies. A review of trends, strengths and weaknesses: D6.2 deliverable*. NATAE project report, EU Horizon Grant Agreement no. 101084647. https://doi.org/10.5281/zenodo.12770882

Jaouadi, R., Lestrelin, G., & Ben Mimoun, M. (2025). Évolution des démarches d'accompagnement des transitions agroécologiques en Tunisie. *Cahiers Agricultures*, *34*, 30. https://doi.org/10.1051/cagri/2025030

Jones, S. K., Bergamini, N., Beggi, F., Lesueur, D., Vinceti, B., Bailey, A., DeClerck, F. A., Estrada-Carmona, N., Fadda, C., Hainzelin, E. M., Hunter, D., Kettle, C., Kihara, J., Jika, A. K. N., Pulleman, M., Remans, R., Termote, C., Fremout, T., Thomas, E., … Quintero, M. (2022). Research strategies to catalyze agroecological transitions in low- and middle-income countries. *Sustainability Science*, *17*(6), 2557–2577. https://doi.org/10.1007/s11625-022-01163-6

Khader, A. (2024). *Challenges, barriers, and determinants of farmers' adoption of agroecological practices in Tunisia: A Case study of Hamam biadha and Elles* [Master of Science, CIHEAM Bari]. https://hdl.handle.net/10568/148765

Madsen, S., Kerr, R. B., Kamilia, K., Cevallos, M. F., Bazille, C., Paracchini, M. L., & Wezel, A. (2025). Agroecology supports sustainable development in Africa: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *45*(4), 34. https://doi.org/10.1007/s13593-024-00976-2

Ministry of Agriculture, Hydraulic Resources and Fisheries. (2022). *Elaboration de la vision et de la stratégie du secteur de l'eau à l'horizon 2050 pour la Tunisie "Eau 2050"* (p. 129) [Vision & Stratégie]. République Tunisienne (Tunisie). https://www.onagri.nat.tn/uploads/secteur-eau/2.pdf

Ministry of Environment. (2016). *Plan d'action national sur les modes de production et de consommation durables en Tunisie* (p. 73) [Plan d'Action Décennal Agroalimentaire 2016-2025]. République Tunisienne (Tunisie). https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/from-crm/tunisia_national_action_plan_on_scp_agriculture_2016.pdf

Ministry of Environment. (2022). *Stratégie de développement neutre en carbone et résilient aux changements climatiques à l'horizon 2050* (p. 147). République Tunisienne (Tunisie). https://unfccc.int/documents/620592

Ramirez, L. F., & Belcher, B. M. (2019). Stakeholder perceptions of scientific knowledge in policy processes: A Peruvian case-study of forestry policy development. *Science and Public Policy*, *46*(4), 504–517. https://doi.org/10.1093/scipol/scz003

Requier-Desjardins, M., Boughamoura, O., & Lemaître-Curri, E. (2024). Characterizing agroecology in North Africa, a review of 88 sustainable agriculture projects. *Land*, *13*(9), 1457. https://doi.org/10.3390/land13091457

Sfia, M. D. (2020). *Étude sur les petites exploitations agricoles en Tunisie* (p. 58). Forum Tunisien pour les Droits Economiques et Sociaux. https://ftdes.net/rapports/exploitations.agricoles.fr.pdf

Souissi, A., Dhehibi, B., Oumer, A. M., Mejri, R., Frija, A., Zlaoui, M., & Dhraief, M. Z. (2024). Linking farmers' perceptions and management decision toward sustainable agroecological transition: Evidence from rural Tunisia. *Frontiers in Nutrition*, *11*. https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1389007

Sullivan, G. M., & Artino, A. R. (2013). Analyzing and interpreting data from likert-type scales. *Journal of Graduate Medical Education*, *5*(4), 541–542. https://doi.org/10.4300/JGME-5-4-18

World Bank. (2023). *Tunisia: Country climate and development report* (Middle East and North Africa, p. 72). World Bank Group. https://doi.org/10.1596/40658

Trajectoires vers une agriculture durable en Méditerranée (France-Maroc) : dynamiques socio-territoriales, enjeux de pouvoir et curricula de formation

Véronique Chalando[1], **Lyazid Aboughaya**[1], **Mohammed Aderghal**[2], **Angela Barthes**[1], **Jean-Marc Lange**[3], **Bruno Romagny**[1]

[1]Aix Marseille Univ, IRD, LPED, Marseille (France)
[2]Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université Mohammed V de Rabat (Maroc)
[3]Univ de Montpellier, LIRDEF, Montpellier (France)

Résumé. Les trajectoires susceptibles de conduire les systèmes alimentaires méditerranéens vers une plus grande durabilité – écologique, économique et sociale – résultent de dynamiques territoriales, politiques, socio-économiques et éducatives contrastées, traversées par des enjeux de gouvernance et de pouvoir. Sur la rive nord de la Méditerranée, en France notamment, ces dynamiques se traduisent par des politiques à géométrie variable, en réponse à une prise de conscience écologique et à la demande d'une partie du monde agricole et des consommateurs urbains pour une alimentation plus saine et éthique. Sur la rive sud, au Maroc, la « transition agroécologique » est plus récente ; elle s'exprime encore surtout dans des marchés de niche, en raison du pouvoir d'achat limité d'une large part des consommateurs et de leur faible confiance envers les signes de qualité et d'origine. Au Maroc, hormis une frange de la paysannerie pratiquant une agriculture peu dépendante du modèle productiviste, l'agroécologie en tant qu'alternative à ce modèle reste encore marginale. Dans ce contexte, la pertinence même de la notion de transition agroécologique pour décrire des dynamiques aussi différenciées mérite d'être interrogée. C'est l'un des objectifs de cet article, qui propose une mise en perspective et des regards croisés ancrés dans une approche pluridisciplinaire au sein des sciences humaines et sociales (géographie, économie, sciences de l'éducation).

Mots-clés. Agroécologie – Curriculum – Méditerranée – Gouvernance – Transition – Formation agricole – Rapports de pouvoir – Savoirs situés

Title. Pathways toward sustainable agriculture in the Mediterranean: territories, power relations, and curricular perspectives

Abstract. *The trajectories that may lead Mediterranean food systems toward greater ecological, economic, and social sustainability result from contrasting territorial, political, socio-economic, and educational dynamics, shaped by issues of governance and power relations. On the northern shore of the Mediterranean, particularly in France, these dynamics have taken the form of policies of varying scope, responding both to a growing ecological awareness and to the demand from parts of the farming community and urban consumers for healthier and more ethical food. On the southern shore, the "agroecological transition" is more recent; it remains largely confined to niche markets, due to the limited purchasing power of many consumers and their low level of trust in labels of quality and origin. In Morocco, apart from a segment of the peasantry practicing forms of agriculture less dependent on the productivist model, agroecology, understood as an alternative to this model, remains marginal. In this context, the very relevance of the notion of an agroecological transition to describe such diverse dynamics deserves to be questioned. Addressing this question is one of the aims of this article, which offers a comparative perspective on cases in France and Morocco, grounded in a multidisciplinary approach within the human and social sciences—geography, economics, and education sciences.*

Keywords. *Agroecology – Curriculum – Mediterranean – Governance – Transition – Agricultural education – Power relations – Situated knowledge*

I – Introduction

Notre équipe – composée d'agronome, d'économistes et de géographes – travaille depuis plusieurs années sur les dynamiques des systèmes agricoles et ruraux en France, au Maroc et en Tunisie, en partenariat avec le Laboratoire mixte international « Terroirs méditerranéens » (LMI MediTer, 2011-2021) implanté au Maroc et le Groupement d'Intérêt Scientifique « Savoirs, Territoires, Éducation au temps de l'Anthropocène » (GIS STETA, 2023). Ces travaux couvrent notamment le domaine des innovations agroécologiques, et les profils des exploitants qui en sont les porteurs, essentiellement dans l'arrière-pays de Rabat, et dans les zones de montagnes Haut Atlas oriental, Rif occidental). Nous mobilisons une approche issue de la sociologie du curriculum qui révèle que la circulation des savoirs (académiques et locaux), notamment dans le cadre de l'enseignement agricole et de la formation des conseillers, ne peut être réduite à une simple transmission ou transposition de pratiques et de techniques. Elle nécessite une rupture épistémologique intégrant les dimensions politiques, sociales et écologiques des systèmes agraires méditerranéens. Les implications pour la formation agricole sont majeures : il s'agit de construire des curricula qui articulent savoirs scientifiques, savoirs locaux et compétences politiques, tout en reconnaissant les asymétries de pouvoir qui structurent la production et la circulation des connaissances en agroécologie.

La transition agroécologique désigne le processus par lequel des systèmes agricoles « conventionnels » évoluent progressivement vers des pratiques plus respectueuses des écosystèmes et sont moins dépendantes des intrants chimiques de synthèse. Pour certains, il s'agit d'une transformation radicale et systémique, touchant non seulement les techniques agricoles mais aussi les modèles économiques, les politiques alimentaires et les rapports sociaux entre producteurs et consommateurs. Pour d'autres, elle se traduit par des ajustements graduels et partiels (recours aux technologies), sans remettre en cause fondamentalement le modèle agricole dominant. Entre ces deux visions coexistent de nombreuses positions intermédiaires, ce qui fait de la transition agroécologique un concept à la fois fédérateur et porteur de tensions entre acteurs qui se l'approprient.

Cette transition agroécologique s'impose aujourd'hui comme un horizon incontournable des politiques agricoles méditerranéennes, face à la triple crise écologique, alimentaire et climatique (Asloum, 2024, Richelle et al., 2024). Derrière l'apparente convergence des discours institutionnels autour de ce paradigme, se cachent, des réalités profondément différenciées selon les contextes territoriaux et les rapports de force structurant les systèmes agraires (Chalando et al. 2024). Comme le soulignent Barthes et al. (2024), l'agroécologie n'est pas une science neutre mais un construit social ancré dans des épistémologies politiquement situées.

Nous nous plaçons dans le cadre de l'écologisation de l'éducation et des formations (Barthes, Lange & Wagnon, 2025), c'est-à-dire une éducation systémique et complexe ancrée dans des formes matérielles concrètes et non hors sol, ici les territoires et leurs enjeux, et prenant en charge les enjeux environnementaux contemporains. Le principe est celui de contributions plurielles de chercheurs et d'acteurs franco-maghrébins (GIS STETA) qui articulent notamment les résultats de plusieurs thèses soutenues, ou en cours.

La transition agroécologique autour du bassin méditerranéen est le produit de dynamiques territoriales, politiques, révélées par les champs de la géographie et de l'économie. En complément, la mobilisation de ceux des sciences de l'éducation et de la formation, notamment le cadre de la sociologie du curriculum (Forquin, 2008) permet de mettre en évidence comment se construit, se réfléchit, et se transforme la légitimité des savoirs produits et sélectionnés pour être ensuite pris en charge par l'éducation formelle.

La question centrale qui structure cet article est la suivante : comment penser la transmission des savoirs nécessaires pour infléchir la trajectoire des systèmes alimentaires vers plus de durabilité ?

Plus précisément et spécifiquement, comment penser la formation agricole à l'agroécologie dans un contexte méditerranéen marqué par des asymétries Nord-Sud, des héritages coloniaux et des transformations des systèmes agraires en moyenne montagne méditerranéenne ? Quels points communs à partager et quelles spécificités curriculaires pouvons-nous retenir des expériences comparées en France et au Maroc ?

Le titre renvoie, certes à l'aire géographique méditerranéen, mais nos cas d'études se limitent à la France et au Maroc pour des raisons de disponibilité des matériaux d'analyse, notamment pour l'Algérie et la Tunisie sur la rive sud, et l'Espagne et l'Italie au nord.

Pour répondre à cette problématique, nous présenterons dans un premier temps le cadre théorique de la sociologie du curriculum et la méthode des balises curriculaires, puis nous développerons quelques résultats des recherches en France et au Maroc sur les dynamiques territoriales et politiques de la transition agroécologique avant d'en tirer les possibles curriculaires d'une formation agricole méditerranéenne.

II – La sociologie du curriculum au service d'une lecture des transitions agroécologiques transméditerranéennes

1. Le curriculum comme construit social et politique

La perspective de sociologie du curriculum développée par Forquin (2008) constitue le socle méthodologique de notre proposition. Contrairement aux approches didactiques classiques qui pensent le curriculum comme la simple transposition de savoirs académiques vers des savoirs enseignables, la sociologie du curriculum considère les contenus d'enseignement comme des « constructions sociales » résultant de choix culturels, politiques et idéologiques (Forquin, 2008). Dans le domaine agricole, et plus précisément dans celui des transitions agroécologiques, cette perspective permet de questionner les savoirs et leurs pratiques associées, telles que l'agrochimie ou la sur-mécanisation historiquement privilégiées au détriment d'autres, telles que l'écologie des sols, les pratiques agroforestières ou paysannes.

Comme le montre la thèse de Chalando (2024) sur l'enseignement de l'agroécologie dans l'enseignement agricole français, le curriculum prescrit reflète les rapports de pouvoir et tensions entre différentes visions de l'agriculture. Par exemple, l'introduction du concept de « produire autrement » dans les lycées agricoles français constitue ainsi moins une évolution technique qu'une reconfiguration politique des finalités de la formation agricole, sous l'impulsion conjointe des mouvements paysans, de leurs préoccupations environnementales et des contraintes économiques (Chalando & Barthes, 2023).

2. Les « balises curriculaires » comme outil d'analyse et de conception

Afin de penser les curricula liés à la transition agroécologique, nous mobilisons le concept de « balises curriculaires » élaboré par Lange et Victor (2006) qui constitue un outil opératoire pour penser la cohérence des curricula. Les balises curriculaires désignent des repères, ou « point de passage que l'on se fixe pour atteindre une finalité éducative » (Lange, 2011, p. 17), repères constitués de nœuds de tension à clarifier, de passages obligés et d'obstacles à franchir.

Ce concept métaphorique vise ainsi à questionner, par un travail de recherche, les formations à l'agroécologie lesquelles nécessiteraient, selon nous, d'articuler savoirs scientifiques, pratiques techniques, dimensions socio-économiques et enjeux politiques. La dimension critique et politique de l'agroécologie est-elle présente dans les curricula existants ? Comment articuler les savoirs académiques et les savoirs locaux sans hiérarchisation implicite ? Comment prendre en compte les contextes territoriaux spécifiques tout en visant des finalités éducatives transformatrices communes ? (Chalando et al., 2024). Les balises à élaborer sont ainsi issues des pratiques agroécologiques à l'œuvre dans les territoires et posent la question des possibles curriculaires (Barthes et al., 2025) dans une dynamique ascendante ancrée dans le réel.

III – Comparatisme des transitions agroécologiques en France et au Maroc

1. Le contexte français : entre institutionnalisation et fragmentation curriculaire

En France, le ministère de l'agriculture a en charge la politique agricole et la formation au travers de l'enseignement agricole. En 2012, il élabore le projet de « loi d'avenir » qui mène à la mise en place du « plan d'actions pour la France » (PAF). Ce dernier engage résolument le pays vers la « transition agro-écologique », en reprenant les trois dimensions du développement durable (social, économique et environnemental). Son objectif est d'orienter toutes les exploitations agricoles vers l'agro-écologie d'ici 2025. Ce « plan d'actions pour la France » promeut 17 programmes d'actions (loi, 2014), et le terme « exploitation » agricole devient « entreprise » agricole, mettant davantage en avant le coté économique.

A. Agro-écologie ou agroécologie : d'un sens à un autre et tensions sous-jacentes

Selon le ministère de l'Agriculture (2016), l'agro-écologie est définie comme l'« utilisation intégrée des ressources et mécanismes naturels pour mieux produire, alliant dimensions écologique, économique et sociale, en tirant parti des interactions entre végétaux, animaux, humains et environnement ». Elle privilégie l'autonomie des systèmes de production en vue de favoriser la compétitivité et de réduire les intrants, sans toutefois les proscrire, incarnant le « produire autrement » (Le Foll[1], 2012). La Loi et le PAF intègrent ces volets, mais ils négligent souvent l'aspect local et culturel (savoirs locaux, entre autres), essentiels pour donner du sens et ancrer territorialement les pratiques agroécologiques.

Nous utilisons dans ce contexte l'agroécologie dans le sens qui lui est donné par Francis et al. (2003), une « étude intégrative de l'écologie du système alimentaire incluant les dimensions écologiques, économique et social ». L'agroécologie, ainsi pensée en vue d'une transformation nécessaire et cohérente de l'agriculture, est une discipline scientifique, et aussi un mouvement social, et des pratiques (Wezel & Soldat, 2009).

Elle représente un secteur de l'agronomie qui cherche à relever les défis sociétaux actuels auxquels la « révolution verte » n'a que partiellement répondu. En effet, ce modèle productiviste est aussi confronté aux urgences climatiques et à la préservation de la biodiversité, sans pouvoir et/ou vouloir véritablement y répondre. Il se traduit également par de fortes inégalités entre agriculteurs et une large dépendance de ces derniers aux acteurs économiques et financiers de l'agro-industrie. Du point de vue des sciences agronomiques, l'agroécologie offre alors une alternative : elle vise à relever les défis sociétaux, tout en intégrant les préoccupations environnementales, culturelles locales et économiques.

B. Tension curriculaire en agro(-)écologie

L'agroécologie est définie dans les curricula de l'enseignement agricole français comme une voie vers la réussite par la résolution précise de problèmes. Les recherches de Chalando (2024) révèlent une tension structurante entre l'ambition politique affichée (« produire autrement ») et les réalités curriculaires prescrites. L'analyse des référentiels de formation (du Bac Professionnel au Bac +3 – licence et bachelor) montre une forte fragmentation disciplinaire qui contredit les principes systémiques de l'agroécologie. Si les textes officiels prônent l'interdisciplinarité et l'approche par compétences, les curricula réels demeurent largement organisés autour de disciplines cloisonnées (agronomie, zootechnie, économie, ...), avec des modalités d'évaluation qui privilégient les savoirs académiques au détriment de la capacité à penser la complexité des systèmes.

Cette fragmentation curriculaire reflète des enjeux de gouvernance et de pouvoir au sein de l'institution scolaire : les enseignants, formés selon l'ancienne logique disciplinaire, peinent à s'approprier une approche systémique questionnant leurs identités professionnelles (Chalando &

Barthes, 2023 ; Barthes et al. 2023). Par ailleurs, on constate l'absence de clarification des finalités politiques de l'agroécologie dans les textes prescriptifs. S'agit-il d'optimiser la production, de préserver l'environnement, de transformer les rapports sociaux de production ? Ce constat conduit *de facto* à une « dépolitisation » de l'enseignement vidant l'agroécologie de sa dimension transformatrice. Les dispositifs éducatifs développés sur les territoires peinent à articuler connaissances scientifiques et savoirs locaux. Ils reproduisent souvent une hiérarchie implicite valorisant le savoir académique au détriment des pratiques paysannes. Cette asymétrie épistémique constitue un obstacle majeur à la construction d'une nécessaire éducation citoyenne critique pour la transition agroécologique.

2. Ancrage territorial marocain : dualité des politiques publiques et émergence d'initiatives agroécologiques locales

Élaborer des curricula de formation pertinents nécessite un ancrage territorial sous peine de créer des dispositifs hors sol. C'est-à-dire qu'ils ne se réfèrent pas aux systèmes agricoles paysans et aux historicités des territoires ruraux concernés. Pour ce faire, cette partie mobilise une approche géographique et économique permettant de constituer un référent pour les formations en agroécologie située.

A. Dualité productiviste et durabilité

L'analyse des politiques agricoles marocaines des deux dernières décennies met en évidence une tension persistante entre les objectifs affichés de durabilité, et la poursuite d'un modèle productiviste hérité de la période coloniale, consolidé par la « révolution verte ». Ce modèle privilégie la compétitivité des filières irriguées orientées vers l'exportation, fondées sur la mécanisation, l'usage plus massif et plus systématique d'intrants chimiques et la diffusion subventionnée du goutte-à-goutte.

Si les externalités négatives de l'agriculture conventionnelle – dégradation des sols, surexploitation des nappes, pollution agrochimique, impacts sanitaires – sont largement documentées, leur prise en charge demeure marginale face aux priorités économiques. Cette situation reconduit la dualité entre agriculture industrielle et agriculture vivrière[2], inscrite dans des territoires marqués par de fortes inégalités socio-économiques.

B. La modernisation « verte » : continuité du modèle productiviste

Le « Plan Maroc vert » (PMV, 2008-2020), structuré en deux piliers comme la politique agricole commune de l'Union Européenne, illustre cette dualité[3]. Le pilier I, dédié à l'agriculture commerciale d'exportation, repose sur une logique d'investissement et d'intégration aux marchés mondialisés. Les nouvelles zones intégrées[4] ont redessiné la géographie agricole au-delà des périmètres traditionnels de « grande hydraulique » (Aderghal, 2025). Le pilier II, destiné aux petites exploitations « solidaires », s'est limité à des soutiens ponctuels, sans transformation structurelle réelle.

La stratégie « Génération Green 2020-2030 » prolonge cette orientation en visant l'émergence d'une classe moyenne agricole et en privilégiant « l'éco-efficience » plutôt que l'agroécologie. Dans les régions marginales, elle encourage la labélisation de produits et de plantations fruitières à des fins de Conservation des eaux et des sols (CES) et de séquestration du carbone. Sur le plan environnemental, la stratégie veut réduire la pollution agrochimique, promouvoir des pratiques de fertilisation rationnelles et diffuser les bonnes pratiques agricoles. Elle met aussi en avant le développement de l'agriculture biologique, avec la promotion d'un label national (Bio Maroc) à forte valeur ajoutée, notamment pour l'export[5].

Les dispositifs techniques (irrigation localisée, agriculture de conservation, plantations CES) cherchent à limiter l'empreinte environnementale du modèle productiviste, voire extractiviste, sans le remettre en cause. Le goutte-à-goutte et les énergies renouvelables (solaire) ont parfois eu des effets inverses : extension des surfaces irriguées, pression accrue sur l'eau (Banque mondiale, 2022. Dans les zones fragiles, les plantations issues de partenariats public-privé ont

reconfiguré les paysages et restreint la mobilité pastorale. Les travaux dans le Rif occidental et le Haut Atlas oriental (Aderghal *et al.*, 2019) montrent que les arbres de substitution choisis pour remplacer les céréales sont des rosacées (pommiers, pêchers, nectariniers). Ils ne rentrent pas forcément dans la panoplie des espèces de l'agroforesterie traditionnelle (amandiers, figuiers, caroubiers). Ces zones plantées privatisées bloquent l'espace pastoral. La conséquence a été la réduction du cheptel, et son éloignement des zones plantées. Ainsi, la fertilisation par le fumier est devenue plus difficile, voire plus coûteuse.

Des tentatives de mise en œuvre de nouvelles pratiques et dynamiques ont germé, comme le semis direct, pilier de l'agriculture de conservation des sols. Présenté comme « un mode de production agricole qui peut prévenir la perte de terres arables tout en régénérant les qualités physiques et la teneur en matière organique des terres dégradées » (Requier-Desjardins et al., 2024), il est diffusé par l'INRA-Maroc dans le « bour favorable **»** (Ministère de l'Agriculture, de la Pêche maritime, du Développement rural et des Eaux et Forêts (Maroc), 2009). L'objectif est de passer de 30 000ha en 2021 cultivés en semis direct, à 1 million d'hectares en 2030 (Banque mondiale, 2022). Les données disponibles sont limitées pour en faire l'analyse d'impact. L'adoption du semis direct reste, cependant, contrainte par les aléas climatiques, les transformations techniques requises et les structures foncières (Laamari, s.d. ; Mrabet et al., 2012).

Ces trajectoires montrent la difficulté à concilier rentabilité et exigences écologiques dans un contexte de changement climatique et d'inégalités sociales. Le partenariat public-privé a favorisé l'expansion de l'agriculture conventionnelle dans des espaces destinés à la petite agriculture paysanne (Lazarev, 2025), engendrant un double coût social et environnemental (Requier-Desjardins et al., 2024). Concentration foncière, agrégation, privatisation des biens collectifs et marginalisation des exploitations familiales illustrent une modernisation socialement sélective (Lazarev, 2025).

Le lexique institutionnel – « agriculture solidaire », « éco-efficience » – témoigne d'une adaptation cosmétique d'un modèle inchangé : les enjeux fonciers et sociaux demeurent périphériques. Les sites du ministère de l'Agriculture et de l'Agence de développement agricole (ADA)[6] ne mentionnent ni l'agroécologie ni la transition écologique.

C. Des dynamiques agroécologiques émergentes, fragmentées et peu documentées

En marge des politiques publiques, des initiatives locales sont souvent portées par des exploitants qualifiés de « néo-ruraux » du fait de leur choix de s'installer à la campagne, proche de leur lieu de résidence d'origine, situé dans les villes proches. Ces néo-ruraux contribuent à l'émergence d'une agroécologie « par le bas », notamment autour de Rabat-Salé, Casablanca et Marrakech. Inspirées des courants internationalistes et de Pierre Rabhi, ces initiatives locales répondent à une demande urbaine d'alimentation saine et éthique (Grippon et al., 2019).

Le Réseau des initiatives agroécologiques au Maroc (RIAM) structure ces expériences autour de la formation et d'un Système participatif de garantie (SPG) soutenu par la coopération internationale (Lemeilleur et al., 2020). Cette agroécologie demeure toutefois socialement limitée : elle s'adresse surtout à des consommateurs urbains aisés, tandis que les zones rurales marginalisées manquent de ressources pour s'y engager. Elle relève ainsi d'une « agroécologie de niche » à faible portée économique (Grippon et al., 2019).

L'absence d'observatoire national, de base de données et d'indicateurs partagés entrave l'évaluation scientifique de ces pratiques renforçant leur invisibilité institutionnelle. Une cartographie et une typologie nationales apparaissent nécessaires pour inscrire ces initiatives dans une trajectoire de transition différenciée et en apprécier la viabilité économique, sociale et territoriale, malgré le déficit de données comptables et statistiques.

D. Patrimonialisation, savoirs locaux et question de la légitimité

Les dynamiques agroécologiques actuelles s'inscrivent dans une tradition de gestion communautaire des ressources (irrigation, forêts collectives, agdals[7]), fragilisée par la privatisation et la diffusion du modèle entrepreneurial.

La question de la légitimité demeure centrale : qui définit l'agroécologie au Maroc ; l'État, les ONG, ou les communautés paysannes détentrices de savoirs locaux ? Cette interrogation conditionne l'émergence d'une transition adaptée aux réalités socio-écologiques locales.

L'expérience marocaine révèle un écart entre ambitions institutionnelles et transformations concrètes. La transition agroécologique reste embryonnaire : intégrée aux politiques publiques sans rupture paradigmatique, elle est également portée par des initiatives citoyennes dispersées. Ces dynamiques relèvent davantage d'un réformisme d'ajustement que d'une transformation structurelle (Dryzek, 1997). Les partenariats récents, notamment dans le cadre du programme Ihya soutenu par l'UE et l'Agence française de développement (AFD), illustrent cette orientation : l'agroécologie y étant envisagée comme outil de résilience des territoires marginalisés plutôt que comme modèle alternatif généralisable.

IV – Des terrains français et marocains comparés à leurs curricula

La comparaison curriculaire – selon le modèle de la sociologie du curriculum associé à leurs ancrages territoriaux français et marocain – nous amène au repérage potentiel de plusieurs balises pour les formations agricoles.

1. Articuler ancrage territorial et finalités transformatrices

La comparaison des contextes agricoles et politiques français et marocain confirme ainsi une tension entre deux logiques différentes : d'une part, l'impératif d'adaptation aux contextes locaux (pédoclimatiques, économiques, culturels) qui plaide pour des curricula territorialisés, comme l'ont déjà précisé Del Corso et al. (2024), Chalando & Barthes (2023) ; d'autre part, la visée de transformation systémique vers des modèles agricoles durables qui requiert des finalités éducatives partagées au-delà des particularismes locaux. Cela renvoie à plusieurs balises notamment : (1) la problématisation critique des modèles agricoles dominants (productiviste, agro-industriel) et de leurs impacts socio-écologiques; (2) la compréhension systémique des agroécosystèmes et de leurs interactions avec la biodiversité, les systèmes alimentaires et les territoires; (3) la capacité à mobiliser et articuler différents types de savoirs (scientifiques, techniques, expérientiels, traditionnels) pour penser l'action; (4) l'engagement dans l'action collective et la construction de projets territoriaux de transition. Ces balises permettent de concevoir potentiellement des curricula qui, tout en s'adaptant aux réalités locales (types de cultures et d'élevage, ressources disponibles, organisations sociales), maintiennent un cap transformateur commun orienté vers la justice sociale et la soutenabilité écologique.

2. Reconnaître et problématiser les rapports de pouvoir dans la production des savoirs

Les regards croisés entre la France et le Maroc permettent aussi de reconnaître explicitement les rapports de pouvoir qui structurent la production agricole et la circulation des savoirs en agroécologie. Comme le montrent Barthes et al. (2024), il existe une hiérarchie épistémique implicite entre savoirs scientifiques (légitimes, universels) et savoirs locaux (particuliers, non généralisables) qui reproduit les asymétries Nord-Sud héritées de la période coloniale. Une formation critique à l'agroécologie intègre donc une dimension réflexive sur les conditions sociales de production des savoirs : qui produit la connaissance agroécologique ? Dans quels contextes institutionnels ? Avec quelles finalités ? Quels sont les acteurs exclus de cette production ? Ces questions ne relèvent pas d'une posture relativiste qui nierait la validité scientifique, mais d'une épistémologie critique qui reconnaît la « situation » sociale et politique de tout savoir (Haraway, 1988 ; Harding, 1991). Concrètement, cela implique de construire des

dispositifs de formation qui mettent en dialogue les savoirs académiques et les savoirs paysans recontextualisés sans présupposer la supériorité des premiers. Les « recherches participatives » (Lemeilleur & Sermage, 2020) développées dans certaines expériences marocaines, ou les « diagnostics territoriaux » pratiqués dans les lycées agricoles français, constituent des pistes intéressantes, à condition qu'elles ne se réduisent pas à une simple validation externe de connaissances produites ailleurs (Chalando, 2024).

3. Former à une compétence politique environnementale

L'analyse des dynamiques territoriales révèle que la transition agroécologique ne relève pas uniquement d'innovations techniques ou technologiques, mais constitue fondamentalement un processus politique de transformation des rapports sociaux et des modes de gouvernance des systèmes alimentaires et agricoles (Dahou et al., 2011 ; Barthes & Lange, 2022). Former à l'agroécologie implique donc de développer une « compétence politique environnementale », définie comme l'aptitude à mener une action politique dans le domaine environnemental (Slimani, 2021, Barthes & Lange, 2022). Cette compétence politique comporte quatre dimensions constitutives résumées dans le tableau 1.

Tableau 1. Les quatre dimensions constitutives de la compétence politique

Dimension	Description
Cognitive	Comprendre les enjeux de pouvoir, les rapports de force et les intérêts en conflit autour des questions agricoles et alimentaires
Réflexive	Interroger sa propre position sociale et ses valeurs, reconnaître les biais et les angles morts de sa perspective
Sociale	Être capable de participer à des délibérations collectives, de négocier, de construire des alliances
Praxéologique	Savoir agir collectivement pour transformer les systèmes, mobiliser des leviers d'action (plaidoyer, expérimentation, organisation collective)

La formation à cette compétence politique ne peut se limiter à des enseignements théoriques sur la gouvernance ou les politiques publiques. Elle nécessite des dispositifs de formation mettent les apprenants en situation d'exercer leur agentivité politique : participation à des projets territoriaux, immersion dans des organisations paysannes, analyse de controverses socio-techniques, simulations de négociations entre acteurs, etc.

4. Dépasser la fragmentation disciplinaire par la multiréférentialité

La fragmentation disciplinaire de l'enseignement agricole conventionnel français constitue un obstacle majeur à l'appropriation de l'approche systémique et complexe qu'exige l'agroécologie. Bouillier-Oudot et al. (2015) précisent déjà les nécessités de l'interdisciplinarité dans l'enseignement, ce qui est confirmé par Christiansen et al. (2025). Chalando (2024) documente de son côté cette fragmentation dans les curricula français. Les savoirs agronomiques (production végétale, pédologie, climat), zootechniques (production animale), économiques et sociologiques demeurent enseignés de manière cloisonnée, avec des évaluations séparées qui ne favorisent pas la construction de ponts entre disciplines.

Pourtant, l'agroécologie est par essence multiréférentielle (Ardoino, 1993) : elle mobilise simultanément l'écologie (pour comprendre les interactions biotiques et abiotiques), l'agronomie (pour piloter les systèmes de culture), l'économie (pour analyser la viabilité/rentabilité), la sociologie (pour saisir les dynamiques collectives), l'anthropologie (pour reconnaître la diversité des savoirs), etc. Cette multiréférentialité n'est pas une simple juxtaposition de regards disciplinaires mais nécessite bien une véritable intégration épistémologique qui reconnaît la légitimité de chaque référentiel, tout en identifiant leurs complémentarités et tensions.

Sur le plan curriculaire, dépasser cette fragmentation implique plusieurs orientations structurantes (tableau 2).

Tableau 2. Orientations structurantes de curricula de formation à l'agroécologie

Orientation pédagogique	Description
Modules thématiques ou problématiques	Privilégier des modules d'enseignement centrés sur des enjeux (ex. : gestion de la fertilité du sol, résilience face aux aléas climatiques) plutôt que sur des disciplines isolées
Pédagogies de projet	Développer des démarches de projet nécessitant la mobilisation conjointe de plusieurs types de savoirs
Formation des enseignants	Former les enseignants à l'animation de démarches d'enquête sur des questions socialement vives traversant les frontières disciplinaires
Modalités d'évaluation	Repenser l'évaluation afin de valoriser la capacité à articuler des savoirs hétérogènes plutôt que la seule maîtrise disciplinaire

Ces orientations structurantes sont pensées en termes de contribution au service de finalités sociales et sociétales et non plus pour elles-mêmes.

V – Conclusion

Nos résultats soulignent, d'une part, le rôle déterminant des dispositifs d'accompagnement politique avec une relative opérationnalité dans les pays de la rive nord et, de l'autre, la persistance de verrous institutionnels qui n'empêchent pas l'émergence d'espaces d'innovation sociale portés par des collectifs d'agriculteurs ou d'ONG. L'analyse met aussi en lumière des écarts dans l'appropriation des référentiels agroécologiques selon les contextes locaux, davantage marqués par des logiques de territoire, à des échelles localisées, que par les cadres normatifs nationaux. Enfin, l'articulation entre formation, recherche et politiques publiques révèle des leviers méconnus susceptibles d'accélérer la transition dans la durée.

L'analyse croisée des dynamiques de transition agroécologique en France et au Maroc, amorcée ici à partir de nos travaux, révèle que ces transitions constituent le produit de configurations socio-politiques complexes où s'articulent rapports de pouvoir, héritages coloniaux, asymétries Nord-Sud et reconfigurations territoriales. Loin d'être une simple évolution technique des pratiques agricoles, la transition agroécologique interroge profondément les finalités de l'agriculture, les modes de gouvernance des ressources et les légitimités respectives des différents types de savoirs.

En France, la transition s'opère davantage « par le haut » : elle est portée par des politiques publiques volontaristes mais elle est confrontée à la forte inertie des structures institutionnelles et disciplinaires de l'enseignement agricole. Au Maroc, elle émerge « par le bas », dans les interstices d'un modèle productiviste dominant. Elle peine à trouver une légitimité institutionnelle et un soutien public. L'agroécologie n'est pas encore arrivée à l'école, néanmoins, elle s'ancre dans le territoire. Cette dichotomie reste toutefois à nuancer. Le cas français intègre aussi des initiatives paysannes, tandis que la situation marocaine s'apparente plutôt à une transition peu structurée et faiblement reconnue, dont le devenir dépendra de l'articulation entre politiques publiques et savoirs locaux.

Ces différences appellent, non pas à une uniformisation des approches curriculaires, mais bien à une attention fine des contextes territoriaux et des rapports de force locaux. L'approche curriculaire permet d'identifier des « balises » communes pour penser la formation agricole à l'agroécologie dans l'espace méditerranéen (tableau 3).

Tableau 3. Orientations stratégiques pour des transformations agroécologiques systémiques communes

Orientation stratégique	Description
Ancrage territorial et finalités transformatrices	Ancrer les curricula dans des réalités territoriales spécifiques tout en maintenant des finalités communes orientées vers la justice sociale et la soutenabilité écologique
Reconnaissance des dimensions politiques de l'agroécologie	Reconnaître explicitement les rapports de pouvoir constitutifs de l'agroécologie, articuler savoirs scientifiques et savoirs locaux sans hiérarchisation a priori et reconnaître la légitimité épistémique de différentes formes de connaissance
Formation à une compétence politique environnementale	Former les futurs professionnels à participer activement aux débats et décisions concernant les systèmes alimentaires
Approches multiréférentielles et pédagogies intégrées	Dépasser la fragmentation disciplinaire en mobilisant des approches multiréférentielles et des pédagogies intégrées

Nos travaux interrogent plus largement les modalités selon lesquelles le politique et l'éducation peuvent contribuer aux transitions socio-écologiques aux travers des deux cas présentés. Ces transitions ne peuvent pas se réduire à des innovations techniques ou à des ajustements comportementaux individuels ; elles nécessitent des transformations systémiques, impliquant de nouvelles formes de gouvernance, de nouvelles épistémologies et de nouvelles modalités d'articulation entre science, pratique et politique.

L'espace méditerranéen, carrefour d'influences multiples et théâtre d'asymétries historiques persistantes, constitue un laboratoire privilégié pour expérimenter avec les divers acteurs concernés ces nouvelles approches curriculaires. Les collaborations scientifiques Nord-Sud développées dans le cadre de nos recherches témoignent de la possibilité de construire des partenariats équitables qui dépassent les logiques de domination épistémique. Elles ouvrent la voie à une « écologie des savoirs » (Santos, 2007) qui reconnaît la pluralité irréductible des formes de connaissances nécessaires pour penser et accompagner les transitions vers des systèmes alimentaires durables et justes.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les relecteurs qui les ont inspirés.

Références

Aderghal, M. (2025). La nouvelle géographie des espaces agricoles et ruraux au Maroc : Territorialisation et mutations. In M. Berriane (dir.), *Nouvelle géographie du Maroc* (Vol. 1, p. 247–265). Académie du Royaume du Maroc.

Aderghal, M., Genin, D., Hanafi, A., Landel, P.-A., & Michon, G. (Dirs.). (2019). L'émergence des spécificités locales dans les arrière-pays méditerranéens. *Les Impromptus du LPED*, (5). https://www.lped.fr/?LesImpromptusDuLped5LemergenceDesSpec

Ardoino, J. (1993). L'approche multiréférentielle (plurielle) des situations éducatives et formatives. *Pratiques de formation. Analyses*, *25*(1), 15-34. https://doi.org/10.3406/pfa.1993.2252

Asloum, N. (2024). Produire autrement à partir de l'agroécologie. In J.-M. Lange, A. Barthes, & C. Chauvigné (Eds.), *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « éducations à »* (p. 632-639). Editions L'Harmattan.

Auclair, L., & Alifriqui, M. (2012). *Agdal : Patrimoine socio-écologique de l'Atlas marocain* (Colloques et Séminaires, Vol. 29). IRCAM / IRD. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers13-07/010059469.pdf

Banque Mondiale (2022). *Soutien à la nouvelle stratégie agricole « Maroc : Au commencement la mise en oeuvre de la Stratégie Génération Green »* (No. AUS0002149; Agriculture and Food Global Practice, p. 137). BIRD-IDA/Groupe de la Banque mondiale. https://documents1.worldbank.org/curated/en/099235106292213054/pdf/P175347-0831cb8b-88e9-4a7c-a117-ae907ce96fad.pdf

Barthes, A., Basconi, T., Lengthorn, E., Chalando, V., Gibert, A.-F., & Souza, J.G. de. (2024). A agroecologia e a multirreferencialidade do currículo. *Revista Campo-Território*, *19*(54), 175-195. https://doi.org/10.14393/RCT195473255

Barthes, A., Chalando, V., Basconi, T., Lengthorn, E., & Souza, J. G. (2025). Regards Franco-Brésiliens sur l'éducation au politique Cas des curricula possibles en agroécologie entre sciences, pratiques et politique ? *Education comparée*, *27*(2), 7-24. https://hal.science/hal-05269992

Barthes, A., Cibien, C., & Romagny B. (Dirs.). (2023). *Réserves de biosphère et objectifs de développement durable : Enjeux scientifiques et pratiques éducatives en Méditerranée* (Vol. 2). ISTE Éditions.

Barthes, A., & Lange, J.-M. (2022). Fragmentations et cohérences curriculaires en contextes : Le cas des programmes Erasmus. In B. Albero & J. Thievenaz (Eds.), *Enquêter dans les métiers de l'humain. Traité de méthodologie de la recherche en sciences de l'éducation et de la formation* (Vol. 2, pp. 396–407). Éditions Raison et Passions. https://doi.org/10.3917/rp.alber.2022.02.0396

Barthes, A., & Lange, J.-M. (2024). L'éducation au développement durable : Entre internationalisation et effets locaux. *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, *95*, 51-59. https://doi.org/10.4000/11o8n

Barthes, A., Lange, J.-M. & Wagnon, S. (2025). Ecologisation de l'éducation et de la formation : Quels changements de paradigmes et perspectives ? *Éducation relative à l'environnement. Regards - Recherches - Réflexions*, *20.1*. https://doi.org/10.4000/155sl

Bouillier-Oudot, M.-H., & Asloum N. (2015). L'interdisciplinarité dans l'enseignement agricole. In Gardiès, C. & Hervé, N. (Dirs.), *L'enseignement agricole entre savoirs professionnels et savoirs scolaires* (p. 131-160). Éducagri éditions. https://doi.org/10.3917/edagri.gardi.2015.01.0131

Chalando, V. (2024). *Curriculum et développement durable : Cas de l'agroécologie dans l'enseignement agricole* [Thèse de doctorat, Aix Marseille Université]. https://theses.hal.science/tel-05553402

Chalando, V. & Barthes, A. (2023). Éduquer à produire autrement en réserve de biosphère. In Barthes, A., Cibien, C., & Romagny B. (Dirs.), *Réserves de biosphère et objectifs de développement durable : Enjeux scientifiques et pratiques éducatives en Méditerranée* (Vol. 2, p. 105-122). ISTE Editions.

Chalando, V., Barthes, A. & Nous, C. (2024). Quel enseignement de l'agroécologie face aux urgences climatiques dans les formations agronomiques ? *Cahiers de la recherche sur l'éducation et les savoirs*, 23. https://doi.org/10.4000/132pz

Christiansen, G., Levy, R., Akimowicz, M., Berrier, C., Cancian, N., Chrétien, F., Faurie, I., Dervillé, M., Girard, N., Giraud, N., Javelle, A., Labrouche, G., Lenormand, P., Lipp, A., Marie-Sainte, M., Mocquelet, L., Wallet, F., & Hazard, L. (2025). An interdisciplinary framework for managing communities in sustainability transitions: Insights from agroecological transitions. *Sustainability Science*, *20*(6), 2079-2096. https://doi.org/10.1007/s11625-025-01711-w

Dahou, T., Elloumi, M., Molle, F., Gassab, M., & Romagny, B. (2011). *Pouvoirs, sociétés et nature au sud de la Méditerranée*. Karthala. https://doi.org/10.3917/kart.dahou.2011.01

Del Corso, J.-P., Asloum, N., & Gillet, G. (2024). Enseigner le territoire : Un enjeu appréhendé à partir d'une analyse renouvelée de la transposition didactique. *Norois*, *271*(2), 111-127. https://doi.org/10.3917/nor.271.0111

Doré T., Gailleton J.-J., Prévost P., Cancian N., Wery J., Messéan A., & Papy F. (2023). Construction et déploiement de l'agronomie dans et par la formation – Traits saillants de son évolution et enjeux pour l'avenir. *Agronomie, Environnement et Société*. https://doi.org/10.54800/avu875

Dryzek, J. S. (1997). *The politics of the earth: Environmental discourses*. Oxford University Press.

Forquin, J.-C. (2008). *Sociologie du curriculum*. Presses Universitaires de Rennes.

Francis, C., Lieblein, G., Gliessman, S., Breland, T. A., Creamer, N., Harwood, R., Salomonsson, L., Helenius, J., Rickerl, D., Salvador, R., Wiedenhoeft, 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. https://doi.org/10.1300/J064v22n03_10

Grippon, F., Romagny, B., Aderghal, M., Michon, G., & Loqmane, S. (2019). L'essor de l'agroécologie au Maroc : Quelques enseignements tirés du proche arrière-pays de Rabat. *Agroécologie : Transitions Multiples Des Territoires*. 7. Forum Origine Diversité et Territoires (ODT), Lausanne, Suisse. https://hal.science/ird-03546236v1

Haraway, D. (1988). Situated knowledges: The science question in feminism and the privilege of partial perspective. *Feminist Studies*, *14*(3), 575-599. https://doi.org/10.2307/3178066

Harding, S. (1991). *Whose science? Whose knowledge?* Cornell University Press.

Laamari, A. (s.d.). *Adoption des bonnes pratiques agroécologiques (Agroécologie Axe 3).* INRA Maroc.

Lange, J.-M. (2011). Éducation au développement durable : Éléments pour une problématisation de la formation des enseignants. *Carrefours de l'éducation*, *1*(3), 71-85. https://doi.org/10.3917/cdle.hs01.0071

Lange, J.-M., & Victor, P. (2006). Didactique curriculaire et « éducation à... la santé, l'environnement et au développement durable » : Quelles questions, quels repères ? *Didaskalia*, *28*(1), 85-100. https://doi.org/10.4267/2042/23954

Lazarev, G. (2025). Mutations des campagnes marocaines et développement rural. In M. Berriane (Dir.), *Nouvelle géographie du Maroc* (Vol. 1, p. 267-278). Académie du Royaume du Maroc.

Le Foll, S. (2012). *Déclaration de M. Stéphane Le Foll, ministre de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, sur le projet agroécologique de la France, à Paris le 18 décembre 2012*. https://www.vie-publique.fr/discours/186936-stephane-le-foll-18122012-projet-agroecologique-de-la-france

Lemeilleur, S., & Sermage, J. (2020). Building a knowledge commons: Evidence from the participatory guarantee system for an agroecology label in Morocco. *International Journal of the Commons*, *14*(1), 465-480. https://doi.org/10.5334/ijc.1020

Lemeilleur, S., Aderghal, M., Jenani, O., Binane, A., Romagny, B., & Moustier, P. (2020). Comment la distance organise-t-elle l'approvisionnement alimentaire urbain ? Le cas de Rabat. *Systèmes alimentaires / Food Systems*, *5*, 59-88. https://classiques-garnier.com/systemes-alimentaires-food-systems-2020-n-5-varia-comment-la-distance-organise-t-elle-l-approvisionnement-alimentaire-urbain.html

Ministère de l'Agriculture, de la Pêche maritime, du Développement rural et des Eaux et Forêts (Maroc). (2009). Le système semis direct : Nouveau mode de production et modèle d'agrégation pour une agriculture pluviale durable au Maroc. *Transfert de Technologie en Agriculture Maroc*, *182*. https://www.agrimaroc.net/bulletins/btta_182.pdf

Mrabet, R., Moussadek, R., Fadlaoui, A., & van Ranst, E. (2012). Conservation agriculture in dry areas of Morocco. *Field Crops Research, Conservation Agriculture in Dry Areas*, *132*, 84-94. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.11.017

Requier-Desjardins, M., Boughamoura, O., & Lemaître-Curri, E. (2024). Characterizing agroecology in North Africa, a review of 88 sustainable agriculture projects. *Land*, *13*(9), 1457. https://doi.org/10.3390/land13091457

Richelle, L., Brauman, A., Romagny, B., Venot, J.-P., Masse, D., Cournac, L., Leonard, É., Imache, A., & Rizzo, D. (2024). A reflexive collaborative workshop on agroecology narratives and researchers' postures. *Natures Sciences Sociétés*, *32*(4), 488–495. https://doi.org/10.1051/nss/2025012

Santos, B. S. (2007). Beyond abyssal thinking: From global lines to ecologies of knowledges. *Review*, *30*(1), 45-89. https://doi.org/10.3726/978-1-4539-1797-8/12

Slimani, M. (2021). *Vers une éducation au politique à travers les questions environnementales*. ISTE Éditions.

Wezel, A., & Soldat, V. (2009). A quantitative and qualitative historical analysis of the scientific discipline of agroecology. *International Journal of Agricultural Sustainability*, *7*(1), 3-18. https://doi.org/10.3763/ijas.2009.0400

Notes

1 Ministre en charge de l'agriculture et de l'enseignement agricole à cette époque.

2 Cette dualité est toujours vivace comme en témoigne la différence de moyens financiers consacrés durant une décennie à chacun des piliers I et II du Plan Maroc Vert.

3 Celle-ci demeure vivace comme le montre la différence de moyens financiers accordés durant une décennie à chacun des deux piliers du PMV.

4 La généralisation du goutte-à-goutte a permis l'intégration de zones pluviales, voire pastorales, à la logique du pilier I.

5 Au Maroc, la loi n° 39-12, entrée en vigueur en septembre 2018, réglemente la production biologique agricole et aquatique. https://www.agriculture.gov.ma/fr/agriculture-solidaire

6 https://www.agriculture.gov.ma ; https://www.ada.gov.ma/

7 Pratique de gestion communautaire reposant sur la protection de ressources spécifiques au sein d'un territoire délimité. Les mises en défens, le plus souvent saisonnières, interviennent à des moments clé du cycle biologique des plantes. Une des caractéristiques essentielles de l'Agdal est l'alternance de période d'ouverture et de fermeture du territoire (Auclair, Alifriqui, 2012)

Abstract

The transition to agroecology in North Africa: science, practice, and policy

Agroecological transition is gaining increasing interest in North Africa in response to the agronomic, socio-economic, and institutional challenges impacting agricultural systems across the region. This special issue, The Transition to Agroecology in North Africa - Science, Practice, and Policy, brings together contributions from the NATAE project (2022 - 2026) detangling the transition to agroecology from diverse and complementary perspectives. Divided over three themes, it examines the current state of today's agricultural systems, through territorial diagnoses and collection of stakeholders' perceptions, and explores the diversity of agroecological dynamics across North African territories. It highlights farmers' practices, traditional knowledge, as well as the socioeconomic, and institutional factors that enable or constrain the transition process. This special issue additionally explores the potential of participatory approaches through Living Labs as spaces for co-designing and testing context-specific innovations, in strengthening knowledge exchange, and supporting the adaptation and scaling of agroecological practices. It also addresses the role of public policies, governance mechanisms, and education systems in fostering more inclusive and context-specific transitions. By connecting territorial realities, pathways of change and policy and educational frameworks, this special issue highlights the complex, multidimensional and place-based nature of agroecological transitions.

Résumé

La transition vers l'agroécologie en Afrique du Nord : science, pratique et politique

La transition agroécologique suscite un intérêt croissant en Afrique du Nord en réponse aux défis agronomiques, socio-économiques et institutionnels qui affectent les systèmes agricoles de la région. Ce numéro spécial, La transition vers l'agroécologie en Afrique du Nord - Science, Pratique et Politique, rassemble les contributions du projet NATAE (2022 - 2026) démêlant la transition vers l'agroécologie sous des perspectives diverses et complémentaires. Divisé en trois thèmes, il examine l'état actuel des systèmes agricoles actuels, à travers des diagnostics territoriaux et la collecte des perceptions des parties prenantes, et explore la diversité des dynamiques agroécologiques à travers les territoires nord-africains. Il met en lumière les pratiques des agriculteurs, les savoirs traditionnels, ainsi que les facteurs socioéconomiques et institutionnels qui permettent ou contraignent le processus de transition. Ce numéro spécial explore également le potentiel des approches participatives via Living Labs comme espaces pour co-concevoir et tester des innovations contextuelles, renforcer l'échange de connaissances et soutenir l'adaptation et l'extension des pratiques agroécologiques. Il aborde également le rôle des politiques publiques, des mécanismes de gouvernance et des systèmes éducatifs dans la promotion de transitions plus inclusives et spécifiques au contexte. En reliant réalités territoriales, voies de changement ainsi que cadres politiques et éducatifs, ce numéro spécial met en lumière la nature complexe, multidimensionnelle et liée au lieu des transitions agroécologiques.

CIHEAM

Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes

International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies

Conseil d'Administration / *Governing Board*

Président.e / *President*: Frida KRIFCA

Vice-Présidents / *Vice-Presidents*

Liban / Lebanon: Wafaa AL-DIKAH HAMZE

Espagne / Spain: Miguel Angel RIESGO PABLO

Délégués des Etats Membres / *Member Countries Delegates*

Albanie / Albania: Mitea GEGUSHI

Algérie / Algeria: Khaled BENMOHAMED

Egypte / Egypt: Adel Abdel AZZIM ABU AL-YAZID

Espagne / Spain: Miguel Angel RIESGO PABLO

France: Cyril KAO

Grèce / Greece: Christos AVGOULAS

Italie / Italy: Maurizio RAELI

Liban / Lebanon: Wafaa AL-DIKAH HAMZE

Malte / Malta: Sharlo CAMILLERI

Maroc / Morocco: Redouane ARRACH

Portugal: Margarida OLIVEIRA

Tunisie / Tunisia: Zohra Lili CHABAANE

Turquie / Türkiye: Mustafa ALTUĞ ATALAY

Comité Consultatif Scientifique / *CIHEAM Advisory Board*

Président / President: Eduardo ROJAS BRIALES (Universitat Politècnica de València, Espagne)

Vice-Présidente / Vice-president: Sonya SAMMUT (Government of Malta, University of Malta)

Membres / Members

BENCHIKH LEHOCINE Maysoun (Ministry of Agriculture and Rural Development of Algeria)

DEMIRKESEN MERT İlkem (Ministry of Agriculture and Forestry, Türkiye)

DUMONTET Stefano (Italian Scientific Society and Nutrition, SIBA, Italy)

ELAMAWI Rabab Mamdouh (Rice Reasrch & Training Center, RRTC, Egypt)

MIGIROS George (Agricultural University of Athens, Greece)

OPTIONS
méditerranéennes

SERIES B: Studies and Research
2026 - Number 77

The transition to agroecology in North Africa: science, practice, and policy

Edited by:
Rita Jalkh (coord.), Inès Zouari (coord.),
Mélanie Requier-Desjardins, Karima Boudedja, Cheikh Sidya Fall,
Ghizlane Echchgadda, Generosa Calabrese

Agroecological transition is gaining increasing interest in North Africa in response to the agronomic, socio-economic, and institutional challenges impacting agricultural systems across the region. This special issue, The Transition to Agroecology in North Africa - Science, Practice, and Policy, brings together contributions from the NATAE project (2022 - 2026) detangling the transition to agroecology from diverse and complementary perspectives. Divided over three themes, it examines the current state of today's agricultural systems, through territorial diagnoses and collection of stakeholders' perceptions, and explores the diversity of agroecological dynamics across North African territories. It highlights farmers' practices, traditional knowledge, as well as the socioeconomic, and institutional factors that enable or constrain the transition process. This special issue additionally explores the potential of participatory approaches through Living Labs as spaces for co-designing and testing context-specific innovations, in strengthening knowledge exchange, and supporting the adaptation and scaling of agroecological practices. It also addresses the role of public policies, governance mechanisms, and education systems in fostering more inclusive and context-specific transitions. By connecting territorial realities, pathways of change and policy and educational frameworks, this special issue highlights the complex, multidimensional and place-based nature of agroecological transitions.

CIHEAM MONTPELLIER

NATAE North African Transition to AgroEcology

ISSN: 1016-1228
ISBN: 978-2-85352-650-0
© CIHEAM, 2026