

# Offre de thèse H/F : Formalisation du système de décision de choix des cultures en agriculture pluviale méditerranéenne en considérant le contexte paysager dans sa dimension spatiale

Tunisie – Paysages agricoles – Agriculture pluviale

UMR + Lieu : thèse basée à l'INRGREF (Tunis) avec missions de plusieurs semaines à l'UMR LISAH (Montpellier).

## Contexte et problématique

La durabilité des agroécosystèmes nécessite de trouver des compromis entre des objectifs de développement parfois contradictoires, tels que la sécurité alimentaire et la préservation des ressources naturelles. Pour mieux évaluer et gérer ces compromis, il est important de comprendre comment les agriculteurs façonnent les agroécosystèmes par leurs choix. En situation stationnaire, les agriculteurs opèrent des choix sur la base de références biophysiques connues, telles que la distribution saisonnière des pluies. Il s'agit alors de caractériser et de hiérarchiser l'influence de différents facteurs endogènes et exogènes pour mieux formaliser les trajectoires possibles. Après des décennies de situations quasi-stationnaires, le changement climatique induit des situations transitoires qui imposent aux agriculteurs des adaptations parfois drastiques au niveau des systèmes de culture. Ces adaptations peuvent surmonter les dépendances techniques, sociales, agronomiques ou économiques qui verrouillent les choix des agriculteurs, jusqu'à les amener à de véritables conversions de systèmes de culture.

Les agriculteurs définissent leurs choix en fonction d'un large plan que l'on qualifie de "stratégie", pouvant conduire à des adaptations plus immédiates ou imprévues, qu'on qualifie de "tactique". In fine on retrouve le choix élémentaire réalisé à un moment et dans un espace donné, qu'on définit de choix "opérationnel" (Gras et al. 1989). La distinction entre ces trois niveaux se concentre sur la dimension temporelle et pragmatique (i.e. conditions de mise en œuvre) de la prise de décision, c'est-à-dire de la transformation d'un choix en acte ou fait. Pour effectuer un choix, l'agriculteur (i.e. décideur) mobilise des connaissances génériques ou spécifiques de construction du choix (en amont de l'acte) et d'évaluation du choix (en aval de l'acte). Les conséquences du choix peuvent à leur tour devenir des connaissances qui définissent les conditions de réalisation pour des choix successifs. Au final, un système de décision relie la connaissance des conditions de mise en œuvre avec le passage effectif à l'action pour de multiples choix. La description et compréhension d'un tel système permet de formaliser les liens entre description des conditions de mise en œuvre et prise de décision (i.e. choix), à partir d'une modélisation théorique. La disponibilité d'une telle modélisation du système de décision permet, in fine, d'explorer les possibles contradictions entre choix élémentaires et, éventuellement, d'identifier et évaluer des possibles compromis (Aubry 2007).

La description du système de décision est souvent centrée sur l'exploitation agricole comme entité de référence du système économique dont l'agriculteur est le principal acteur et décideur. La nécessité d'identifier les compromis entre objectifs contradictoires ou simplement multiples ont conduit à la définition de l'agriculture multifonctionnelle. L'étude de la multifonctionnalité agricole a amené au développement de différentes approches basées sur l'optimisation linéaire, les méthodes économétriques, ou encore l'analyse multicritère du système de décision (*multi-criteria decision analysis* - MCDA). La définition des services écosystémiques et des objectifs de développement durable a, plus récemment, permis d'ancrer la multifonctionnalité dans le plus large spectre du développement durable. Sur le fond, reste le problème de décrire et comprendre les choix dans le contexte (1) des dynamiques spatio-temporelles des exploitations agricoles et (2) des différents niveaux spatiaux dans lesquels les choix s'inscrivent (Schaller 2011; Jahel 2016). Dans cette perspective, l'agronomie des territoires souligne la nécessité d'inscrire les choix agricoles et les pratiques qui en découlent dans la configuration spatiale où les choix sont réalisés, afin de mieux tenir compte des interactions avec les ressources naturelles et autres (Rizzo et al. 2022).

En synthèse, on identifie de multiples verrous cognitifs à traiter dans cette thèse. En premier lieu, il est nécessaire de décrire et comprendre les systèmes décisionnels qui caractérisent les choix des agriculteurs en situation stationnaire, incluant la distinction des choix tactiques voire d'opportunité induits par les conditions extrêmes dans un contexte en transition (e.g. sécheresse, pluies intenses, cours et marchés). La transition concerne à la fois les conditions de mise en œuvre, sur le plan des ressources biophysiques (e.g. incertitude de la distribution des pluies) ou socio-technique (e.g. rupture d'accès à des facteurs de la production tels que les semences ou les équipements). La transition concerne également les conséquences des choix et de leurs combinaisons au sein de l'exploitation et au sein des systèmes économiques, environnementaux ou techniques locaux. En deuxième lieu, la formalisation d'un modèle de système de décision est confrontée aux variations et ajustements associés aux principaux profils décisionnels des agriculteurs. Les profils décisionnels se distinguent sur la base des motivations individuelles et des influences des décideurs à d'autres niveaux. Ces derniers incluent les acteurs qui accompagnent les agriculteurs et qui peuvent les influencer directement ou indirectement, comme les fournisseurs de moyens de production,

les intermédiaires d'une filière productive, ou les services d'appui. Dans ce contexte, il pourra être nécessaire de distinguer les rapports entre (1) les acteurs en amont de la production, qui fournissent aux agriculteurs les intrants, des moyens de production ou du support technique, et (2) des acteurs à l'aval de la production, ainsi que leurs relations au niveau du système de production.

## Objectifs et structure de la thèse

L'objectif de la thèse est de contribuer à l'analyse et modélisation bio-décisionnelle des acteurs au sein des agro-écosystèmes pluviaux sous changement climatique pour une gestion durable des ressources en sol et en eau dans le cadre de transitions agricoles. La thèse y contribuera par la description et formalisation des règles qui composent les systèmes de décision des agriculteurs dans le choix des cultures, de leur allocation spatiale et séquence dans le temps, en identifiant les principaux déterminants biophysiques et socio-techniques qui influencent les agriculteurs. Les déterminants seront priorisés sur la base des données existantes, de la faisabilité de leur collecte, et du traitement au niveau paysager pour la zone d'étude. Sur la base de ce cadre général, la thèse comprendra quatre objectifs principaux décrits ci-après.

(1) La description et compréhension du système décisionnel des agriculteurs en situation ordinaire, concernant le climat ou les facteurs socio-économiques. Cela implique l'identification des principales cultures et de leurs séquences dans la zone retenue pour l'étude, en définissant également quelles sont les conditions considérées comme "référence ordinaires" par les acteurs. Dans cette étape, on se focalise sur le niveau individuel de prise de décision concernant les itinéraires techniques (i.e. ensemble cohérent de pratiques, donc de choix, de gestion des cultures) et les séquences de cultures (i.e. issues du choix des cultures et de leur allocation) qui composent le système agricole de référence.

(2) L'identification des règles de décision liées à des situations d'opportunité (niveau tactique) ou aux ajustements stratégiques induits par des conditions climatiques extrêmes, telles que des sécheresses ou des pluies intenses, ou des variabilités peu fréquentes ou inattendues du contexte socio-technique, comme par exemple le cours mondial du blé ou l'émanation de nouvelles directives sectorielles. On visera ici à dimensionner l'émergence de choix d'adaptation différenciées en fonction des types de cultures et l'influence des contextes socio-techniques ressentie par les agriculteurs par l'analyse de cas et d'entretiens approfondis.

(3) La définition d'une typologie des profils décisionnels comme étape de synthèse et généralisation des deux étapes précédentes. Les profils pourront être définis sur la base d'une classification des déterminants et de motivations de choix des cultures, de leur allocation et des séquences. On tiendra ainsi compte des déterminants biophysiques et agronomiques, ainsi que du poids des normes sociales et des aspirations individuelles sur les décisions agricoles. Ces normes et aspirations peuvent soutenir à l'émergence de comportements spatialement regroupés, tels que des assolements partagés.

(4) Le développement d'un modèle formel ou la paramétrisation d'un modèle existant à identifier par une recherche bibliographique. Le modèle suivra un formalisme du type "Si [paramètre(s), seuil(s)] ... alors". Il devra intégrer les facteurs de décision biophysiques et socio-techniques identifiés dans les étapes précédentes. Ce modèle décisionnel contribuera à la simulation de scénarios de changement de modes de gestions, par le couplage avec un modèle d'évolution des systèmes de culture en cours de définition dans le cadre d'une thèse en géoagronomie et d'un postdoc visant la modélisation du système des acteurs au niveau paysager et régional.

## Démarche proposée

La présente thèse se développera en collaboration avec une autre thèse en cours qui vise à comprendre et modéliser les dynamiques spatiales des usages du sol d'agroécosystèmes pluviaux dans la même zone d'étude. La thèse en cours aidera la présente thèse dans l'identification des unités spatiales pertinentes pour la description du processus décisionnel des agriculteurs (niveau local) et pour la description et la compréhension des influences à des niveaux paysager et régional, incluant des niveaux intermédiaires tels que les assolements partagés.

La présente thèse contribuera à aller au-delà de connaissances déjà développées par l'équipe concernant les systèmes décisionnels en contexte de viticulture pluviale (Paré 2011) ou de cultures irriguées (Rizzo et al. 2019) par la modélisation du processus décisionnel de choix des cultures en contexte sud-méditerranéen, avec la prise en compte des facteurs d'influence au niveau local et paysager. Les principales étapes de la thèse seront :

- L'analyse descriptive des données d'occupation du sol et autres statistiques agricoles disponibles pour la zone d'étude (e.g. surface agricole utilisée par culture et par zone administrative, cultures habituellement cultivées) et la comparaison avec les principales données climatiques (e.g. température, pluie) pour l'identification des principales répartitions culturelles en année climatique moyenne.

- La définition et le déploiement d'une démarche d'enquête des conditions de mise en œuvre (i.e. déterminants) des choix de cultures. L'approche classique à la modélisation des systèmes de choix des agriculteurs porte sur l'enquête auprès des agriculteurs mêmes (Schaller 2011). L'impossibilité de mener une enquête exhaustive de la population de référence dans son intégralité demande l'identification de critères d'échantillonnage, généralement définis sur la base d'une typologie répondant à l'objectif de l'étude. Toutefois, l'indisponibilité ou l'incomplétude des données nécessaires à la description des profils décisionnels de la population de référence peuvent limiter la validité d'une telle approche. Une approche alternative est centrée sur les enquêtes auprès d'agriculteurs choisis à dire d'experts, ultérieurement confortée par les enquêtes auprès d'acteurs intermédiaires capables de représenter le comportement de profils "types" de décision (Rizzo et al. 2019).
- Un état de l'art sur les modèles de systèmes décisionnels agricoles existants, afin d'identifier ceux qui intègrent la configuration spatiale dans les conditions de mise en œuvre. On privilégiera les modèles qui traitent l'agrégation des choix à différents niveaux allant de l'inter-parcellaire (e.g. assolements partagés) au paysage. L'identification des niveaux pertinents s'appuiera sur le zonage mult niveau élaboré dans la thèse en cours évoquée ci-dessus, afin d'atteindre une modélisation spatialement explicite des processus décisionnels, couplant facteurs biophysiques et socio-techniques. Ce zonage vise à identifier des unités spatiales cohérentes du point de vue des dynamiques des occupations du sol en croisant des déterminants biophysiques et des points de vue d'acteurs à des niveaux d'organisation allant de l'exploitation agricole à la région.
- Le développement d'un modèle formel - par exemple avec des règles de type si [paramètre, seuil]... alors [séquence S] (e.g. Rizzo et al. 2019) - permettant de reproduire et simuler les séquences de cultures des systèmes agricoles étudiés. Le résultat attendu est un premier ensemble frustré de règles, permettant d'expliquer la répartition temporelle (i.e. séquences de cultures) et spatiale (i.e. assolement) des principales cultures.
- L'affinement du modèle décisionnel par la pondération de l'influence de conditions de mise en œuvre biophysiques et socio-techniques qui peuvent modifier le processus décisionnel en situation climatique extrême (e.g. sécheresse) ou selon différents profils décisionnels. Pour cette étape, la thèse mobilise les résultats d'un post-doc qui vise à la cartographie du système d'acteurs pouvant influencer les agriculteurs en tant que décideurs.

Le modèle final du système de décision sera couplé avec la description de la composition paysagère (thèse en cours) et du système d'influence au niveau supra-exploitation (postdoc) afin de réaliser des scénarios d'exploration de différents systèmes de cultures. Les agroécosystèmes de polyculture-élevage en contexte méditerranéen pluvial seront la cible principale de la thèse. Ces systèmes réunissent à la fois les enjeux de description de systèmes peu étudiés malgré leur étendue globale, et particulièrement exposés aux effets attendus du changement climatique, donc des conditions de mise en œuvre des choix. L'étude de cas principal sera le bassin versant de Lebna (210 km<sup>2</sup>) dans la région du Cap Bon, au nord de la Tunisie. A ce regard, les travaux s'appuieront sur les résultats antérieurs de l'équipe de recherche sur le rôle du voisinage dans la définition des séquences de culture en tenant compte tantôt du niveau d'isolement des champs cultivés par un même agriculteur (Mekki et al. 2018), tantôt de la présence d'assolements de culture partagés (Biarnès et al. 2021).

## Déroulement et encadrement de la thèse

La thèse débutera à l'automne 2024. Cette thèse constitue un volet du projet de recherche de la chaire de professeur junior en géoagronomie financée par l'agence nationale de la recherche (projet n. ANR-22-CPJ1-0050-01), l'IRD et l'Université de Montpellier via le programme d'excellence I-SITE UM-EPE. La direction de la thèse sera assurée par Insaf Mekki de l'INRGREF et Frederic JACOB de l'UMR LISAH, avec l'encadrement de Davide Rizzo de l'UMR LISAH.

Le poste sera rattaché à l'IRD et basé à Tunis auprès de l'INRGREF (Institut national de recherche en génie rural, eaux et forêts). Des séjours périodiques sont prévus en France, à l'UMR LISAH de Montpellier. Le LISAH (laboratoire d'étude des interactions sol-agrosystème-hydrosystème) est une unité mixte de recherche (UMR) sous tutelle d'AgroParisTech, de l'INRAE, de l'Institut Agro Montpellier et de l'IRD. Les recherches du LISAH portent sur l'hydrologie, le transfert de contaminants et l'érosion dans les paysages cultivés, ainsi que sur les propriétés spatiales et les changements temporels des paysages, afin de répondre aux nombreux défis relatifs aux ressources en sol et en eau dans les paysages cultivés. Le poste du doctorant ou de la doctorante sera rattaché à l'équipe "Ecohydrologie". L'INRGREF contribue au développement de la politique de recherche dans les domaines de l'eau, des forêts et du génie rural afin de répondre aux enjeux liés à la productivité de l'eau, à la préservation des ressources naturelles et aux changements climatiques. A Tunis, la personne recrutée sera accueillie à l'INRGREF dans le cadre (1) du laboratoire mixte international (LMI) NAÏLA et (2) de l'ORE OMERE, pour bénéficier d'un environnement de travail international avec des équipements à la pointe pour l'agronomie systémique, la télédétection et la modélisation spatialement explicite de la gestion des ressources en sol et en eau en contexte agricole.

## Le profil que nous recherchons

L'agronomie systémique et la gestion d'enquêtes en exploitation, ainsi que l'analyse et la modélisation appliquées des processus décisionnels seront les principales thématiques, dont l'équilibre sera défini en fonction des qualifications et des intérêts de recherche de la personne retenue pour ce poste.

Plus en particulier, pour le profil souhaité nous recherchons une solide formation en agronomie systémique avec des compétences développées en modélisation spatiale/numérique et en statistiques, ou une solide formation en modélisation numérique/statistique avec un intérêt profond pour l'agronomie.

Quelle que soit la formation initiale, savoir faire preuve d'un grand dévouement, d'une grande motivation et d'une grande ambition serait un atout certain. D'excellentes compétences rédactionnelles et communicationnelles en tunisien, français et anglais, ainsi que des aptitudes avérées à la collaboration et un intérêt pour le travail dans un contexte interdisciplinaire/international sont attendues.

## L'IRD, un institut qui donne du sens à votre carrière

Votre mission au service d'une science engagée dans un partenariat équitable pour un futur durable : [L'IRD en 230 secondes](#). Pour candidater envoyer une lettre de motivation, indiquant l'adéquation entre votre parcours et vos intérêts et cette offre de thèse, ainsi qu'un CV détaillé à [davide.rizzo@ird.fr](mailto:davide.rizzo@ird.fr) avant le **jeudi 11 juillet 2024 à 17h00 (heure de Tunis)**.

## Bibliographie essentielle

- Aubry C (2007) La gestion technique des exploitations agricoles, composante de la théorie agronomique. *Ruralia Sciences sociales et mondes ruraux contemporains*
- Biarnès A, Bailly J-S, Mekki I, Ferchichi I (2021) Land use mosaics in Mediterranean rainfed agricultural areas as an indicator of collective crop successions: Insights from a land use time series study conducted in Cap Bon, Tunisia. *Agricultural Systems* 194:103281. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103281>
- Gras R, Benoît M, Deffontaines J-P, et al (1989) Le Fait technique en agronomie: activité agricole, concepts et méthodes d'étude. Institut National de la Recherche Agronomique. Édition L'Harmattan, Paris, France
- Jahel C (2016) Analyse des dynamiques des agroécosystèmes par modélisation spatialisée et utilisation d'images satellitaires, cas d'étude de l'ouest du Burkina Faso. PhD Thesis, AgroParisTech
- Mekki I, Bailly JS, Jacob F, et al (2018) Impact of farmland fragmentation on rainfed crop allocation in Mediterranean landscapes: A case study of the Lebna watershed in Cap Bon, Tunisia. *Land Use Policy* 75:772–783. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.004>
- Paré N (2011) Pollution de l'eau par les pesticides en milieu viticole languedocien. Construction d'un modèle couplé pression-impact pour l'expérimentation virtuelle de pratiques culturales à l'échelle de petits bassins versants. PhD Thesis, Institut National d'Etudes Supérieures Agronomiques de Montpellier
- Rizzo D, Debolini M, Thenail C, et al (2022) Agriculture at the Landscape Level: Scientific Background and Literature Overview. In: Rizzo D, Marraccini E, Lardon S (eds) *Landscape Agronomy: Advances and Challenges of a Territorial Approach to Agricultural Issues*, 1st edn. Springer International Publishing, Cham, Switzerland, pp 1–23
- Rizzo D, Therond O, Lardy R, et al (2019) A rapid, spatially explicit approach to describe cropping systems dynamics at the regional scale. *Agricultural Systems* 173:491–503. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.04.003>
- Schaller N (2011) Modélisation des décisions d'assolement des agriculteurs et de l'organisation spatiale des cultures dans les territoires de polyculture-élevage. PhD Thesis