

GAIA : Biodiversité, Agriculture, Alimentation, Environnement, Terre, Eau

Sujet de thèse ED GAIA MAJ 2025

* Directeur de thèse : Marc Corbeels	
Coencadrement : Camille Jahel (camille.jahel@cirad.fr) – Louise Leroux (louise.leroux@cirad.fr) – Juliette Lairez (juliette.lairez@inrae.fr)	
UMR DT : UPR AIDA	
Modalités d'encadrement de la thèse : La thèse sera co-encadrée par Camille Jahel (Cirad Montpellier), Louise Leroux (Cirad, Kenya) et Juliette Lairez (INRAE, Toulouse). L'étudiant.e sera accueilli.e dans un premier temps dans les locaux du Cirad de Montpellier, et fera des séjours réguliers au Kenya pour les phases de terrain. En fonction des besoins, une affectation de plusieurs mois ou d'une année au Kenya pourrait être envisagée. Des points hebdomadaires entre l'étudiant.e. et l'équipe encadrante (présentiel et visio) seront effectués pour s'assurer de la bonne progression de la thèse.	
Filière doctorale DT GAIA : EFSA : Ecologie Fonctionnelle et Sciences Agronomiques	
* Titre en français : Evaluation multicritère et multi-échelle des performances et des compromis générés par l'agroforesterie pour la résilience au changement climatique	
* Titre en anglais : Multi-criteria and multi-scale assessment of performances and trade-offs induced by agroforestry for climate change resilience	
* Mots clés : Agriculture familiale, agroforesterie, Afrique sub-saharienne, évaluation multicritère, indicateurs, compromis, services écosystémiques	
* Mots clés en anglais : Smallholder farms, agroforestry, Sub-saharan Africa, multicriteria assessment, indicators, trade-offs, ecosystem services	
* Type de financement : Cirad et projet EU Horizon Europe GALILEO	
Etat du financement : Acquis	
Précisions sur le financement : ½ bourse Cirad et ½ bourse projet GALILEO, fonctionnement de la thèse pris en charge sur le projet GALILEO	
Profil candidat : Un Master 2 en géographie, et/ou sciences de l'environnement et/ou agronomie, avec une bonne formation en approches paysagères, diagnostic territorial et sciences participatives. - Volonté de travailler sur le terrain en Afrique - Compétences en programmation et SIG. Une expérience avec R ou une autre plateforme de modélisation serait idéale. - Intérêt marqué pour les questions de transitions durables.	
Compétences requises : Autonomie, capacités rédactionnelles. Capacité de synthèse. Intérêt pour le travail interdisciplinaire (des sciences biologiques et agronomiques aux sciences sociales). Intérêt pour le travail interdisciplinaire (des sciences biologiques et agronomiques aux sciences sociales).	

Profil candidat en anglais : A Master 2 in geography, and/or environmental science and/or agronomy, with a good training in landscape approaches, territorial diagnosis and participatory sciences. - Willingness to do field work in Africa – Programming and SIG skills. Experience with R or another modeling platform would be ideal. - Strong interest on sustainable transitions issues

Skills required: Autonomy, writing skills. Ability to synthesize. Interest in meeting people, conducting surveys, running workshops. Interest in interdisciplinary work (from the biological and agronomic sciences to the social sciences). An interest in living abroad, doing a lot of fieldwork in rural areas.

Niveau requis minimum en français (suivant le CECRL): B2/C1

Niveau requis minimum en anglais (suivant le CECRL): B2/C1

Conditions scientifiques et matérielles : L'étudiant.e sera accueilli.e dans les locaux du Cirad à Montpellier, un bureau sera mis à sa disposition ainsi qu'un ordinateur. Les déplacements pour aller sur le terrain et ainsi que les frais inhérents au travail de terrain seront pris en charge par le projet GALILEO.

Objectifs de valorisation des travaux de recherche du doctorant : diffusion, publication, droit à la propriété intellectuelle.... : Les travaux de thèse du/de la docteurant.e. seront valorisés lors de conférences internationales ainsi que par des publications scientifiques dans des revues de Rang A, en open access. Les résultats seront régulièrement présentés aux partenaires et acteurs du projet GALILEO lors des réunions intermédiaires pays et des réunions projet annuelles, ainsi que lors des animations scientifiques intra-cirad (animation d'équipe, Doctoriales etc)..

Résumé du projet en français :

L'agroforesterie (AF), qui se définit comme la combinaison d'arbres ou d'arbustes, de cultures ou de pâturages, fournit un large éventail de bénéfices socio-économiques et écologiques aux populations rurales, liés à la fourniture de services écosystémiques. Cette thèse se propose d'évaluer les effets et compromis générés par l'agroforesterie de la parcelle au paysage, pour identifier des configurations optimales d'une implémentation de l'AF dans un paysage. Elle se base sur le cadre analytique de Mouchet et al. (2014), analysant les compromis entre fourniture de services (fourniture-fourniture), entre services et objectifs individuels (fourniture-demande), et entre objectifs individuels et collectifs (demande-demande). Des approches de recherches participatives, de cartographies et d'évaluations multicritères seront utilisées pour quantifier les services écosystémiques et les compromis associés à différentes échelles en tenant comptes des objectifs et contraintes des acteurs. L'objectif est d'identifier des configurations agroforestières optimales, conciliant multifonctionnalité et équité, répondant aux besoins des acteurs locaux. Cette approche intégrée vise à surmonter les limites des études antérieures, souvent centrées sur l'arbre et les services individuels, et à proposer des solutions adaptées aux contextes spécifiques.

Résumé du projet en anglais : Agroforestry (AF), which is defined as the combination of trees or shrubs, crops or pastures, provides a wide range of socio-economic and ecological benefits to rural populations, linked to the provision of ecosystem services. This thesis proposes to evaluate the effects and trade-offs generated by agroforestry from the plot to the landscape, to identify optimal configurations for the implementation of AF in a landscape. It is based on the analytical framework of Mouchet et al. (2014), analyzing the trade-offs between service supply (supply-supply), between services and individual

objectives (supply-demand), and between individual and collective objectives (demand-demand). Participatory research approaches, mapping and multi-criteria evaluations will be used to quantify ecosystem services and the trade-offs associated with different scales, taking into account the objectives and constraints of the actors. The objective is to identify optimal agroforestry configurations, reconciling multifunctionality and equity, meeting the needs of local actors. This integrated approach aims to overcome the limitations of previous studies, often focused on trees and individual services, and to propose solutions adapted to specific contexts.

Objectif : Cette thèse se propose d'évaluer les effets et compromis générés par l'agroforesterie de la parcelle au paysage, pour identifier des configurations et proportions souhaitables d'une implémentation de l'AF dans un paysage, du point de vue des populations y vivant. Cette thèse s'inscrit dans le cadre du projet HORIZON Europe GALILEO (Strengthening rural livelihoods and resilience to climate change in Africa: innovative agroforestry integrating people, trees, crops and livestock).

Objective: This thesis aims to assess the effects and trade-offs of agroforestry from plot to landscape scales to identify desirable configurations and proportions for its implementation, from the perspective of the populations living there. The research is conducted within the framework of the HORIZON Europe GALILEO project (Strengthening rural livelihoods and resilience to climate change in Africa: innovative agroforestry integrating people, trees, crops, and livestock).

Contexte : L'agroforesterie (AF), qui se définit comme la combinaison d'arbres ou d'arbustes, de cultures ou de pâturages, fait partie intégrante des paysages agricoles d'Afrique Sub-Saharienne. De récentes études ont mis en évidence les bénéfices socio-économiques et écologiques liés à la fourniture de services écosystémiques (SE) par l'agroforesterie, qui est ainsi devenue l'objet d'un intérêt grandissant dans le monde du développement. La majorité de ces études ont été réalisées à l'échelle de l'arbre, et analysent les services indépendamment les uns des autres. Elles ont permis de démontrer que, outre son fort potentiel reconnu par le GIEC en matière d'adaptation et d'atténuation des effets du changement climatique (IPCC 2016; Skole et al., 2021; Terasaki Hart et al., 2023), l'agroforesterie fournit un large éventail de services écosystémiques aux ménages agricoles, notamment au travers d'une amélioration de la qualité des sols, de la régulation du microclimat, de la fourniture de produits issus des arbres (fruits, bois de chauffage) ou de l'amélioration des rendements (eg. Sinare et al., 2015; Kuyah et al., 2019; Reed et al., 2017; Miller et al., 2017).

Cependant, ces résultats ont été nuancés par de récentes études conduites à l'échelle du paysage, considérant non plus chaque service individuellement mais les relations entre les différents services. Il a ainsi été montré qu'en changeant d'échelle d'analyse, les effets positifs observés à l'échelle de l'arbre sur la fourniture de services écosystémiques, peuvent se retrouver atténués voire annulés (dis-services) à l'échelle de la parcelle et plus largement du paysage en raison d'une compétition de l'arbre avec la culture pour le partage des ressources ou entre arbres de différentes espèces du paysage (e.g. Leroux et al., 2022). Ces résultats sont aussi à mettre en perspective à l'échelle des exploitations agricoles car toute modification intégrant plus d'agroforesterie peut entrer en conflit avec les objectifs des agriculteurs ou se heurter à leurs contraintes spécifiques (Houndjo Kpoviwanou et al., 2024). De même, le déploiement de l'AF à l'échelle du paysage conduit à interroger les stratégies, contraintes et arrangements collectifs. Intégrer les différentes échelles d'analyse dans

l'évaluation (arbre, parcelles, exploitations et paysage) et considérer les relations entre services et éventuels dis-services, c'est à dire les possibles synergies ou compromis (trade-offs), est donc primordiale pour envisager l'implémentation des pratiques d'agroforesterie à grande échelle.

Context and research problem: Agroforestry (AF), defined as the combination of trees or shrubs with crops or pastures, is an integral part of agricultural landscapes in Sub-Saharan Africa. Recent studies have highlighted the socio-economic and ecological benefits associated with the provision of ecosystem services (ES) by agroforestry, which has gained increasing attention in the development sector. Most of these studies have been conducted at the tree scale, analyzing services independently. They have demonstrated that, beyond its strong potential recognized by the IPCC in terms of climate change adaptation and mitigation (IPCC 2016; Skole et al., 2021; Terasaki Hart et al., 2023), agroforestry provides a wide range of ecosystem services to farmers. These include soil quality improvement, microclimate regulation, tree-derived products (fruits, firewood), and increased crop yields (e.g., Sinare et al., 2015; Kuyah et al., 2019; Reed et al., 2017; Miller et al., 2017). However, recent landscape-scale studies have nuanced these findings by considering not only individual services but also their relationships. It has been shown that shifting the scale of analysis may attenuate or even nullify the positive effects observed at the tree level on ecosystem service provision. This attenuation can result from competition between trees and crops for resources or between tree species within the landscape (e.g., Leroux et al., 2022). These findings should also be contextualized at the farm scale, as increased agroforestry integration may conflict with farmers' objectives or specific constraints (Houndjo Kpoviwanou et al., 2024). Similarly, the implementation of agroforestry at the landscape scale leads to questioning the collective strategies, constraints, and arrangements. Integrating multiple scales of analysis (tree, plot, farm, and landscape) and considering service interactions and potential trade-offs is therefore crucial for large-scale agroforestry implementation.

Méthode : Cette thèse se base sur le cadre analytique de Mouchet et al (2014) qui propose d'appréhender les compromis en suivant trois angles d'analyse, d'abord i) les compromis entre fourniture de service (supply-supply), puis ii) les compromis entre ces services en rapport avec les objectifs individuels des acteurs du paysage (supply-demand) et enfin, iii) les compromis entre objectifs individuels et objectifs collectifs (demand-demand). Il s'agira dans un premier temps d'impliquer les différents groupes d'acteurs du projet européen GALILEO pour réaliser des cartographies participatives définissant divers scénarios d'AF, intégrant les pratiques actuelles et de nouveaux agencements spatiaux des arbres dans le paysage. Cette étape implique la création de paysages « virtuels » avec des configurations spatiales spécifiques pour chaque scénario (thèse en cours, A. Coquereau). Il s'agira ensuite de recueillir les objectifs et critères d'importance des acteurs en lien avec les services écosystémiques à différentes échelles : parcelle, exploitation, et territoire. Une évaluation des importances relatives attribuées aux différents critères et la quantification des compromis que les acteurs sont prêts à faire sera réalisée par enquête sur un échantillon d'acteurs. L'ensemble de ces données (objectifs, critères d'importance, et pondérations de ces différents critères d'évaluation des scénarios) serviront à la création d'un cadre d'évaluation multicritère multi-échelle des scénarios d'AF. La quantification des critères se fera avec des indicateurs à plusieurs niveaux de la parcelle au territoire en combinant mesures biophysiques, télédétection, enquêtes et modélisation permettant d'évaluer spatialement la fourniture des SE. Ce projet de thèse se base sur les avancées récentes de

différentes équipes du projet sur la cartographie des relations entre services écosystémiques à l'échelle des paysages (Leroux et al., 2022), l'évaluation multicritère des performances des systèmes de culture à l'échelle de l'exploitation (Lairez et al., 2023), ainsi que sur l'évaluation de la durabilité et de l'équité de l'agroécologie à l'échelle des paysages (Coquereau et al., 2024). Cette thèse se focalisera en priorité sur les sites du projet en zone semi-aride, notamment le site du Kenya (région du Mont Kenya).

Methodology: This thesis is based on the analytical framework proposed by Mouchet et al. (2014), which considers trade-offs from three perspectives: (1) supply-supply trade-offs between different ecosystem services, (2) supply-demand trade-offs between ecosystem services and individual stakeholder objectives, (3) demand-demand trade-offs between individual and collective objectives. The first step involves engaging different stakeholder groups from the GALILEO project in participatory mapping to define various AF scenarios, integrating current practices and novel spatial tree arrangements within the landscape. This process includes creating "virtual landscapes" with specific spatial configurations for each scenario (ongoing PhD research, A. Coquereau). Next, stakeholders' objectives and importance criteria related to ecosystem services at different scales (plot, farm, and territory) will be collected. A survey will assess the relative importance assigned to these criteria and the trade-offs stakeholders are willing to make. These data (objectives, importance criteria, and their respective weightings) will serve as the basis for developing a multi-criteria, multi-scale assessment framework for AF scenarios.

The quantification of criteria will involve multi-level indicators (from plot to landscape) by combining biophysical measurements, remote sensing, surveys, and modeling to spatially evaluate ES provision. This thesis builds upon recent advances in ecosystem service mapping at the landscape scale (Leroux et al., 2022), multi-criteria assessment of crop system performance at the farm scale (Lairez et al., 2023), and the evaluation of agroecology's sustainability and equity at the landscape scale (Coquereau et al., 2024). The primary study sites will be in semi-arid regions, particularly the Kenya site in the Mount Kenya region.

Résultat attendu : Le résultat principal attendu est l'identification, grâce à l'évaluation et une co-construction participative itérative, des paysages à la fois multifonctionnels et équitables répondant aux objectifs et contraintes des acteurs.

Expected Outcomes: The main expected outcome is the identification of multifunctional and equitable landscapes through iterative participatory co-construction, aligning with the objectives and constraints of stakeholders.

Références bibliographiques

- IPCC, 2019. Summary for Policymakers, in: Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems.
- Kuyah, S., Whitney, C.W., Jonsson, M., Sileshi, G.W., Öborn, I., Muthuri, C.W., Luedeling, E., 2019. Agroforestry delivers a win-win solution for ecosystem services in sub-Saharan Africa. A meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development* 39, 47. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0589-8>
- Leroux, L., Clermont-Dauphin, C., Ndienor, M., Jourdan, C., Roupsard, O., Seghier, J., 2022a. A spatialized assessment of ecosystem service relationships in a multifunctional agroforestry landscape of Senegal. *Science of The Total Environment* 853, 158707. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158707>

Miller, D.C., Muñoz-Mora, J.C., Christiaensen, L., 2017. Prevalence, economic contribution, and determinants of trees on farms across Sub-Saharan Africa. *Forest Policy and Economics* 84, 47–61. <https://doi.org/10.1016/J.FORPOL.2016.12.005>

Mouchet, M.A., Lamarque, P., Martín-López, B., Crouzat, E., Gos, P., Byczek, C., Lavorel, S., 2014. An interdisciplinary methodological guide for quantifying associations between ecosystem services. *Global Environmental Change* 28, 298–308. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.07.012>

Reed, J., Vianen van, J., Foli, S., Clendenning, J., Yang, K., MacDonald, M., Petrokofsky, G., Padoch, C., Sunderland, T., 2017. Trees for life: The ecosystem service contribution of trees to food production and livelihoods in the tropics. *Forest Policy and Economics* 84, 62–71.

Sinare, H., Gordon, L.J., 2015. Ecosystem services from woody vegetation on agricultural lands in Sudano-Sahelian West Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 200, 186–199. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.11.009>

Skole, D.L., Mbow, C., Mugabowindekwe, M., Brandt, M.S., Samek, J.H., 2021. Trees outside of forests as natural climate solutions. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01230-3>

Terasaki Hart, D.E., Yeo, S., Almaraz, M., Beillouin, D., Cardinael, R., Garcia, E., Kay, S., Lovell, S.T., Rosenstock, T.S., Sprenkle-Hyppolite, S., Stolle, F., Suber, M., Thapa, B., Wood, S., Cook-Patton, S.C., 2023. Priority science can accelerate agroforestry as a natural climate solution. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01810-5>

Houndjo Kpoviwanou, M.R.J., Sourou, B.N.K., Ouinsavi, C.A.I.N., 2024. Challenges in adoption and wide use of agroforestry technologies in Africa and pathways for improvement: A systematic review. *Trees, Forests and People* 17, 100642.

Lairez, J., Jourdain, D., Lopez-Ridaura, S., Syfongxay, C., Affholder, F., 2023. Multicriteria assessment of alternative cropping systems at farm level. A case with maize on family farms of South East Asia. *Agricultural Systems* 212, 103777.

Date limite de candidature : 11 mai 2025 – 23h59 (minuit)

Date de début de contrat : Octobre 2025

Modalités de candidature et contact pour candidater au sujet (à remplir impérativement) :

Extrait des modalités : *Les candidatures seront à envoyer par mail à Gabriel Denis (gabriel.denis@cirad.fr) et au Directeur de thèse ([coordonnées sur le sujet de thèse](#)), en précisant le sujet de thèse et en y joignant les pièces suivantes : CV, lettre de motivation, notes complètes de L1 à L3, Master M1 et M2 (ou équivalent si cursus Ingénieur). Si la deuxième année de master (M2) est en cours, nous fournir le dernier relevé disponible. Aucune lettre de recommandation n'est acceptée. Tout dossier incomplet ne sera pas traité.*