



HAL
open science

Production agricole, Environnement et Politiques publiques : une analyse par la modélisation

Kamel Louhichi

► **To cite this version:**

Kamel Louhichi. Production agricole, Environnement et Politiques publiques : une analyse par la modélisation. Sciences de l'Homme et Société. Université de Lille, 2023. tel-03988315

HAL Id: tel-03988315

<https://hal.inrae.fr/tel-03988315v1>

Submitted on 14 Feb 2023

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

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

HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES

Discipline : Sciences Économiques

**Production agricole, Environnement et Politiques
publiques : une analyse par la modélisation
agro-économique**

Par

Kamel LOUHICHI

Soutenue le 25 Janvier 2023 devant le jury composé de :

Mme FRANÇOISE GÉRARD	Directrice de recherche, CIRAD Montpellier	Présidente
Mme SOPHIE THOYER	Directrice de recherche, INRAE Montpellier	Examinatrice
Mme AUDE RIDIER	Professeure, Institut Agro Rennes-Angers	Rapporteuse
M. JEROEN BUYSSE	Professeur, Ghent University	Rapporteur
M. STÉPHANE BLANCARD	Professeur, Agrosup Dijon	Rapporteur
M. JEAN-PHILIPPE BOUSSEMART	Professeur, Université de Lille	Garant de l'HDR

L'UNIVERSITE DE LILLE n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans ce document ; ces opinions doivent être considérées comme propres à leur auteur.

à la mémoire de mes parents

Remerciements

Cette habilitation est pour moi l'occasion de remercier toutes les personnes avec qui j'ai collaboré au cours de ces années de recherche et qui m'ont permis de progresser dans la conduite de mes travaux et dans la construction de mon parcours scientifique que cette HDR se veut défendre.

Je souhaite commencer par remercier Prof. Jean-Philippe Boussemart, d'avoir accepté d'être mon garant pour cette HDR mais aussi pour ses conseils avisés pour la rédaction de ce document.

J'adresse mes remerciements également aux membres du jury et en particulier aux rapporteurs qui m'ont fait l'honneur d'accepter mon invitation malgré des emplois du temps surchargés.

J'ai ici une pensée toute particulière pour mon Prof et ami Guillermo Flichman à qui je dois tant et qui nous a quittés trop tôt.

Je pense aussi à mon Directeur de thèse et ami Jean-Marie Boisson, qui m'a mis sur les voies de la recherche et qui m'a toujours encouragé et soutenu dans mes choix.

Un grand remerciement à ma collègue et amie Florence Jacquet pour son soutien et sa confiance dans toutes les activités de recherche et d'enseignement que nous avons partagées.

Mes remerciements vont également à mes collègues de l'UMR PSAE, en particulier mes chefs successifs Stéphane De Cara et Stephan Marette pour leurs confiances, leurs appuis et surtout de m'avoir laissé une certaine liberté dans le choix de mes travaux de recherche.

Je voudrais remercier aussi mes ex-collègues du CCR (JRC) Séville, notamment mes responsables directs Sergio Gomez y Paloma, Giampiero Genovese et Jacques Delincé de m'avoir prodigué sans défaillance leurs encouragements pour les projets que j'ai conduits durant mon séjour au JRC.

J'adresse enfin mes remerciements les plus sincères à mon épouse pour son soutien tout au long de ces années de recherche ainsi qu'à toute ma famille et mes amis.

Table des matières

Résumé	8
Abstract	9
1 Curriculum Vitae	10
2 Synthèse	14
2.1 Parcours professionnel	14
2.2 Thématiques de recherche et positionnement théorique	15
2.3 Démarche générale : la modélisation agro-économique	20
2.4 Enseignement & encadrement	27
3 Travaux présentés pour l'habilitation	29
3.1 Analyse des décisions des producteurs et des ménages agricoles	29
3.1.1 Modélisation des choix et des préférences des producteurs agricoles	30
3.1.1.1 Fonction de production et choix techniques	31
3.1.1.2 Fonction comportementale en présence du risque	32
3.1.2 Modélisation des choix et des préférences des ménages agricoles	33
3.1.2.1 Fonction comportementale en présence de non-séparabilité	33
3.1.2.2 Relation taille de l'exploitation et productivité	35
3.2 Évaluation des politiques publiques	36
3.2.1 Politiques agricoles : Politique Agricole Commune	36
3.2.2 Politiques environnementales : Directive Nitrate & Directive Cadre sur l'Eau	44
3.2.3 Politiques énergétiques : Biocarburants	46
3.2.4 Politiques agricoles et rurales des pays en développement	48
4 Projet de recherche	53
Références	56
Publications Scientifiques & Valorisations	60
Articles dans des revues à comité de lecture	60

Livres & Chapitres de livre	62
Communications dans congrès international et national	63
Publications de transfert	67
Thèse & Mémoires	68

Résumé

Ce mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches retrace mon parcours professionnel et scientifique depuis ma thèse de doctorat soutenue en mars 2001 et présente les perspectives de recherche envisagées pour les années à venir. La première partie présente les étapes de ma carrière de façon concise et chronologique et propose une lecture transversale de mes thématiques de recherche et de ma démarche méthodologique globale. L'objectif étant de donner au lecteur une idée générale sur mes questions de recherche, les principales méthodes employées pour y répondre et leurs positionnements au sein de la théorie économique. La deuxième partie propose une synthèse de mes travaux de recherche qui se déclinent en deux axes complémentaires. Le premier axe porte sur la modélisation micro-économique et l'analyse de la relation agriculture environnement. Plus particulièrement, il analyse les décisions des producteurs et des ménages agricoles en matière d'utilisation des ressources et de choix techniques et l'impact de ces décisions sur l'usage des sols, l'offre, le revenu agricole, l'environnement et les ressources naturelles. Le second axe de recherche se concentre sur l'analyse et l'évaluation d'impact des politiques publiques agricoles, agri-environnementales et énergétiques (biocarburants) sur les décisions des producteurs agricoles et sur la durabilité des systèmes de production agricole en France, Europe et dans certains pays en développement, principalement en Afrique subsaharienne. Cette synthèse vise également à montrer la cohérence d'ensemble des questionnements qui ont jalonné ces deux décennies de recherche et à illustrer comment la modélisation agro-économique peut être utilisée, dans une perspective plus appliquée, pour répondre à différents types de questions, mais aussi comme un outil d'aide à la décision aussi bien pour les décideurs publics que privés. Cette modélisation qui fait souvent appel au couplage des modèles agronomiques d'analyse des processus biotechniques et environnementaux, aux modèles économiques d'analyse de comportement des agents économiques est également au cœur de mes activités d'enseignement qui sont dispensées principalement au cycle de formation Master. La dernière partie du mémoire présente l'orientation future de mes travaux de recherche. Une orientation qui portera notamment sur une meilleure compréhension des interactions agriculture, environnement et climat et un examen plus approfondi de la chaîne de causalité reliant politiques publiques, comportements individuels et changements des pratiques agricoles. Cette orientation sera aussi une occasion pour relever de nouveaux défis méthodologiques et pour approfondir nos outils de modélisation (i) par une meilleure prise en compte de la question du changement d'échelle spatiale et temporelle dans l'analyse de la durabilité et (ii) par l'intégration d'autres aspects, non économiques, dans l'analyse des comportements des agents économiques en explorant les innovations dans les théories économiques comportementales et expérimentales.

Agricultural production, environment and public policies :

An agro-economic modelling analysis

Abstract

This Habilitation thesis overviews my professional and scientific career since my PhD defended in March 2001 and provides some insight on my research prospects for the near future. The first part presents the different steps of my career in a concise and chronological way and offers a transversal reading of my research topics and my methodological approach. The goal is to give the reader an overview of my research questions, the main methods used to answer them, and their positions within economic theory. The second part proposes a synthesis of my research activities, which unfolds in two complementary axes. The first axis emphasizes on micro-economic modeling and analysis of the agriculture-environment relationship. More specifically, it analyzes both farmers and farm households' decisions in terms of resource use and technical choices and the impact of these decisions on land use, supply, agricultural income, environment and natural resources. The second research axis focuses on the impact analysis and evaluation of public agricultural, agri-environmental and energy (biofuel) policies on farmers' decisions and on the sustainability of agricultural production systems in France, Europe and some developing countries, mainly in Sub-Saharan Africa. This synthesis also aims to show the overall consistency of the questions that have marked out these two decades of research and to illustrate how agro-economic modeling can be used, in a more applied perspective, to answer different types of questions but also as an effective tool for both public and private decision-makers. This modeling approach, which combine crop models for the analysis of biotechnical and environmental processes and economic models for the analysis of economic agent behavior, is also at the heart of my teaching activities, which are mainly provided during the Master's training cycle. The last part of the thesis presents the future direction of my research. This direction will focus on a better understanding of the interactions between agriculture, environment and climate and on an in-depth investigation of the chain of causality linking public policies, individual behavior and changes in agricultural practices. This orientation will also be an opportunity to take up new methodological challenges and to deepen our modeling tools (i) by better considering the issue of spatial and temporal scale changes in the analysis of sustainability and (ii) by integrating other, non-economic, aspects into the analysis of economic agents' behavior using new developments in behavioral and experimental economic theories.

Kamel LOUHICHI

INRAE - Paris-Saclay Applied Economics, France
 (+33) · 189 · 101 · 024 ◊ Kamel.elouhichi@inrae.fr
<https://kamelelouhichi.wixsite.com/mypage>

INTÉRÊTS DE RECHERCHE

Economie agricole et environnementale

Analyse de l'offre agricole; Analyse des politiques publiques

Modélisation agro-économique; Modèles micro-économiques; Programmation mathématique

FORMATION & DIPLÔMES

Doctorat en Sciences Economiques <i>Université Montpellier I</i>	2001 <i>France</i>
Master of Science en Economie du Développement <i>CIHEAM-IAM Montpellier</i>	1997 <i>France</i>
DEA en Economie Agricole, Agro-alimentaire et Rurale <i>SupAgro Montpellier</i>	1996 <i>France</i>

PARCOURS PROFESSIONNEL

Chercheur <i>INRAE - PSAE, Paris-Saclay</i>	2020 - Présent <i>France</i>
Chargé de projet scientifique - en détachement de l'INRA - <i>Commission Européenne - Joint Research Centre (JRC), Séville</i>	2011–2020 <i>Espagne</i>
Chercheur <i>INRA - Economie Publique, Paris-Grignon</i>	2008–2011 <i>France</i>
Chargé de recherche & d'enseignement <i>CIHEAM-IAM, Montpellier</i>	2004–2008 <i>France</i>
Chercheur postdoctoral <i>Université Catholique de Louvain La Neuve (UCL)</i>	2002–2004 <i>Belgique</i>
Chercheur postdoctoral <i>CIRAD, La Réunion</i>	2001–2002 <i>France</i>

PARTICIPATION A DES PROJECTS DE RECHERCHE

FAST <i>Facilitate public Action to exit from peSTicides</i>	2021-2026 FR-ANR
CLAND <i>Changement climatique et usage des terres</i>	2017-2025 FR-ANR
FOODSECURE <i>Exploring the Future of Global Food and Nutrition Security</i>	2012-2016 EU-FP7
FADNTOOL <i>Integrating Econometric and Mathematical Programming Models into an Amendable Policy and Market Analysis Tool using FADN Database</i>	2011-2014 EU-FP7
POPSY <i>Environment, Public Policy and Farming Systems in France</i>	2009-2012 FR-ANR
BECRA <i>Bio-Economic analysis of climate change impact and adaptation of Cotton and Rice based Agricultural production systems in Mali and Burkina Faso</i>	2009-2011 EU-DG-AIDCO
AGFOODTRADE <i>New Issues in Agricultural, Food and Bioenergy Trade</i>	2008-2011 EU-FP7
SEAMLESS <i>System for Environmental and Agricultural Modelling; Linking European Science and Society</i>	2005-2008 EU-FP6
CAP-STRAT <i>Common agricultural policy strategy for regions, agriculture and trade</i>	2001-2004 EU-FP5

SÉMINAIRES INVITÉS

Dipartimento di Economia e Ingegneria agrarie, Bologna <i>Bio-economic modelling of agricultural producers' decisions</i>	February 2011 Italie
IPTS-JRC, Seville <i>Modelling policy impacts using FSSIM (Farming System SIMulator) model</i>	May 2010 Espagne
Leibniz-Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF) <i>Methods for Agricultural Policy Analysis</i>	February 2010 Allemagne
AgroSup, Dijon <i>Micro-economic modelling of agricultural producers' decisions</i>	Janvier 2010 France

Scottish Agricultural College, Edinburgh*Modelling agricultural policies using mathematical programming*

June 2009

*Ecosse***ENSEIGNEMENT****Master 2 “Sustainable Water and Land management in Agriculture”***Instituto Agronomico Mediterraneo di Bari*

2008 - Présent

Italie

- Lecture 1: Optimal Water Allocation in Irrigation Sector - 25 heures
- Lecture 2: Economic Analysis of Projects - 25 heures

Master 2 “Agriculture, Alimentation et Développement Durable (A2D2)”*SupAgro Montpellier*

2007-2011

France

- Lecture: Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture - 12 heures

Master 1 “Economie Agricole, Agroalimentaire et Rurale”*CIHEAM-IAM Montpellier*

2004-2008

France

- Responsable du module “Modélisation Economique et Politiques Agricoles” (en coll. avec F. Jacquet et G. Flichman)
- Coordinateur du cours international “Programmation Mathématique, Economie Agricole et Environnement : Modélisation en langage GAMS” (en coll. avec F. Jacquet et G. Flichman)

ENCADREMENT**Co-directeur de la thèse de Mona Aghabeyg***Dir. Filippo Arfini, Université de Parme*

2021

*Italie***Membre du jury et rapporteur de thèse de Noujeima Ragoubi***Dir. Lotfi Ben Belgacem, Université de Sousse*

2012

*Tunisie***Participation à des comités de thèses***Université Montpellier 1, SupAgo Montpellier & ESA Angers*

2007-2022

France

- Nour Nsiri, 2022, Dir. Sophie Drogue (INRAE)
- Faisal Mahmood, 2010, Dir. Jacques Wery (SupAgro Montpellier)
- Mohamed Ghali, 2010, Dir. François Colsen et Karine Daniel (ESA Angers)

Encadrement des Masters*Université Paris Nanterre, SupAgro & CIHEAM Montpellier*

2007-2022

France

- Daël Merisier, 2022, M2, Université Paris Nanterre

- Mace Cherilese, 2022, Master of Science, CIHEAM-IAM Bari, Italie
- Randa Chaïeb, 2011, Master of Science, CIHEAM-IAMM, Montpellier, France
- Houcine Jeder, 2010, Mastère recherche, INAT, Tunisie (en coll. avec M. Sghaier)
- Baptiste Lelyon, 2007, DEA, SupAgro, Montpellier (en coll. avec J.M. Boisson et K. Daniel)
- Mohamed Ghali, 2006, Master of Science, CIHEAM-IAMM, Montpellier (en coll. avec G. Flichman)

RESPONSABILITÉS & AUTRES

Chef d'équipe - Team Leader <i>Analyse micro-économique des systèmes de production agricoles en Afrique</i>	11/2017-12/2019 <i>Espagne</i>
Coordinateur scientifique <i>Modélisation et Analyse de la Politique Agricole Commune</i>	01/2013-11/2018 <i>Espagne</i>
Membre du réseau PANAP <i>Pan-African Network for economic Analysis of Policies</i>	2019-présent <i>Ethiopie</i>

Rapporteur pour les revues suivantes: American Journal of Agricultural Economics, European Reviewer of Agricultural Economics, Agricultural Economics, Ecological Economics, Food Policy, Journal of Policy Modelling, QOpen, Agricultural Systems, Review of Agricultural and Environmental Studies, Economie Rurale.

2 Synthèse

Cette section présente les étapes de ma carrière de façon concise et chronologique et propose une lecture transversale de mes thématiques de recherche et de ma démarche méthodologique globale. L'objectif étant de donner au lecteur une idée générale sur mes questions de recherche, les principales méthodes employées pour y répondre et leurs positionnements au sein de la théorie économique.

NB : Les références bibliographiques du mémoire sont repérées dans le texte par la codification (Auteur(s), Année). Les références à mes travaux sont repérées dans le texte par le numéro [entre crochets].

2.1 Parcours professionnel

Je suis économiste agricole à l'INRAE depuis 2008 au sein de l'unité Paris-Saclay Applied Economics (PSAE). PSAE est une unité mixte de recherche commune à l'INRAE et AgroParisTech qui regroupe des chercheurs et des enseignants-chercheurs en économie. Les recherches conduites dans l'unité portent sur les liens entre environnement, agriculture, commerce international de produits agricoles et agroalimentaires, et alimentation, avec une attention particulière portée à l'analyse économique des politiques publiques dans ces domaines.

Après l'obtention de ma thèse de doctorat en 2001 de l'Université de Montpellier I, j'ai effectué deux séjours postdoctoraux de 18 mois chacun, le premier au CIRAD sur le thème de l'analyse des performances économiques et environnementales des fermes laitières à l'île de la Réunion et le second à l'Université Catholique de Louvain La Neuve (Belgique) sur l'analyse des impacts de la libéralisation des échanges sur l'agriculture européenne dans le cadre du projet européen [FP5-CAPSTRAT](#).

Après mon postdoc en Belgique, j'ai rejoint le CIHEAM-IAM Montpellier pour exercer les fonctions de chargé de recherche et d'enseignement. A côté de mes activités d'enseignement, j'étais, durant cette période, membre très actif du projet européen [FP6-SEAMLESS](#) et en charge du développement du modèle économique européen FSSIM (Farm Systems SIMulator) qui constitue une composante essentielle de la plateforme SEAMLESS-IP d'analyse intégrée des systèmes et des politiques agricoles et commerciales en Europe.

En 2008, j'ai intégré l'INRA au sein de l'UMR Economie Publique, pour mener des activi-

tés de recherche en modélisation micro-économique et analyse des impacts marchands et non marchands des politiques agricoles et énergétiques (biocarburants) en France et en Europe.

De 11/2011 à 01/2020, j'ai exercé en détachement auprès du Centre Commun de Recherche (CCR, Joint Research Centre (JRC) en anglais) de la Commission Européenne (CE) à Séville (Espagne). Ma mission consistait à fournir aux décideurs de l'Union Européenne (UE) (notamment DG-AGRI et DG-DEVCO) des analyses scientifiques indépendantes et des conseils dans la conception, la mise en œuvre et le suivi des politiques communautaires dans les domaines de l'agriculture, du développement rural et de la sécurité alimentaire en Europe et en Afrique. Plus particulièrement, j'étais responsable d'abord du projet modélisation et analyse des impacts micro-économiques de la Politique Agricole Commune (PAC) en Europe et par la suite du projet de recherche analyse de la sécurité alimentaire et nutritionnelle en Afrique subsaharienne.

En 2020, j'ai réintégré mon poste à l'INRAE pour contribuer aux travaux de l'unité sur les axes « Systèmes de production durable » et « Evaluation des politiques publiques ».

Durant mon parcours professionnel, j'ai participé à plusieurs projets de recherche européens, financés par la Commission Européenne ([FP5-CAPSTRAT](#), [FP6-SEAMLESS](#), [FP7-FADNTOOL](#) et [FP7-AG-FOODTRADE](#)) et français, financés par l'Agence nationale de la recherche ([POPSY](#), [FAST](#) et [CLAND](#)). Je suis auteur et co-auteur d'environ une trentaine d'articles scientifiques et de chapitres d'ouvrages et de plus de vingt rapports de transfert.

Durant mon séjour au JRC, j'ai également contribué à la création et au lancement d'un réseau panafricain pour l'analyse économique ([PANAP](#)) dont l'un des objectifs est le développement d'une plateforme de modélisation et d'analyse ex-ante des politiques agricoles et alimentaires en Afrique. Ce réseau qui regroupe plusieurs institutions de recherche vise également à soutenir la coopération entre les chercheurs/scientifiques et les décideurs politiques sur des thématiques prioritaires en vue de renforcer la durabilité des secteurs agricoles et alimentaires en Afrique.

2.2 Thématiques de recherche et positionnement théorique

Mes activités de recherche s'inscrivent dans les domaines de l'économie de la production agricole et de l'économie de l'environnement. Elles relèvent plus de la recherche appliquée (ou finalisée) et se déclinent en deux axes complémentaires : « production agricole et environnement » et « évaluation des politiques publiques ». Le premier axe porte sur l'analyse de la relation agriculture environnement et plus particulièrement sur l'analyse des décisions des producteurs et des

ménages agricoles en matière d'utilisation des ressources et de choix techniques et l'impact de ces décisions sur l'usage des sols, l'offre, le revenu agricole, l'environnement et les ressources naturelles. Le second axe de recherche se concentre sur l'analyse et l'évaluation d'impact des politiques publiques (agricoles, agri-environnementales et énergétiques) sur les décisions des producteurs agricoles et sur la durabilité des systèmes de production agricole en France, en Europe et dans les pays en développement, principalement en Afrique subsaharienne.

Depuis ma thèse de doctorat, je me suis intéressé au débat sur la relation agriculture-environnement et notamment sur la manière dont les différents courants de l'analyse économique ont abordé ce domaine. Ce débat se positionne généralement autour de deux points de vue diamétralement et politiquement opposés. Le premier point de vue met l'accent sur le rôle joué par l'agriculture dans l'entretien et la gestion des espaces naturels, indissociable de son rôle de production agricole. C'est celui que l'analyse économique qualifie de production d'effets externes positifs de l'agriculture. À l'opposé se situe l'autre point de vue, pour lequel les relations entre agriculture et environnement sont essentiellement perçues sous l'angle exclusif des impacts négatifs de certaines pratiques agricoles sur les paysages et les écosystèmes : destruction des sols, pollutions diffuses de l'air et de l'eau, dégradation de la biodiversité, émissions de gaz à effet de serre (GES), usage des pesticides... ce que l'analyse économique qualifie d'effets externes négatifs. Le contraste entre ces deux visions politiques s'est accru au cours des dernières décennies, aussi bien en raison des négociations internationales mettant en cause les soutiens à l'agriculture, qu'en raison des inquiétudes croissantes suscitées par les conséquences écologiques directes de certaines pratiques et politiques agricoles sur l'environnement. Jusqu'à une période assez récente, les externalités négatives étaient encore limitées et facilement gérables et celles positives allaient de soi, puisque personne ne s'en plaignait, et que nul ne songeait à les rémunérer. En revanche, quand avec l'intensification, les pollutions de l'agriculture sont devenues des nuisances, puis se sont transformées en coûts sociaux, l'opinion publique et les responsables politiques se sont progressivement émus, plus ou moins rapidement selon les pays. Le regard sur les externalités positives a également évolué et a donné naissance au concept de multifonctionnalité – l'agriculture produit, en plus de biens agricoles marchands, des services non marchands comme l'entretien des paysages, la préservation de la biodiversité ou la lutte contre la déprise ou les incendies – qui sera utilisé ultérieurement pour légitimer les soutiens publics au secteur agricole.

Les économistes se sont largement intéressés à la question des externalités environnementales

et les analyses économiques des interactions entre les activités économiques et l'environnement se sont beaucoup développées depuis trois ou quatre décennies. Ce qui paraissait autrefois comme marginal semble être devenu une branche reconnue de la science économique. Cette évolution est illustrée par l'intégration de l'économie des ressources naturelles et de l'environnement comme branche de l'analyse économique, avec ses associations, ses revues¹ et ses congrès. L'originalité de cette nouvelle branche de l'analyse économique tient au fait qu'elle soit scindée en deux grandes approches², du fait que le modèle économique traditionnel se trouve ici directement en relation avec les lois de ce que l'on pourrait nommer « le modèle écologique ». La première approche consiste à étendre à l'analyse de ce nouveau domaine les instruments éprouvés de la « boîte à outils » de l'économiste : ceci correspond à ce qu'il est coutume d'appeler l'économie de l'environnement (*Environmental Economics*) ou économie « standard ». Cette approche repose sur une internalisation des effets externes selon le principe du pollueur-payeur pour atteindre l'état d'optimum au sens de Pareto. L'objectif étant de modifier le comportement du pollueur pour lui faire prendre en compte dans son calcul économique les frais résultants des dommages, des mesures de prévention, de réduction et de lutte contre la pollution. De nombreux moyens d'internalisation allant de la négociation directe à la mise en place de marchés des externalités, en passant par la fiscalité « pigouvienne », sont ainsi proposés. Cette approche est considérée par la plupart des institutions internationales (et spécialement l'OCDE) comme le cadre de référence de l'analyse des problèmes d'environnement. Elle a fourni les fondements des analyses économiques menées, au niveau national ou international, sur les principaux problèmes d'environnement comme la gestion des déchets ou encore le changement climatique et les solutions proposées font désormais l'objet d'une meilleure compréhension de l'opinion publique,

1. Parmi ces revues on peut citer : *The Journal of Environmental Economics and Management*, *Land Economics*, *Environmental and Resources Economics*, etc.

2. [Faucheux and Noël \(1995\)](#) mentionnent une autre approche intermédiaire dite "École de Londres" ou "économie du patrimoine naturel" qui n'est pas sans ambiguïté, comme ils le soulignent eux-mêmes. Cette approche emprunte l'essentiel de l'appareil d'analyse économique conventionnelle, mais en y insérant des contraintes naturelles, par définition exogènes. Elle se situe, de ce fait, à mi-chemin entre celle des économistes de l'environnement (soutenabilité faible) et celle de l'économie écologique (soutenabilité forte). Contrairement aux économistes néo-classiques qui distinguent l'analyse des ressources naturelles de celle de l'environnement, les économistes de « l'École de Londres », en développant l'économie du patrimoine naturel, montrent qu'il n'y a pas de frontières entre l'environnement et les ressources naturelles. Ils considèrent globalement l'environnement comme un bien rare au même titre que les ressources naturelles. Cette rareté implique des conflits d'usages : l'environnement peut être utilisé comme un bien public de consommation finale, comme un pourvoyeur de ressources naturelles ou comme un réceptacle de déchets. Cependant, avec le décès de son fondateur David Pearce, mais aussi son rapprochement avec les deux courants de référence, cette approche a désormais perdu de ses particularités et de son impact (pour plus de détails sur cette approche, voir [Pearce and Turner \(1990\)](#) ; [Faucheux and Noël \(1995\)](#)).

qu'il s'agisse de fiscalité environnementale ou de marchés de permis d'émission.

La seconde approche s'attache à saisir la singularité des questions environnementales et à approfondir la compréhension des relations complexes entre les activités humaines, dont l'objectif est la satisfaction maximale des besoins par l'exploitation optimale de la nature et les lois de cette dernière dans une perspective de coévolution. Cette approche correspond à ce qu'il est désormais convenu d'appeler l'économie écologique (*Ecological Economics*)³. Il s'agit d'une approche multidisciplinaire qui vise à organiser la circulation et l'intégration de l'information entre disciplines différentes (climat, démographie, biologie, agronomie, économie, ...) pour l'étude d'un problème donné. L'idée étant d'éviter une réduction de la question environnementale à une simple internalisation des effets externes et d'abandonner l'hypothèse de substituabilité illimitée des ressources naturelles par des ressources humaines ou du capital accumulé. Les ressources environnementales ne sont donc plus estimées à partir d'une évaluation purement monétaire, mais sont appréhendées d'abord comme des réalités physiques, mesurées comme telles, pour lesquelles il faut tenir compte de la capacité et du rythme de reproduction s'il s'agit de ressources renouvelables ou bien du risque d'épuisement si elles ne le sont pas (Boisson, 1984). Cependant, même si elle suscite beaucoup d'intérêt à l'intérieur comme à l'extérieur de l'économie et même si elle a rassemblé une communauté scientifique assez bien identifiée mais désormais un peu plus diversifiée, l'économie écologique n'est pas encore parvenue au stade de fournir des instruments d'analyse éprouvés et complètement normalisés. C'est pourquoi l'on ne peut pas prétendre, pour le moment tout au moins, développer une recherche entièrement adossée à ce paradigme.

L'agriculture est un domaine privilégié de la comparaison, et parfois de la confrontation de ces deux approches pour une double raison. Tout d'abord, les différences qui existent entre l'agriculture et les autres activités économiques en termes d'échelles de la production, de rôle joué par le facteur temps, de relation à l'espace, d'aléas climatiques et des risques biologiques, rendent souvent difficile l'application de politiques agricoles inspirées du cadre de référence. En effet, contrairement aux externalités environnementales d'origine urbaines ou industrielles qui ont reçu de la part des économistes de l'environnement des réponses relativement claires, sinon toujours facilement applicables, l'identification, la quantification et l'internalisation des

3. L'expression "Économie de l'environnement" était générique à l'origine. C'est l'apparition de l'appellation "*Ecological Economics*", dans les années 1980 qui a conduit à restreindre celle d'"*Environmental Economics*" aux approches plus spécifiquement « mainstream ». La propagation du courant "*Ecological Economics*" se fera par un groupe rassemblé autour de R. Costanza, R. Norgaard et J. Martinez-Alier, entre autres, fondant l'International Society for Ecological Economics et la revue correspondante.

externalités liées à la production agricole ont souvent posé des problèmes en raison de la présence des phénomènes bio-géo-physiques et des limites théoriques difficilement surmontables (caractère diffus des pollutions d'origine agricole, indivisibilité, irréversibilité, non-linéarité, comportements déviant de ceux que supposent les hypothèses théoriques, etc.). Il suffit de parcourir la littérature pour constater que la plupart des instruments conventionnels (réglementation, taxation, marchés de droits, etc.) ont été appliqués à des situations variées sans obtenir un véritable consensus sur un instrument qui serait à la fois efficace, techniquement pas trop difficile à mettre en œuvre et acceptable par les agriculteurs [B2]. Ces facteurs empêchent, en fait, d'atteindre l'état d'optimum au sens de Pareto, condition indispensable pour l'internalisation des effets externes et l'établissement de droits de propriété clairs sur les ressources naturelles. On doit donc le plus souvent envisager des optimums de second rang, en espérant qu'ils ne divergent pas trop d'un optimum de premier rang inaccessible. La seconde raison est que la majorité des économistes agricoles (ou agro-économistes) bénéficie d'une formation initiale en biologie, qui leur permet aussi bien d'en juger de la pertinence, de l'applicabilité et des limites du cadre de référence que de maîtriser plus facilement la multidisciplinarité nécessaire à l'approche de l'économie écologique.

En tant qu'agro-économiste, ces deux approches ont du sens. Ma formation économique réclame une approche plus orientée vers l'action. Mais ma formation en sciences naturelles me confère une sensibilité particulière à l'approche de l'économie écologique qui, d'une part, met en relation le système économique et le système écologique et, d'autre part, permet d'appréhender les résultats écologiques (niveau d'azote lessivé, érosion des sols, salinités, etc.) en termes physiques, échappant ainsi aux difficultés des évaluations monétaires. Cependant, l'absence d'instruments méthodologiques qui soient spécifiques à l'économie écologique m'a conduit le plus souvent vers l'utilisation de l'appareil d'analyse économique habituel, mais en refusant systématiquement ses approches normatives et surtout en y insérant des objectifs écologiques et des contraintes naturelles, par définition exogènes. Ainsi, dans la plupart de mes travaux d'analyse des systèmes de production et des politiques publiques et de leurs conséquences sur l'environnement et les ressources naturelles, j'ai mobilisé une méthode pluridisciplinaire nommée la « modélisation agro-économique » qui met en relation le système économique et le système écologique en les considérant de manière intégrée. Cette méthode, qui fera l'objet de la section suivante, est fondée sur le couplage (ou l'intégration) d'un modèle agronomique (appelé aussi modèle biophysique, modèle de culture ou modèle de croissance des plantes) et d'un modèle économique d'analyse de

comportement des agents économiques ([A13] ; [A14] ; [B2] ; [D4]).

Ainsi, notre conviction est que la relation agriculture-environnement est un champ dans lequel l'économique, sans la collaboration avec d'autres disciplines dans une démarche de construction collective, peut se trouver dans l'impasse. Mais, comme l'écrit Passet (1996) « ... ce n'est évidemment pas la spécificité de l'économique qui est en cause ici, mais la possibilité de considérer cette activité indépendamment de l'ensemble des relations humaines ou des phénomènes de la biosphère auxquels elle participe... ». Cette collaboration constitue aujourd'hui plus que jamais une nécessité avec la multiplicité d'objectifs qui apparaît dans les nouvelles politiques agricoles – découplage des aides, multifonctionnalité, rémunération des aménités environnementales – et qui requiert une analyse intégrée et une évaluation d'impact approfondie des effets des changements des pratiques agricoles sur la production et l'environnement.

2.3 Démarche générale : la modélisation agro-économique

Pour aborder mes thématiques de recherche j'ai souvent fait appel à une approche pluridisciplinaire, la modélisation agro-économique, couplant des modèles agronomiques d'analyse des processus biotechniques et environnementaux, aux modèles économiques d'analyse de comportement des agents économiques.

Le modèle agronomique est utilisé pour générer, sous différentes conditions pédoclimatiques et selon divers précédents culturaux et itinéraires techniques⁴ (travail du sol, semis (date, densité et variété), apport azoté, traitements phytosanitaires, etc.), des fonctions de production dites « d'ingénieurs ».

Ces fonctions représentent, pour chaque culture, la relation physique entre les intrants (fertilisation, irrigation, etc.) et la production (rendements). En plus de la prise en compte des aspects agronomiques, ces fonctions permettent de représenter d'une manière explicite l'information sur les itinéraires techniques, les quantités d'intrants et d'autres éléments caractérisant le processus de production, à savoir le calendrier des opérations culturales, qui sont souvent ignorés ou masqués par l'agrégation monétaire dans les fonctions de production économiques habituelles⁵.

4. Sébillotte (1974) définit un itinéraire technique comme une « combinaison logique et ordonnée de techniques mises en œuvre sur une parcelle en vue d'en obtenir une production ».

5. En micro-économie, l'analyse des rapports entre les inputs et les outputs fait appel aux techniques habituelles de la science économique qui reposent sur des données statistiques pour inférer les paramètres d'une fonction de production dont la forme mathématique est définie a priori. Les formes analytiques les plus couramment utilisées sont les fonctions Cobb Douglas, CES et Translog.

Ces fonctions de production sont générées aussi bien pour les activités⁶ culturelles observées (qualifiées d'activités courantes) que celles non-observées (qualifiées d'activités alternatives). Étant basé sur des processus biophysiques, le modèle agronomique peut, en effet, simuler des variétés culturelles et des itinéraires techniques observés dans les exploitations agricoles mais également des variétés et des itinéraires nouveaux/innovants, ce qui présente un intérêt particulier pour l'analyse ex-ante des politiques publiques et des stratégies d'adaptation aux changements climatiques (Jacquet, 2014).

Le grand intérêt du modèle agronomique réside surtout dans sa capacité de quantifier les impacts environnementaux (niveau d'azote lessivé, érosion des sols, salinités, etc.) des activités culturelles courantes et alternatives. Il permet ainsi de dépasser le problème du manque de données trop souvent mis en avant quand il s'agit d'estimer les externalités environnementales associées au processus de production agricole. Grâce à sa structure mécanique, il permet de tenir compte du caractère souvent non-linéaire et très complexe de la relation entre le processus de production agricole et l'environnement.

Dans la littérature, on compte plus de 45 modèles de simulation agronomique qui sont destinés directement ou indirectement à l'estimation de ces fonctions de production dites « d'ingénieurs ». Ces modèles ne sont cependant pas tous en mesure de fournir aisément des fonctions exploitables par les économistes. Certains sont trop simples et ne tiennent pas compte de tous les facteurs et techniques de production en raison d'un manque d'informations ou de problèmes de validation. D'autres, en revanche, sont produits dans un but de recherche agronomique et de ce fait trop complexes et détaillés pour être utilisés par les économistes. Les modèles les plus utilisés par les économistes sont EPIC (Williams et al., 1983), EPICPHASE (Cabelguenne and Debaeke, 1995), SWIM (Krysanova et al., 1998), CROPSYST (Stockle et al., 1994) et STICS (Brisson et al., 1998) en raison de leur robustesse, de leur facilité d'usage et surtout de leur applicabilité à une échelle agrégée (au-delà de l'exploitation, régionale, nationale voir mondiale) utile pour l'économiste. A titre d'exemple, on citera l'utilisation du modèle EPIC au sein du modèle mondial GLOBIOM pour estimer les rendements et les externalités environnementales associés à un large éventail de systèmes de cultures (Havlík et al., 2018).

Dans mes travaux, j'ai notamment mobilisé le modèle EPICPHASE pour analyser le problème

6. On définit une activité culturelle comme une culture avec un précédent culturel et un itinéraire technique bien spécifique.

de l'érosion des sols et de ses effets sur la productivité agricole en Tunisie ([A14]; [A11]; [A9]) et le modèle CROPSYST pour traiter la question de la pollution diffuse d'origine agricole provoquée par les nitrates dans plusieurs régions européennes ([A12]; [A15]; [A16]). Dans ces différents travaux, la collaboration avec des collègues agronomes était indispensable, notamment pour le paramétrage et le calibrage du modèle agronomique.

Dans les travaux de recherche sur l'élevage, y compris les nôtres, ces fonctions de production « d'ingénieurs » sont construites à partir des données d'enquêtes auprès des agriculteurs et/ou des références technico-économiques établies par les conseillers agricoles et les centres de recherche.

Les fonctions de production « d'ingénieurs » estimées par le modèle agronomique (ou à travers les données d'enquêtes et des références technico-économiques) sont ensuite intégrées sous forme continue⁷ (Graveline and Rinaudo, 2007; Godard et al., 2008) ou discrète⁸ ([A12]; [A13]; [A14]) dans un modèle économique en substitution ou en complément⁹ aux fonctions de production économiques habituelles, d'où l'expression de couplage agro-économique. Dans la plupart de mes recherches j'ai opté pour une approche discrète assumant qu'il n'y ait pas de continuum entre les différentes pratiques culturales, mais plutôt des sauts technologiques et des ruptures difficiles à prendre en compte dans les fonctions de production continues. Ce choix est également dicté par le fait que les rapports entre la production (ou le niveau d'input polluant) et les niveaux d'externalités ne satisfont pas toujours les conditions mathématiques souhaitées par les formes fonctionnelles d'une structure de production "*well behaved*". Ce problème a déjà été signalé par un grand nombre d'économistes¹⁰, en montrant l'existence de non-monotonies et non-convexités dans les rapports entre la production et l'externalité environnementale. L'existence de cette non-convexité évoquée par ces travaux repose sur le comportement du récepteur de l'externalité face à une augmentation de la pollution. Lorsqu'une firme est fortement affectée par une pollution l'induisant à la fermeture, une unité supplémentaire peut ne pas causer un accroissement marginal du coût du dommage. Autrement dit, les firmes victimes peuvent subir

7. Les formes les plus utilisées sont Mitscherlich-Baule (ou MB) ou von-Liebig (Paris, 1992).

8. Fondée sur une fonction de production de type Leontief, cette spécification consiste à définir d'une manière discrète pour chaque culture différents niveaux d'intensités en intrant avec différents niveaux d'outputs. L'ensemble de ces rapports entre inputs et outputs forme la matrice des coefficients techniques, appelée aussi matrice Leontief, à introduire dans le modèle économique.

9. Mérel et al. (2013) utilisent les informations générées par le modèle agronomique, sous la forme des élasticités rendements, pour calibrer une fonction de production de type CES qui permet la substitution entre inputs d'une manière explicite dans un modèle de PMP.

10. Entre autres, Starrett (1972); Baumol and Bradford (1972); Burrows (1995); Mas-collé et al. (1995).

un déclin marginal des dommages avant d'atteindre le point de fermeture et par conséquent leurs fonctions de coût externe peuvent être non convexes (pour plus de détails voir [Flichman and Jacquet \(2003\)](#)). En agriculture, ce problème a été mis en évidence par [Grimm and Paris \(1987\)](#) et [Flichman and Jacquet \(2003\)](#) pour la pollution par les nitrates, et par Louhichi et al. (2010) [A14] pour l'érosion des sols. Il ne s'agit pas de la non-convexité dans la fonction des coûts de la victime de l'externalité mais plutôt d'une variation de la fonction physique d'externalité par rapport au niveau de la production (et parfois au volume de l'input polluant utilisé) qui peut présenter dans certains cas des formes non-convexes et des discontinuités. Ce phénomène qui est expliqué en partie par le changement des techniques de production ressemble, selon [Flichman and Jacquet \(2003\)](#), au problème du retour des techniques « *reswitching* » étudié par les économistes de Cambridge ([Sraffa, 1960](#); [Harcourt et al., 1972](#)) dans les années 50 et 60. Construire des fonctions de production et d'externalités suivant les formes mathématiques habituelles peut donc fortement s'éloigner de la réalité.

Le modèle économique employé dans le couplage bio-économique fait le plus souvent appel à la programmation mathématique¹¹ et ses récentes extensions, notamment la Programmation Mathématique Positive ([Howitt, 1995](#)). Ce modèle¹² qui est fondé sur les hypothèses de rationalité de l'approche néoclassique est utilisé pour représenter les choix et les décisions des producteurs agricoles et de quantifier les conséquences de ces décisions sur l'agriculture, l'environnement et les ressources naturelles.

Le recours aux modèles économiques de type programmation mathématique est justifié par leur capacité de prendre en compte d'une manière explicite les objectifs et les contraintes des agriculteurs, leur flexibilité en matière de simulation d'instruments de politique publique, leur souplesse dans la prise en compte de l'hétérogénéité technique et structurelle des exploitations agricoles, leur aptitude d'intégrer des éléments biophysiques (agronomiques), leur faible besoin

11. La programmation mathématique consiste à maximiser ou minimiser une fonction objectif sous un certain nombre de contraintes. La modélisation par la programmation mathématique a une longue tradition en économie agricole ([Tirel, 1969](#)). Au départ, la programmation était linéaire pour des raisons algorithmiques et numériques et elle était utilisée notamment dans un sens normatif pour la planification et l'optimisation de la production agricole. Aujourd'hui avec le développement des outils informatiques et des algorithmiques de résolution, la programmation est devenue de plus en plus non-linéaire et employée plutôt dans un sens positif pour mieux comprendre les décisions et les choix des agriculteurs et analyser leurs réponses aux changements des prix et des politiques publiques. L'expansion des modèles de programmation mathématique positive ces dernières années témoigne de la maturité de cette nouvelle orientation.

12. Le modèle économique peut évidemment prendre aussi une forme économétrique ([Vicien, 1991](#); [Amigues et al., 1998](#)). Il peut également être un modèle de programmation mathématique qui intègre des paramètres et des fonctions estimés économétriquement.

en données comparés à d'autres modèles et surtout leur transparence et leur interprétation facile par les non-économistes (Louhichi et al., 2013). Également, contrairement aux modèles économétriques issus de la théorie duale, qui sont limités à l'analyse des politiques et des technologies pour lesquelles les observations passées sont disponibles (c'est-à-dire une analyse ex-post), les modèles de programmation mathématique peuvent être utilisés aussi bien pour des analyses prévisionnelles ex-ante, via une comparaison des coût-efficacités des différentes options de politique ou/et un examen des conditions d'adoption de nouvelles pratiques/technologies, que des analyses d'efficacité ex-post, à travers une comparaison des objectifs des politiques et des résultats obtenus. De même, le fait qu'ils soient basés sur une représentation directe (primale) de la technologie ainsi que sur des itinéraires techniques (les activités) et non sur des produits, facilite considérablement leur intégration/couplage avec les modèles agronomiques. Ces différentes spécifications constituent une des raisons du succès de ces modèles comme alternative aux modèles économétriques standards, notamment pour les travaux pluridisciplinaires. La diversité des modèles entre linéaire vs. non-linéaire, positif vs. normatif, statique vs. dynamique, déterministe vs. stochastique, et le grand nombre d'applications à différents échelons (micro, méso et macro) sont les meilleures preuves de ce succès (Louhichi et al., 2013). Bien évidemment, comme n'importe quels modèles, les modèles de programmation mathématique présentent certaines limites, à savoir leur imparfaite cohérence avec la théorie de la production, leur manque de robustesse statistique et la rigidité de leur forme fonctionnelle.

Dans mes travaux, j'ai souvent privilégié les modèles micro-économiques, non-linéaires, de types positifs-descriptifs. La prise en compte du risque et des aspects dynamiques dans mes travaux de modélisation reste des cas-spécifiques et dépend du sujet de recherche.

L'emploi de la modélisation micro-économique, à l'échelle de l'exploitation individuelle ou de l'exploitation type, est motivé par la grande diversité spatiale et interindividuelle des structures agricoles mais également par la forte hétérogénéité des politiques publiques aussi bien en termes de mise en œuvre que d'impacts. En effet, les politiques agricoles sont devenues de plus en plus ciblées et orientées en fonction du type de production, ce qui conduirait à des impacts et à des adaptations différentes entre les exploitations selon leurs dotations en ressources, leurs contextes socio-économiques, mais aussi leurs localisations (c.-à-d. leurs conditions agro-écologiques). Le modèle doit donc être en mesure de donner des réponses non seulement au niveau agrégé régional et/ou national mais également par type d'exploitation (c.-à-d. par spécialisation, taille écono-

mique, ...) et par exploitation individuelle à travers une analyse de la distribution des effets entre les exploitations agricoles. Il doit également être capable de prendre en compte pleinement la diversité agro-écologique et la localisation des productions agricoles.

Le recours à une modélisation de type positif-descriptif est étayé par le fait que le modèle doit-être, d'abord, en mesure de répliquer les décisions actuelles des agriculteurs et, ensuite, de simuler comment ces décisions peuvent varier avec les changements des politiques, des prix et des technologies. Notre premier objectif est donc non pas de dire ce que les agriculteurs doivent faire, mais plutôt de comprendre pourquoi ils font ce qu'ils font. Ce choix qui est en harmonie avec notre positionnement théorique « l'économie écologique » est facilité par le récent développement de la programmation mathématique positive (PMP) qui permet de prendre en compte d'une manière précise les préférences des producteurs agricoles.

La PMP est une nouvelle méthodologie développée formellement par [Howitt \(1995\)](#) pour calibrer les modèles de programmation linéaire (PL) et contourner ainsi les deux principaux problèmes de la PL, à savoir : la sur-spécialisation et la discontinuité des réponses aux chocs exogènes. Elle permet de reproduire d'une manière exacte les décisions du producteur agricole en prenant en compte, à travers une fonction de coûts et/ou de rendements non-linéaire, les effets de facteurs qui ne sont pas explicitement introduits dans le modèle de programmation linéaire, tels que les contraintes omises, les coûts non-observés, l'aversion au risque, l'anticipation des prix, les erreurs de spécification du modèle, etc. ([Howitt, 1995](#); [Heckelei and Wolff, 2003](#)). Ainsi, en utilisant très peu d'informations et sans recours à des contraintes artificielles, la PMP permet de répliquer la situation observée et d'assurer un comportement « lisse » du modèle dans la phase de simulation. Ce sont ces spécifications qui ont conduit à un réel succès de cette méthode et de ses variants ces dernières années, notamment pour l'analyse des politiques agricoles et environnementales à différents échelons ¹³.

La modélisation agro-économique ne constitue donc pas une révolution par rapport à la théorie économique proprement dite, mais elle offre désormais des possibilités d'analyses appliquées beaucoup plus fines et plus réalistes dans la mise en œuvre des instruments de politique environnementale traditionnellement proposés. Son grand intérêt est qu'elle permette de dépasser les limites de plusieurs travaux menés dans ce domaine qui sont soit trop exclusivement centrés sur la

13. Pour une revue des modèles de PMP voir [Heckelei et al. \(2012\)](#); [Mérel and Howitt \(2014\)](#); [Henry de Frahan \(2019\)](#).

sphère marchande, soit à caractère fortement descriptif, notamment pour ce qui est des impacts non marchands. En effet, elle génère des résultats aussi bien économiques, définis en termes de revenu, de mobilisation des forces de travail, de consommation d'intrants... qu'écologiques appréhendés comme des réalités physiques, mesurés comme tels, en échappant à l'arbitraire d'une évaluation monétarisée. L'autre avantage de cette approche est qu'elle permette de simuler les effets des contraintes techniques (ex. les rotations culturales) et des politiques publiques complexes (ex. les mesures du verdissement de la PAC) qui sont difficilement intégrables dans un modèle économétrique standard.

Une multitude de travaux de recherche faisant appel à la modélisation agro-économique ont été menés ces dernières années partout dans le monde pour traiter des questions liées à l'agriculture et l'environnement sous diverses conditions agro-écologiques et à différents échelons (exploitation, région, secteur et niveau national)¹⁴. En Europe, les plus importants sont ceux réalisés dans le cadre du projet SEAMLESS (System for Environmental and Agricultural Modelling; Linking Européen Science and Society) dont le but était d'analyser les impacts potentiels des politiques publiques et des innovations technologiques sur la durabilité de l'agriculture européenne (Van Ittersum et al., 2008). En France, l'idée du couplage des modèles agronomiques et économiques remonte aux années quatre-vingt-dix avec l'étude menée par Boussemart et al. (1996) dans le cadre du projet POLEN sur les effets de réforme de la PAC de 1992 sur la production agricole et la pollution par les nitrates sur deux régions françaises.

J'ai utilisé cette approche pour traiter plusieurs questions, en particulier celles liées (i) à l'érosion des sols ([A9]; [A14]); (ii) à la pollution de l'eau par les nitrates ([A12]; [A16]); et (iii) à la gestion de l'eau d'irrigation ([A9]; [A11]).

La synthèse des travaux ci-après montrera comment cette approche peut compléter les approches classiques de l'économie de la production et de l'économie publique aussi bien pour représenter les préférences des producteurs et des ménages agricoles que pour aider à la prise de décision.

14. Pour une revue des modèles bio-économiques voir Janssen and Van Ittersum (2007); Flichman (2011); Bobojonov (2021).

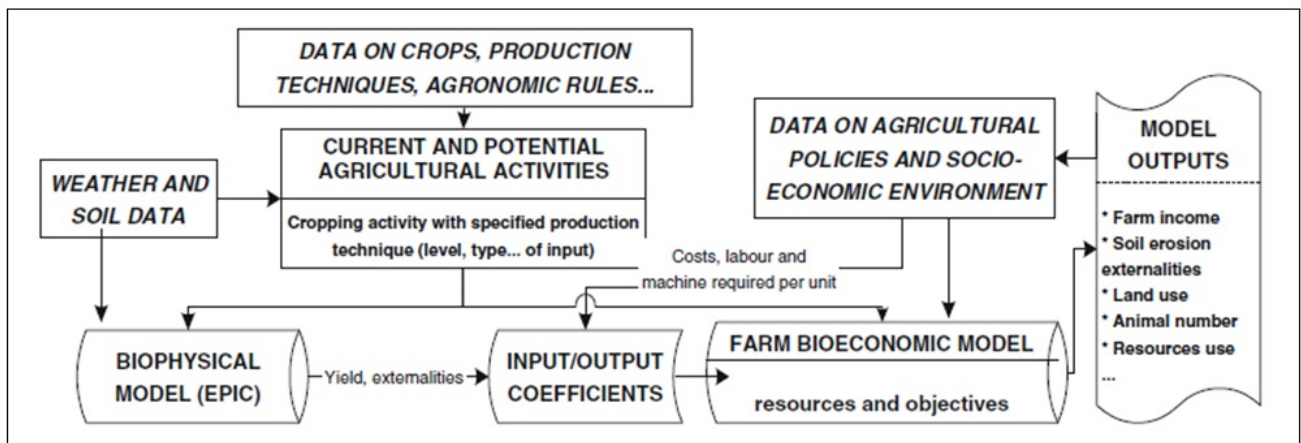


Fig. 1. Schéma simplifié d'un modèle agro-économique (Louhichi et al., 2010, [A14])

2.4 Enseignement & encadrement

Mes activités d'enseignement sont pour la plupart en relation directe avec mes activités de recherche et portent principalement sur l'économie de la production agricole, sur les méthodes quantitatives d'analyse et d'évaluation des politiques agricoles et environnementales et sur la gestion de l'eau d'irrigation. Elles concernent uniquement le cycle de formation Master (M1 et M2) et sont dispensées au sein du SupAgro Montpellier, de l'IAM de Montpellier et de l'IAM de Bari (Italie). Plus précisément :

- Depuis 2008 jusqu'à aujourd'hui je participe à l'enseignement à l'IAM Bari (Italie) dans le cadre du Master 1 "[Sustainable Water and Land management in Agriculture](#)", Unit VII "Water economics and Governance" et Unit VIII "Project on irrigation design". Il s'agit d'un cours théorique et pratique en économie et gestion optimale de l'eau en irrigation complété par une application concrète sur une étude de cas en Italie - en total 60h éq.TD/an.

- De 2004 à 2011 (c.-à-d. avant mon détachement auprès du JRC) j'ai enseigné à SupAgro Montpellier dans le cadre du Master 2 "[Économie du développement agricole, de l'environnement, et alimentation \(ECODEV, ex master A2D2\)](#)" et à l'IAM Montpellier dans le cadre du Master 1 "[Économie agricole, agroalimentaire et rurale](#)". Il s'agissait notamment de cours méthodologiques en "Modélisation en programmation mathématique pour l'analyse des politiques agricoles et environnementales en utilisant le logiciel de modélisation mathématique GAMS (General Algebraic Modeling System)" - en Total 40h éq.TD/an.

- De 2004 à 2008, j'ai organisé en collaboration avec G. Flichman et F. Jacquet trois cours

internationaux sur les modèles sectoriels agricoles destinés à l'analyse prévisionnelle et à l'évaluation des politiques agricoles dans la région méditerranéenne.

Par ailleurs et notamment avant mon départ au JRC, j'étais fortement impliqué dans les activités d'encadrement des Masters. Ces activités constituent un levier pour faire progresser mes thématiques de recherche, de tester de nouvelles méthodes et d'accroître les ressources de mon équipe. En effet, j'ai co-encadré quatre Masters portant sur la modélisation et l'analyse des politiques publiques agricoles et environnementales en France (notamment la PAC) et dans les pays du Sud de la Méditerranée (en particulier la Tunisie). Plus précisément, la thèse Master de R. Chaib (2011) a porté sur l'impact du bilan de santé de la PAC sur le secteur des grandes cultures en Midi-Pyrénées (France). Celle de H. Jeder (2010) sur les effets du changement de la tarification de l'eau d'irrigation sur la durabilité des systèmes de production en Tunisie. Celle de B. Lelyon (2007) sur les effets de la suppression des quotas laitiers en France. Finalement, celle de M. Ghali (2006) sur l'analyse de l'écoconditionnalité et des mesures agri-environnementales de lutte contre l'érosion dans le Lauragais.

Actuellement, j'encadre le stage de Daël Merisier, étudiant en M2 à l'Université Paris Nanterre, portant sur les effets des instruments de gestion de risque sur le secteur des grandes cultures en France.

De 2019 à 2021, j'ai assuré, sous la direction de Filippo Arfini, Professeur à l'Université de Parme (Italie), le co-encadrement de la thèse doctorale de Mme Mona Aghabeygi, intitulée "Agriculture and Food Policies in Iran Toward Achieving Food Security". Cette thèse a été soutenue en février 2021. Suite à sa thèse, Mme Mona Aghabeygi a intégré le Groupe de recherches en économie du développement à ZALF (Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research) en Allemagne pour y effectuer un séjour postdoctoral de deux ans.

J'ai également participé à des jury et des comités de thèse (voir CV pour plus de détails).

Durant mon séjour au JRC, j'ai supervisé en tant que chef d'équipe les travaux de trois jeunes chercheurs portant sur l'analyse des impacts micro-économiques de la PAC en Europe et sur l'analyse de la sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne.

Il faut noter que l'accueil des stagiaires et des doctorants au JRC est autorisé mais assez compliqué et difficile à mettre en place d'un point de vue administratif, d'où la limitation des expériences durant cette période.

3 Travaux présentés pour l'habilitation

La deuxième partie de ce document propose la synthèse de mes contributions en suivant une logique thématique, et non chronologique. Deux sections structurent cette partie, elles-mêmes composées de sous thèmes d'études. La première section, d'ordre méthodologique, se concentrera sur les travaux de modélisation et d'analyse des décisions des producteurs et des ménages agricoles dans les pays développés et en développement. La seconde section montrera comment ces travaux de modélisation ont été utilisés pour évaluer les effets de certaines politiques publiques sur l'agriculture, la sécurité alimentaire, l'environnement et les ressources naturelles.

3.1 Analyse des décisions des producteurs et des ménages agricoles

La modélisation et l'analyse des décisions des producteurs et des ménages agricoles et de leurs impacts est un sujet qui conserve toute son actualité, bien qu'il ne soit pas nouveau, et engendre nombreuses interrogations théoriques et méthodologiques, notamment avec l'émergence des questions environnementales, climatiques et de bien-être animal. Les préoccupations des économistes de la production agricole ont, en effet, évolué et ne se résument plus à une analyse de l'offre et des marges brutes agricoles, même si elle reste importante, mais plutôt à mieux comprendre les rapports entre production agricole et environnement, à appréhender les conséquences du changement climatique et le potentiel d'adaptation, à identifier les déterminants de l'adoption de nouvelles pratiques et/ou technologies, à analyser la dynamique des structures et systèmes de production, etc. Ces préoccupations qui sont nombreuses et diverses requièrent toutes une bonne connaissance des spécificités de la production agricole et une bonne compréhension des comportements et des stratégies des agriculteurs.

Cette thématique constitue le cœur de mes travaux de recherche depuis plus de vingt ans. Elle vise à analyser, par le biais de la modélisation, les décisions et les stratégies des producteurs en matière d'utilisation des ressources et de choix techniques et l'impact de ces décisions sur l'usage des sols, l'offre, le revenu agricole, l'environnement et les ressources naturelles. Plus précisément, en utilisant les outils de l'économie de la production et de l'analyse micro-économique, j'essaye de (i) comprendre la logique du fonctionnement des systèmes productifs et la façon dont les producteurs et les ménages agricoles font leurs choix, (ii) identifier les déterminants clés et le degré de flexibilité de ces systèmes, (iii) représenter le mieux possible ces systèmes dans

des modèles comportementaux d'analyse des préférences en univers risqué et évaluer leurs performances socio-économiques et environnementales, et (iv) anticiper les transformations de ces systèmes dans leurs différentes composantes (technique, économique, organisationnelle, sociale, ...) face à des changements probables d'environnement (prix, politiques, technologies ...). Le recours à la modélisation est étayé par le fait qu'elle nous aide, d'une part, à mieux comprendre le fonctionnement du système étudié grâce à une définition explicite des causalités et des interdépendances entre les variables et, d'autre part, à simuler et à quantifier la réponse de ce système aux chocs exogènes.

En plus de nouveaux défis méthodologiques qu'elle soulève, cette thématique constitue une étape préalable indispensable à toute étude prospective concernant le secteur et à toute analyse d'impact des politiques publiques en la matière. En effet, évaluer l'impact d'une politique donnée sur les décisions des agents économiques nécessite d'abord une bonne compréhension de leurs comportements et ensuite une représentation fine et précise de ces comportements à travers la modélisation. À titre d'exemple, aujourd'hui pour qu'il soit utilisé par les instances européennes dans un processus officiel d'évaluation des politiques publiques, un modèle comportemental doit être robuste (capable de reproduire les décisions passées, insensible aux incertitudes et en mesure de prédire des réponses réalistes face à des actions extrêmes), apte d'inférer des résultats généralisables à la population d'intérêt, utilise la méthode/technique de pointe, suffisamment flexible, transparent (hypothèses, codage, ...), mobilise les meilleures données disponibles et scientifiquement acceptables par les pairs.

Les travaux que j'ai menés dans cette thématique peuvent être regroupés en deux catégories : d'une part, ceux qui ont pour objectif d'améliorer la compréhension à la fois théorique et empirique des préférences et des choix des producteurs agricoles dans les pays développés, et d'autre part, ceux qui sont dédiés à l'analyse des décisions des ménages agricoles dans le contexte des pays en développement où les marchés sont défaillants ou incomplets. Bien qu'ils mobilisent des cadres théoriques différents, ces travaux font appel à la même méthode/technique de modélisation, à savoir la programmation mathématique et ses extensions.

3.1.1 Modélisation des choix et des préférences des producteurs agricoles

Les travaux de modélisation des choix et des décisions des producteurs agricoles et de leurs conséquences économiques et environnementales se sont multipliés ces dernières années. Trois

catégories de modèles comportementaux ont été employées dans cette optique. La première catégorie intègre les modèles micro-économétriques fondés sur l'approche duale de la théorie de production (Weaver, 1983). La seconde catégorie inclut les modèles de programmation mathématique reposant sur l'approche primale de la théorie de production (Norton and Hazell, 1986; Howitt, 1995; Heckelei and Wolff, 2003). La troisième catégorie inclut des modèles mêlant approches primales et duales (Carpentier and Letort, 2014)¹⁵.

Comme indiqué précédemment, dans mes travaux j'ai privilégié plutôt les modèles « primaux » de programmation mathématique pour représenter et analyser les décisions des producteurs agricoles en Europe. En plus de l'utilisation de ces modèles pour répondre à des questions scientifiques ou politiques spécifiques, j'ai essayé d'apporter des avancées méthodologiques en ce domaine.

3.1.1.1 Fonction de production et choix techniques

Parmi les questions méthodologiques que j'ai abordées, on trouve celles liées à la représentation de la fonction de production et des choix techniques des producteurs agricoles, à savoir : comment représenter une fonction de production multi-inputs et multi-outputs dans un modèle agro-économique ? Comment spécifier et modéliser d'une façon détaillée et transparente un système de culture définie comme une combinaison d'une rotation culturale et d'un itinéraire technique sous une condition pédoclimatique spécifique ? Comment quantifier les effets de ce système d'abord avec le modèle agronomique et ensuite avec le modèle économique ? Comment prendre en compte des aspects dynamiques comme la rotation culturale ou la dynamique du troupeau dans un modèle statique ([A13]) ? Comment concevoir un modèle bio-économique de ferme qui soit suffisamment générique et flexible pour être appliqué à tous les systèmes de production en Europe, facilement transférable entre les différentes implantations géographiques, et réutilisable à diverses questions politiques et conditions socio-économiques ([A15]) ? Comment utiliser les méthodes de changement d'échelle pour transférer des informations d'un niveau d'organisation donné (ex. parcelle) à un autre (ex. ferme ou région) ([A18]) ? Comment prendre en compte d'une manière détaillée et robuste les choix techniques des éleveurs bovins dans un modèle dynamique de type multi-périodique récursif ([A19]) ? Quelle-serait la meilleure technique économétrique pour allouer les charges intermédiaires entre les différentes activités de production

15. Pour une comparaison de ces différents types de modèles voir Gohin et al. (2015).

d'une exploitation agricole ([A10]) ?

3.1.1.2 Fonction comportementale en présence du risque

La deuxième série de questions que j'ai essayée de traiter est liée à la spécification des objectifs des producteurs agricoles et leurs cohérences avec la théorie économique. Dans la majorité des modèles que j'ai développés dans le contexte européen, les producteurs agricoles sont supposés rationnels et parfaitement informés, ils cherchent à maximiser leur profit ou leur utilité espérée, compte tenu des contraintes auxquelles ils sont soumis. Partant de cette hypothèse, nos interrogations concernaient notamment (i) la spécification de la forme mathématique de la fonction d'utilité, l'évaluation du niveau d'aversion au risque des agriculteurs, l'estimation des coûts et des revenus implicites des agriculteurs et le calibrage et la validation des modèles de profit ([A7]) et d'Utilité Espérée ([A6]), (ii) la modélisation du risque et de l'incertitude dans un modèle primal à grande échelle ainsi que l'articulation entre les paramètres du risque et ceux de la fonction comportementale dans un modèle d'Utilité Espérée de type CARA¹⁶ ([A5] ; [D3]), et (iii) l'analyse des choix stratégiques et d'investissement dans le secteur d'élevage ([A19]).

Ces dernières années, je me suis intéressé à l'analyse de la diversité des agriculteurs et de l'hétérogénéité des comportements en utilisant des données microéconomiques du Réseau d'Information Comptable Agricole (RICA) et la modélisation au niveau individuel. Cette orientation qui a l'avantage de réduire le « biais d'agrégation¹⁷ », un problème récurrent dans les modèles de fermes types, a soulevé de nouveaux défis méthodologiques qui devraient être adressés pour obtenir des modèles individuels robustes et capables d'inférer des résultats généralisables à la population d'intérêt. Ainsi et en plus de la question du pourquoi et comment tenir compte de l'hétérogénéité des comportements dans un modèle primal, plusieurs interrogations ont été traitées, notamment, comment enrichir la fonction d'utilité du modèle individuel, comment le calibrer pour qu'il représente parfaitement le comportement individuel, mais également reproduit

16. Constant Absolute Risk Aversion.

17. Le biais d'agrégation est la différence entre les résultats obtenus à partir du système agrégé et ceux dérivés de l'agrégation des résultats obtenus des groupes (ou secteurs) pertinents du système (Lindberg et al., 2012). Il se pose lorsqu'on cherche à représenter les individus à l'intérieur d'un groupe par un "individu-type moyen" alors que ces individus ne sont pas totalement homogènes par rapport à la variable d'agrégation. Il est évident que cet "individu type moyen" ne transmettra pas exactement les informations de chaque individu qu'il représente. Ce biais représente ainsi la perte d'information sur l'hétérogénéité de comportement des individus d'une classe typologique. Il est réduit dans les cas où les individus agrégés sont relativement homogènes et/ou lorsque le nombre de groupes est assez important. En 1963, R. H. Day a formulé les conditions pour assurer l'homogénéité des groupes (homogénéité technologique, proportionnalité pécuniaire et proportionnalité institutionnelle) mais elles sont malheureusement difficilement atteignables (Day, 1963).

des réponses agrégées (régionales et nationales) assez robustes (c.-à-d. comment le calibrer à des élasticités prix exogènes), comment résoudre les défis techniques (paramétrisation, résolution, calculs numériques, etc.) associés à ce type de modèle, ... ([A6]; [A7]; [G6]).

Ces différents travaux de modélisation ont servi à la fois à la quantification des performances socio-économiques et environnementales des systèmes étudiés et à l'analyse d'impact des pratiques/technologies alternatives et des politiques publiques sur ces systèmes.

3.1.2 Modélisation des choix et des préférences des ménages agricoles

La modélisation et l'analyse des décisions des ménages agricoles dans les économies en développement a suscité tout mon intérêt ces dernières années. Ce choix est motivé, d'une part, par le besoin de répondre à certaines interrogations sur les effets microéconomiques de certains programmes et politiques publiques sur la sécurité alimentaire et le niveau de pauvreté dans ces pays et, d'autre part, par les défis méthodologiques que soulève l'analyse des choix des ménages agricoles en milieu sahélien où les décisions de production, de consommation et d'allocation de la main-d'œuvre sont indissociables en raison de l'absence et/ou l'imperfection des marchés (De Janvry et al., 1991). Lorsque les marchés sont parfaits, les ménages sont indifférents entre consommer leur propre bien ou des biens achetés sur le marché. Les décisions de production et de consommation sont alors définies comme séparables, et le programme d'optimisation résultant d'un tel modèle de ménage peut être résolu de manière récursive (c.-à-d. les ménages choisissent leurs décisions de production pour maximiser les profits de l'exploitation ; qui servent ensuite à financer des décisions de consommation choisies pour maximiser l'utilité). En revanche, lorsque les marchés sont imparfaits ou incomplets, l'hypothèse de la séparabilité n'est plus remplie et les décisions de production et de consommation sont non-séparables et doivent être résolues simultanément (Singh et al., 1986).

3.1.2.1 Fonction comportementale en présence de non-séparabilité

En se basant sur la théorie du ménage agricole, nous avons développé un modèle appelé, FSSIM-Dev (Farming System Simulator for Developing Countries, [A1]; [A8]; [G1]) qui prend en compte l'hypothèse de non-séparabilité entre les décisions de production et de consommation mais également d'autres spécificités de l'agriculture des pays en développement telles que, (i) l'interdépendance entre les coûts de transaction et les décisions de participation au marché, (ii)

l'interaction entre les ménages agricoles pour les facteurs de production et (iii) la saisonnalité de l'utilisation des ressources. À notre connaissance, FSSIM-Dev est l'un des rares modèles de ménages agricoles qui soit basé sur la programmation mathématique et capable de prendre en compte l'ensemble de ces spécificités. Une autre nouveauté de ce modèle est qu'en raison de l'hypothèse de non-séparabilité, le prix auquel le ménage évalue un produit est généré par le modèle (c.-à-d. endogène à l'intérieur d'une fourchette de prix) en fonction de son statut en tant que vendeur net, acheteur net ou autarcique. La question de la non-séparabilité a déjà été prise en compte dans des études antérieures comme dans [Ruben and van Ruijven \(2001\)](#); cependant, les prix sont souvent supposés exogènes.

FSSIM-Dev a été développé pour informer les décideurs politiques et les partenaires de développement sur la façon dont les changements des prix, de technologie, des politiques agricoles et alimentaires pourraient affecter la viabilité, la pauvreté et la sécurité alimentaire des ménages agricoles, quels types de ménages agricoles seront les plus touchés, où se situent ces ménages, quelles sont leurs caractéristiques, etc. Appliqué au niveau de chaque ménage individuel, ce modèle permet ainsi de prendre en compte la façon dont les effets se distribuent entre les ménages, et pas seulement les effets moyens. Il a été conçu suffisamment flexible pour être utilisé dans différents contextes socio-économiques et à diverses fins. Cette flexibilité a été démontrée à travers son application dans six pays d'Afrique subsaharienne pour traiter diverses questions (Sierra Leone [A8]; [G11], Tanzanie [A1]; [G2], Sénégal [G3], Niger [D1]; [G5], Éthiopie [G4] et Côte d'Ivoire [G7]).

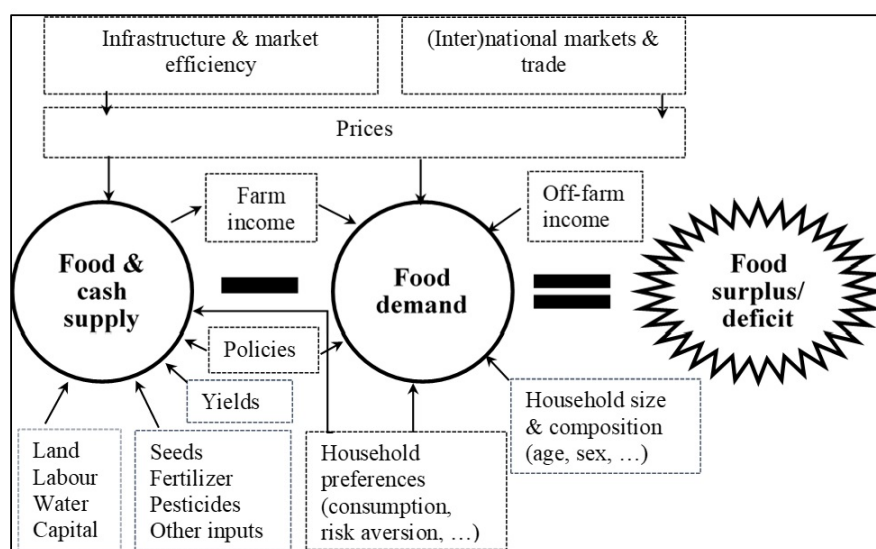


Fig. 2. Schéma simplifié du modèle FSSIM-Dev (Louhichi et al., 2022, [A1])

3.1.2.2 Relation taille de l'exploitation et productivité

Ces dernières années, je me suis également intéressé au fameux débat sur la relation inverse (RI) entre la taille de l'exploitation et la productivité dans les pays en développement (PED). Dans un article accepté avec modifications mineures dans la revue "*Frontiers in Sustainable Food Systems*" [B5], nous avons pu démontrer à travers une étude de cas en Éthiopie et en utilisant des données provenant des enquêtes socio-économiques (appelées aussi enquêtes LSMS-ISA ¹⁸ de la Banque Mondiale) de 2011-12, 2013-14, et 2015-16, que :

(i) la relation inverse prévaut lorsque la mesure de la productivité est basée sur les rendements auto-déclarés. Par contre, quand les rendements sont mesurés avec la technique des coupes-témoins « crop-cut », cette relation est directe. Ces résultats confirment ceux des études antérieures menées en Éthiopie et ailleurs, montrant que la RI est expliquée en partie par des erreurs de mesure causées par l'auto-déclaration ou/et les perceptions erronées (c.-à-d. les agriculteurs ont tendance à surestimer leurs rendements).

(ii) la prise en compte de la main-d'œuvre dans l'analyse réduit considérablement l'amplitude des coefficients de cette relation mais pas le signe. Ceci montre que l'augmentation de la taille des exploitations réduirait considérablement l'utilisation de la main-d'œuvre en faveur de la mécanisation.

(iii) les résultats de la régression quantile révèlent l'importance de l'hétérogénéité dans l'hypothèse de RI. L'ampleur de l'effet augmente (en termes absolus) de manière monotone avec le quantile dans le cas des rendements auto-déclarés et diminue de manière monotone avec le quantile lorsque les rendements sont mesurés par la technique des coupes-témoins.

(iv) d'un point de vue politique, ce travail a montré que, d'une part, la politique de remembrement des terres agricoles est la plus appropriée dans ce contexte même si elle peut avoir des fois des effets défavorables et que, d'autre part, l'hétérogénéité est omniprésente en agriculture des pays en développement et qu'une politique peut ne pas convenir à toutes les exploitations.

En collaboration avec des collègues du JRC, nous avons également publié un ouvrage sur le rôle des petits exploitants en matière de sécurité alimentaire et nutritionnelle dans les PED [C1]. Basé sur une compilation des travaux de recherche d'une vingtaine de scientifiques spécialisés dans ce domaine, cet ouvrage analyse les opportunités et les contraintes auxquelles sont confrontés les petits exploitants dans ces pays, notamment en termes de disponibilité, d'accès et

18. LSMS-ISA : Living Standards Measurements Study-Integrated Surveys on Agriculture.

d'utilisation des intrants (engrais, irrigation, prêts, etc.), et discute la façon dont ces exploitants peuvent contribuer à la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté. Parmi les conclusions de cet ouvrage nous pouvons citer : (i) tous les petits exploitants ne sont pas identiques et les stratégies d'aide doivent différencier entre les petits exploitants qui devraient être poussés vers le haut, vers des systèmes plus productifs "*moving up*" et ceux qui devraient être poussés plutôt vers une sortie de l'agriculture "*moving out*", et (ii) le renforcement des capacités de production des petits exploitants et de leur résilience économique et sociale pourrait avoir des effets positifs sur la sécurité alimentaire et nutritionnelle à plusieurs niveaux.

3.2 Évaluation des politiques publiques

Les travaux classés dans cette section évaluent les effets des politiques publiques dans le domaine agricole, environnemental et rural. Nous nous intéressons à quatre thèmes en particulier. Le premier est centré sur l'analyse d'impact des différentes réformes de la Politique Agricole Commune (PAC) sur l'agriculture européenne. Le second est consacré aux politiques promouvant des pratiques et des systèmes de production agricole durables. Le troisième est dédié aux politiques de soutien aux biocarburants et de leurs conséquences sur les décisions économiques des producteurs agricoles et sur l'environnement en France. Le dernier est consacré aux politiques agricoles dans les pays en développement, notamment en Afrique subsaharienne.

L'évaluation des politiques publiques que je mène est plutôt de type « ex-ante » ou « a priori » (c.-à-d. réalisée avant la mise en œuvre de la politique) et se fait généralement en termes monétaires pour les effets marchands et en termes physiques pour les effets non-marchands.

Dans certains de mes travaux, je n'ai pas simulé les effets d'une politique spécifique mais plutôt d'un large éventail d'options politiques dont certains sont hypothétiques dans le but est de fournir aux décideurs politiques des informations et des preuves objectives utiles à la prise de décision.

3.2.1 Politiques agricoles : Politique Agricole Commune

Depuis sa mise en place dans les années 1960, la PAC a subi de nombreuses réformes, dont la plus récente est en phase de finalisation et elle entrera en vigueur au 1er janvier 2023.

La première grande réforme est celle de 1992 (appelée la réforme de MacSharry) qui a consti-

tué une rupture dans l'histoire de la PAC avec comme objectif principal la résolution des problèmes d'excédents et la réduction des distorsions de concurrence sur le marché international. Cette réforme reposait sur une réduction progressive des prix agricoles garantis, principalement ceux des céréales et de la viande bovine, et de sa compensation partielle par des paiements directs couplés à la superficie pour les grandes cultures et à l'effectif pour la production bovine et ovine. La distribution de ces aides directes est, néanmoins, conditionnée par le respect du gel d'une partie des terres pour faire face à la surproduction et à l'explosion des coûts en matière de gestion des stocks. Cette réforme a généré plusieurs interrogations sur notamment ses conséquences en termes de changements dans les volumes de production, les assolements, les systèmes de production, sur sa capacité à améliorer les équilibres de marchés, et sur la rentabilité et la viabilité des systèmes de production extensifs qu'elle engendre.

En 1999, une nouvelle réforme, sous le nom d'« Agenda 2000 », est venue renforcer celle de 1992 par un nouvel alignement des prix internes sur les prix mondiaux, mais également par l'introduction du principe d'« éco-conditionnalité » qui conditionne l'octroi des aides directes au respect de certaines normes environnementales. En effet, les questions environnementales deviennent plus présentes dans le débat public et par conséquent la PAC doit donner la priorité à ces questions. Les autres mesures qui ont caractérisé cette réforme sont l'incitation à la pluriactivité et à la multifonctionnalité de l'agriculture et le renforcement des mesures structurelles en vigueur, à l'intérieur d'une nouvelle politique de développement rural, désormais dénommée « deuxième pilier de la PAC ». L'objectif étant de créer une agriculture compétitive, respectueuse de l'environnement et permettant de maintenir une diversité des paysages. La question de l'effet du changement de politique sur l'évolution des systèmes de production est alors en discussion. Les nuisances environnementales générées par les systèmes de production intensifs sont de plus en plus reconnues et on s'interroge alors sur la capacité de la réforme à mettre un terme à cette évolution.

En 2003, une troisième réforme dite « révision mi-parcours » est intervenue. Initialement prévue pour n'être qu'une étape avant la fin de l'Agenda 2000, elle prend enfin la forme d'une nouvelle réforme importante qui s'applique à partir de 2006. Le principal élément de cette réforme est celui du découplage entre les aides et la production. Les aides qui étaient jusque-là allouées en fonction des superficies cultivées ou l'effectif de bétail détenu sont converties partiellement ou totalement en droits à paiement unique (DPU) dont le montant est calculé au

niveau exploitation ou régional sur la base des références historiques. Plusieurs options ont été ainsi proposées aux États membres dans chaque secteur pour mettre en œuvre le découplage des aides. Toutefois, pour bénéficier de paiements directs, les agriculteurs doivent respecter certains critères environnementaux, de sécurité alimentaire, de santé et de bien-être des animaux (« éco-conditionnalité »). Les autres aspects de cette réforme sont l'introduction de la modulation des paiements, la baisse des prix garantis pour certains produits et l'augmentation du budget alloué aux aides agri-environnementales et au développement rural (le second pilier). L'objectif principal de cette réforme était de poursuivre l'orientation initiée dans l'Agenda 2000, à savoir garantir une agriculture plus respectueuse de l'environnement et qui contribue au développement des territoires ruraux, tout en permettant aux agriculteurs de bénéficier de revenus plus stables.

En 2009, une nouvelle réforme, nommée « bilan de santé », est mise en œuvre. Cette réforme visait à simplifier la PAC issue de la réforme de 2003 et à améliorer son efficacité. Les principales nouveautés introduites sur le premier pilier ont consisté en une augmentation du découplage, l'instauration d'aides couplées définies au niveau national, le renforcement de la conditionnalité des aides et l'augmentation de la modulation obligatoire de 5% à 10%.

Enfin, en 2013 une cinquième réforme fut décidée, instituant notamment un « paiement vert », ou verdissement, qui représente 30% du budget du 1er pilier de la PAC au bénéfice des agriculteurs les plus vertueux en matière d'environnement. Le versement du paiement vert est conditionné au respect de trois mesures : la diversification des cultures (ou diversification de l'assolement), le maintien d'un minimum de surface d'intérêt écologique (SIE) (arbres, haies, bandes tampon, jachères, etc.) et le maintien des prairies permanentes. En plus des mesures de verdissement, les principaux éléments de cette réforme sont l'harmonisation des aides entre filières et régions via un paiement uniforme à l'hectare (convergence interne), l'ajustement progressif des enveloppes des paiements directs disponibles pour chaque État membre, de sorte que tous parviennent à un paiement minimal en euros par hectare en 2019 (convergence externe), l'instauration d'un paiement supplémentaire aux jeunes agriculteurs et aux zones présentant des contraintes naturelles, l'adoption d'un régime simplifié en faveur des petits agriculteurs et la suppression de toutes les mesures de contrôle de l'offre (l'abolition des quotas laitiers le 1er avril 2015 et des quotas sucriers le 1er octobre 2017). L'objectif étant de favoriser les pratiques agricoles respectueuses de l'environnement et du climat, mais aussi de réorienter les aides en faveur des agriculteurs les plus faibles, les plus jeunes et ceux qui exercent leur métier dans des

conditions difficiles liées aux contraintes naturelles.

Ces différentes réformes ont suscité, et suscitent encore, un vaste débat dans le milieu scientifique, d'une part, sur leurs cohérences et leurs légitimités et, d'autre part, sur leurs impacts économiques (production, assolements, systèmes de production, utilisations d'intrants, revenus agricoles, marchés agricoles, ...), sociaux (emploi agricole, équité sociale, ...), environnementaux (biodiversité, pollution azotée, usage des pesticides, érosion des sols, ...) et plus récemment climatiques (émissions de gaz à effets de serre).

L'évaluation d'impact, notamment ex-ante, de la PAC et de ses différentes réformes a constitué le cœur de mes travaux de recherche depuis plus de vingt ans. C'est un sujet qui ouvre un nombre important de questions de recherche empiriques et méthodologiques, mais qui permet également de produire des connaissances sur les actions publiques dans le double but de permettre aux citoyens d'en apprécier la valeur, et d'aider le décideur à en améliorer la cohérence, l'efficacité, l'équité et la pertinence.

Mon premier travail sur la PAC était en 2002 dans le cadre du projet de recherche européen FP5-CAPSTRAT. Il s'agit d'une analyse ex-ante des différentes options de réforme de la PAC de 2003 sur l'agriculture belge [G12]. L'objectif étant d'apporter quelques éléments de réponse aux interrogations suivantes : Quelles sont les options de réforme les plus pertinentes pour la Belgique ? Quelle option choisir dans chaque secteur ? Comment les revenus agricoles vont-ils être affectés par ces réformes ? Quelles productions agricoles vont se maintenir ? Comment les marchés agricoles vont-ils évoluer ? Quels sont les défis à relever ? Deux modèles économiques complémentaires ont été utilisés dans ce travail, SEPALE et CAPRI (Britz and al., 2004). Le modèle SEPALE représente les offres des activités végétales et animales au niveau de chacune des exploitations agricoles belges du Réseau d'Information Comptable Agricole. Le modèle CAPRI représente les offres et les demandes de 45 activités végétales et animales au niveau de toutes les régions européennes. Les prix de marché sont obtenus dans CAPRI de façon récursive et sont, donc, endogènes, jusqu'à l'établissement des équilibres de marché. En revanche, dans SEPALE les prix sont exogènes et indépendants des variations de l'offre sur le marché. Trois scénarios ont été analysés et leurs résultats ont été comparés à ceux d'un scénario de statu quo (de référence) qui prévoyait la continuité de l'Agenda 2000 (c.-à-d. sans l'accord de juin 2003). Le premier scénario est un découplage partiel des aides comprenant le maintien (i) du couplage à 25% des aides pour les cultures de céréales, d'oléagineux et de protéagineux (COP), (ii) du

couplage à 100% des aides pour le troupeau de vaches allaitantes (VA) et (iii) du couplage à 40% des aides à l'abattage de bovins (AB). Le second scénario est un découplage partiel comprenant exclusivement le maintien (i) du couplage à 100% des aides pour le troupeau de vaches allaitantes et (ii) du couplage à 40% des aides à l'abattage de bovins. Le troisième scénario est le découplage total des aides qui deviennent ainsi intégrées dans le paiement unique. Les principaux résultats obtenus par les deux modèles ont révélé (i) une forte réallocation de la terre entre les productions végétales, une baisse de la production de viande bovine et un maintien de la production de lait par rapport au scénario de référence, (ii) les exploitations orientées vers les grandes cultures devraient préférer le découplage de leurs paiements compensatoires alors que les exploitations orientées vers l'élevage devraient préférer le maintien du couplage des paiements compensatoires liés au troupeau allaitant, (iii) les revenus agricoles sont maintenus et même en légère progression dans les trois scénarios (le modèle SEPALE donne des variations de revenus agricoles moins marquées que le modèle CAPRI), et (vi) le découplage complet avec toutefois le maintien du couplage des aides au troupeau allaitant est l'option qui convient le mieux au secteur agricole belge.

Toujours au sujet de la réforme de la PAC de 2003, j'ai réalisé un second travail [A12] dans le cadre du projet SEAMLESS portant sur les effets de cette réforme sur les exploitations de grandes cultures et d'élevage en Flevoland (Pays-Bas) et en Midi-Pyrénées (France) dans un contexte de libéralisation des échanges. Trois modèles ont été mobilisés dans cette analyse : le modèle d'équilibre partiel CAPRI, le modèle ferme type FSSIM (Farm System SIMulator) et le modèle économétrique EXPAMOD (Domínguez et al., 2009). Ce dernier est utilisé pour extrapoler les résultats du niveau micro au niveau macro. Les résultats de l'application de cette chaîne de modélisation ont montré que la réforme de la PAC de 2003 entraîne une forte substitution des cultures racinaires (betterave et pomme de terre) et du blé dur par des légumineux et des oléagineux. Une grande partie de la superficie en jachère sera mise en production entraînant une intensification des systèmes agricoles existants. La suppression des quotas laitiers entraîne une augmentation de la taille moyenne des troupeaux et de la production de lait. Les revenus agricoles des exploitations types en Flevoland diminuent alors que ceux des exploitations types en Midi-Pyrénées augmentent. Ce travail a été également une occasion pour présenter le modèle FSSIM en tant que premier modèle ferme type générique et modulaire applicable dans n'importe quels contextes socio-économiques et sous diverses conditions géo-climatiques.

La réforme de la PAC dite « bilan de santé » a également suscité notre intérêt. En 2010, j'ai encadré un travail de Master sur l'impact de cette réforme sur le secteur des grandes cultures en utilisant la modélisation agro-économique, couplant le modèle biophysique CROPSYST et le modèle économique FSSIM (Chaib, 2011). Nous avons appliqué cette modélisation à des exploitations types représentatives du secteur des grandes cultures dans la région Midi-Pyrénées pour simuler trois scénarios : (i) le « bilan de santé » de la PAC (S1) ; (ii) le bilan de santé combiné à un scénario de hausse des prix des produits agricoles « bilan de santé hausse des prix » et (iii) le bilan de santé conjugué à un scénario de baisse des prix des produits agricoles « bilan de santé baisse des prix ». Les résultats des simulations ont montré que les revenus et les coûts de production augmenteraient dans les trois scénarios, mais avec des taux différents selon le scénario et l'exploitation type. Les subventions reçues enregistreraient une légère régression par rapport au scénario de référence à cause notamment de l'augmentation du taux de modulation de 5% à 10% ainsi que l'adoption du découplage total. En termes d'occupation du sol, les résultats montrent qu'avec l'application du « bilan de santé » ou du scénario « bilan de santé et baisse des prix », on favorise les cultures céréalières et oléagineuses, principalement le blé dur, le blé tendre et le tournesol. En revanche, avec l'adoption du scénario « bilan de santé et hausse des prix », seules les cultures céréalières vont augmenter de superficies, principalement le blé dur et le maïs. La jachère disparaîtrait complètement de l'assolement dans les trois scénarios suite à la suppression de l'obligation jachère. L'analyse des résultats environnementaux révèle que l'adoption du scénario du « bilan de santé » ou de celui du « bilan de santé et hausse des prix », engendrerait un accroissement de tous les indicateurs environnementaux retenus, à savoir le lessivage de l'azote, l'usage des pesticides et l'érosion du sol.

Cela étant dit, les travaux de recherche sur la PAC les plus pertinents et qui ont eu le plus d'impact sur les décisions politiques sont ceux réalisés durant mon passage au JRC Séville de 2012 à 2020. En collaboration avec quatre collègues (P. Ciaian, M. Espinosa, A. Perni et S. Gomez-y-Paloma), nous avons développé un modèle micro-économique d'analyse des impacts économiques et environnementaux de la PAC sur les secteurs agricoles des 27 Etats Membres de l'Union Européenne. Appelé IFM-CAP (Individual Farm level Model for Common Agricultural Policy analysis), ce modèle utilise les données technico-économiques individuelles collectées dans le cadre du Réseau RICA dans plus de 80 000 exploitations, permettant ainsi de prendre en compte pleinement l'hétérogénéité des exploitations européennes et d'identifier les gagnants et

les perdants de la PAC, dans quelles régions elles se situent et quelles sont leurs principales caractéristiques.

IFM-CAP a été utilisé, en couplage avec le modèle CAPRI, pour simuler les effets de la réforme de la PAC de 2013, notamment les impacts économiques des mesures du verdissement de la PAC "*greening measures*" [A6], de la mesure de diversification des cultures "*crop diversification*" [A7], des paiements directs ([A3]; [D2]) et de la suppression totale de la PAC combinée avec un scénario de libre échange [A4].

Les principaux enseignements issus de ces travaux sont :

(i) les impacts économiques et environnementaux des mesures du verdissement de la PAC [A6] et de la diversification des cultures [A7] sont très limités, en particulier au niveau agrégé et qu'il serait judicieux de renforcer, voire repenser ces mesures pour accélérer la transition vers une agriculture verte. En effet, le changement des pratiques suscité par le verdissement ne concernerait que 4.5% des terres agricoles européennes : 1,8% des terres seraient réaffectées pour les besoins de la diversification des cultures, 2,4% pour les besoins des SIE et 1,5% pour les besoins des prairies permanentes. Son effet sur le revenu des agriculteurs reste très faible (estimé à -1% au niveau agrégé) et sa mise en œuvre n'engendrerait aucun coût de mise en conformité pour 71% des agriculteurs. Pour plus de deux tiers des 29% d'agriculteurs exposés à des coûts de mise en conformité, ceux-ci sont inférieurs à 25 euros par hectare ; ils sont même inférieurs à 10 euros par hectare pour plus de 40% des agriculteurs concernés (Fig. 3).

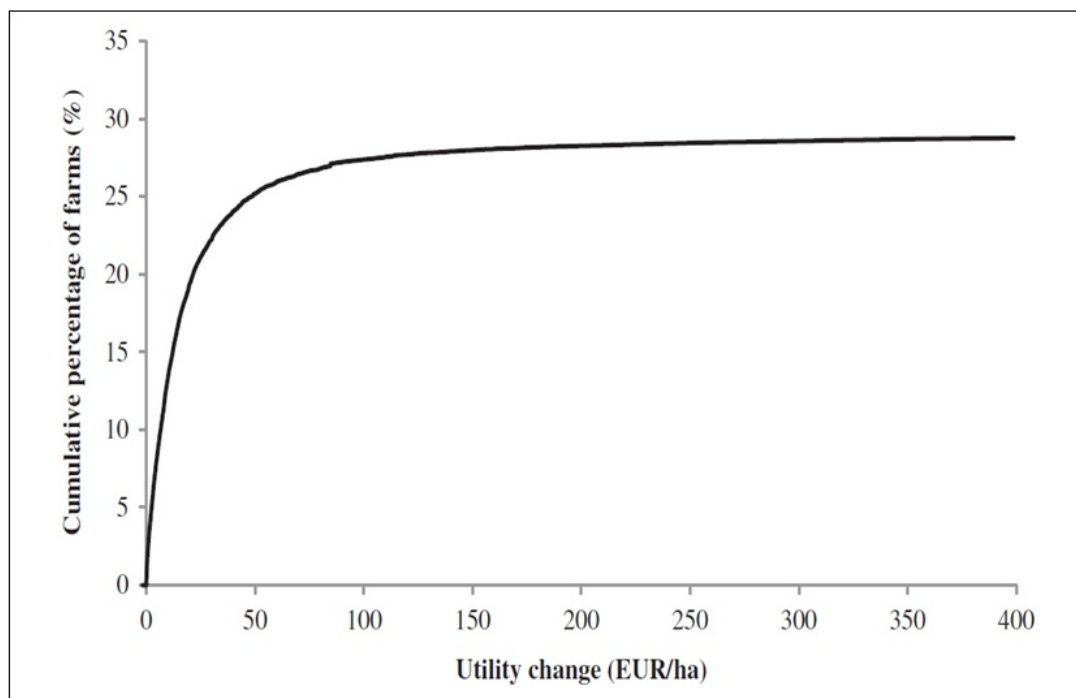


Fig. 3. Distribution des coûts de mise en conformité résultant du verdissement de la PAC parmi la population agricole de l'UE-27 (EUR/ha) (Louhichi et al., 2018, [A6])

(ii) le nouveau dispositif de paiements introduit dans la réforme de la PAC de 2013 ne réduirait que partiellement la disparité (mesurée par le coefficient de Gini) dans la répartition des paiements directs et des revenus agricoles entre les exploitations européennes et, donc, des mesures additionnelles sont nécessaires pour assurer une distribution équitable des paiements. En effet, le coefficient de Gini pour les paiements passe de 0,63 à 0,60 (-5%) et celui des revenus de 0.754 à 0.751 (-0.39%), signe d'un léger recul des inégalités, notamment dans la répartition des paiements. Son effet sur le revenu des agriculteurs et sur la production reste limité, expliqué en partie par les hypothèses de modélisation, à savoir la non prise en compte des effets prix ainsi que des effets production qui résulteraient des paiements découplés [A3], [D2].

(iii) la suppression de la PAC (scénario peu plausible) entraînerait une baisse des revenus pour la majorité des exploitations agricoles européennes (environ 77%). Les plus touchées seraient celles qui ont une forte dépendance de la PAC comme les petites-moyennes exploitations et celles spécialisées en bovins et en Céréales et OléoProtéagineux (COP)). Elle doublerait le pourcentage (environ 3%) des exploitations agricoles les plus vulnérables, celles dont le revenu est insuffisant pour maintenir leur activité agricole. L'augmentation des prix et des rendements qui résulterait de la suppression de la PAC n'atténuerait que légèrement ces effets négatifs. Ces résultats ont

ainsi montré le rôle important de la PAC en tant que mécanisme de stabilisation des revenus agricoles en Europe [A4].

Les résultats obtenus avec ce modèle sur les effets du verdissement de la PAC [A6] ont été cités par la Commission Européenne (DG-AGRI) dans leur SWD document (« Commission Staff Working Document (CSWD) 'Review of greening after one year' : [SWD\(2016\)218/F1 - EN \(europa.eu\)](#) »).

Ils ont été également utilisés par la Cour des Comptes Européenne comme une contribution importante à la discussion politique sur cette question ([Special Report n°21/2017 : Greening: a more complex income support scheme, not yet environmentally effective \(europa.eu\)](#)).

Le modèle IFM-CAP a été cité dans le bulletin de veille du Centre d'études et de Prospective du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation en France de septembre 2015 : [bulletin_veille_ep_septembre_2015](#)

Il a également servi comme outil d'aide à la décision pour simuler les effets de certaines options de réforme de la PAC 2021-2027 proposées par la Direction Générale de l'Agriculture et du Développement Rural de la Commission Européenne. Pour plus d'informations sur les résultats de ces simulations, voir « Commission Staff Working Document (CSWD) 'Impact Assessment' : [SWD\(2018\)301/F1 - EN \(europa.eu\)](#) ».

3.2.2 Politiques environnementales : Directive Nitrate & Directive Cadre sur l'Eau

Au début des années 2000, la PAC n'est plus la seule politique qui concerne l'agriculture. Les politiques environnementales constituent des composantes aussi importantes du cadre d'évolution de l'agriculture. L'enjeu est d'atteindre simultanément des objectifs de production agricole de biens alimentaires et des objectifs environnementaux. Cette tendance se manifeste avec le développement à côté de la PAC, des politiques visant à la réduction des intrants chimiques, fertilisants azotés et produits phytosanitaires (Directive nitrate, Directive Cadre sur l'Eau, plan Ecophyto, Directive Cadre sur l'utilisation durable des pesticides, nouvelles perspectives pour le volet agri-environnemental de la PAC). Ces politiques reposent sur une génération d'instruments dont la caractéristique principale est le volontariat. Ce caractère volontaire est essentiellement lié à l'absence de recours direct au pouvoir contraignant des États, soumettant l'adoption de ces approches au bon vouloir des agents. Cela n'implique pas la négation ou l'absence de l'État, mais des modalités d'intervention différentes basées notamment sur les institutions. Ces instruments font appel à la responsabilité morale des producteurs et aux éventuelles sanctions sociales aux-

quelles ces derniers s'exposent en cas de non-respect. L'autre avantage de ce type d'instruments est son caractère préventif. En effet, l'une des principales critiques de l'approche réglementaire aussi bien qu'économique, c'est qu'il s'agit d'instruments curatifs intervenant tardivement : la pollution commence à affecter la fonction objectif des agents alors même que certains seuils irréversibles sont déjà franchis ; le niveau optimal de pollution que l'on vise risque d'excéder les réelles capacités d'assimilation du milieu naturel et par accumulation de les réduire ultérieurement.

L'analyse de ce type de politiques a retenu toute notre attention. Le premier travail de recherche sur ce sujet était en 2005 dans le cadre du projet de recherche européen SEAMLESS ([A12] ; [A13]). L'objectif de cette analyse était d'évaluer les impacts économiques et environnementaux (lessivage des nitrates, consommation en eau et érosion des sols) de la Directive Nitrate après le renforcement du principe d'éco-conditionnalité avec la réforme de la PAC de 2003. Cette étude est menée dans une période où les nuisances environnementales générées par les systèmes de production sont de plus en plus reconnues et on s'interroge alors sur la capacité des politiques agricoles à mettre un terme à cette évolution. À travers une étude de cas en France et en utilisant un modèle agro-économique, nous avons pu démontrer que la mise en œuvre de la Directive Nitrate affecte que légèrement les revenus agricoles, par contre et contrairement à nos attentes, le lessivage de l'azote n'a pas changé, la consommation en eau a augmenté et l'érosion des sols a diminué en raison principalement d'une modification de l'assolement et des pratiques culturales. Ce travail a fourni un exemple concret des effets inattendus d'une politique publique et a pu révéler comment les effets contre-intuitifs d'une mesure de politique visant un problème environnemental donné peut induire d'autres problèmes environnementaux.

Le second travail avait pour objectif de comparer, en utilisant la modélisation agro-économique, les coûts-efficacités de différentes mesures de lutte contre les pollutions par les nitrates au niveau du bassin versant de Lunan en Écosse ([A16] ; [D6]). Situé à l'est de l'Écosse, ce bassin versant est représentatif des grandes cultures intensives du pays. Il est l'un des deux bassins versants prioritaires surveillés dans le cadre du plan d'action sur la pollution diffuse agricole, car il risque de ne pas respecter les exigences environnementales de la Directive Cadre sur l'Eau. L'ensemble du bassin versant se situe en fait dans une zone vulnérable aux nitrates. Les mesures que nous avons simulées intègrent des taxes et des normes de second rang appliquées aux intrants azotés et des normes de premier rang appliquées sur les émissions. En plus de l'estimation des quanti-

tés d'émissions azotées générées par les systèmes de production actuels, ce travail a permis de générer les courbes de coût marginal d'abattement associées à ces différentes mesures et comparer ainsi leurs performances. Les résultats montrent comme prévu que (i) les normes sur les émissions sont plus efficaces que les normes et les taxes sur les intrants et que (ii) les normes sur les intrants qui sont définies en fonction des cultures et des besoins du sol sont beaucoup plus performantes que les normes visant le niveau moyen d'utilisation d'azote dans le bassin versant (c.-à-d. une norme azotée moyenne par hectare).

3.2.3 Politiques énergétiques : Biocarburants

Le début des années 2000 a été marqué par une nette accélération des biocarburants¹⁹ en Europe, aux Etats-Unis et dans plusieurs autres pays du monde motivée par la hausse des prix du pétrole brut, le désir d'indépendance énergétique des pays et la lutte contre le réchauffement climatique par la diminution des émissions de dioxyde de carbone. Ainsi, au bout de quelques années, les Etats-Unis sont devenus le premier producteur mondial d'éthanol et l'Union Européenne le producteur de la majorité du biodiesel au monde (80%). En Europe, cette accélération est due en grande partie aux politiques publiques mises en place pour encourager le développement de cette nouvelle filière de production d'énergie comme les aides aux investissements, les aides spécifiques aux cultures énergétiques, la défiscalisation des biocarburants, la fixation par certains États Membres d'objectifs d'incorporation de biocarburants dans les carburants fossiles, etc.

Cependant, cette popularité croissante des biocarburants est devenue rapidement l'objet de grandes controverses et les politiques visant à promouvoir leur utilisation ont été fortement critiquées. Plusieurs organisations écologistes ont, en effet, contesté leur capacité à réduire le réchauffement climatique estimant qu'au contraire ils émettent plus de gaz à effet de serre (GES) que les combustibles fossiles et peuvent même produire d'autres effets environnementaux négatifs indésirables à cause des changements dans les usages des sols qu'ils entraînent. D'autres organisations internationales comme la FAO et la banque mondiale les ont tenues pour responsables de la flambée du cours des matières premières agricoles et de la crise alimentaire mondiale de 2007-

19. Les biocarburants sont des carburants issus de la biomasse (l'ensemble des matières organiques d'origine végétale, animale ou fongique). Il existe deux familles de biocarburants : ceux de première génération qui sont issus de plantes habituellement cultivées à des fins alimentaires comme la canne à sucre, la betterave, les céréales, le colza, le maïs, le tournesol, l'arachide et le soja, et ceux de générations futures (biocarburants de seconde et troisième générations) qui sont élaborés à partir de cultures non alimentaires (jatropha) ou graminées (miscanthus, switchgrass), de paille ou de bois, mais aussi de déchets agricoles, forestiers ou alimentaires (Hubert, 2012).

2008. Bien que ces critiques aient visé en particulier les biocarburants de première génération qui rentrent en compétition directe avec l'alimentaire pour l'usage des terres, le débat sur les effets potentiels des biocarburants sur les GES et sur l'équilibre alimentaire est resté longtemps ouvert.

Ainsi, pour contribuer à ce débat, nous avons réalisé deux travaux. Dans le premier **[F11]**, de type revue de littérature, nous avons dressé une synthèse des principaux arguments en faveur et contre le développement des biocarburants ainsi que leurs impacts potentiels sur les prix des denrées alimentaires, la sécurité alimentaire et la balance environnementale aussi bien dans les pays développés qu'en développement. Les forces et les faiblesses des différentes politiques de soutien des biocarburants, leur légitimité et leurs rôles ont été également discutés dans ce papier. Une attention particulière a été donnée aux politiques européennes et américaines, car elles sont les formes les plus élaborées des mesures de soutien accordées, mais aussi parce qu'elles sont pointées pour être l'une des principales sources de controverse sur les biocarburants dans le monde.

Dans le second travail **[B1]**, nous avons essayé d'évaluer les impacts micro-économiques des politiques européennes de soutien aux biocarburants²⁰ sur le secteur des cultures arables en France en utilisant un modèle d'offre agricole (ASMMA) combiné à un modèle d'équilibre général calculable mondial (MIRAGE-BioF). Le modèle d'équilibre général a été utilisé pour estimer les effets prix des politiques de soutien aux biocarburants en prenant en compte les interactions entre le secteur agricole et les autres secteurs (en particulier le secteur énergétique) ainsi que la concurrence entre les différents usages des sols, qu'ils soient à des fins alimentaires ou non alimentaires. Ce modèle a permis également de simuler le changement indirect d'usage des sols qui provient de la hausse de prix, elle-même entraînée par la demande supplémentaire pour les biocarburants. Les effets prix générés par le modèle d'équilibre général sont ensuite introduits dans le modèle d'offre agricole pour évaluer d'une manière fine et détaillée les conséquences des politiques européennes de biocarburants sur le secteur des cultures arables en France, en particulier sur les assolements, les techniques de production (ex. modification des rotations de

20. Ces politiques se basent en particulier sur le mandat européen de 2020 en matière de biocarburants tel que défini par la Directive de 2009 sur les énergies renouvelables. Nous avons également considéré que les plans d'action nationaux pour les énergies renouvelables conduisent à l'incorporation de 27,5 Mtep de biocarburants de première génération dans les transports de l'UE d'ici à 2020, avec 70% provenant du biodiesel et 30% de l'éthanol. Sur les 10% de carburants renouvelables ciblés, ceci représente une part de 7,7% de carburants renouvelables issus de biocarburants de première génération, le reste réalisé grâce à l'utilisation de biocarburants de deuxième génération ainsi que des voitures électriques et du biogaz.

culture), la production, les revenus agricoles et certaines externalités environnementales (ex. les émissions de NO et l'usage des pesticides).

L'application de ce cadre de modélisation a confirmé l'influence significative des politiques de soutien aux biocarburants sur le marché agricole de l'UE, avec une forte augmentation des prix des oléagineux, pouvant atteindre +40% dans le cas du colza, et ceux des produits céréaliers, mais avec moindre amplitude (+7% pour le blé et +6% pour le maïs). Les résultats de simulation ont également montré que les demandes d'éthanol et de biodiesel ont différents effets en termes de changement d'usage des terres et d'émissions de CO₂, confirmant ainsi les résultats précédents par [Al-Riffai et al. \(2010\)](#) et [Britz and Hertel \(2011\)](#). Les répercussions sur l'utilisation des terres et la production des cultures énergétiques en France seraient conséquentes (colza, céréales et betteraves à sucre). La plus forte augmentation concernerait les superficies de colza (+50%), principalement dans les régions où cette culture s'est jusqu'ici moins développée. Les revenus de la plupart des exploitations de grandes cultures seraient positivement affectés (+10% en moyenne), mais s'accompagneraient d'une pression accrue sur l'environnement par l'usage des pesticides (+5%) et les émissions de NO (+2,5%).

3.2.4 Politiques agricoles et rurales des pays en développement

Comme indiqué précédemment, ces dernières années j'ai mené des activités de recherche en économie agricole et rurale dans quelques pays en développement, principalement en Afrique subsaharienne. En plus de l'analyse des systèmes de production, l'objectif était d'évaluer les impacts des programmes de coopération de la CE et d'un certain nombre de politiques agricoles et alimentaires nationales sur la pauvreté en milieu rural et sur la sécurité alimentaire et nutritionnelle dans ces pays. Le but est à la fois de fournir des analyses à la DG DEVCO ainsi qu'aux délégations de l'Union Européenne, concernant les impacts de leurs programmes de coopération, ainsi que d'appuyer les autorités locales dans leurs réflexions portant sur la mise en œuvre de leurs politiques agricoles.

Le premier travail de recherche ([A1]; [G2]) analyse les impacts économiques de la taxe sur les produits agricoles en Tanzanie et compare son efficacité avec d'autres options de réforme reposant sur sa suppression ou sa réduction. Il s'agit d'une taxe sur le chiffre d'affaires des produits agricoles commercialisés perçue par les collectivités locales pour financer divers services publics locaux. Elle constitue l'une des formes de taxation agricole les plus courantes en

Afrique subsaharienne. Bien qu'elle soit relativement facile à mettre en œuvre, moins coûteuse à administrer et constitue une source de revenus importante pour de nombreuses collectivités locales, cette taxe empêche l'augmentation de la production agricole, et donc l'amélioration des moyens de subsistance des ménages agricoles et peut provoquer des distorsions du marché, principalement lorsque les taux d'accises varient selon les produits et les régions du pays. Cette analyse est réalisée à l'aide du modèle de ménage agricole FSSIM-Dev, qui est appliqué à un échantillon représentatif de 3134 ménages agricoles individuels tirés de l'enquête national par panel de Tanzanie de 2012/2013. Les simulations montrent que l'actuelle taxe est plutôt élevée et que sa suppression ou sa réduction augmenterait l'intensité de la production et stimulerait le revenu agricole, entre +2% et +21% selon les options et les régions. Ces effets positifs sont dus à l'amélioration de la productivité agricole plutôt qu'à une réaffectation des surfaces. Les grandes exploitations et les exploitations spécialisées dans les cultures de rente ont tendance à profiter davantage de la suppression ou de la réduction de la taxe. L'augmentation de la production et des revenus n'est cependant pas suffisante pour réduire significativement la pauvreté rurale et améliorer la sécurité nutritionnelle. Enfin, les résultats montrent qu'un taux d'accise uniforme de 1% pour tous les produits semble être l'option politique la plus appropriée. Il offre le meilleur compromis entre le gain économique des agriculteurs et la perte de recettes fiscales.

Le second travail ([D1]; [G5]) évalue les impacts d'un programme de développement de systèmes d'irrigation de petite échelle au Niger, appelé la Stratégie pour la Petite Irrigation au Niger (SPIN), en termes d'utilisation des terres, de production agricole, de génération de revenus et de réduction de la pauvreté. Au Niger, un objectif important de la politique agricole consiste à promouvoir le développement de petites infrastructures d'irrigation afin de diversifier la production agricole, prolonger la saison de culture, augmenter la productivité des terres et sécuriser les revenus des agriculteurs. La petite irrigation est considérée comme une alternative possible aux grands aménagements collectifs car elle est moins coûteuse à mettre en œuvre et à entretenir et plus facile à gérer. Cette évaluation a été conduite à l'aide d'un modèle de ménage agricole et des données provenant d'un échantillon national représentatif de ménages agricoles pour le Niger. Les résultats de la modélisation montrent qu'une augmentation de 47 000 hectares, soit 44% des surfaces irriguées en saison sèche, correspondant aux objectifs de la SPIN, apporterait des bénéfices significatifs aux ménages producteurs nigériens. Le revenu agricole moyen augmenterait de 12% et les inégalités de revenu des ménages en milieu rural

diminueraient de près de 5 points de Gini, soit d'environ 9%. L'extension des surfaces irriguées engendrerait également un grand nombre de créations d'emplois, ainsi qu'une diminution du taux de pauvreté rurale de plus d'un point (de 52,4% à 50,8%). Le coût d'un tel programme serait compris entre 47 et 189 milliards de CFA, à répartir entre producteurs et État.

Le troisième travail [G4] évalue les effets de l'initiative « Agricultural Commercialization Cluster (ACC) » introduite par le gouvernement éthiopien pour améliorer la productivité et la production des produits stratégiques du pays, en augmentant la quantité et la qualité des intrants agricoles (engrais chimiques, semences améliorées et services de vulgarisation et de conseil), et en facilitant la commercialisation des produits agricoles. Un modèle de ménage agricole a également été mobilisé dans cet article, appliqué à 2886 ménages agricoles individuels issus de l'enquête socio-économique de 2013/14. Les résultats de simulation montrent que la grande majorité des exploitations agricoles adopterait le paquet technologique proposé dans le cadre de cette initiative, ce qui conduirait à une augmentation de la production nationale du blé, du teff, du maïs et de l'orge d'environ 30%, 21%, 13% et 12%, respectivement. L'augmentation moyenne du revenu agricole est estimée à 14% et la réduction du niveau de pauvreté est d'environ 2%. L'accroissement de la production et des revenus affecterait positivement la consommation alimentaire des ménages agricoles et améliorerait les indicateurs nutritionnels tels que l'apport énergétique, l'apport en protéines et l'indice de diversité alimentaire (HDFI). L'efficacité économique de cette initiative reste, néanmoins, inconnue en raison de la difficulté d'estimer son coût budgétaire.

Les deux derniers travaux analysent les effets des subventions aux intrants au Sénégal [G3] et en république islamique d'Iran [A2]. Depuis maintenant plus de 10 ans, le Sénégal a mis en place un programme de subvention des intrants agricoles qui permet aux agriculteurs bénéficiaires de disposer d'engrais, de semences, et même de matériels agricoles à des prix réduits (pour les semences et l'engrais, cette réduction peut atteindre les 50% du prix de marché). Néanmoins, avec des volumes annuels d'intrants subventionnés relativement limités au regard du nombre de ménages agricoles dans le pays, les bénéficiaires de ce programme restent faibles. De plus, la manière dont les ménages bénéficiaires sont sélectionnés par les commissions locales de cession s'avère peu transparente et de plus en plus critiquée par les différents acteurs du secteur agricole. C'est pourquoi le gouvernement du Sénégal ainsi que les principaux bailleurs de fonds, dont l'Union Européenne, souhaitent réformer ce programme et notamment le mode de ciblage des agriculteurs. En se concentrant uniquement sur les subventions d'engrais, ce papier évalue, à

l'aide d'un modèle d'offre agricole, les effets potentiels de ce programme et le compare à deux modes de ciblage alternatifs. Trois scénarios ont été ainsi analysés : (i) une suppression totale du programme de subvention permettant ainsi d'apprécier ses effets, (ii) une universalisation du programme à l'ensemble des ménages sans aucune distinction mais avec une réduction de moitié du quota d'engrais subventionné par ménage, et enfin (iii) un ciblage du programme aux seuls ménages ayant une superficie inférieure à 5 ha. Pour cette évaluation, les données de l'Enquête de Suivi de la Pauvreté au Sénégal réalisée en 2011 ont été mobilisées. Cette enquête est réalisée auprès d'un échantillon représentatif de 2278 ménages agricoles répartis sur l'ensemble du territoire sénégalais. Les résultats des simulations indiquent des effets peu élevés, quels que soient les programmes (scénarios) simulés, sur les décisions de production des agriculteurs (assolement, demande d'engrais et volume produits) et sur leurs revenus (inférieur à +1%) aussi bien au niveau national que régional. Cependant, au niveau individuel, les effets peuvent être plus prononcés pouvant aller, pour le revenu, jusqu'à +30%. En outre, plusieurs ménages (environ 45% dans le cas d'une universalisation du programme) sont contraints par leur trésorerie de continuer à produire sans engrais malgré les subventions. Les cultures qui bénéficieraient le plus du programme de subvention des engrais en termes de volume seraient principalement le maïs et le riz (+3%), ainsi que le niébé (+4%). Les petites exploitations et les exploitations vivrières semblent les plus dépendantes des subventions et les plus affectées dans le cas d'une suppression du programme actuel. Enfin, le scénario qui cible les exploitations avec moins de 5 ha semble être le plus efficace. Son ratio bénéfice (mesuré en termes de gain de revenu) / coûts (mesurés en termes de montants de subventions allouées) est de 1.2, soit le plus élevé.

Pour ce qui est de l'analyse d'impact des subventions aux engrais en Iran [A2], l'objectif principal de ce travail était de contribuer au débat qui anime le pays durant cette période sur la légitimité, l'efficacité et l'équité de ces subventions. En effet, plusieurs acteurs sont pour leurs maintiens car elles sont indispensables pour l'augmentation de la productivité agricole et l'amélioration de la sécurité alimentaire et, d'autres, les considèrent comme coûteuses, profitent à des groupes spécifiques d'agriculteurs et faussent les marchés agricoles. Pour mener cette analyse, nous avons employé un modèle d'offre régional qui comprend au total 14 activités agricoles et englobe 31 régions administratives. Ce modèle est calibré au niveau de chaque région en utilisant les surfaces et les rendements cultureux observés ainsi que les élasticités

de l'offre provenant de la littérature. Les résultats de simulation montrent qu'une suppression totale des subventions entraînerait une légère baisse du revenu agricole au niveau national, bien qu'elle soit plus marquée dans certains secteurs et régions. Cela implique qu'une grande partie des exploitations n'utilise pas ou peu d'engrais et, par conséquent, des efforts supplémentaires sont nécessaires pour leur faciliter l'accès. La réallocation des subventions aux seules cultures stratégiques stimule leurs productions et leurs revenus, mais augmenterait la disparité entre les régions et affecterait négativement le bien-être global par rapport au programme actuel. L'analyse coût-bénéfice montre que les deux politiques, universelles (actuellement en place) et de ciblage des cultures stratégiques, sont inefficaces et qu'une meilleure efficacité pourrait être atteinte par la mise en place d'un programme qui tient compte de l'hétérogénéité des régions et des ménages agricoles.

4 Projet de recherche

Partant de l'expérience acquise tout au long de mon parcours professionnel et tenant compte des priorités scientifiques de notre unité de recherche et de l'INRAE, mon projet de recherche pour les prochaines années s'articule autour des thématiques et des actions suivantes :

- Interactions agriculture, environnement et climat : l'agriculture, l'environnement et le climat sont extrêmement liés et doivent être pensés simultanément. L'agriculture subit en effet les conséquences des changements climatiques et des dégradations de l'environnement, mais elle peut également contribuer à les limiter par l'utilisation de pratiques agricoles respectueuses de l'environnement et bénéfiques pour le climat. L'analyse et la modélisation de ces liens reste donc ma principale priorité pour les prochaines années. Cette thématique est, en effet, au carrefour de plusieurs sujets de recherche intéressants liés notamment à l'usage des pesticides, à la préservation de la biodiversité, à la pollution azotée, à l'adaptation et à l'atténuation du changement climatique, à la neutralité carbone, aux objectifs du Pacte Vert "*Green Deal*" européen, au plan stratégique national (PSN) de la PAC, etc. L'idée est d'essayer, en collaboration avec des chercheurs d'autres disciplines et en tenant compte de la diversité agro-écologique, de l'hétérogénéité des structures agricoles et de la localisation des productions agricoles (i) de caractériser et de représenter d'une manière fine les pratiques et les systèmes agricoles les plus courants, (ii) d'identifier, en s'appuyant sur les connaissances et les technologies apportées par la recherche agronomique, des pratiques et des systèmes agricoles innovants et durables (c.-à-d. bénéfiques pour le climat et l'environnement), (iii) d'analyser les déterminants et les freins à l'adoption de ces nouveaux systèmes/pratiques, et (iv) de quantifier leurs effets économiques, environnementaux et climatiques à différentes échelles, du local au national. Certaines de ces activités ont déjà démarré dans le cadre des projets CLAND et FAST. Elles visent à identifier et quantifier les pratiques bénéfiques pour le climat (CLAND) et celles économes en pesticides, voire zéro pesticides (FAST).

- Évaluation des politiques publiques : l'analyse des politiques publiques agricoles, climatiques et environnementales et de leurs impacts, notamment au niveau microéconomique, constitue ma seconde thématique d'intérêt. Elle s'inscrit à la fois dans la continuité de mes travaux antérieurs et en articulation avec les analyses que je compte mener dans la première thématique. En plus d'être au cœur des activités de l'unité et sur lesquelles elle est très sollicitée,

l'évaluation des politiques reste un sujet d'actualité en France et en Europe. En effet, l'adoption de la stratégie « de la Ferme à la Table » (ou « Farm to Fork ») et l'entrée en vigueur de la PAC 2023-2027 (ex. convergence des aides, renforcement de la conditionnalité, disparition du paiement vert, création des éco-régimes, consolidation des mesures agri-environnementales et climatiques (MAECS)), etc.) et sa déclinaison française (c.-à-d. le PSN) posent des nouveaux défis qui exigent un affinement des outils et des méthodes afin de pouvoir monitorer et évaluer d'une manière fine et robuste leurs impacts économiques, environnementales et climatiques. Ces défis sont encore plus difficiles à relever dans un contexte où la disponibilité, la qualité et l'accès aux données restent les facteurs limitants.

Toujours dans le cadre de cette thématique, un focus spécifique sera porté à l'analyse de la faisabilité du Pacte Vert pour le climat en France - notamment à la réduction de 50% de l'usage des pesticides et de 20% des engrais chimiques d'ici 2030 - et aux instruments politiques et aux moyens techniques et économiques (potentiels) à mettre en place pour atteindre ces objectifs. Cette question est, en effet, d'actualité et extrêmement importante car plusieurs spécialistes doutent d'une éventuelle réalisation de ce Pacte et de la possibilité d'atteindre ces objectifs sans une grande transformation du système alimentaire européen.

Pour renforcer les liens avec la thématique précédente, une attention particulière sera donnée à l'analyse de la chaîne de causalité reliant politiques publiques, comportements individuels et changements des pratiques agricoles. Il s'agit d'examiner les comportements des producteurs agricoles en réaction aux instruments politiques volontaires et obligatoires et les conséquences de ces comportements sur les pratiques agricoles et l'usage des sols.

Toujours en lien avec ces deux thématiques, un projet de recherche vient de franchir la première étape d'évaluation (positive) de la part de l'ANR dans le cadre de l'appel à projets FairCarboN. Il vise (i) à mieux comprendre, modéliser et évaluer les dommages et les risques liés au changement climatique et leur prise en compte par les agents économiques, (ii) à estimer les coûts et les potentiels de l'agriculture française dans l'atténuation des émissions de GES responsables du changement climatique en tenant compte de l'hétérogénéité des exploitations agricoles, et (iii) à analyser l'efficacité énergétique des politiques climatiques (exp. taxe carbone, quota carbone, la culture du carbone "*carbon farming*", ...) et de leurs conséquences (notamment distributives) sur l'ensemble des acteurs du secteur agricole et sur l'environnement.

- Les autres thématiques de recherche que je compte aborder dans les prochaines années

sont : (i) l'analyse de la transition vers l'agriculture biologique (potentiel, déterminants et rôle des politiques publiques), (ii) l'analyse des risques en agriculture, en particulier climatiques, leurs impacts et leurs gestions (efficacité et complémentarité des instruments de gestion de risque), (iii) l'utilisation de la technique de « Machine Learning » pour la prédiction des prix et des rendements des cultures ainsi que pour l'estimation des effets du changement climatique sur ces deux variables, (iv) l'extension de l'analyse des enjeux environnementaux à l'échelle territoriale pour mieux prendre en compte les spécificités et l'hétérogénéité des milieux naturels mais également les changements des pratiques et des politiques qui dépassent l'échelle de l'exploitation agricole, et (v) l'analyse de l'impact des changements climatiques sur l'agriculture africaine.

Ce projet sera aussi une occasion pour relever de nouveaux défis méthodologiques et pour approfondir les méthodes et les outils déployés en matière de modélisation et d'analyse des comportements des agents économiques et d'évaluation des politiques publiques. Plusieurs questions appellent un approfondissement et des éclaircissements, à savoir : (i) la prise en compte d'autres aspects que la pure maximisation du profit/utilité dans l'analyse des impacts des politiques (c.-à-d. explorer les innovations dans les théories économiques comportementales et expérimentales pour comprendre et estimer le rôle du jugement (biais cognitifs), des émotions et des interactions sociales (mimétisme, conformisme, réputation) dans la prise de décision des agents économiques), (ii) la question du changement d'échelle spatiale (ex. agrégation des indicateurs, notamment environnementaux, à une échelle plus grande) et temporelle dans l'analyse de la durabilité, (iii) les questions statistiques (échantillonnage) et de cohérence des données (c.-à-d. comment assurer la consistance entre des données provenant de différentes bases de données), (iv) le calibrage et la validation des modèles dynamiques (ex. les modèles multi-agents), etc.

La collecte et la production de données figureront, elles aussi, au premier rang de mes priorités dans les prochaines années. En effet, chaque fois qu'on souhaite développer des modèles empiriques, micro-économétriques ou de programmation mathématique, sur de solides bases en agronomie et en science de l'environnement, on se trouve rapidement confrontés aux limites des données.

Dans ce projet, la supervision d'étudiants et plus particulièrement des doctorants, est amenée à prendre une place de plus en plus importante dans mes activités de chercheur. C'est donc sur ce point que je souhaite conclure cette thèse d'habilitation à diriger des recherches.

Références

- Al-Riffai, P., Dimaranan, B., Laborde, D., et al. (2010). *Global trade and environmental impact study of the EU biofuels mandate*, volume 125. IFPRI Washington, DC.
- Amigues, J.-P., Bontemps, C., Thomas, A., et al. (1998). Pollutions diffuses et ressources renouvelables. *Gestion des pollutions, protection du consommateur et compétitivité*.
- Baumol, W. J. and Bradford, D. F. (1972). Detrimental externalities and non-convexity of the production set. *Economica*, 39 :160–176.
- Bobojonov, I. (2021). Bioeconomic models. In *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. Oxford University Press.
- Boisson, J. M. (1984). Economie, écologie, environnement : le point de vue d'un économiste. *Economie méridionale*, 125 :43–52.
- Boussemart, J., Jacquet, F., Flichman, G., and Lefer, B. (1996). Les effets de la réforme de la pac sur deux régions agricoles françaises : application d'un modèle bio-économique. *Revue Canadienne d'Economie Rurale*, 44 :121–138.
- Brisson, N., Mary, B., Ripoche, D., Jeuffroy, M. H., Ruget, F., Nicoullaud, B., Gate, P., Deviennebaret, F., Antonioletti, R., Durr, C., Richard, G., Beaudoin, N., Becous, S., Tayot, X., Plenet, D., Cellier, P., Machet, J. M., Meynard, J. M., and Delecolle, R. (1998). Stics : a generic model for the simulation of crops and their water and nitrogen balances. i. theory and parameterization applied to wheat and corn. *Agronomie*, 18 :311–346.
- Britz, W. and al. (2004). CAPRI modelling system documentation, Common Agricultural Policy Regional Impact Analysis. Bonn, Germany, 147p.
- Britz, W. and Hertel, T. W. (2011). Impacts of eu biofuels directives on global markets and eu environmental quality : An integrated pe, global cge analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 142(1-2) :102–109.
- Burrows, P. (1995). Non-convexities and the theory of external cost. In Bromley, D., editor, *The Handdbook of Environmental Economics*, pages 553–572. Basil Balckxell, Amsterdam.
- Cabelguenne, M. and Debaeke, P. (1995). *Manuel d'utilisation du modèle EWQTPR EPIC-PHASE temps réel*. INRA, Toulouse.
- Carpentier, A. and Letort, E. (2014). Multicrop production models with multinomial logit acreage shares. *Environmental and Resource Economics*, 59(4) :537–559.
- Chaib, R. (2011). Impactsdu bilan de santé de la pac sur le secteur des grandes cultures : une analyse bioéconomique en midi-pyrénées. Montpellier : Ciheam-iamm, 83p.
- Day, R. H. (1963). On aggregating linear programming models of production. *Journal of Farm Economics*, 45(4) :797–813.
- De Janvry, A., Fafchamps, M., and Sadoulet, E. (1991). Peasant household behaviour with missing markets : some paradoxes explained. *The Economic Journal*, 101(409) :1400–1417.
- Domínguez, I. P., Bezlepkina, I., Heckelei, T., Romstad, E., Lansink, A. O., and Kanellopoulos, A. (2009). Capturing market impacts of farm level policies : a statistical extrapolation approach using biophysical characteristics and farm resources. *Environmental Science & Policy*, 12(5) :588–600.

- Faucheux, S. and Noël, J. F. (1995). *Economie des ressources naturelles et de l'environnement*. Amand Colin, Paris.
- Flichman, G. (2011). *Bio-economic models applied to agricultural systems*. Springer Science & Business Media.
- Flichman, G. and Jacquet, F. (2003). Le couplage des modèles agronomiques et économiques - acquis et perspectives. *Cahiers d'économie et de sociologie rurales*, 67 :52–69.
- Godard, C., Roger-Estrade, J., Jayet, P. A., Brisson, N., and Le Bas, C. (2008). Use of available information at a european level to construct crop nitrogen response curves for the regions of the eu. *Agricultural Systems*, 97 :68–82.
- Gohin, A., Carpentier, A., Koutchade, O. P., and Bareille, F. (2015). Amélioration de la représentation de l'offre agricole dans les modèles macroéconomiques.
- Graveline, N. and Rinaudo, J. (2007). Constructing scenarios of agricultural diffuse pollution using an integrated hydro-economic modelling approach. *European Water*, 17(18) :3–16.
- Grimm, S. and Paris, Q. (1987). A von liebig model for water and nitrogen crop response. *Western Journal of Agricultural Economics*, 12(02) :182–192.
- Harcourt, G. C., Cohen, A. J., and Mata, T. (1972). *Some Cambridge controversies in the theory of capital*. Cambridge University Press.
- Havlík, P., Valin, H., Mosnier, A., Frank, S., Lauri, P., Leclère, D., Palazzo, A., Batka, M., Boere, E., Brouwer, A., et al. (2018). Globiom documentation. *International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria*.
- Heckelei, T., Britz, W., and Zhang, Y. (2012). Positive mathematical programming approaches—recent developments in literature and applied modelling. *Bio-based and Applied Economics Journal*, 1(1050-2016-85729) :109–124.
- Heckelei, T. and Wolff, H. (2003). Estimation of constrained optimisation models for agricultural supply analysis based on generalised maximum entropy. *European review of agricultural economics*, 30(1) :27–50.
- Henry de Frahan, B. (2019). Towards econometric mathematical programming for policy analysis. In *Applied Methods for Agriculture and Natural Resource Management*, pages 11–36. Springer.
- Howitt, R. (1995). Positive mathematical programming. *American Journal of Agricultural Economics*, 77(2) :329–342.
- Hubert, M. H. (2012). Nourriture contre carburant : Quels sont les éléments du débat ? *Revue Tiers Monde*, (3) :35–50.
- Jacquet, F. (2014). Agronomie et économie face aux enjeux de durabilité en agriculture : pourquoi et comment faire converger les approches ? le témoignage d'une économiste. *Agronomie, Environnement & Sociétés*, 4(1) :25–36.
- Janssen, S. and Van Ittersum, M. K. (2007). Assessing farm innovations and responses to policies : a review of bio-economic farm models. *Agricultural systems*, 94(3) :622–636.

- Krysanova, V., Muller-Wohlfeil, D. I., and Becker, A. (1998). Development and test of a spatially distributed hydrological/water quality model for mesoscale watersheds. *Ecological Modelling*, 106 :263–289.
- Lindberg, G., Midmore, P., and Surry, Y. (2012). Agriculture’s inter-industry linkages, aggregation bias and rural policy reforms. *Journal of Agricultural Economics*, 63(3) :552–575.
- Louhichi, K., Espinosa, M., Ciaian, P., Gomez y Paloma, S., and Langrell, S. (2013). *Farm-level models for EU policy analysis : review of recent literature and comparison of most relevant models*. EUR 25873 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-29012, doi :10.2791/86415, JRC79969.
- Mas-collel, A., Whinston, M. D., and Green, J. R. (1995). *Microeconomic Theory*. Oxford University Press, USA.
- Mérel, P. and Howitt, R. (2014). Theory and application of positive mathematical programming in agriculture and the environment. *Annual Review of Resource Economics*, 6 :451–470.
- Mérel, P., Yi, F., Lee, J., and Six, J. (2013). A regional bio-economic model of nitrogen use in cropping. *American Journal of Agricultural Economics*, 96(1) :451–470.
- Norton, R. D. and Hazell, P. B. (1986). *Mathematical programming for economic analysis in agriculture*. Macmillan New York, NY, USA.
- Paris, Q. (1992). The von liebig hypothesis. *American Journal of Agricultural Economics*, 84 :311–346.
- Passet, R. (1996). *L’économie et le vivant (2e éd)*. Économica, Paris.
- Pearce, D. W. and Turner, R. K. (1990). *Economics of Natural Resources and the Environment*. Harvester Wheatsheaf, Hemel Hempstead.
- Ruben, R. and van Ruijven, A. (2001). Technical coefficients for bio-economic farm household models : a meta-modelling approach with applications for southern mali. *Ecological Economics*, 36(3) :427–441.
- Singh, I., Squire, L., and Strauss, J. (1986). A survey of agricultural household models : Recent findings and policy implications. *The World Bank Economic Review*, 1(1) :149–179.
- Sraffa, P. (1960). *Production of commodities by means of commodities*, volume 1. Cambridge University Press Cambridge.
- Starrett, D. A. (1972). Fundamental non convexities in the theory of externalities. *Journal of Economic Theory*, 4 :180–199.
- Stockle, C. O., Martin, S. A., and Campbell, G. S. (1994). Cropsyst, a cropping systems simulation model : water/nitrogen budgets and crop yield. *Agricultural systems*, 46(3) :335–359.
- Sébillotte, M. (1974). Agronomie et agriculture : essai d’analyse des tâches de l’agronome. *Cahiers ORSTOM. Série Biologie*, 24 :3–25.
- Tirel, J. (1969). Modèles de programmation représentatifs du fonctionnement du secteur agricole. *Revue d’économie politique*, 79(2) :231–283.

-
- Van Ittersum, M. K., Ewert, F., Heckelei, T., Wery, J., Olsson, J. A., Andersen, E., Bezlepina, I., Brouwer, F., Donatelli, M., Flichman, G., et al. (2008). Integrated assessment of agricultural systems—a component-based framework for the european union (seamless). *Agricultural systems*, 96(1-3) :150–165.
- Vicien, C. (1991). Les modèles de simulation comme fonctions de production. *Economie rurale*, 204 :46–50.
- Weaver, R. D. (1983). Multiple input, multiple output production choices and technology in the us wheat region. *American Journal of Agricultural Economics*, 65(1) :45–56.
- Williams, J. R., Dyke, P. T., and Jones, C. A. (1983). Cropsyst, a cropping systems model : water/nitrogen budgets and crop yield. *Agricultural Systems*, 46 :335–359.

Publications Scientifiques & Valorisations

Articles dans des revues à comité de lecture

Articles dans des revues à comité de lecture répertoriées par les bases de données internationales

- A1. **Louhichi K.**, Ricome A., Gomez y Paloma S., (2022). Impacts of Agricultural Taxation in Sub-Saharan Africa : Insights from Agricultural Produce Cess in Tanzania. *Agricultural Economics* 53(3), 671-686.
- A2. Aghabeygi M., **Louhichi K.**, Gomez y Paloma S., (2022). Impacts of Fertilizer Subsidy Reform Options in Iran : An Assessment using a Regional Crop Programming Model. *Bio-based and Applied Economics* 11(1), 55-73.
- A3. Espinosa M., **Louhichi K.**, Ciaian P., Perni A., (2020). EU-wide impacts of the 2013 CAP direct payments reform : a farm-level analysis. *Applied Economic Perspectives and Policy* 42(4), 695-71 (Featured Articles).
- A4. Ciaian P., Espinosa M., **Louhichi K.**, Perni A., (2020). Farm level impacts of trade liberalisation and CAP removal across EU : An assessment using the IFM-CAP model. *German Journal of Agricultural Economics* 69(2), 108-126.
- A5. Arribas I., **Louhichi K.**, Perni A., Vila J., Gomez y Paloma S., (2020). Modelling Risk in a Large Scale Positive Mathematical Programming Model. *International Journal of Computational Economics and Econometrics* 10(1), 2-32.
- A6. **Louhichi K.**, Ciaian P., Espinosa Goded M., Perni A., Gomez y Paloma S., (2018). Economic Impacts of CAP Greening : Application of an EU-wide Individual Farm Model for CAP Analysis. *European Review of Agricultural Economics* 45(2), 143-171.
- A7. **Louhichi K.**, Ciaian P., Espinosa Goded M., Colen L., Perni A., Gomez y Paloma S., (2017). Does the crop diversification measure impact EU farmers' decisions? An assessment using an Individual Farm Model for CAP Analysis (IFM-CAP). *Land Use Policy* 66, 250-264.
- A8. **Louhichi K.**, Gomez y Paloma S., (2014). A farm household model for agri-food policy analysis in developing countries : Application to smallholder farmers in Sierra Leone. *Food Policy* 45, 1-13.
- A9. Jeder H., Sghaier M., **Louhichi K.**, Reidsma P., (2014). Bio-economic modelling to assess the impact of water pricing policies at the farm level in the Oum Zessar watershed, southern Tunisia. *Agricultural Economics Review* 15(2), 29-47.

- A10. **Louhichi K.**, Jacquet F., Butault J.P., (2012). Estimating input allocation using heterogeneous data sources : A comparison of alternative estimation approaches. *Agricultural Economics Review* 13(2), 83-102.
- A11. Jeder H., Sghaier M., **Louhichi K.**, (2011). Impact of water pricing policy on the sustainability of the irrigated farming systems : a case study in the south-east of Tunisia. *New Medit* 10(1), 50-57.
- A12. Belhouchette H., **Louhichi K.**, Therond O., Wery J., Van Ittersum M.K., Flichman G., (2011). Assessing the impact of the Nitrate Directive on farming systems using a bio-economic modelling chain. *Agricultural Systems* 104(2), 135-145.
- A13. **Louhichi K.**, Kanellopoulos A., Janssen S., Flichman G., Blanco M., Hengsdijk H, Heckelei T., Berentsen P., Oude Lansink P., Van Ittersum M., (2010). FSSIM, a Bio-Economic Farm for Simulating the Response of EU Farming Systems to Agricultural and Environmental Policies. *Agricultural Systems* 10(8), 585-597.
- A14. **Louhichi K.**, Flichman G., Boisson J.M., (2010). Bio-economic modelling of soil erosion externalities and analysis of erosion control policies - A Tunisian case study. *Journal of Bioeconomics* 12(2), 145-167.
- A15. Janssen S., **Louhichi K.**, Kanellopoulos A., Zander P., Flichman G., Hengsdijk H., Meuter E., Andersen A., Belhouchette H., Blanco M., Borkowski N., Heckelei T., Hecker M., Hongtao Li, Oude Lansink A., Stokstad G., Thorne P., Van Keulen H., Van Ittersum M.K., (2010). A generic bioeconomic farm model for environmental and economic assessment of agricultural systems. *Environmental management* 46(6), 862-877.
- A16. Mouratiadou I., Russel G., Topp C., **Louhichi K.**, Moran D., (2010). Modelling CAP-WFD Interactions and Cost-effectiveness of Measures to Reduce Nitrogen Pollution. *Water Science & Technology* 61(10), 2689-2697.
- A17. Therond O., Belhouchette H., Janssen S., **Louhichi K.**, Ewert F., Bergez J.E., Wery J., Heckelei H., Olsson J.A., Leenhardt D., Van Ittersum M.K., (2009). Methodology to translate policy assessment problems into scenarios : the example of the SEAMLESS integrated framework. *Environmental Science & Policy* 12(5), 619-630.
- A18. Ewert, F., Van Ittersum, M. K., Bezlepkina, I., Therond, O., Andersen, E., Belhouchette, H., Bockstaller, C., Brouwer, F., Heckelei, T., Janssen, S. Knapen, R., **Louhichi, K.**, Alkan Olsson, J., Turpin, N., Wery, J., Wien, J. E., Wolf, J. (2009). A methodology for enhanced flexibility of integrated assessment in agriculture. *Environmental Science & Policy* 12 (5), 546-561.
- A19. **Louhichi K.**, Alary V., Grimaud P., (2004). A dynamic model to analyse the bio-technical and socioeconomic interactions in dairy farming systems at Reunion Island. *Animal Research* 53(5), 363-382.

Articles dans des revues à comité de lecture non-répertoriées par les bases de données internationales

- B1. **Louhichi K.**, Valin H., (2012). Assessing the micro-economic impacts of EU biofuel policies in the French arable sector : Linking global market and farm-based supply models. *Review of Agricultural and Environmental Studies* 93(3), 233-272.
- B2. **Louhichi K.**, Boisson J.M., Flichman G., (2007). Analyse économique de l'environnement et spécificités de la production agricole : pour une modélisation agro-économique. *La Revue d'Economie Méridionale* 55(220), 261-285.
- B3. **Louhichi K.**, Flichman G., Comeau A., (2000). L'amélioration de l'efficience de l'irrigation pour une économie d'eau : cas d'un périmètre irrigué en Tunisie. *Méditerranée* 3, 21-29.
- B4. **Louhichi K.**, Flichman G., Zekri S., (1999). Un modèle bioéconomique pour analyser l'impact de la politique de conservation des eaux et des sols. Le cas d'une exploitation agricole tunisienne. *Economie Rurale* 252, 55-64.

Articles soumis

- B5. Mishra A., **Louhichi K.**, Genovese G., Gomez y Paloma S. Insights into Land-Size and Productivity in Ethiopia : What Do Data and Heterogeneous Analysis Reveal. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, accepted with minor revisions.

Livres & Chapitres de livre

Livres

- C1. Gomez y Paloma S., Riesgo L., **Louhichi K.**, (2020). *The role of smallholder farms in food and nutrition security*. Springer Academic Publishing. ISBN 978-3-030-42148-9.

Chapitres de livre

- D1. Tillie P., **Louhichi K.**, Gomez y Paloma S., (2018). Does small irrigation boost smallholder agricultural production – evidence from a small irrigation programme in Niger. In Wouterse F., Badiane O., (Eds), *Fostering transformation and growth in Niger's agricultural sector*. Wageningen Academic Publishers. ISBN 978-90-8686-327-3.
- D2. Espinosa M., **Louhichi K.**, Gomez y Paloma S., (2017). Does the post-2013 CAP reduce the disparities in the distribution of decoupled payments across Europe? In Mishra A., Viaggi D, Gomez y Paloma S., (Eds), *Public Policy in Agriculture : Its Impact on Labor Supply and Household Income*. Routledge Press. ISBN 9780367876838.
- D3. Arribas I., **Louhichi K.**, Perni A., Vila J., Gomez y Paloma S., (2017). Modelling Farmers' Behaviour toward Risk in a Large Scale Positive Mathematical Programming (PMP) Model. In Tsounis N., Vlachvei A., (Eds.), *Advances in Applied Economic Research*. Springer Academic Publishing. ISBN 978-3-319-48453-2.

- D4. Flichman G., **Louhichi K.**, Boisson J.M., (2012). Modelling the relationship between agriculture and the environment using bio-economic models : some conceptual issues. In Flichman G., (Eds.), *Bio-Economic Models applied to Agricultural Systems*. Springer Academic Publishing. ISBN 978-94-007-1902-6.
- D5. **Louhichi K.**, Belhouchette H., Wery J., Therond O., Flichman G., (2011). Impact assessment of 2003 CAP reform and Nitrate Directive on arable farming in Midi-Pyrénées : A multi-scale integrated analysis. In Sorrentino A., Henke R., Severini S., (Eds), *The Common Agricultural Policy after the Fischer Reform : National Implementations, Impact Assessment and the Agenda for Future Reforms*. Ashgate Publishing Company. ISBN : 978-140-942-194-8.
- D6. Mouratiadou I., Russel G., Topp C., **Louhichi K.**, Moran D., (2011). Investigating the Economic and Water Quality Effects of the 2003 CAP Reform on arable Cropping Systems : A Scottish Case Study. In Sorrentino A., Henke R., Severini S., (Eds.), *The Common Agricultural Policy after the Fischer Reform : National Implementations, Impact Assessment and the Agenda for Future Reforms*. Ashgate Publishing Company. ISBN : 978-140-942-194-8.
- D7. **Louhichi K.**, Janssen S., Kanellopoulos A., Li H., Borkowski N., Flichman G., Hengsdijk H., Zander P., Blanco M., Stokstad G., Athanasiadis I., Rizzoli A.E., Huber D., Heckelei T., Van Ittersum M., (2010). A generic Farming System Simulator. In Brouwer F., van Ittersum M.K., (Eds.), *Environmental and Agricultural Modelling : Integrated Approaches for Policy Impact Assessment*. Springer Academic Publishing. ISBN : 978-90-481-3618-6.

Communications dans congrès international et national

Communications avec actes

- E1. Riesgo L., **Louhichi K.**, et al (2016). Food and nutrition security and role of smallholder farms : challenges and opportunities. Workshop proceedings, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-58016-1, doi :10.2791/653314.
- E2. **Louhichi K.**, Espinosa M., Ciaian P., (2013). Farm-level models for EU policy analysis : review of recent literature and comparison of most relevant models. In Langrell S., (Eds.), Workshop proceedings, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-29012-1, doi :10.2791/86415.
- E3. **Louhichi K.**, Allen T., Gomez y paloma S., Flichman G., (2012). FSSIM-Dev, a bio-economic farm household model for agri-food policy analysis : application to smallholders in Sierra Leone. EcoMod proceedings, Spain, 56-66.
- E4. **Louhichi K.**, Hengsdijk H., Janssen S., Bigot G., Perret E., (2009). EU dairy farming in the face of change : An exploration using a bio-economic farm model. Proceedings of the conference on Integrated Assessment of Agriculture and Sustainable Development Setting

the Agenda of Science and Policy (AgSAP). Egmond aan Zee, The Netherlands, 10-12 March. Wageningen University and Research Centre, Wageningen, 262-263.

- E5. **Louhichi K.**, Janssen S., Flichman G., Van Ittersum M.K., (2009). A generic bio-economic model for integrated assessment of agricultural and land use policies at farm and regional levels. Proceedings of the International Conference on "Sociétés en transition et développement local en zones difficiles (DELZOD)", IRA Mednine, Djerba, Tunisie.
- E6. Janssen S., **Louhichi K.**, et al., (2009). Farming Systems SIMulator : First generic bio-economic farm model. AgSAP proceedings, Wageningen, 256-257.
- E7. Romstad E., **Louhichi K.**, Zander P., (2009). Economic modelling of multi-functionality at the farm level. AgSAP proceedings, Wageningen, 104-105.
- E8. Flichman G., **Louhichi K.**, (2009). Some conceptual issues for modelling the interaction between agriculture and environment through the bio-economic mathematical programming models. AgSAP proceedings, Wageningen, 246-247.
- E9. Traoré B., **Louhichi K.**, Rapidel B., (2009). A bio-economic model to analyse the performance of the cotton sector in Mali. AgSAP proceedings, Wageningen, 276-277.
- E10. Adenäuer M., Kuiper M., **Louhichi K.**, (2009). Effects of trade liberalization on EU agriculture : A typical macro level application of SEAMLESS-IF. AgSAP proceedings, Wageningen, 436-437.
- E11. Majewski E., Was A., Belhouchette H., **Louhichi K.**, Mouratiadou I., (2009). Impact Assessment of policy changes on the arable sector using the FSSIM model : Case study of the Zachodniopomorskie NUTS2 region. AgSAP proceedings, Wageningen, 484-485.
- E12. Ewert F., Van Ittersum M.K., Bezlepkina I., Therond O., Andersen E., Belhouchette H., Bockstaller C., Brouwer F., Heckeley T., Janssen S., Jonsson B., Knapen M.J.R., Kuiper M., **Louhichi K.**, et al., (2009). A methodology for enhanced flexibility of integrated assessment of policy impacts in agriculture. AgSAP proceedings, Wageningen, 130-131.
- E13. Adenauer M., **Louhichi K.**, Henry de Frahan B., Witzek H.P., (2004). Impact of the "Everything but arms" initiative on the EU sugar sub-sector. EcoMod proceedings, Paris, 56-66.
- E14. **Louhichi K.**, Gildas F., Véronique A., Choisis J.P., Lepetit J., (2002). Apport de la modélisation économique à l'analyse prospective et l'aide au pilotage des systèmes d'élevage laitiers à la Réunion. Rencontre Recherches Ruminants 9, 57-60.

Communications orales sans actes

- F1. **Louhichi K.**, Ciaian P., Espinosa Maria., Perni A., Gomez y Paloma S., (2018). Why individual farm decision model can better capture the effects of CAP post 2013 ? Insights from the Greening measures using the IFM-CAP model, SFER colloque : "Politiques agricoles et alimentaires : trajectoires et réformes", June 20-21, 2018, Montpellier, France.
- F2. Ciaian P., Espinosa Maria., **Louhichi K.**, Perni A., Gomez y Paloma S., (2018). Farm level impacts of abolishing the CAP direct payments : An assessment using the IFM-CAP model, 162nd Seminar, April 26-27, 2018, Budapest, Hungary, European Association of Agricultural Economists (EAAE).
- F3. Tillie P., **Louhichi K.**, Gomez y Paloma S., (2018). Does small-irrigation boost smallholder farming? Evidence from Niger, 2018 Conference, July 28-August 2, 2018, Vancouver, British Columbia, International Association of Agricultural Economists (IAAE).
- F4. **Louhichi K.**, Riesgo L., Gomez y Paloma, S., (2016). Modelling farm-household level impacts of fertilizer subsidy programs on food security : The case of Ethiopia, 2016 Annual Meeting, July 31-August 2016, Boston, Massachusetts, Agricultural and Applied Economics Association (AAEA).
- F5. Tillie P., **Louhichi K.**, Gomez y Paloma S., (2016). Modelling the farm household impacts of a small irrigation program in Niger, 2016 Fifth International Conference, September 23-26, 2016, Addis Ababa, Ethiopia, African Association of Agricultural Economists (AAAE).
- F6. **Louhichi K.**, Ciaian P., Espinosa M., Liesbeth C., Perni A., Gomez y Paloma S., (2015). Farm-level economic impacts of EU-CAP greening measures, 2015 AAEA-WAEA Joint Annual Meeting, July 26-28, 2015, San Francisco, California, Agricultural and Applied Economics Association (AAEA).
- F7. **Louhichi K.**, Pavel C., Espinosa M., Colen L., Perni A., Gomez y Paloma S., (2015). EU-wide individual Farm Model for CAP Analysis (IFM-CAP) : Application to Crop Diversification Policy, 2015 Conference, August 9-14, 2015, Milan, Italy, International Association of Agricultural Economists (IAAE).
- F8. **Louhichi K.**, Pavel C., Espinosa M., Colen L., Perni A., Gomez y Paloma S., (2015). The Impact of Crop Diversification Measure : EU-wide Evidence Based on IFM-CAP Model, 2015 Conference, August 9-14, 2015, Milan, Italy, International Association of Agricultural Economists (IAAE).
- F9. **Louhichi K.**, Gomez y Paloma S., Flichman G., (2013). Modeling farm-household decisions under imperfect markets : a case study in Sierra Leone. 133. EAAE Seminar Developing Integrated and Reliable Modeling Tools for Agricultural and Environmental Policy Analysis, Jun 2013, Chania, Greece, European Association of Agricultural Economists (EAAE).

- F10. Saravia Matus S., **Louhichi K.**, Allen T., Flichman G., Acs S., Gomez Y Paloma S., Delince J., (2011). Farm-Households and Social Relationships : Modelling Issues, and Analysis of Results from a Survey in Sierra Leone. Wye City Group fourth global conference on agricultural and rural household statistics, Rio de Janeiro, Brazil.
- F11. **Louhichi K.**, Jacquet F., (2010). Biofuel v. food security debate : Argumentation and role of biofuels policies. International conference on food security : New challenges and opportunities in the context of global price volatility, 2-4 March 2010, Muscat, Sultanate of Oman.
- F12. **Louhichi K.**, Guindé L., (2009). ASMMA, Agricultural Supply Mode for Micro-economic policy Analysis : First application to assess the impact of the CAP Health Check on the French Arable Sector. ECOPROD (Micro-économie et micro-économétrie de la production agricole), 16-17 novembre 2009, INRA Rennes, France.
- F13. Mouratiadou I., Russel G., Topp C., **Louhichi K.**, Moran D., (2009). Modelling CAP-WFD Interactions and Cost-effectiveness of Measures to Reduce Nitrogen Pollution. 2nd International Conference on Water Economics, Statistics, and Finance, Alexandroupolis, 3-5 July 2009, Thrace, Greece, International Water Association (IWA).
- F14. Flichman G., **Louhichi K.**, Boisson J.M., (2008). Some conceptual issues concerning the way to model the relations between agriculture and the environment using bio-economic mathematical programming models. 2èmes journées de recherches en sciences sociales, INRA SFER CIRAD, 11-12 décembre 2008, Lille, France.
- F15. **Louhichi K.**, et al., (2008). Impact assessment of the 2003 CAP reform and the Nitrate Directive on the arable farming system in the Midi-Pyrénées Region : Bio-Economic Modelling at field, farm and regional Levels. 109th Seminar, 20-21 November 2008, Viterbo, Italy, European Association of Agricultural Economists (EAAE).
- F16. Mouratiadou I., **Louhichi K.**, et al., (2008). Investigating the economic and water quality effects of the 2003 CAP reform on arable cropping systems : a Scottish case study. 109th Seminar, 20-21 November 2008, Viterbo, Italy, European Association of Agricultural Economists (EAAE).
- F17. Belhouchette H., **Louhichi K.**, Flichman G, Therond O., Wery J., (2008). Application of a Crop-Farm-Indicators Modelling Chain to Assess the Impact of the EU Nitrate Directive in the Midi-Pyrenees Region. X Congress of the European Society for Agronomy, 15-19 Septembre 2008, Bologna, Italy.
- F18. Li H., **Louhichi K.**, Janssen S., (2007). Development and Applications of a Component-based Generic Farm System Simulator. International Symposium on Environmental Software Systems, 22-25 May 2007, Prague, Czech Republic.

- F19. **Louhichi K.**, Flichman G., Blanco M., (2007). A Generic Mathematical Programming Model (FSSIM-MP) for farming systems analysis. Farming System Design 2007, September 2007, Catania, Italy.
- F20. Ghali M., **Louhichi K.**, Flichman G., (2007). Bio-economic analysis of cross-compliance and agri-environmental measures against soil erosion : a case study in south western France. Farming System Design 2007, September 2007, Catania, Italy.
- F21. Traoré S., Rapidel B., **Louhichi K.**, Barbier B., (2007). A farm based model to test the suitability of new cotton cropping systems with farmers in Mali. Farming System Design 2007, September 2007, Catania, Italy.
- F22. Borkowski N., Hecker J.M., **Louhichi K.**, Janssen S., (2007). Surveying crop management data for bio-economic farm models. Farming System Design 2007, September 2007, Catania, Italy.
- F23. Alary V., **Louhichi K.**, Lecomte P., Gousseff M., Choisis J.P., Grimaud P., Tillard E., (2003). Comment approcher la durabilité agro-écologique des systèmes d'élevage laitiers à la Réunion dans un modèle de comportement basé sur la programmation mathématique? Symposium Régional Interdisciplinaire sur les Ruminants : Elevage et Valorisation, 10-13 Juin 2003, La Réunion.

Publications de transfert

- G1. **Louhichi K.**, Tillie P., Ricome A., Gomez Y Paloma S., (2020). Modelling Farm-household Livelihoods in Developing Economies, EUR 30112 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-16671-9, doi :10.2760/241791, JRC118822.
- G2. Ricome A., **Louhichi K.**, Gomez y Paloma S., (2020). Impact of agricultural produce cess (tax) reform options in Tanzania : A micro-economic analysis using farm-household model, EUR 30149 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-17432-5, doi :10.2760/560972, JRC116791.
- G3. Ricome A., **Louhichi K.**, Gomez-y-Paloma, S, (2020). Subvention des intrants agricoles au Sénégal : analyse comparative de trois modes d'interventions à l'aide d'un modèle de ménage agricole, EUR 30238 FR, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-19179-7, doi :10.2760/511453, JRC120454.
- G4. **Louhichi K.**, Temursho U., Colen L., Gomez y Paloma S., (2019). Upscaling the productivity performance of the Agricultural Commercialization Cluster Initiative in Ethiopia, EUR 29950 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-12941-7, doi :10.2760/57450, JRC117562.

- G5. Tillie P., **Louhichi K.**, Gomez y Paloma S., (2019). Impacts ex-ante de la Petite Irrigation au Niger : Analyse des effets micro-économiques à l'aide d'un modèle de ménage agricole, EUR 29836 FR, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-09722-8, doi :10.2760/70964, JRC115744.
- G6. **Louhichi K.**, Espinosa M., Ciaian P., Perni A., Vosough Ahmadi B., Colen L., Gomez y Paloma S., (2018). The EU-Wide Individual Farm Model for Common Agricultural Policy Analysis (IFM-CAP v.1), EUR 28829 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-97-74276-7, doi :10.2760/218047, JRC108693.
- G7. Tillie P., **Louhichi K.**, Gomez y Paloma S., (2018). La culture attelée dans le bassin cotonnier en Côte d'Ivoire : Analyse et modélisation des impacts d'un programme de relance de la culture attelée, EUR 29429 FR, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-972317, doi :10.2760/453077, JRC111027.
- G8. Ducroque H., Tillie P., **Louhichi K.**, Gomez y Paloma, S., (2017). L'agriculture de la Côte d'Ivoire à la loupe, EUR 28754 FR, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-73180-8, doi :10.2760/126254, JRC107214.
- G9. M'barek R., Barreiro-Hurle J., Boulanger P., ..., **Louhichi K.**, et al., (2017). Scenar 2030 - Pathways for the European agriculture and food sector beyond 2020, EUR 28797 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-73859-3, doi :10.2760/887521, JRC108449.
- G10. **Louhichi K.**, Espinosa, M., Ciaian, P., and Gomez y Paloma, S. (2013). Farm-level models for EU policy analysis : review of recent literature and comparison of most relevant models. In Langrell, S. (Eds), *Farm Level Modelling of CAP : A Methodological Overview*, EUR 25873 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-29012, doi :10.2791/86415, JRC79969.
- G11. **Louhichi K.**, et al (2013). Modelling Agri-food Policy Impact at Farm-household level in Developing Countries (FSSIM-Dev), EUR 25962 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-29826, doi :10.2791/14527, JRC80707.
- G12. Henry de Frahan B., **Louhichi K.**, Harmignie O., Polomé P., (2004). La politique agricole commune : une analyse de la réforme récente. *Regards Economiques* 19, 2-13.
- G13. **Louhichi K.**, (2002). Application d'un modèle économique dynamique à l'analyse prospective des systèmes d'élevage laitiers à la Réunion. Rapport postdoctoral, CIRAD, 112p.

Thèse & Mémoires

- H1. **Louhichi K.**, (2001). Essai de modélisation bioéconomique de la relation agriculture environnement : le cas de l'érosion en Tunisie. Thèse doctorat, Université Montpellier I, Faculté

des sciences économiques, 250p (dir. J.M. Boisson et G. Flichman).

- H2. **Louhichi K.**, (1997). Utilisation d'un modèle bioéconomique pour analyser l'impact des politiques agri-environnementales : cas des techniques de conservation des eaux et du sol en Tunisie. Thèses et Masters, n°39, 1997, 120p (dir. G. Flichman).
- H3. **Louhichi K.**, (1996). Un modèle bioéconomique pour analyser l'impact des politiques agri-environnementales : Application à la ferme Sawaf. Mémoire de DEA, ENSA Montpellier - Université Montpellier I, 150p (dir. G. Flichman).