



HAL
open science

Risque, Incertitude et Gestion de Ressources Naturelles Renouvelables

Stéphane Couture

► **To cite this version:**

Stéphane Couture. Risque, Incertitude et Gestion de Ressources Naturelles Renouvelables. Mathématiques [math]. Université de Montpellier, 2015. tel-02794188

HAL Id: tel-02794188

<https://hal.inrae.fr/tel-02794188>

Submitted on 5 Jun 2020

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.

Risque, Incertitude et Gestion de Ressources Naturelles Renouvelables

Dossier de demande d'inscription à l'Habilitation à Diriger des Recherches
Sciences Economiques

Stéphane Couture

INRA, Unité de Mathématiques et Informatique Appliquées de Toulouse (MIAT)

Coordinateur : Mabel Tidball, Directeur de recherches, INRA, LAMETA Montpellier.

Table des matières

I	Curriculum Vitae Détaillé	4
II	Présentation et synthèse des travaux de recherche	26
1	Décision de gestion forestière ou de production agricole face à des incertitudes climatiques	29
1.1	Les décisions de gestion par les modèles de programmation dynamique stochastique	29
1.2	Les décisions de gestion par les modèles de processus de décision de Markov . . .	31
2	Couverture et prévention des incertitudes	33
2.1	Assurance, aide publique, risque et ambiguïté : une analyse théorique	33
2.2	Assurance, aide publique, risque et ambiguïté : une analyse empirique	35
3	Mesures des préférences vis-à-vis du risque et de l'ambiguïté pour des décisions individuelle et collective	36
3.1	Les préférences vis-à-vis du risque pour des décisions individuelles prises seules . .	36
3.2	Les préférences vis-à-vis du risque pour des décisions individuelles prises collectivement	38
III	Perspectives de recherche	40
4	Vers une modélisation jointe des décisions de gestion forestière et d'assurance	41
4.1	Les décisions de gestion forestière et d'assurance dans un cadre de Faustmann . .	41
4.2	Les décisions de gestion forestière et d'assurance dans un cadre PDM	42
5	Décisions d'assurance, de prévention et ambiguïté	43
6	Evaluation des préférences vis-à-vis du risque et vis-à-vis de l'ambiguïté	45
6.1	Stabilité des préférences vis-à-vis du risque après un événement exceptionnel . . .	45
6.2	Méta-analyse sur le paramètre des préférences vis-à-vis du risque	46
6.3	Ambiguïté, préférences vis-à-vis de l'ambiguïté et valeur de l'information	47
7	Vers une meilleure connaissance du processus de prise de décision	48

Première partie

Curriculum Vitae Détaillé

Informations personnelles

Sexe : masculin
Nationalité : Française
Né le : 25 février 1972
Situation familiale : marié, deux enfants
Adresse : Unité de Mathématiques et Informatique appliquées de Toulouse
24 Chemin de Borde Rouge - Auzeville
CS 52627
31326 Castanet Tolosan cedex - FRANCE
Telephone : +33-(0)5-61-28-57-40
E-mail : Stephane. Couture@toulouse.inra.fr

Statut Actuel

2009- présent Chargé de Recherche, Unité de Mathématiques et Informatique appliquées de Toulouse, INRA, Toulouse, France.

Statuts Passés

2002 -2009 Chargé de recherche, Laboratoire d'Economie Forestière Nancy (autorisé à exercer mes fonctions au LERNA Toulouse de 2007 à 2009), INRA.

2001-2002 Chargé de recherche contractuel à l'INRA, unité ESR, équipe MAIA (Marchés Agricoles et Industries Agro-alimentaires), Toulouse. Recherche sur le modèle laitier européen.

2000-2001 Post-doctorant au Centre d'Etudes du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts de Montpellier, Division Irrigation

1999-2000 Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche, Université de Toulouse I.

Cursus Universitaire

2000/2001 **Post-Doctorat**

*Centre d'Etudes du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts,
Montpellier, France*

1995/2000 **Doctorat de Sciences Economiques**

Université de Toulouse I, France

1997 **Diplôme Européen d'Économie Quantitative Approfondie**

Université de Toulouse I, France

1995 **DEA, Économie Mathématique et Économétrie**

Université de Toulouse I, France

Domaines de recherche

Economie des ressources naturelles, risque et incertitude, économie de l'assurance, théorie de la décision, microéconomie Appliquée

Thèse de Doctorat

Aspects dynamiques et aléatoires de la demande en eau d'irrigation

Soutenue le 24 janvier 2000, à Toulouse, France

Directeur de thèse : Michel Moreaux, TSE

Co-directeur : Jean-Pierre Amigues, TSE

Jury : Guillermo Flichman (CIHEAM-IAMM), Christian Gollier (TSE), Pierre Rainelli (INRA), Henri Tardieu (CACG).

Articles de Revues à Comité de Lecture (1)

"Are individuals more risk and ambiguity averse in a group environment or alone? Results from an experimental study", avec M. Brunette et L. Cabantous

Theory and Decision, vol.78, issue 3, 2015

"Optimizing forest management under dependent price and production risks : a Markov decision process approach", avec M. Brunette et J. Laye

Journal of Environmental Economics and Policy, 2015

"Risk management behaviour of a forest owner to address growth risk", avec M. Brunette

Agricultural and Resource Economics Review, vol.42, issue 2, 2013

"The Impact of Governmental assistance on Insurance Demand under Ambiguity : A Theoretical Model and an Experimental Test", avec M. Brunette, L. Cabantous et A. Stenger

Theory and Decision, vol.75, issue 2, 2013

"Household Energy Choices and Fuelwood Consumption : An Econometric Approach to the French Data", avec S. Garcia et A. Reynaud

Energy Economics, vol.34 , issue 6, 2012

"Stability of Risk Preference Measures : Results From a Field Experiment on French Farmers", avec A. Reynaud

Theory and Decision, vol.73, issue 2, 2012

"Les approches employées par les économistes pour étudier les risques en forêt : revue de la littérature",

Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France, vol.97, issue 2, 2011

Articles de Revues à Comité de Lecture (2)

"Forest Management Under Fire Risk When Forest Carbon Sequestration Has Value", avec A. Reynaud

Ecological Economics, vol.70, issue 11, 2011

"Assurance, Intervention publique et Ambiguïté : une étude expérimentale auprès de propriétaires forestiers privés", avec M. Brunette, L. Cabantous et A. Stenger

Economie et Prévision, vol.190-191, issue 4-5, 2009

"Analyse du comportement individuel et collectif des professionnels forestiers face aux risques, réflexion sur la dimension assurantielle",

Innovations Agronomiques, vol.6, 2009

"Public Compensation for Windstorm Damage Reduces Incentives for Risk Management Investments", avec M. Brunette

Forest Policy and Economics, vol.10, issue 7-8, 2008

"Assurance et activités de réduction des risques en foresterie : une approche théorique", avec M. Brunette

Review of Agricultural and Environmental Studies, vol.86, issue 1, 2008

"Multi-Stand Forest Management Under a Climatic Risk : Do Risk and Time Preferences Matter ?", avec A. Reynaud

Environmental Modeling and Assessment, vol.13, issue 2, 2008

"Estimation de la demande en eau d'irrigation sous incertitude", avec C. Bon-temps et P. Favard

Economie rurale, vol.276, 2003

Articles de Revues à Comité de Lecture (3)

"Irrigation water demand for the decision maker", avec C. Bontemps

Environment and Development Economics, vol.7, issue 4, 2002

"Dynamique et incertitude dans la gestion de l'irrigation", avec C. Bontemps

Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales, vol.55-56, 2000

Chapitres de Livre

"The Permanence Challenge : An Economic Analysis of Temporary Credits",

avec F. Lecocq

dans *"Climate Change and Forests. Emerging Policy and Market Opportunities"*, édité par C. Streck, R. O'Sullivan, T. Janson-Smith et R. Tarasofsky aux éditions Brookings Institution Press, Washington D.C. 2008

"Is the Irrigation Water Demand Really Convex?", avec C. Bontemps et P. Favard

dans *"Econometrics Informing Natural Resources Management : Selected Empirical Analyses"*, édité par Phoebe Koudouri aux éditions Edward-Elgar Publishers 2004

Working Papers (1)

"Determinants of insurance demand against forest fire risk : an empirical analysis on French private forest owners", avec M. Brunette et S. Garcia

Cahiers du LEF 2014-12, 2014, en révision à *Journal of Forest Economics*

"Risk management activities of a non-industrial private forest owner with a bivariate utility function", avec M. Brunette

Cahiers du LEF 2014-01, 2014, soumis à *Journal of Forest Economics*

Working Papers (2)

"Risques multi-périodes, prime de risque et valeur de l'information : une application au cas de l'eau"

Working Paper Cemagref Série Irrigation 2001-04, 2001

"Is the Irrigation Water Demand Really Convex?", avec C. Bontemps et P. Favard

Nota di Lavoro 82.001, 2001

"Allocation optimale de l'eau d'irrigation au cours d'une saison : approche par la méthode de Monte-Carlo", avec C. Bontemps et J.P. Terreaux

Working Paper Cemagref Série Irrigation 2001-03, 2001

Recherches en cours

"Farmer's Risk Attitude : Reconciling Stated and Revealed Preference Approaches?", avec J.E Bergez, J. Dury et A. Reynaud

"Risk aversion and optimal management of uneven-aged forests in the presence of climate change : a Markov decision process approach", avec M.J. Cros et R. Sabbadin, en révision à Journal of Forest Economics

"Adoption of innovative cropping systems : a methodological framework to integrate risk beliefs and risk preferences", avec C. Roussy, A. Ridier, K. Chaib et A. Reynaud

"The self-insurance clauses puzzle : risk versus ambiguity", avec M. Brunette et F. Pannequin

"Ambiguity, the value of information, and farmer's decision", avec S. Lemarié et P. Toquebeuf

"The effects of extreme climatic events on dairy farmers' risk preferences", avec C. Bontemps

Rapports techniques

"Instruments économiques pour une gestion optimale d'un peuplement forestier exploité par sa production ligneuse et son captage du gaz carbonique en situation risquée". Rapport Final ACI «Sociétés et Cultures dans le Développement Durable» 2008

"Puits de carbone forestiers, nouveaux marchés et implications pour la gestion forestière", avec F. Lecocq et I. Seynave. Convention cadre de recherche ONF-LEF. Rapport final 2008

"Les comportements des producteurs forestiers face aux risques naturels : quelques éléments de réflexion, les résultats de l'analyse théorique". Rapport Final Projet Soutien aux Jeunes Chercheurs Région Lorraine 2ème tranche. 2006

"Les comportements des producteurs forestiers face aux risques naturels : quelques éléments de réflexion". Rapport Final Projet Soutien aux Jeunes Chercheurs Région Lorraine. 2006

"Analyse des comportements de prévention et d'assurance des sylviculteurs face aux risques naturels encourus par la forêt", avec J.L. Peyron. Rapport final. Ministère de l'Écologie et du Développement Durable n 01131, 2004

"Irrigation et engrais : les écarts à la taxation pigouvienne", avec F. Salanié, dans Agriculture durable et pollutions diffuses dans la plaine de Bièvre. A Mollard, coordinateur. Rapport de contrat pour la région Rhône-Alpes, 2000

"Fonctions de réponse à l'eau du blé et du maïs : le cas de la Beauce", avec C. Bontemps et P. Favard. Rapport technique ERNA. 98.01.001. 1998

Conférences et Séminaires (1)

"Risk preferences and optimal management of uneven-aged forests in the presence of climate change : a Markov decision process approach"

Séminaire MIAT Toulouse, France, mars 2014; Séminaire LEF Nancy, France avril 2014; IUFRO Sopron, Hongrie, mai 2014; WCERE, Istanbul, Turquie mai 2014; JMA Clermont-Ferrand, France, juin 2014

"Investigating operational decision-making in agriculture"

7th International Congress on Environmental Modelling and Software San Diego, USA avril 2014

"Towards a better understanding of operational decision-making in agricultural production systems"

4th International symposium for Farming Systems Design Lanzhou, Chine août 2013

"Individual decisions made alone and as a part of a group : an experimental study on the impacts of the decision rule and the source of uncertainty"

Séminaire GAEL Grenoble, France, mars 2013.

"Optimizing forest management under dependent price and production risks : a Markov decision process approach"

19th Annual Conference of the EAERE Prague, République Tchèque juin 2012; JMA Sousse, Tunisie, juin 2011; Workshop "Natural risks, climate change, natural and renewable resources", LEF Nancy, France septembre 2010.

"RECORD : an open platform to build, evaluate and simulate integrated models of farming and agro-ecosystems"

Workshop "Adaptation of irrigated agriculture to climate change" Bangalore, Inde, Avril 2012.

Conférences et Séminaires (2)

"La plateforme de modélisation et simulation RECORD"

Séminaire CATI IATISS Toulouse, France, février 2012 ; 2èmes Journées du réseau «Expertise et Modélisation», Ivry sur Seine, France, mars 2012 ; Séminaire Economie de la Production Montpellier, France, septembre 2012.

"Farmer's Risk Attitude : Reconciling Stated and Revealed Preference Approaches?"

4th WCERE Montréal, Canada, juin-juillet 2010 ; Workshop Risk elicitation and stated preference methods for climate change research, Trente, Italie, octobre 2010.

"Determinants of insurance demand against forest fire risk : Evidence from experimental data"

4th WCERE Montréal, Canada, juin-juillet 2010 ; JMA Angers, France, juin 2010 ; congrès annuel de l'AFSE Nanterre, France, septembre 2010 ; Journées Internationales du Risque, Niort, France, mai 2011.

"Comparing Group and Individual Choices Under Risk and Ambiguity : an Experimental Study"

JMA Angers, France, juin 2010 ; congrès annuel de l'AFSE Nanterre, France, septembre 2010.

"Stability of Risk Preference Measures : An Assessment on a Sample of French Farmers"

6th International Meeting on Experimental and Behavioral Economics Bilbao, Espagne, avril 2010 ; Séminaire LEF Nancy, Paris, novembre 2011.

"Analyse du comportement individuel et collectif des professionnels forestiers face aux risques, réflexion sur la dimension assurantielle"

Carrefours de l'innovation agronomique. Sylviculture, Forêts et Tempêtes Bordeaux, France, juin 2009.

Conférences et Séminaires (3)

"Choix énergétiques et consommation des ménages en bois énergie : Une approche économétrique sur données françaises"

2ème journées de recherches en sciences sociales (INRA - SFER - CIRAD) Lille, France, décembre 2008

"Amenities and Risk in Forest Management"

Financial and Economic Engineering Symposium Agadir, Tunisie, juin 2008 ; FUR Barcelone, Espagne, juillet 2008.

"Ambiguity, Government Intervention and Insurance Decision : an Experimental Study"

10th edition of the Experimental Economics Days Dijon, France, mai 2008 ; AFSE annual Thematic Meeting "Frontiers in Environmental economics and Natural Resources Management" Toulouse, France, juin 2008 ; Financial and Economic Engineering Symposium Agadir, Tunisie, juin 2008 ; 57ème congrès annuel de l'AFSE Paris, France, septembre 2008 ; congrès annuel de la German Insurance Science Association Berlin, Allemagne, mars 2009.

"A Dynamic Approach of Forest Owner Self-insurance Behavior in Risky Forest Management : Saving versus Sylvicultural Practices"

47e congrès annuel de la Société canadienne de science économique Québec, Canada mai 2007 ; au 12th Joint Seminar of the European Association of Law and Economics and The Geneva Association Lecce, Italie, juin 2007 ; 2nd International Symposium on Economic Theory, policy and Applications Athènes, Grèce, août 2007 ; Milestone Colloquium Freiburg, Allemagne, novembre 2007 ; à la 1ère Journées INRA-SFER, Paris, France décembre 2007.

Conférences et Séminaires (4)

"Forest Management Under Fire Risk When Carbon Sequestration Has Value"

Workshop Southern Forest Economics Knoxville, USA, mars 2006 ; 15th annual Conference of the EAERE Thessaloniques, Grèce, juin 2007 ; Workshop on Carbon Sequestration in Agriculture and Forestry, Thessaloniques, Grèce, juin 2007.

"Auto-assurance, assurance et risques naturels : une application à la gestion forestière"

46e congrès annuel de la Société canadienne de science économique Montréal, Canada, mai 2006 ; Congrès annuel de l'AFSE, Paris, France, septembre 2006.

"Multi-Stand Forest Management Under A Climatic Risk : Do Time and Risk Preferences Matter ?"

WCERE Kyoto, Japon, juillet 2006 ; Colloque ECOFOR (Ecosystèmes forestiers) «Recherches en économie forestière en France, Perspectives pour les sciences économiques et sociales» Paris, France, octobre 2006.

"The Impact of Public Intervention on Self-insurance and Insurance Activities in Risky Forest Management"

WCERE Kyoto, Japon, juillet 2006 ; Colloque ECOFOR (Ecosystèmes forestiers) «Recherches en économie forestière en France, Perspectives pour les sciences économiques et sociales» Paris, France, octobre 2006.

"The Replacement Question"

Workshop Using Forest Carbon Credits in the European Emission Trading Scheme Bruxelles, Belgique mars 2006.

Conférences et Séminaires (5)

"Quelques éléments d'analyse sur les comportements des propriétaires forestiers face aux risques naturels encourus par la forêt"

Colloque Evaluation et Prise en compte des Risques naturels et technologiques Paris, France, juin 2005

"Managing Forests Under a Climatic Risk : A Recursive Utility Approach"

JMA Lille, France, mai 2004 ; 13th annual Conference of the EAERE Budapest, Hongrie, juin 2004 ; Séminaire Economie de l'Environnement et des Ressources Naturelles Paris, France, mai 2004.

"Socio-economic impacts of drought and heat on the forest sector"

Colloques relatifs à l'expertise collective franco-allemande, pilotée par le GIP ECO-FOR, sur les effets de la sécheresse et la canicule 2003, Strasbourg, France, mars 2004 et Nancy, France, juillet 2004 ; Colloque Impacts of the Drought and Heat in 2003 on Forests Freiburg, Allemagne, novembre 2004 ; Congrès mondial de l'IUFRO Brisbane, Australie, août 2005.

"La modélisation de la gestion forestière en univers risqué"

Journées Jeunes Chercheurs de l'INRA Paris, France, avril 2004.

"Recursive Utility and Saving in Forest Management Modeling"

XIIIèmes Journées du SESAME, Caen, septembre 2003, Journées Générations Imbriquées Metz, France, septembre 2003 ; International Conference on Economics of Sustainable Forest Management Toronto, Canada, mai 2004 ; Séminaire C.R.E.D.E.S Nancy, France, mai 2003.

"Forêt – risques naturels : des protocoles expérimentaux à l'optimisation dynamique"

Evaluation collective du département ESR Paris, France, décembre 2003.

Conférences et Séminaires (6)

"Is the Irrigation Water Demand Really Convex?"

Annual Conference of the EAERE Southampton, Royaume-Uni, juin 2001 ; Meeting annuel de l'AAEA Chicago, USA, août 2001 ; Congrès annuel de l'AFSE Paris, France, septembre 2001 ; Séminaire C.R.E.D.E.N. Montpellier, France, mars 2001 ; Séminaire J.O.C.S. Montpellier, France, juin 2001.

"Allocation optimale de l'eau d'irrigation au cours d'une saison : approche par la méthode de Monte-Carlo"

JMA Nancy, juin 2001.

"Evaluating Irrigation Water Demand"

Symposium on Water Resource Management – Efficiency, Equity and Policy Nicosie, Chypre, septembre 2000.

"Régulation de facteurs agricoles en présence de risque moral répété"

Journées Economie de l'Environnement, PIREE Strasbourg, France, décembre 1999.

"Dynamics and uncertainty in environmental and natural resource management under scarcity : the case of irrigation"

Journées Economie de l'Environnement, PIREE Strasbourg, France, décembre 1999 ; Meeting annuel de l'AAEA Nashville, USA, août 1999.

Activités de rapporteurs pour revues

American Journal of Agricultural Economics, Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales, Ecological Economics, Economie Rurale, Environment and Development Economics, Environmental and Resource Economics, European Journal of Operational Research, Forest Policy and Economics, Journal of Agricultural and Applied Economics, Journal of Environmental Economics and Policy, Journal of Risk and Uncertainty, Review of Agricultural and Environmental Studies, Revue d'Economie Régionale et Urbaine, Revue Forestière Française, Revue Française d'Economie,

Expertise scientifique (1)

Expert pour la Prospective sur le Massif des Landes de Gascogne, Conseil Régional d'Aquitaine - INRA, 2012. Auteur de la section «Les risques et la gestion des risques (aspects assurantiels) : enseignements des scénarios » du rapport Le massif des Landes de Gascogne à l'horizon 2050. Rapport de l'étude prospective écrit par Conseil régional d'Aquitaine-INRA, 290 p. Mora O., Banos V., Carnus J.-M., Regolini M. (éditeurs)

Expert pour l'Expertise et Prospective sur l'Avenir du Massif des Landes de Gascogne, GIP ECOFOR, 2009.

Coauteur pour le rapport collectif « RESPONSABILISER LES MARCHES ET LES ENTREPRISES POUR LE DEVELOPPEMENT DURABLE », dans le cadre du Grenelle de l'Environnement. LERNA Toulouse 2007

Coauteur pour l'Expertise scientifique collective, multidisciplinaire, réalisée par l'INRA suite à la demande du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, et du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, sur le thème Agriculture et Sécheresse («Sécheresse et agriculture : Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau»). 2006.

Expertise scientifique (2)

Coauteur de la partie «Small-scale forestry practices in France» du rapport portant sur la situation forestière de la France pour l'Expertise européenne, pilotée par l'Institut Forestier Européen (EFI), Action COST E30, sur l'intégration économique d'une demande de consommateurs urbains vis-à-vis d'une production forestière rurale. 2004.

Coauteur du rapport final (Expertise collective scientifique et technique « Effets de la sécheresse et de la canicule 2003 sur les forêts») pour l'expertise collective franco-allemande, pilotée par le GIP ECOFOR, sur les effets de la sécheresse et la canicule 2003. 2003.

Responsable de projet scientifique

Projet **"Instruments économiques pour une gestion optimale d'un peuplement forestier exploité pour sa production ligneuse et son captage du gaz carbonique en situation risquée"**

ACI «Sociétés et cultures dans le développement durable» Ministère délégué à la recherche. Financement : 32000 . Durée : 3 ans et demi (2004-2008).

Projet **"Les comportements des producteurs forestiers face aux risques naturels : quelques éléments de réflexion"**

«Soutien aux jeunes chercheurs», Région Lorraine. Financement : 3000 . Durée : 2 ans (2003-2004).

Participation à des projets scientifiques (1)

Projet **"FOR-WIND : Silvicultural and economic adaptation of forest management to wind risk"**

ANR Agrobiosphère. Durée 48 mois (2012-2016). Partenaires : LERFOB, EPHYSE, LEF, PIAF-MECA, AMAP,BIOGECO, ONF.

Projet franco-indien **"AICHA : Adaptation of Irrigated agriculture to climate CHange"**

Meta-programme Adapting Agriculture and Forestry to Climate Change. Durée 36 mois (2012-2015). Partenaires : LERNA, SAS, AGIR, EMMAH, SAD-APT, IISc, DWM-ICAR, ATREE.

Projet **"FARMATCH : Farming systems adaptation to climate change"**

Meta-programme Adapting Agriculture and Forestry to Climate Change. Durée 48 mois (2012-2016) . Partenaires : AGIR, DYNAFOR, METAFORT.

Participation à des projets scientifiques (2)

Projet **"VESPA : Valeur et optimisation des dispositifs d'épidémiosurveillance dans une stratégie durable de protection des cultures"**

APR « Pour et Sur le Plan Ecophyto 2018 ». Durée 36 mois (2013-2016). Partenaires : Agroécologie, GAEL, SMART, Sciences en Société, COPAIN, Réseau de Protection Intégrée des Cultures.

Direction d'étudiants de Master 2 (ou DEA) ou co-encadrement de Doctorat

Encadrement d'Amélia Landré. Stagiaire étudiante du Master M2 Modélisation des Systèmes Ecologiques, Université Paul Sabatier, Toulouse. Durée 6 mois (2015).

Sujet : " Gestion forestière et décision d'assurance en univers risqué ".

Co-encadrement de Charlotte Daydé avec Roger Martin-Clouaire (MIAT). Doctorante de l'Université Paul Sabatier. Durée 3 ans (2014-2017). Financement INRA.

Sujet : " Modeling the process of operational decision-making in agriculture : a bounded rationality approach ".

Co-encadrement de Jean-Philippe Dhin avec Roger Martin-Clouaire (MIAT). Stagiaire étudiant du Master M2 Modélisation des Systèmes Ecologiques, Université Paul Sabatier, Toulouse. Durée 6 mois (2012).

Sujet : " Le choix en rationalité limitée : une revue de la littérature des différentes classes de modèles ".

Co-encadrement de Geoffray Bizouard avec Hélène Raynal, Ronan Trepos, Robert Faivre. Stagiaire étudiant du Master M2 de Mathématiques pour l'Informatique Graphique et les Statistiques (MIGS), Université de Bourgogne, Dijon. Durée 6 mois (2012).

Sujet : " Méta-modélisation : état de l'art et application ".

Co-encadrement de Marielle Brunette avec Eric Langlais. Doctorante de l'Université Nancy 2. Durée 3 ans (2006-2009). Financement du Ministère.

Sujet : " Risques naturels, prévention et assurance : une application au secteur forestier ".

Membre de comité de pilotage de thèse

Jérôme Dury (2009-2011). "The cropping-plan decision-making : A farm level modelling and simulation approach"

Marion Sautier (2011-2013). " Outiller l'adaptation des élevages herbagers au changement climatique : de l'analyse de la vulnérabilité à la conception participative de systèmes d'élevage ".

Caroline Roussy (2012-2015). " Systèmes de culture innovants : déterminants de l'adoption et rôle du risque ".

Marion Robert (2014-). "Farming decision-making : an adaptative process in a context of water scarcity and climate change".

Enseignements (1)

Interventions à l' Université Toulouse 1 Capitole, 2011-2012 (et 1999-2000) :

Cours «Micro-économie» . L3 Administration, Economie et Sociale (15 H).

Cours «Macro-économie». L3 Administration, Economie et Sociale (15 H).

Cours «Probabilités, statistiques». L2 Administration, Economie et Sociale (15 H).

TD introduction à la micro économie. DEUG Economie et gestion (1999-2000)

TD Calcul économique. DEUG Mathématique et Informatique Appliquées aux Sciences et DEUG Economie et gestion (1999-2000).

Interventions au Master 2 Modélisation des systèmes écologiques, Université Paul Sabatier, 2010-2015 :

Cours «Décision dans l'incertain». M2 Modélisation des Systèmes Ecologiques (12H).

Enseignements (2)

Interventions annuelles à l'École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts de Nancy, Formation des Ingénieurs Forestiers, 2002-2009 :
Cours «Risques, incertitudes et irréversibilités ».(20H).

Interventions à l'Université Nancy 2, Module calcul économique appliqué en économie des ressources naturelles du DEA Economie des Institutions et des Politiques Publiques, 2002-2009 :
Cours «Calcul économique et économie des ressources naturelles». (6H)

Deuxième partie

Présentation et synthèse des travaux de recherche

Remerciements

Je remercie Mabel Tidball d’avoir accepté de m’accompagner dans cette aventure, pour ces différentes rencontres et discussions enrichissantes. Merci d’avoir accepté d’être tutrice de ce travail de préparation d’un mémoire d’HDR. Je remercie très chaleureusement l’ensemble des membres du jury pour l’intérêt qu’ils ont porté à mon travail et tout particulièrement ceux qui ont accepté d’en être les rapporteurs.

La recherche est une activité collective et le fruit de multiples rencontres et collaborations. Au cours de mes années de travail, j’ai croisé des collègues, qui sont devenus pour certains des amis, sans qui mes recherches n’auraient pu aboutir. Je tiens également à remercier tous mes coauteurs et tous les collègues qui ont commenté les travaux que je présente ici, sans lesquels je ne pourrais obtenir cette habilitation. Je voudrais remercier tout particulièrement Christophe Bontemps et Marielle Brunette pour leur complicité et leur soutien.

Je suis reconnaissant à tous les membres de l’unité Mathématiques et Informatique Appliquées de Toulouse qui ont su m’accepter dans leur unité comme un vrai collègue malgré ma discipline, qui me font confiance et qui ont contribué à créer un environnement stimulant, agréable mais aussi très amical.

Et enfin, merci à Cécile, à Thaïs et Coline (mes deux jolies petites belles) pour leur soutien et leur amour.

Vue d’ensemble

Les numéros entre crochets renvoient aux des travaux référencés dans la section « Liste des publications indexées ».

Activités et problématiques de recherche

De plus en plus, les forêts et les productions agricoles sont soumises à des sinistres naturels exceptionnels : tempête, incendie, sécheresse, canicule... (Schelhaas *et al.*, 2003). Ces aléas naturels sont caractérisés par de faibles probabilités d’occurrence et des dommages importants. Il est aussi admis que le changement climatique aura pour effet d’accroître la fréquence ainsi que l’intensité de tels désastres (Haarsma *et al.*, 2013). Cette connaissance demeure toutefois incertaine.

Dans les débats actuels, les questions sur les incertitudes afférentes au climat ont pris une importance considérable. Aussi, les propriétaires forestiers devant gérer leur ressource naturelle ou les agriculteurs leur production agricole évoluent-ils dans une situation d'incertitudes affectant leur prise de décision. Malgré le caractère catastrophique de ces risques, les agents disposent de moyens pour s'en protéger ou s'en couvrir : gestion optimale des ressources et de la production, assurance, actions d'auto-assurance ou d'auto-protection, épargne de précaution. Or actuellement nous constatons que la gestion sylvicole considère rarement les incertitudes climatiques (Manley et Watt, 2009) à la différence de la production agricole, que les pratiques de couverture et de protection sont quelquefois mises en œuvre par les agents concernés (Dumontet, 2014), et que la connaissance relative à l'incertitude et à son incidence sur de telles actions est en perpétuellement progression. Mes activités de recherche ont pour objectif de développer des outils d'analyse des comportements des propriétaires forestiers ou des agriculteurs face aux incertitudes en termes de décisions de production mais aussi de protection contre ces incertitudes. Mon programme de recherche vise à améliorer la prise de décisions de ces agents face aux incertitudes naturelles et à tester les performances d'instruments de politique publique susceptibles d'affecter ces décisions.

L'analyse des comportements d'agents en situation d'incertitudes repose sur le développement de modèles mathématiques de décision dans l'incertain de deux types : le premier portant sur l'étude du comportement de gestion forestière ou de production agricole face à des incertitudes climatiques, l'autre s'intéressant plus précisément aux mesures de couverture et de prévention contre ces incertitudes. Tous ces modèles reposent sur la connaissance des préférences des agents vis-à-vis du risque ou de l'incertitude. Or, même s'il est admis que ces préférences constituent un facteur important de la décision, leurs mesures constituent un travail de recherche en soi. Tel est l'objectif d'une autre piste de mes recherches.

Economiste appliqué, j'utilise, pour aborder mes thèmes de recherche, des outils d'analyse empirique reposant sur la modélisation mathématique, principalement stochastique et dynamique, et l'économie expérimentale. De plus, depuis ma mutation à l'unité Mathématiques et Informatique Appliquées de Toulouse en 2009, j'ai renforcé mes connaissances en modélisation et optimisation dynamique des problèmes de décision séquentielle dans l'incertain (modèles et algorithmes de résolution). Après avoir identifié les faits stylisés et les problématiques de recherche inhérentes, mon objectif est alors de valider les solutions issues de l'analyse théorique et d'apporter des résultats interprétables dans le cadre d'une recherche finalisée.

1 Décision de gestion forestière ou de production agricole face à des incertitudes climatiques

L'analyse des décisions séquentielles dans l'incertain pour un propriétaire forestier ou un producteur agricole a été abordée selon les méthodes mathématiques d'optimisation dynamique reposant sur les principes de la programmation dynamique (Howard, 1960). Ces principes ont été utilisés soit directement à l'aide de modèles de programmation dynamique stochastique où le risque est une variable exogène affectant la dynamique du système étudié, soit par modélisation de Processus de Décision de Markov (PDM) où le risque est endogène et décrit l'évolution du système (on pourra aussi parler de programmation dynamique adaptative) (Puterman, 1994). Plus précisément, ces deux approches se distinguent principalement par les modélisations du risque et de l'évolution du système. Dans le cas des modèles de programmation dynamique stochastique, la transition du système est modélisée explicitement sous forme d'équations où le risque est considéré comme une variable exogène et explicative de l'évolution du système. Dans le cas de la modélisation de PDM, la transition du système entre états est décrite par des matrices de transition sous forme de probabilités dépendantes de chaque état possible et de l'action réalisée. Le risque est ainsi intégré dans le modèle de façon endogène.

1.1 Les décisions de gestion par les modèles de programmation dynamique stochastique

J'avais initié l'utilisation de ces principes lors de mes travaux de doctorat pour mesurer la demande en eau à usage agricole d'un producteur agricole faisant face à un risque climatique. L'économie du risque et de l'incertain appliqué à l'économie de l'environnement et des ressources naturelles a été l'axe fondamental autour duquel se sont élaborés mes travaux de recherche réalisés dans ma thèse soutenue le 24 janvier 2000 et au cours de mon stage post-doctoral. L'application portait sur la gestion des ressources en eau à usage agricole. L'enjeu de ces travaux de recherche passés était de développer un outil d'analyse permettant d'évaluer la demande en eau à usage agricole, en prenant en compte ses spécificités (demande hétérogène dans l'espace et dans le temps, quantités consommées non observées, prix quasi-nul voire nul de la ressource, univers incertain), afin de fournir au régulateur l'information nécessaire pour définir une politique de gestion de la ressource en eau tant efficace qu'équitable. Pendant ma thèse, j'ai élaboré deux modèles partant d'une formalisation du comportement du producteur agricole et ces modèles ont été utilisés pour estimer la demande en eau d'irrigation et étudier les effets de modifications de

politique de tarification de la ressource en eau. Le premier modèle est un modèle décrivant les décisions de l'exploitant agricole en matière d'irrigation face à des ressources en eau limitées et des conditions climatiques connues [12]. Il s'agit d'un modèle multi-périodes à pas de temps discret et à horizon fini en univers déterministe. Ce modèle est dans la lignée des modèles généralement utilisés pour déterminer la répartition efficace d'une quantité d'eau totale limitée au cours d'une saison, en prenant en compte le fait que la quantité d'eau apportée et la répartition de celle-ci au cours du temps sont importantes pour la croissance de la plante. Le deuxième modèle est une extension du modèle déterministe dans lequel nous introduisons un environnement climatique aléatoire et une fonction d'utilité comme fonction objectif afin de prendre en compte l'aversion pour le risque de l'agriculteur [11].

Les précédents modèles ont tous pour objectif la gestion d'une ressource renouvelable en univers risqué. Plus précisément, il s'agit de modèles de gestion de stocks finis de ressources renouvelables faisant face à un risque climatique. Ces modèles en univers aléatoire sont toujours actuellement en voie d'extension et leurs applications potentielles également. Initialement appliqués au cas de l'eau dans le cadre de mes recherches passées, ils décrivent un ensemble relativement important de problèmes relatifs au choix dynamique en univers aléatoire touchant différents domaines de l'économie de l'environnement et des ressources naturelles et peuvent donc être appliqués à la forêt. Une de mes priorités après mon recrutement au LEF a consisté à dégager les problématiques propres à la gestion de la forêt et commencer à voir comment mes connaissances passées pouvaient être utilisées pour aborder les différents problèmes soulevés. Mes activités de recherche se sont alors réorientées en août 2002 de la gestion de l'eau d'irrigation à la gestion de la forêt.

Après avoir montré, à l'aide d'un modèle de programmation dynamique stochastique représentant, au cours du temps, le comportement d'un propriétaire forestier privé gérant une forêt soumise aux risques naturels [10], que le concept de forêt normale¹ pouvait être maintenue comme règle de gestion forestière en univers risqué, nous avons poussé notre analyse en prenant en compte, dans un tel cadre, les biens et services non marchands tirés de la ressource forestière. Il n'existe pas dans la littérature de modèle assez général permettant d'incorporer tous ces différents aspects. Nous proposons ainsi un modèle dynamique de gestion multifonctionnelle d'un peuplement face à un risque naturel [7]. Novatrice en économie forestière, notre étude analytique de la prise de déci-

1. Le concept de forêt normale veut que chaque classe d'âge de la forêt est représentée de façon équitable. Il s'agit d'une situation où la répartition entre les différentes classes d'âge est équilibrée (Salo et Tahvonon, 2002).

sion repose sur l'utilisation des techniques d'arrêt optimal, proposées par Dixit et Pindyck (1994). Nous avons réalisé une procédure de résolution numérique du modèle reposant sur les principes donnés par Judd (1998). Nous avons calibré ce modèle pour un propriétaire forestier représentatif de la région Aquitaine. Nous avons étudié les effets de l'aversion au risque, du risque ainsi que du prix du carbone sur la gestion forestière, sur l'arbitrage entre consommation et épargne et sur le niveau de carbone séquestré. Notre cadre d'analyse nous permet aussi d'engager une réflexion sur les performances des outils de politique publique susceptibles de réguler économiquement les impacts de l'activité forestière sur l'environnement en tenant compte des risques encourus, d'une part, et de s'intéresser à des activités d'auto-protection susceptibles de réduire la probabilité d'occurrence de ces risques, d'autre part. L'incidence des aménités et du risque sur la gestion forestière est alors explicitement décrit. Cet effet est fortement conditionné par le prix du carbone et par les préférences de l'agent. Il a alors été possible d'identifier les couples, niveaux de risque – prix du carbone, fonction du niveau d'aversion au risque, incitant le propriétaire forestier à un âge de coupe donné fixé par le décideur public. De plus, nous avons déterminé les montants d'activités d'auto-protection maximales qui devraient être mises en place afin de réduire le risque.

1.2 Les décisions de gestion par les modèles de processus de décision de Markov

Une autre façon de modéliser les décisions séquentielles dans l'incertain consiste à recourir aux PDM. Je me suis plus concentré sur cette approche depuis mon arrivée dans mon unité actuelle en 2009. L'approche PDM permet de représenter des systèmes stochastiques complexes à l'aide de matrices de probabilités et est, à l'heure actuelle, peu utilisée en économie forestière (Yousef-pour *et al.*, 2012). Un modèle PDM ne donne pas un sentier de décisions optimal pour un état initial donné mais fournit des règles de décisions optimales (appelée politique) pour tous les états possibles de la forêt. Il devient alors un outil de communication important en matière de gestion forestière car il permet de fournir à un propriétaire forestier quelle est la décision optimale à mettre en place en matière de gestion quel que soit l'état de sa forêt. L'utilisation de cette approche à la gestion forestière nous a permis de proposer deux modèles ayant chacun des hypothèses de modélisation différentes mais reposant sur ce même outil. De plus, dans la littérature utilisant cette approche, il est toujours supposé que le propriétaire est neutre au risque. Dans les deux modèles, nous introduisons les préférences vis-à-vis du risque par le critère d'espérance d'utilité.

Premièrement, nous proposons un modèle d'optimisation de la gestion d'une forêt soumise à un aléa climatique qui a deux effets : l'un sur la production et l'autre sur les prix, tenant compte de la baisse de qualité du bois engendrée par le sinistre. Nous intégrons dans un tel cadre les préférences de l'agent. Nous nous plaçons à horizon infini. L'objectif est alors de dégager la politique de récolte optimale et de mesurer l'effet du risque et des préférences sur cette politique [2]. La formalisation mathématique du modèle par l'approche PDM vise à définir le quadruplet : variable d'état, variable de contrôle, matrice de transition et matrice de récompense. La difficulté de cette approche repose souvent dans la définition de la matrice de transition. Nous détaillons dans ce travail la façon de l'obtenir pour notre cadre de modélisation. Ensuite, la politique optimale est obtenue en adoptant les principes standard de la programmation dynamique et, d'un point de vue numérique, en appliquant l'algorithme de l'itération de la politique (Howard, 1960). Le problème d'optimisation a été résolu numériquement avec le logiciel Mapple. Nous avons appliqué ce cadre pour décrire le comportement d'un propriétaire forestier fictif faisant face à un risque de tempête, paramétré avec des données arbitraires afin de mettre en évidence la sensibilité des facteurs sur la politique optimale. Nous obtenons que plus le risque de tempête est important, plus le montant d'arbres récoltés augmente. De plus, il est noté qu'une modification de l'impact de la tempête sur les prix du bois a peu de conséquence sur la récolte. Enfin, nous trouvons que le montant d'arbres récoltés diminue lorsque le propriétaire forestier a une aversion au risque plus forte. Ce premier modèle constituait plus un essai en termes de modélisation pour mettre en évidence les potentialités de l'approche. Nous avons alors affiné la modélisation pour aborder un problème plus général en matière gestion forestière (modélisation d'une forêt avec différentes classes d'âge) toujours avec l'approche PDM.

Deuxièmement, nous avons amélioré le précédent modèle pour aborder le problème de gestion d'une forêt inéquienne face au changement climatique [1]. Le problème du propriétaire forestier modélisé est de gérer une forêt composée de plusieurs parcelles avec des peuplements ayant différentes classes d'âge et faisant toutes face à un risque de tempête. Nous adoptons un cadre PDM stationnaire à horizon infini pour modéliser ce problème. Nous représentons dans un tel cadre deux types de gestion forestière : l'une où chaque parcelle est gérée indépendamment et l'autre où toutes les parcelles sont gérées de façon jointe. Cet aspect a des conséquences dans la définition des matrices de transition du système. Les préférences vis-à-vis du risque sont explicitement prises en considération dans la modélisation, la fonction objective du propriétaire forestier étant de maximiser l'espérance d'utilité de sa consommation. L'idée ensuite de ce modèle est d'analy-

ser la sensibilité de la politique optimale aux variations de certains facteurs fondamentaux tels que le niveau de risque et l'aversion au risque du propriétaire forestier. Le modèle a été calibré pour représenter le comportement d'un propriétaire forestier localisé dans le Nord-Est de la France devant gérer une forêt d'épicéas. Le problème est résolu numériquement en utilisant l'algorithme de l'itération de la politique (Howard, 1960) avec le logiciel MATLAB et la MDP toolbox (<http://inra.fr/mia/T/MDPtoolbox>).

Nous montrons que la structure de la forêt optimale converge vers une forêt normale. Nous trouvons aussi que le modèle avec une gestion indépendante n'est pas une bonne approximation du modèle avec gestion jointe. Nous montrons aussi que l'aversion au risque du propriétaire forestier affecte fortement la décision de coupe contrairement à la probabilité de tempête. Nous étudions alors les couples niveaux d'aversion au risque et niveaux de risque pour lesquels il est optimal de converger vers une forêt normale.

2 Couverture et prévention des incertitudes

Les propriétaires forestiers peuvent adopter des mesures de couverture et de prévention face aux risques naturels. Les spécificités de la ressource forestière et des risques naturels affectent le choix de ces mesures : l'aspect séquentiel de la décision, l'ambiguïté concernant la probabilité d'occurrence du risque et la coexistence de l'intervention publique avec le système d'assurance. Ces spécificités peuvent contribuer à expliquer le faible taux d'assurance des propriétaires forestiers privés (Dumontet, 2014). Les conséquences de ces spécificités sur la décision de couverture et de prévention ont été analysées soit séparément soit conjointement. En l'absence de données empiriques, cette analyse a été réalisée d'un point de vue théorique par le développement de modèles analytiques de prise de décision d'agents économiques en situation risquée ou ambiguë, mais aussi d'un point empirique par le recours à des techniques expérimentales ou d'enquêtes.

2.1 Assurance, aide publique, risque et ambiguïté : une analyse théorique

Pour aborder initialement la problématique de l'assurance forestière, nous proposons un cadre de modélisation théorique de choix d'assurance d'un propriétaire forestier faisant face à un risque de tempête [8] et [9] (la différence de modélisation entre ces deux papiers porte principalement dans la définition de la perte subie lors d'un sinistre). Initialement proposé par Eeckhoudt et Gollier (1992), le cadre théorique de ce travail a été repris par Schlesinger (2000) puis Eeckhoudt

et al. (2005). Les préférences vis-à-vis du risque du propriétaire forestier sont représentées par une fonction d'utilité von Neumann et Morgenstern croissante et concave. La richesse de ce propriétaire correspond à la valeur de son peuplement équienne (composé d'arbres ayant le même âge) arrivé à maturité qui est soumis à un risque de tempête. Spécifiquement, le montant du sinistre en cas de tempête est proportionnel à la valeur du peuplement.

A l'aide de ce modèle [8], nous étudions l'impact de différentes interventions publiques (aide forfaitaire, aide forfaitaire contingente, subvention) sur le choix d'assurance optimal. Dans le cas d'une aide forfaitaire, l'aide publique n'intervient qu'au-delà d'un certain seuil d'intensité de l'aléa. Ainsi, deux outils d'intervention : le seuil d'intervention et le montant de l'aide, existent. Nous montrons qu'une hausse du seuil induit une hausse du choix optimal d'assurance tandis qu'une hausse du montant produit une baisse de la demande d'assurance. Ensuite, nous comparons les choix optimaux obtenus dans ce cas avec celui obtenu lorsque l'Etat met en place une aide forfaitaire contingente à la souscription d'un contrat d'assurance. Dans ce dernier cas, le montant de l'aide publique est une fonction croissante du niveau d'assurance choisi par le propriétaire. Nous montrons que la demande d'assurance est plus forte en présence d'une aide forfaitaire contingente qu'en présence d'une aide forfaitaire. Enfin, en présence d'une subvention à l'assurance, nous montrons que la demande d'assurance lorsque la prime est subventionnée est plus importante que celle sans aide publique.

Les propriétaires forestiers évoluent généralement dans un contexte incertain où le risque est défini de manière imprécise. Il est admis que, dans un univers incertain, les préférences vis-à-vis de l'ambiguïté peuvent aussi être fondamentales dans la prise de décision. De même, la présence de programmes d'intervention publique peut affecter le choix d'assurance. Nous proposons un modèle théorique de choix d'assurance en univers incertain [5] en présence de différents programmes de soutien public. Nous considérons un propriétaire forestier caractérisé par ses préférences vis-à-vis du risque mais aussi ses préférences vis-à-vis de l'ambiguïté. Nous utilisons alors le critère de l'utilité espérée récursive proposée par Klibanoff *et al.* (2005) permettant de distinguer ces deux types de préférences. Nous supposons deux états de la nature avec pour l'un une perte potentielle dont la probabilité d'occurrence est ambiguë. Ce modèle nous permet d'étudier la demande d'assurance du propriétaire forestier en contexte ambigu et d'analyser l'incidence des programmes de soutien public sur la demande optimale. Tout d'abord, nous montrons que la pleine assurance est optimale pour un propriétaire forestier présentant de l'aversion à l'ambiguïté. Grâce à ce modèle théorique, nous montrons aussi que les résultats qualitatifs portant sur les conséquences de pro-

grammes de soutien public sur la demande d'assurance optimale, obtenus en risque dans notre précédent travail, restent valides dans un contexte ambigu.

Dans un cadre d'analyse dynamique, il est intéressant d'étudier les comportements de gestion des risques parallèlement avec les décisions de récolte du propriétaire forestier. Il peut apparaître des arbitrages entre le lissage du revenu et la protection contre les risques naturels. Nous proposons un modèle dynamique à deux périodes prenant en compte l'existence d'un aléa naturel et la possibilité pour le propriétaire de le gérer grâce à deux outils : une épargne financière et une épargne physique [4]. Le modèle intègre également les services d'aménités fournis par la forêt. Nous montrons que les propriétaires forestiers qui, à chaque période, font face à ces arbitrages sensibles à la menace des risques naturels, sont incités à choisir l'activité ayant le taux de rendement le plus élevé. Nous analysons ensuite les règles de récoltes optimales en fonction de l'activité choisie. Nous prouvons par exemple que les propriétaires forestiers qui choisissent l'épargne physique auront une récolte de seconde période plus élevée que ceux qui privilégient l'épargne financière.

2.2 Assurance, aide publique, risque et ambiguïté : une analyse empirique

Afin de valider empiriquement les conclusions liées à l'incidence de l'existence de programmes de soutien public et à l'incertitude sur l'assurance, nous avons réalisé des expériences auprès de propriétaires forestiers privés basées sur les décisions d'assurance dans un contexte forestier précis en univers soit risqué soit ambigu [5]. La présence de ces programmes peut générer un problème de risque moral. En effet, les propriétaires forestiers, connaissant l'existence de tels programmes, peuvent être incités à modifier leur demande d'assurance.

Les propriétaires forestiers devaient répondre à une série de questions révélant leur consentement à payer pour être intégralement couvert contre un risque naturel. Ce risque était représenté par une probabilité d'occurrence dont la connaissance était fournie aux individus selon deux types d'informations. Un premier échantillon de propriétaires recevait une information précise et exacte sur cette probabilité, traduisant une situation risquée, tandis qu'un second échantillon recevait une information imprécise sur cette probabilité dans le sens où plusieurs estimations, provenant de sources d'information différentes, étaient fournies, indiquant une situation ambiguë.

Lors de l'expérience, quatre situations en matière de soutien public étaient considérées : une situation sans aide publique, une autre avec une aide forfaitaire, une suivante avec une aide forfaitaire

taire contingente à l'assurance et enfin une dernière avec une subvention de la prime d'assurance.

Grâce à ces données expérimentales, nous validons la plupart des prédictions théoriques. Nous montrons aussi qu'indépendamment de la forme d'aide publique, les propriétaires forestiers évoluant dans un contexte ambigu sont prêts à payer plus pour être pleinement assurés que ceux en situation risquée. Nous obtenons que l'impact des trois types d'aide publique est qualitativement similaire en risque et en ambiguïté. En effet, le consentement à payer des propriétaires forestiers pour être intégralement couvert contre le risque est le plus élevé en absence de programme puis diminue en présence d'un programme d'aide forfaitaire contingente à la souscription d'assurance. Ce consentement est encore plus faible en présence d'un programme d'aide forfaitaire puis d'un programme de subvention.

3 Mesures des préférences vis-à-vis du risque et de l'ambiguïté pour des décisions individuelle et collective

Les décisions des propriétaires forestiers ou des producteurs agricoles en situation risquée ou ambiguë dépendent fortement de leurs préférences vis-à-vis du risque et vis-à-vis de l'ambiguïté. Il convient alors de s'intéresser à ces préférences. De plus, une réflexion sur les préférences lorsque les décisions sont prises collectivement est également menée car les propriétaires forestiers privés prennent souvent leurs décisions de gestion forestière en groupe lors de réunions. Toutes ces questions seront traitées par des approches d'économie expérimentale.

3.1 Les préférences vis-à-vis du risque pour des décisions individuelles prises seules

Autant la littérature empirique sur les préférences vis-à-vis du risque des agriculteurs est abondante autant celle sur les propriétaires forestiers est compendieuse (Brunette *et al.*, 2014). C'est pourquoi, face à ces deux populations, notre analyse de leurs préférences va différer.

Les préférences vis-à-vis du risque des exploitants agricoles : stabilité et impact de la méthode

En agriculture, il est souvent admis que les exploitants agricoles présentaient de l'aversion au risque et que le modèle structurel le plus courant était le cadre d'utilité espérée. Toutefois ces préférences peuvent être instables en fonction de la méthode utilisée pour leur mesure. L'outil de mesure peut affecter les niveaux de préférence. Nous avons réalisé des expériences auprès

d'exploitants agricoles afin de mesurer leurs préférences vis-à-vis du risque et de tester l'incidence des méthodes de quantification expérimentales sur ces mesures [6]. Nous avons considéré deux types de cadres d'élicitation reposant sur des choix de loteries : l'une étant une adaptation du cadre "*Multiple Price List*" proposée par Holt et Laury (2002) et l'autre une adaptation du cadre conçu par Eckel et Grossmann (2008), ainsi qu'un questionnaire psychométrique (version simplifiée du questionnaire DOSPERT proposée par Blais et Weber, 2006) avec plusieurs questions visant à évaluer la volonté des individus à s'engager dans des activités risquées dans divers domaines (financier, santé et sécurité, social, éthique, récréatif). Ces expériences nous ont aussi permis de tester certains modèles structurels de décision. Nous validons l'hypothèse d'aversion au risque des agriculteurs mais aussi de son instabilité. Deux explications possibles à l'instabilité des préférences des agriculteurs sont dégagées : d'une part, les préférences sont représentées par un cadre d'utilité non espérée, et d'autre part, les préférences sont dépendantes du contexte.

En prolongement de ce travail, dans le working paper "Farmer's Risk Attitude : Reconciling Stated and Revealed Preference Approaches ?", nous avons ensuite comparé les mesures obtenues par expérience avec celles résultant de données réelles par approche économétrique. La comparaison des résultats révèle que les attitudes aux risques mesurées par ces deux approches varient en fonction des méthodes d'élicitation mais qu'elles sont cohérentes.

Les préférences vis-à-vis du risque et vis-à-vis de l'ambiguïté des propriétaires forestiers

Bien que les préférences vis-à-vis du risque des propriétaires forestiers privés soient souvent considérées dans les travaux théoriques, il existe très peu voire quasiment pas de recherche empirique s'intéressant à ce sujet, soit visant à éliciter les préférences des propriétaires (Lönnstedt et Svensson, 2000, par enquêtes téléphoniques ; Andersson et Gong, 2010, par enquêtes courrier). Les méthodes d'élicitation des préférences utilisées dans ces deux articles pouvant être discutables, il est difficile de statuer sur les préférences des propriétaires. De même, aucun travail empirique ne s'intéresse aux décisions des propriétaires forestiers en situation incertaine.

Afin d'appréhender les comportements des propriétaires forestiers face au risque et à l'ambiguïté, nous adoptons une approche reposant sur l'économie expérimentale [5]. Comme indiqué précédemment, lors des expériences, les propriétaires étaient interrogés sur leur consentement à payer pour être intégralement couvert contre un risque d'incendie. En plus de tester l'impact de différents programmes de soutien public sur la demande d'assurance, l'objectif de ces expériences est aussi d'appréhender le comportement face au risque et à l'ambiguïté des propriétaires fores-

tiers. En effet, le montant de consentement individuel obtenu peut être comparé à l'espérance de perte, ce qui nous permettait ensuite d'en déduire leurs attitudes face au risque et à l'ambiguïté (comme proposé par Kunreuther *et al.*, 1995). Lorsque ce ratio est égal à un, le propriétaire forestier est supposé neutre au risque, tandis que s'il est supérieur (ou inférieur) à l'unité, alors le propriétaire forestier présente de l'aversion au risque (ou un goût pour le risque).

Dans toutes les situations risquées, les ratios calculés pour tous les propriétaires forestiers sont supérieurs à un, traduisant que ces derniers sont prêts à payer plus que l'espérance de perte pour être couvert intégralement contre le risque et révélant ainsi une aversion au risque. Les ratios obtenus dans les situations ambiguës sont supérieurs à ceux obtenus dans les situations risquées, caractérisant une aversion à l'ambiguïté. Ces résultats confirment que les propriétaires forestiers présentent de l'aversion au risque et aussi de l'aversion à l'ambiguïté.

3.2 Les préférences vis-à-vis du risque pour des décisions individuelles prises collectivement

De nombreuses décisions prises en univers incertain sont souvent de nature plus collective qu'individuelle. Par exemple, certains propriétaires forestiers privés prennent les décisions relatives à la gestion de leur peuplement en groupe lors de réunions. Cette problématique s'avère générale c'est pourquoi l'expérience proposée sera decontextualisée et réalisée en laboratoire avec des étudiants [3]. De plus, il est montré, dans la littérature, que la nature de la décision, individuelle ou collective, avait un effet sur cette dernière dans un contexte risqué. Un effet groupe (les groupes sont moins riscophobes que les individus) apparaît généralement (Harrison *et al.*, 2007; Baker *et al.*, 2008; Masclet *et al.*, 2009). A notre connaissance, aucun travail ne s'intéresse à cet aspect lorsque le risque est imprécis. Des expériences auprès d'étudiants ont été réalisées afin de mesurer leurs préférences vis-à-vis du risque et de l'ambiguïté et de tester l'incidence du caractère individuel ou collectif des décisions sur leurs préférences. Ces expériences visaient aussi à mettre en évidence l'effet de la règle de choix collectif sur les décisions en univers risqué ou ambigu. Les méthodes d'élicitation des préférences vis-à-vis du risque et vis-à-vis de l'ambiguïté reposent sur des choix de loteries, l'une adaptée du protocole proposé par Holt et Laury (2002) pour le cas risqué et l'autre s'appuyant sur celui conçu par Chakravarty et Roy (2009) pour une situation ambiguë.

Les données issues de ces expériences nous permettent, dans un premier temps, de comparer les préférences vis-à-vis du risque et celles vis-à-vis de l'ambiguïté des individus lorsque les décisions individuelles sont prises seuls ou en groupe. Nous montrons que les individus présentent

de l'aversion au risque et de l'aversion à l'ambiguïté dans les deux contextes : seul ou en groupe. Dans un deuxième temps, nous étudions l'incidence de la règle de décision collective (majorité ou unanimité) sur la comparaison des préférences vis-à-vis du risque et celles vis-à-vis de l'ambiguïté évaluées lors des décisions prises seules ou en groupe. Lorsque la règle est l'unanimité, les individus ont une aversion au risque significativement plus faible dans un contexte seul qu'en groupe. Certes ce résultat est aussi obtenu pour une règle de décision collective à la majorité mais n'est pas significatif. De même, en situation ambiguë, les différences ne sont pas significatives. Enfin, dans un troisième temps, nous analysons la corrélation entre les préférences vis-à-vis du risque et celles vis-à-vis de l'ambiguïté. Nous obtenons une corrélation positive uniquement pour des choix pris seuls.

Troisième partie

Perspectives de recherche

Les travaux que je viens de présenter permettent d'ouvrir un certain nombre de perspectives de recherches à moyen terme. Tout d'abord, les décisions de gestion forestière et les décisions d'assurance doivent être conjointement analysées afin de pouvoir envisager l'analyse sur ces décisions des effets de politiques publiques, notamment climatiques, de nature nationale ou internationale. Ensuite, la connaissance des scénarios d'évolution du climat demeure toujours actuellement incertaine rendant l'environnement des prises de décisions des propriétaires forestiers ou agricoles ambigu. Il convient alors de se concentrer sur l'étude de l'impact de ce caractère ambigu sur les décisions d'assurance et de prévention. De même, dans un tel contexte ambigu, les préférences vont jouer un rôle crucial dans la prise de ces décisions d'une part et l'information qui va permettre d'avoir une meilleure connaissance de ce contexte (vers quel scénario d'évolution) et la perception de sa valeur seront aussi fondamentales dans l'étude de la prise de décision d'autre part. C'est pourquoi il est aussi intéressant d'approfondir ce domaine de recherche en ciblant l'étude de la stabilité des préférences à son environnement et l'impact de l'information et de sa valeur, facteur qui aura un poids conséquent dans le domaine incertain, sur ces préférences. Enfin, l'examen des décisions se résume souvent à l'étude des décisions elles-mêmes et non du processus de décision qui est sous-jacent à celles-ci. Tel est l'objet d'une autre perspective de recherches.

4 Vers une modélisation jointe des décisions de gestion forestière et d'assurance

Le premier champ d'investigation de mes recherches est donc l'introduction des décisions d'assurance dans les modèles de gestion forestière. Deux approches pour analyser ce problème : la première est une extension du cadre de Faustmann avec décision d'assurance et la seconde est une approche PDM.

4.1 Les décisions de gestion forestière et d'assurance dans un cadre de Faustmann

La première piste pour aborder le problème de choix d'assurance et décision de gestion forestière est de regarder l'incidence de la décision d'assurance dans le cadre le plus couramment utilisé en économie forestière, à savoir le cadre de Faustmann. Une étape importante dans l'histoire de l'économie forestière a été l'établissement de la formule de Faustmann en 1849 permettant l'estimation de la valeur des sols forestiers (Peyron et Maheut, 1999). Cette formule permet également

de calculer l'âge optimal de rotation des peuplements considérés. De ce fait, elle est devenue un outil fiable pour optimiser la gestion d'une forêt mais présente cependant le désavantage d'ignorer les aléas tels que le risque de tempête ou d'incendie. Il s'agit ici d'un problème d'optimisation statique (choix de la date de coupe). Un tel cadre a été étendu par Loisel (2014) pour prendre en considération le risque de tempête.

L'idée de ce travail est d'intégrer dans un tel cadre une nouvelle variable de décision, le choix d'assurance, et de regarder son incidence sur l'âge optimal de rotation d'un peuplement faisant face à un risque de tempête. Cette recherche débutante est un travail en collaboration avec Marielle Brunette et Patrice Loisel qui a été initié, suite à une rencontre où ce dernier nous a sollicités pour travailler avec lui sur l'intégration de la décision d'assurance dans le cadre de Faustmann.

4.2 Les décisions de gestion forestière et d'assurance dans un cadre PDM

Les décisions de gestion forestière et d'assurance peuvent aussi être étudiées dans des modèles d'optimisation dynamique ; ici nous ciblons l'approche PDM. Ce travail s'appuyera sur les deux précédents modèles conçus pour analyser seulement la gestion forestière dans un cadre PDM. Le problème de gestion forestière sera, dans un premier temps, simplifié : on se limitera au problème de gestion d'une parcelle avec un peuplement pouvant prendre plusieurs classes d'âge. On considérera toujours les préférences vis-à-vis du risque du propriétaire forestier. Dans un deuxième temps, on introduira dans ce cadre de gestion simplifié uniquement une nouvelle variable de décision : le choix d'assurance. La modélisation de cette décision est en cours de réflexion. L'idée est de mettre en exergue l'incidence de la décision d'assurance sur la gestion forestière. La politique optimale sera-t-elle affectée par la décision d'assurance. Dans un troisième temps, on introduira en plus dans la modélisation, une nouvelle variable d'état, la richesse, et une nouvelle variable de contrôle, l'épargne, permettant ainsi la possibilité de lisser la consommation au cours du temps d'une part, et de dégager des revenus certains issus de l'activité d'épargne pour la mettre en conflit avec la décision risquée de gestion forestière d'autre part. De nature continue, l'introduction de ces deux variables va soulever de nouvelles difficultés de modélisation auxquelles nous essayons actuellement d'apporter des solutions.

Ce travail a débuté dans le cadre du stage M2 réalisé par Amélia Landre de janvier 2015 à juillet 2015. Nous envisageons toujours pour analyser cette incidence de concevoir un modèle global reposant sur les PDM. L'objectif de ce travail est d'essayer d'expliquer l'hétérogénéité observée des comportements des propriétaires forestières en matière de gestion forestière et de

choix d'assurance et aussi de donner des éléments d'explication au fait taux d'assurance observé.

5 Décisions d'assurance, de prévention et ambiguïté

Un deuxième champ d'investigation porte sur l'analyse des décisions d'assurance et de prévention dans un contexte ambigu. D'approche théorique et générique, ce cadre permettra d'affiner la connaissance du lien entre assurance et auto-assurance face à de l'ambiguïté, de voir si la substituabilité entre ces deux outils présente en environnement risqué est toujours valide en environnement ambigu.

Les propriétaires forestiers peuvent opter pour des pratiques de gestion des risques (par exemple, la construction d'accès aux parcelles) qui n'impliquent pas de partage du risque, à la différence de l'assurance. De telles activités, qualifiées d'auto-assurance initialement par Ehrlich et Becker (1972), permettent de réduire le montant des dommages en cas de sinistre. Elles ont été prouvées comme des activités substituables à l'assurance dans un contexte risqué (Ehrlich et Becker, 1972). Ensuite, peu de travaux théoriques (Bryis *et al.*, 1991 ; Courbage, 2001 ; Pannequin et Corcos, 2011) et un seul empirique (Pannequin *et al.*, 2014) se sont intéressés à cette substituabilité, la confirmant totalement ou partiellement. De même, seuls les travaux de Alary *et al.* (2010) et Brunette *et al.* (2014) ont complété cette littérature sur l'assurance et l'auto-assurance dans un contexte ambigu mais sans s'intéresser explicitement à la substituabilité de ces deux outils. Ainsi, l'interaction entre assurance et auto-assurance n'a pas été étudiée dans un contexte ambigu. Dans un contexte risqué, il est aussi courant de regarder l'effet des préférences vis-à-vis du risque sur les décisions d'assurance et de prévention optimales mais lorsque l'environnement est ambigu il est aussi nécessaire d'étudier en plus l'effet des préférences vis-à-vis de l'ambiguïté qui peuvent être indépendantes des préférences vis-à-vis du risque. Il sera alors intéressant de proposer un modèle théorique de choix d'assurance et d'auto-assurance afin de tester la substituabilité entre ces deux outils dans un contexte ambigu. Pour une telle analyse, on s'appuyera sur un cadre d'utilité récursive espérée proposée par Klibanoff *et al.* (2005) où sont, dans la fonction objectif, distinguées les préférences vis-à-vis du risque des préférences vis-à-vis de l'ambiguïté, afin de mettre en évidence l'incidence de l'ambiguïté et de l'aversion à l'ambiguïté sur les choix optimaux. Analyser le lien entre ces deux outils de gestion des risques en ambiguïté sera alors essentiel. Ensuite, il sera intéressant de tester expérimentalement les résultats obtenus. Le test empirique serait une extension en ambiguïté du cadre expérimental proposé par Pannequin *et al.*

(2014).

Le marché de l'assurance forestière en France est peu concurrentiel. Ainsi, il sera approprié d'analyser la substituabilité entre assurance et auto-assurance dans un cadre de monopole à la Stiglitz (1977) en ambiguïté. Il sera alors intéressant de s'interroger sur les conséquences du pouvoir de marché sur les décisions optimales et d'analyser les interactions entre assurance, auto-assurance et pouvoir de marché de l'assureur dans un contexte ambigu. Il sera aussi utile de regarder comment l'ambiguïté et l'aversion à l'ambiguïté affectent ces interactions.

De plus, nous nous posons la question de savoir si le fait d'observer les décisions d'auto-assurance dans le contrat d'assurance affecte la décision d'assurance. Ce point part du constat que dans certains contrats d'assurance de marché, existent des clauses liées aux décisions d'auto-assurance pouvant être prises par le décideur conjointement à la décision d'assurance. L'idée est de voir si de telles clauses sont utiles et de voir leur incidence sur les choix optimaux. Par exemple, en assurance des forêts, l'assureur exige un Plan Simple de Gestion pour être sûr que la forêt est bien gérée conformément à la gestion durable. La théorie des contrats ne permet pas de justifier ce type de clauses d'auto-assurance dans le cadre de l'utilité espérée. De telles clauses sont généralement utilisées pour limiter les problèmes d'asymétrie d'information et sont justifiées dans le cas de décisions portant sur des activités d'auto-protection, mais pas pour des activités d'auto-assurance. Ainsi, il semble déroutant de rencontrer de telles clauses contractuelles portant sur l'auto-assurance dans les contrats d'assurance.

A l'aide d'un modèle théorique de choix d'assurance et d'auto-assurance, nous envisageons d'analyser la pertinence de ces clauses dans un contexte risqué puis ambigu. Seront aussi étudiés les impacts d'un accroissement de l'aversion au risque et d'une hausse de l'aversion à l'ambiguïté sur la demande d'assurance et les choix d'activités d'auto-assurance optimaux.

Ces différents travaux de recherche seront menés avec François Pannequin (CES, Cachan) et Marielle Brunette (LEF, Nancy) dans le cadre du projet ANR FORWIND (2013-2017). Un article ("The self-insurance clauses puzzle : risk versus ambiguity") est en cours.

6 Evaluation des préférences vis-à-vis du risque et vis-à-vis de l'ambiguïté

Une troisième champ d'investigation porte sur les mesures des préférences vis-à-vis du risque mais aussi des préférences vis-à-vis de l'ambiguïté. Trois pistes distinctes sont alors suivies dans ce champ, toutes les trois dépendantes de contrats de recherche en cours. Elles ont toutes des portées méthodologiques mais aussi applicatives.

6.1 Stabilité des préférences vis-à-vis du risque après un événement exceptionnel

Le changement climatique peut influencer la probabilité d'occurrence d'événements climatiques extrêmes. Cette modification pourra avoir une incidence sur les décisions de production des exploitants agricoles et ainsi sur leurs préférences vis-à-vis du risque. En augmentant fortement la variabilité de la richesse, l'occurrence d'événements pourra changer l'aversion au risque des agriculteurs. D'un point de vue théorique, il est généralement admis que les préférences vis-à-vis du risque sont stables au cours du temps. Or il est observé des changements de comportements après l'occurrence de sinistre d'ampleur exceptionnelle et ainsi une non stabilité des préférences vis-à-vis du risque (voir le papier initial de Love et Robinson, 1984 ; Baucells et Villasis, 2010 ; Zeisberger *et al.*, 2012). Cette analyse contribuera à ce débat. Plus précisément nous examinerons les deux questions suivantes : les préférences vis-à-vis du risque des exploitants agricoles sont-elles stables au cours du temps ? L'occurrence d'un événement extrême modifie-t-elle l'aversion au risque ?

Pour apporter des éléments de réponse à ces questions, nous adopterons ici une approche d'estimation économétrique des préférences vis-à-vis du risque. Nous disposons d'une base de données décrivant les comportements de producteurs laitiers localisés dans la région du Sud-Ouest de la France (un panel de 2589 agriculteurs) sur la période 1996-2006 (avec comme année climatique de sécheresse exceptionnelle 2013). La démarche économétrique s'appuyera sur un modèle structurel de choix de facteurs de productions en situation risquée dans le cadre de l'espérance d'utilité. Il sera proche de celui proposé par Kumbhakar and Tsionas (2009) et il permettra de dégager la fonction de préférences vis-à-vis du risque. Cette dernière sera estimée par une approche non paramétrique comme celle utilisée par Kumbhakar and Tsionas (2009, 2010).

Réalisée avec Christophe Bontemps (TSE, INRA), cette recherche s'inscrit dans le cadre du projet FARMATCH. Un article intitulé "The effects of extreme climatic events on dairy farmers' risk preferences" est en cours de rédaction.

6.2 Méta-analyse sur le paramètre des préférences vis-à-vis du risque

La quantification des préférences vis-à-vis du risque des propriétaires forestiers est un sujet de recherche peu exploré dans la littérature en économie forestière alors que ces préférences semblent un des facteurs explicatifs fondamentaux de la gestion forestière. La plupart des modèles étudiant l'impact des risques naturels sur la gestion forestière supposent soit la neutralité au risque des propriétaires (Reed, 1984 ; Loisel, 2014) soit une valeur arbitraire pour le coefficient des préférences en procédant ensuite à une analyse de sensibilité (Couture et Reynaud, 2008). La connaissance de valeurs pour le coefficient d'aversion au risque des propriétaires forestiers permettrait de mieux calibrer les modèles économiques de gestion forestière et de renforcer la portée des conclusions obtenues en termes de pratiques forestières et de recommandations publiques.

A la différence, les quantifications des préférences vis-à-vis du risque pour d'autres gestionnaires de ressources, tels que les agriculteurs, sont très nombreuses dans la littérature (voir notre revue de littérature faite dans le working paper "Farmer's Risk Attitude : Reconciling Stated and Revealed Preference Approaches?"). Il peut alors être envisagé de s'appuyer sur les valeurs des coefficients obtenus pour les autres gestionnaires de ressources pour caler des valeurs adaptées aux propriétaires forestiers.

Ainsi, l'idée de ce travail est, dans un premier temps, de recenser dans la littérature tous les travaux existants visant à quantifier le coefficient d'aversion au risque (absolu, relatif, partiel) d'un gestionnaire de ressources. Pour ce, une recherche systématique par mots-clés sur différents moteurs de recherche a été réalisée (environ 200 articles ont été recensés à ce jour) et est toujours en cours.

Dans un second temps, une méta-analyse sera effectuée à partir de cette base de données. Elle permettra d'identifier les déterminants explicatifs de ces coefficients. Ces déterminants porteront principalement sur les attributs de la publication (auteurs, année de publication, revue...), sur les caractéristiques de la population ciblée (taille de l'échantillon, localisation...) et enfin sur la méthode de quantification utilisée par les auteurs (préférences déclarées ou révélées). Si possible, des coefficients d'aversion moyens pourront être calculés.

Nous souhaitons nous concentrer initialement sur les articles reposant sur la méthode des préférences déclarées puis, intégrer ceux qui utilisent la méthode des préférences révélées, pour enfin finir par comparer l'incidence de la méthode sur la quantification du coefficient d'aversion

au risque.

Ce travail est réalisé dans le cadre de l'ANR FORWIND (2013-2017), en collaboration avec Johanna Choumert (CERDI, Clermont-Ferrand), Marielle Brunette et Claire Montagné-Huck (LEF, Nancy).

6.3 Ambiguïté, préférences vis-à-vis de l'ambiguïté et valeur de l'information

Dans une situation ambiguë, la quantification du risque est imprécise et il peut être possible d'obtenir de l'information pour réduire cette incertitude. Ainsi une telle information aura une valeur pour le décideur. Il est admis dans la littérature théorique l'importance de cette information et de sa valeur (Snow, 2010). Nous étudions ce problème dans le cadre du choix de produits phytosanitaires par un producteur agricole faisant face à une incertitude biologique (risque de maladie). L'agriculteur n'a pas une connaissance précise de la probabilité de sinistre mais peut acquérir de l'information pour réduire cette incertitude (possibilité d'adhérer à un réseau d'épidémiosurveillance). Un modèle théorique est en cours de construction pour définir cette valeur et aussi analyser l'incidence des préférences vis-à-vis du risque et vis-à-vis de l'ambiguïté sur cette valeur. Il s'agit d'un modèle d'utilité espérée récursive (Klibanoff *et al.*, 2005) permettant de dégager des prédictions théoriques qui sont en cours d'élaboration ; elles porteront, premièrement, sur l'impact de l'aversion à l'ambiguïté sur les choix optimaux, deuxièmement, sur la valeur de l'information visant à réduire l'incertitude, et, troisièmement, sur la variation de cette valeur en fonction de l'aversion à l'ambiguïté. Dans un second temps, nous testerons expérimentalement auprès de producteurs agricoles les prédictions théoriques obtenues. Les protocoles viseront aussi à quantifier les préférences vis-à-vis du risque et vis-à-vis de l'ambiguïté des agriculteurs. Les prédictions théoriques seront vérifiées dans un protocole expérimental contextualisé puis dans un protocole décontextualisé, mais toujours avec une population d'exploitants agricoles.

En cours, ce travail, tant théorique qu'empirique, sera réalisé dans le cadre du projet VESPA en collaboration avec Stéphane Lemarié et Pascal Toquebeuf, membres de l'unité GAEL (INRA, Grenoble).

7 Vers une meilleure connaissance du processus de prise de décision

Le fait que les comportements de gestion diffèrent d'un agriculteur à l'autre soulève de nombreuses questions à propos de la caractérisation et l'explication de ces différences. La capacité à prendre une décision est propre à chaque individu. Une meilleure compréhension du processus de prise de décisions pour les décisions opérationnelles (Chavas *et al.*, 2010) pourra révéler des traits communs, aider à améliorer les pratiques courantes et contribuera au renouvellement des programmes de conseil de formation de la profession. La compréhension des décisions des agriculteurs qui ne s'appuient que sur les études des objectifs, des activités et des contraintes, repose alors sur l'hypothèse de rationalité substantielle (Simon, 1992). Sous cette hypothèse, les agriculteurs sont considérés comme des optimisateurs de leur fonction objectif sous un certain nombre de contraintes et le seul paramètre humain impactant les décisions est la fonction objectif. Toutefois, étant données la complexité et l'incertitude de l'environnement dans lequel évolue l'agriculteur, il est peu probable que ce dernier puisse collecter et traiter toutes les informations nécessaires pour résoudre le problème d'optimisation auquel il fait face. Généralement, l'agent sélectionne les informations pertinentes et développe des processus de décision satisfaisant dans le sens où il choisit la décision qui lui semble satisfaisante étant donné la complexité du contexte de la décision : on parle alors de rationalité procédurale.

Souvent les décisions préconisées par les modèles théoriques d'optimisation peuvent différer des décisions observées, remettant alors en cause le principe de rationalité. Aussi est-il suggéré que le comportement observé repose plus sur un principe de rationalité limitée (Simon, 1996). Nous avons commencé à explorer cette piste de recherche avec R. Martin-Clouaire (MIAT). Pour ce, nous avons encadré le stagiaire Jean-Philippe Dinh, (Master M2 MSE Toulouse). Une revue de la littérature théorique des différentes classes de modèles de choix en rationalité limitée a été réalisée ainsi qu'une revue des applications de ces modèles en gestion agricole (Öhlmer *et al.*, 1998; McCown, 2012; McCown *et al.*, 2012). Ces revues ont permis de mettre en exergue les potentialités de ces modèles pour l'analyse des décisions observées des exploitants agricoles.

Débutée en décembre 2013, une thèse «Modelling the cognitive decision-making processes involved in agricultural production management» réalisée par Charlotte Daydé que je co-encadre avec R. Martin-Clouaire (MIAT) est en cours. Cette thèse vise à poursuivre cette collaboration. Ce travail est de nature multi-disciplinaire : sciences cognitives, agronomie, intelligence artificielle et économie. Les contributions de ce travail s'appuieront sur deux approches : l'une de nature

théorique, la modélisation conceptuelle, et l'autre, empirique, reposant sur la "*grounded theory*" (Corbin et Strauss, 2008) avec des entretiens de nature qualitative. Après une revue de la littérature approfondie sur cette problématique pour les différentes disciplines ciblées, la clarification des composantes de la modélisation du processus de décisions des agriculteurs ainsi que leurs définitions précises s'avèrent une étape fondamentale pour arriver à proposer un cadre général de modélisation conceptuelle. Ciblé sur les décisions opérationnelles (décisions au jour le jour), un tel travail est en cours. Parallèlement, au niveau de l'approche empirique, des premiers entretiens qualitatifs ont été réalisés auprès d'exploitants agricoles du sud-Ouest de la France, afin de mettre en évidence les éléments structurants du cadre de modélisation général. Ces entretiens qui ont été enregistrés puis retranscrits sont en cours d'analyse à l'aide du logiciel Nvivo afin de réaliser une analyse systématique des composants fondamentaux du processus de prise de décision des agriculteurs.

Références

- Alary, D., Gollier, C. & Treich, N. (2010), ‘The effect of ambiguity aversion on insurance and self-protection’, *The Economic Journal* **123**, 1188–1202.
- Andersson, M. & Gong, P. (2010), ‘Risk preferences, risk perceptions and timber harvest decisions - an empirical study of nonindustrial private forest owners in northern sweden’, *Forest Policy and Economics* **12**, 330–339.
- Baker, R., Laury, S. & Williams, A. (2008), ‘Comparing small-group and individual behavior in lottery-choice experiments’, *Southern Economic Journal* **75**, 367–382.
- Baucells, M. & Villasis, A. (2010), ‘Stability of risk preferences and the reflection effect of prospect theory’, *Theory and Decision* **68**, 193 – 211.
- Blais, A.-R. & Weber, E. U. (2006), ‘A domain-specific risk-taking (dospert) scale for adult populations’, *Judgment and Decision Making* **1**(1), 33–47.
- Brunette, M., Foncel, J. & Kéré, E. (2014), Attitude towards risk and production decision : an empirical analysis on french private forest owners. IUFRO World Congress, Salt Lake City.
- Bryis, E., Schlesinger, H. & Schulenburg, J.-M. (1991), ‘Reliability of risk management : market insurance, self-insurance and self-protection reconsidered’, *Geneva Papers on Risk and Insurance Theory* **16**, 45–58.
- B.Öhlmer, Olson, K. & Brehmer, B. (1998), ‘Understanding farmers’ decision making processes and improving managerial assistance’, *Agricultural Economics* **18**, 273–290.
- Chakravarty, S. & Roy, J. (2009), ‘Recursive expected utility and the separation of attitudes towards risk and ambiguity : an experimental study’, *Theory and Decision* **66**(3), 199–228.
- Chavas, J.-P., Chambers, R. & Pope, R. (2010), ‘Production economics and farm management : a century of contributions’, *American Journal of Agricultural Economics* **92**(2), 356–375.
- Corbin, J. & Strauss, A. (2008), *Basics of qualitative research : Techniques and procedures for developing grounded theory*, Sage.
- Courbage, C. (2001), ‘Market-insurance, self-insurance and self-protection within the dual theory of choice’, *geneva Papers on Risk and Insurance Theory* **26**(1), 43–56.

- Couture, S. & Reynaud, A. (2008), ‘Multi-stand forest management under a climatic risk : Do risk and time preferences matter?’, *Environmental Modeling and Assessment* **13**(2), 181–193.
- Dixit, A. & Pindyck, R. (1994), *Investment under uncertainty*, Princeton University Press, New Jersey.
- Dumontet, E. (2014), L’assurance forestière en France. Séminaire international sur la politique assurantielle en forêt privée dans le sud-ouest de l’Europe, Bilbao, Espagne, avril 2014.
- Eckel, C. C. & Grossman, P. J. (2008), ‘Forecasting risk attitudes : An experimental study using actual and forecast gamble choices’, *Journal of Economic Behavior & Organization* **68**(1), 1–7.
- Eeckhoudt, L. & Gollier, C. (1992), *Les risques financiers : valuation, gestion, partage*, Ediscience international, Paris, 305 p.
- Eeckhoudt, L., Gollier, C. & Schlesinger, H. (2005), *Economic and Financial Decisions under Risk*, Princeton University Press, 244 p.
- Ehrlich, I. & Becker, G. (1972), ‘Market insurance, self-insurance, and self-protection’, *Journal of Political Economy* **80**(4), 623–648.
- Haarsma, R. J., Hazeleger, W., Severijns, C., de Vries, H., Sterl, A., Bintanja, R., Oldenborgh, G. & van den Brink, H. W. (2013), ‘More hurricanes to hit western Europe due to global warming’, *Geophysical Research Letters* **40**(9), 1783–1788.
- Harrison, G., Lau, M., Rutstrom, E. & Tarazona-Gomez, M. (2007), Preferences over social risk. Working Paper 0506, Department of Economics, College of Business Administration, University of Central Florida.
- Holt, C. A. & Laury, S. K. (2002), ‘Risk aversion and incentive effects’, *The American Economic Review* **92**(5), 1644–1655.
- Howard, R. (1960), *Dynamic Programming and Markov Processes*, MIT Press, Cambridge.
- Judd, K. (1998), *Numerical Methods in Economics*, M.I.T Press, Cambridge.
- Klibanoff, P., Marinacci, M. & Mukerji, S. (2005), ‘A smooth model of decision making under ambiguity’, *Econometrica* **73**(6), 1849–1892.

- Kumbhakar, S. & Tsionas, E. (2009), *Nonparametric estimation of production risk and risk preference functions*, *Nonparametric Econometric Methods*, Li, Q. and Racine, J. S. (eds). Emerald Group Publishing Limited, *Advances in Econometrics* 25, 335-375.
- Kumbhakar, S. & Tsionas, E. G. (2010), 'Estimation of production risk and risk preference function : a nonparametric approach', *Annals of Operations Research* **176**, 369– 378.
- Kunreuther, H., Meszaros, J., Hogarth, R. & Spranca, M. (1995), 'Ambiguity and underwriter decision processes', *Journal of Economic Behavior and Organization* **26**, 337–352.
- Loisel, P. (2014), 'Impact of storm risk on faustmann rotation', *Forest Policy and Economics* **38**, 191–198.
- Love, R. & Robinson, L. (1984), 'An empirical analysis of the intertemporal stability of risk preference', *Southern Journal of Agricultural Economics* **16**(1), 159 – 165.
- Lönnstedt, L. & Svensson, J. (2000), 'Non-industrial private forest owner's risk preferences', *Scandinavian Journal of Forest Research* **15**(6), 651–660.
- Manley, B. & Watt, R. (2009), *Forestry insurance, risk pooling and risk mitigation options*. Report prepared for MAF Project CM-09 under MAF POL 0809-11194.
- Masclet, D., Colombier, N., Denant-Boemont, L. & Lohéac, Y. (2009), 'Group and individual risk preferences : A lottery-choice experiment with self-employed and salaried workers', *Journal of Economic Behavior and Organization* **70**(3), 470–484.
- McCown, R. (2012), 'A cognitive framework to inform delivery of analytic support for farmers' intuitive management under seasonal climatic variability', *Agricultural Systems* **105**, 7–20.
- Pannequin, F. & Corcos, A. (2011), *How self-insurance reduces the market power of an insurer ?* Article présenté aux JMA, Sousse, Tunisie, juin 2011.
- Pannequin, F., Corcos, A. & Montmarquette, C. (2014), 'The trade-off between insurance and self-insurance : An experimental evidence of the substitutability property', *Mimeo* .
- Peyron, J. & Maheut, J. (1999), 'Les fondements de l'économie forestière moderne : le rôle capital de faustmann, il y a 150 ans, et celui de quelques-uns de ces précurseurs et successeurs', *Revue Forestière Française* **LI-6**, 679–698.
- Puterman, M. (1994), *Markov Decision Processes*, John Wiley and Sons, New York.

- Reed, W. (1984), ‘The effects of the risk of fire on the optimal rotation of forest’, *Journal of Environmental Economics and Management* **11**(3), 1980–1990.
- Salo, S. & Tahvonen, O. (2002), ‘On equilibrium cycles and normal forests in optimal harvesting of tree vintages’, *Journal of Environmental Economics and Management* **44**(1), 1–22.
- Schelhaas, M., Nabuurs, G. & Schuck, A. (2003), ‘Natural disturbances in the european forests in the 19th and 20th centuries’, *Global Change Biology* **9**, 1620–1633.
- Schlesinger, H. (2000), *The theory of insurance demand*, Handbook of Insurance, Dionne G. (ed). Kluwer Academic Publishers, chapter 5, 131-151.
- Simon, H. (1992), ‘De la rationalité substantive à la rationalité procédurale’, *Revue Pistes* **3**.
- Simon, H. (1996), *The Sciences of the Artificial*, 2nd ed, MIT Press, Cambridge, MA.
- Snow, A. (2010), ‘Ambiguity and the value of information’, *Journal of Risk and Uncertainty* **40**(2), 133–145.
- Stiglitz, J. (1977), ‘Monopoly, nonlinear pricing, and imperfect information : the insurance market’, *Review of Economic Studies* **4**, 407–430.
- Yousefpour, R., Jacobsen, J., Thorsen, B., Meilby, H., Hanewinkel, M. & Oehler, K. (2012), ‘A review of decision-making approaches to handle uncertainty and risk in adaptative forest management under climate change’, *Annals of Forest Science* **69**, 1–15.
- Zeisberger, S., Vrecko, D. & Langer, T. (2012), ‘Measuring the time stability of prospect theory preferences’, *Theory and Decision* **72**(3), 359 – 386.

Quatrième partie

Liste des publications indexées

Sélection de publications jointes

1. Couture S., M.-J. Cros, R. Sabbadin, (2015). «Risk aversion and optimal management of uneven-aged forests in the presence of climate change : a Markov decision process approach », en révision à *Journal of Forest Economics*.
2. Brunette M., S. Couture, J. Laye (2015). «Optimizing forest management under dependent price and production risks : a Markov decision process approach», *Journal of Environmental Economics and Policy*, Forthcoming.
3. Brunette M. L. Cabantous, S. Couture (2015). «Are individuals more risk and ambiguity averse in a group environment or alone? Results from an experimental study », *Theory and Decision*, 78(3), 357-376.
4. Brunette, M., S. Couture (2013). «Risk management behaviour of a forest owner to address growth risk », *Agricultural and Resource Economics Review*, 42(2) : 349-364.
5. Brunette M. L. Cabantous, S. Couture, A. Stenger (2013). «The Impact of Governmental assistance on Insurance Demand under Ambiguity : A Theoretical Model and an Experimental Test», *Theory and Decision*, 75(2) : 153-174.
6. Couture, S., A. Reynaud, (2012). «Stability of Risk Preference Measures : Results From a Field Experiment on French Farmers», *Theory and Decision*, 73(2), 203-221
7. Couture, S., A. Reynaud (2011). «Forest Management Under Fire Risk When Forest Carbon Sequestration Has Value», *Ecological Economics*, 70(11), 2002-2011.
8. Brunette, M., S. Couture (2008). «Public Compensation for Windstorm Damage Reduces Incentives for Risk Management Investments», *Forest Policy and Economics*, 10 (7-8), 491-499.
9. Brunette, M., S. Couture (2008). «Assurance et activités de réduction des risques en foresterie : une approche théorique», *Review of Agricultural and Environmental Studies* 86(2008-1), 57-78.
10. Couture, S., A. Reynaud (2008). «Multi-Stand Forest Management Under a Climatic Risk : Do Risk and Time Preferences Matter ?», *Environmental Modeling and Assessment*, 13(2), 181-193.
11. Bontemps C., S. Couture, P. Favard (2003). «Estimation de la demande en eau d'irrigation sous incertitude», *Economie rurale*, 276, 17-24.

12. Bontemps C., S. Couture (2002). «Irrigation water demand for the decision maker», *Environment and Development Economics*, 7, 643-657.