



HAL
open science

Aide à la décision multi-attribut pour le développement durable : une approche par la modélisation bioéconomique

Vincent Martinet

► To cite this version:

Vincent Martinet. Aide à la décision multi-attribut pour le développement durable : une approche par la modélisation bioéconomique. Sciences de l'Homme et Société. Université Paris Ouest Nanterre La Défense, 2012. tel-02806290

HAL Id: tel-02806290

<https://hal.inrae.fr/tel-02806290>

Submitted on 6 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.

UNIVERSITÉ PARIS OUEST NANTERRE LA DÉFENSE
U.F.R. SCIENCES ÉCONOMIQUES

N° attribué par la bibliothèque

Année 2012

|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|

HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES

Discipline : Sciences Économiques

présentée et soutenue publiquement le 16/11/2012 par

Vincent MARTINET

AIDE À LA DÉCISION MULTI-ATTRIBUT POUR LE

DÉVELOPPEMENT DURABLE :

UNE APPROCHE PAR LA MODÉLISATION BIOÉCONOMIQUE

Sous le parrainage de Monsieur Gilles Rotillon,
Professeur Emérite de l'Université de Paris Ouest Nanterre La défense.

JURY

- Mme Katheline Schubert, Professeur à l'Université Paris I Panthéon-Sorbonne, Rapporteur.
- M. Charles Figuières, Directeur de Recherche à l'INRA, Rapporteur.
- M. Alain Ayong Le Kama, Professeur à l'Université Paris Ouest Nanterre La défense.
- M. Dominique Bureau, Ingénieur général des Ponts, des eaux et des forêts. Professeur à l'Ecole Polytechnique.
- M. Christopher Costello, Professeur à l'Université de Californie à Santa Barbara, Etats-Unis.
- M. Cees Withagen, Professeur à la VU University d'Asterdam, Pays-Bas.

L'UNIVERSITE PARIS OUEST NANTERRE LA DEFENSE n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

Remerciements

Cette habilitation est pour moi l'occasion de remercier toutes les personnes avec qui j'ai collaboré au cours de ces dix dernières années de recherche. Tous ces collègues ont participé à la cristallisation d'une expertise scientifique, et à la construction d'une démarche originale de recherche que cette HDR se veut défendre. Ils sont pour la plupart mes co-auteurs, et désormais amis.

Je souhaite commencer par remercier Gilles Rotillon, qui m'a mis sur les voies de la recherche. Mon caractère aventureux (tout du moins intellectuellement) et ma formation généraliste ont fait que j'ai toujours préféré les chemins de traverses aux voies ferrées. Je remercie Gilles de m'avoir toujours encouragé et soutenu dans ces choix, avec une ouverture d'esprit inégallée. Je m'excuse de ne pas l'avoir suivi sur les voies d'escalade, ce qui, je le sais, est un défaut pour un économiste de l'environnement, mais je préfère les profondeurs sous-marines aux hauteurs des falaises.

Mes remerciements vont ensuite à Luc Doyen, qui m'a initié à la théorie de la viabilité et fait rentrer dans le monde des mathématiques appliquées aux problèmes de gestion des ressources renouvelables. Je lui dois beaucoup plus que nos collaborations de publications.

L'ordre chronologique semblant s'installer naturellement dans ces lignes, je remercie ensuite Olivier Thébaud, avec qui j'ai découvert le monde de l'économie des pêches à l'Ifremer. Passer par Brest fût une étape structurante dans la formalisation de ma démarche de recherche, entre théorie et application. Etudier l'économie et la gestion des pêches reste un bon moyen de garder les pieds sur terre (ou sur mer, pour faire un mauvais jeu de mot). J'espère être amené à retravailler avec Olivier dans le futur (si l'Australie nous le rend).

L'économie des pêches m'a amené à voyager (beaucoup!), et cela en partie grâce à Michel De Lara. Nous avons quasiment fait le tour du monde ensemble (j'en profite d'ailleurs pour remercier le ministère des affaires étrangères et l'École des Ponts pour m'avoir largement financé dans ces voyages exotiques entre 2007 et 2009). Entre les plages de Tahiti, les paysages de la Patagonie et le sommet de Machu Pichu, Michel et moi avons trouvé le temps de travailler ensemble. Nous nous voyons d'ailleurs plus souvent à l'étranger qu'à Paris(!). J'espère que Michel restera un co-auteur et compagnon de voyage encore longtemps.

Comme il n'y a (presque) plus de poissons dans les mers, je me suis ensuite tourné vers l'agriculture. Cela a impliqué un retour aux sources, c'est-à-dire à Grignon, lieu où j'ai fait mes études. Je remercie ici mes sympathiques collègues de l'UMR Economie Publique, en particulier Jean-Christophe Bureau, qui m'a "montré" au moment où la question de trouver un poste académique se posait que l'INRA était un institut idéal pour moi, et Stephan Marette, le chef le moins contraignant du monde. Je remercie également le Département SAE2 de l'INRA (Bertrand Schmitt, Chantal Le Mouël et Alban Thomas) pour me laisser beaucoup de liberté dans mes travaux.

Outre les passages par différentes institutions, la construction de ma carrière de chercheur s'est aussi faite au sein du réseau des économistes de l'environnement français (et des brillants cerveaux exilés en Suisse que le monde académique français ferait bien de rapatrier avant que ces jeunes gens ne s'habituent aux avantages financiers et fiscaux de leur situation). Ils se reconnaîtront, tous mes amis de conférences, et je leur dis à très bientôt.

Parmi les personnalités internationales du monde de la recherche qui ont joué un rôle important pour moi, je dois ici remercier Bob Cairns. Il a toujours montré un grand enthousiasme pour mes travaux (théoriques), et je suis sûr que notre collaboration sera très riche. Il a aussi su se révéler un ami, lui et son adorable femme Lynn, au fil des années et de mes passages à Montréal.

Je souhaite bien entendu remercier les membres du jury, pour avoir accepté de juger mon travail et, de fait, ma jeune carrière de chercheur.

Les deux rapporteurs de ce mémoire d'Habilitation, Katheline Schubert et Charles Figuières, suivent mes travaux depuis la fin de ma thèse. Qui mieux qu'eux pourrait juger de la réussite de mon programme de recherche ?

Il en est de même pour Alain Ayong, qui était rapporteur de ma thèse de doctorat. Il m'avait dit à l'occasion de ma soutenance qu'il fallait désormais que je me "mette à l'économie". Il semblerait que l'heure du bilan soit arrivée. A lui de me dire si j'ai réussi.

Je remercie Dominique Bureau d'avoir accepté de participer à ce jury malgré un emploi du temps chargé. Il est pour moi un modèle de réussite, montrant comment concilier monde académique et sphère de décision.

A couple of words to Cees Withagen and Chris Costello who have accepted to read this long document in French. Thank you for your participation in this committee. I hope it will open some perspectives to collaborate. I am looking forward to it!

Je remercie également ma famille. La place qu'ils occupent dans mon cœur est inversement proportionnelle à la longueur des lignes que je leur accorde ici.

Enfin, 2012 restera avant tout l'année de mon mariage, et je dédie cette habilitation à ma femme, Emilie. Puissent les années qui viennent être aussi fécondes pour nous que les années de recherche passées l'ont été pour moi.

Table des matières

Résumé	11
Titre et résumé en Anglais	13
1 Curriculum Vitae	15
2 Synthèse	27
2.1 Problématique de recherche et démarche générale	27
2.2 Présentation des travaux	35
2.3 Perspectives de recherche	49
2.4 Rôle de l'encadrement dans mes démarches de recherches	51
3 Liste des travaux et références bibliographiques	53
4 Liste des travaux	56

AIDE À LA DÉCISION MULTI-ATTRIBUT POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE :
UNE APPROCHE PAR LA MODÉLISATION BIOÉCONOMIQUE

Résumé

Ce mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches s'appuie sur 11 articles, dont 8 ont été publiés entre 2007 et 2011, pour présenter mes travaux sur la prise de décision multi-attribut pour le développement durable. La difficulté d'une décision de développement durable consiste à concilier des enjeux de nature différente et parfois conflictuels (par exemple économiques et environnementaux), et à agréger les performances intertemporelles des systèmes étudiés, pour prendre en compte la question de l'équité intergénérationnelle. La synthèse montre comment la modélisation bioéconomique peut compléter les approches classiques de l'économie de la production, de l'économie publique et de la théorie du choix social pour aider à la prise de décisions durables. Des exemples d'application à la gestion des pêches et à l'arbitrage entre production agricole et préservation de la biodiversité dans les agro-écosystèmes viennent illustrer les propos théoriques. Des modèles écologiques-économiques y sont utilisés pour construire les frontières de production possibles qui représentent les arbitrages nécessaires entre productions économiques et écologiques. Une performance particulière peut être atteinte par des outils d'économie publique. Le choix d'une performance sur la frontière révèle les préférences sociales entre enjeux de durabilité. Ces travaux m'ont mené à la définition d'un critère de développement durable qui détermine les droits minimaux, en termes d'enjeux de différente nature, qui sont garantis à toutes les générations. Je conclus sur les pistes de recherche que mes travaux ouvrent, et sur le rôle de l'encadrement doctoral dans leur exploration.

Mots clés : dynamique, indicateurs, durabilité, arbitrage, économie des ressources naturelles.

SUPPORTING MULTI-ATTRIBUTE DECISION-MAKING FOR SUSTAINABILITY : AN
ECOLOGICAL ECONOMIC MODELING APPROACH

Abstract

This thesis for the habilitation to supervise research is built on 11 scientific articles, among which 8 have been published between 2007 and 2011. I present my work on “Supporting multi-attribute decision-making for sustainability : an ecological economic modeling approach”. The challenge of sustainable decision-making is to account for several, potentially conflicting issues (e.g., environmental and economics), along with the intertemporal performances of the systems under study, for intergenerational equity. The thesis emphasizes how ecological-economic modeling can be used to complete the approaches of economics of production, public economics and social choice theory, to support sustainable decision-making. Examples of application to sustainable fisheries management and conservation of biodiversity in agro-ecological systems are used to illustrate theoretical results. Ecological-economic models are developed to build production possibility frontiers representing the trade-offs between ecological and economic outcomes. A particular outcome can be achieved using public policies. The choice of a given outcome reveals the social preferences between sustainability issues. This research has led me to the definition of a sustainability criterion that characterizes sustainability with minimal rights guaranteed to all generations. I conclude on future research avenues, and on the role of graduate students’ supervision in the development of these researches.

Key words : dynamics, indicators, sustainability, trade-offs, economics of natural resources.

1 Curriculum Vitae

Position : Chargé de Recherche - INRA, UMR Economie Publique

Formation et diplômes

- 2002 Ingénieur Agronome
 Institut National Agronomique Paris-Grignon (AgroParisTech)
- 2002 DEA Economie de l'Environnement et des Ressources Naturelles
 ParisTech
- 2005 Doctorat en Economics, University of Paris 10 – Nanterre
 Titre : “Interpretation du concept de développement durable dans les
 modèles économiques avec ressources naturelles” ; Sous la direction
 du Pr. Gilles Rotillon.

Parcours Academique

- 2002-2005 Doctorant. Thema - Université de Paris 10 – Nanterre
- 2005-2007 Post-doctorant au Département d'Economie Maritime de l'IFRE-
 MER, Brest, France
- 2007-2011 Chargé de Recherche 2ème classe - INRA
- 2011- Chargé de Recherche 1ère classe - INRA

Associations et Visites

- 2005- Chercheur Associé - EconomiX, Université Paris Ouest Nanterre –
 La Défense
- 2007- Chercheur Associé - AMURE, UMR UBO–Ifremer
- 2005/2013 Chercheur invité (visiteur) – CIREQ (McGill) – Montreal – Canada
- 2010 Chercheur invité (visiteur) – 8 months – GERAD (HEC) – Montreal
 – Canada

- 2011 Chercheur invité (visiteur) – Bren School of Environmental Science and Management – University of California, Santa Barbara – United States
- 2012 Chercheur invité (visiteur) – Ifo, Munich, Allemagne

Prix et bourses

- 2002-2005 Bourse Docteur-Ingénieur du CNRS
- 2006 Prix de thèse “Louis Forest” (meilleure thèse d’économie 2005) de la Chancellerie des Universités de Paris.
- 2008 Prix OECD “Best Policy Paper at IIFET 2008”. mention honorable.
- 2011-2014 Prime d’Excellence Scientifique.
- 2012 “Jeune Talent” du réseau académique France – Pays-Bas. Thème 2012 : Nourrir la planète.

Publications

Articles dans des revues à comité de lecture

- A1. ‘Sustainability of an economy with an exhaustible resource : a viable control approach’ (with L. Doyen), 2007, *Resource and Energy Economics* **29(1)**, p.17-39.
- A2. ‘Invariance in Growth Theory and Sustainable Development’ (with G. Rotillon), 2007, *Journal of Economic Dynamics and Control* **31(8)**, p.2827-2846.
- A3. ‘A step beside the maximin path : Can we sustain the economy by following Hartwick’s investment rule?’, 2007, *Ecological Economics* **64**, p.103-108.
- A4. ‘Defining viable recovery paths toward sustainable fisheries’ (with O. Thébaud and L. Doyen), 2007, *Ecological Economics* **64**, p.411-422.

- A5. 'Lois de conservation économiques et développement durable' (with G. Rotillon and F. Costes), 2008, *Annales d'Economie et de Statistique* **90**, p.103-125.
- A6. 'Multi-criteria dynamic decision under uncertainty : a stochastic viability analysis and an application to sustainable fishery management' (with M. de Lara), 2009, *Mathematical Biosciences* **217**, p.118-124.
- A7. 'Fishery externalities and biodiversity : Trade-offs between the viability of shrimp trawling and the conservation of Frigatebirds in French Guiana' (with F. Blanchard), 2009, *Ecological Economics* **68**, p.2960-2968.
- A8. 'Hare or Tortoise? Trade-offs in recovering sustainable bioeconomic systems' (with O. Thébaud and A. Rapaport), 2010, *Environmental Modeling and Assessment* **15**(6), p.503-517.
- A9. 'Biological conservation in dynamic agricultural landscapes : effectiveness of public policies and trade-offs with agricultural production' (with F. Barraquand), 2011, *Ecological Economics* **70**, p.910-920.
- A10. 'A characterization of sustainability with indicators', 2011, *Journal of Environmental Economics and Management* **61**, p.183-197.
- A11. 'A stochastic viability approach to ecosystem-based fisheries management' (with Doyen L., Thébaud O., Béné C., Gourguet S., Bertignac M., Fifas S., Blanchard F.), 2012, *Ecological Economics* **75**, p.32-42.
- A12. 'Maximin, Viability and Sustainability' (with L. Doyen), 2012, *Journal of Economic Dynamics and Control* **36**(9), p.1414-1430.

Livre

- B1. *Economic Theory and Sustainable Development : What can we preserve for future generations ?*, Routledge, Oxon (United-Kingdom), April 2012. (ISBN-10 : 0415544777)

Chapitres de livre

- C1. ‘The viability framework : A new way to address the sustainability issue’, 2008, in *Progress in Sustainable Development Research*, R. Lopez (Ed.), Chapter 5, pp.143-167, Nova Science Publishers.
- C2. ‘Invariance in Economic Dynamics and the Sustainable Development Issue’ (with G. Rotillon), 2009, in *Economic Dynamics : Theory, Games and Empirical Studies*, Chester W. Hurlington (Ed.), Chapter 5, pp.99-120, Nova Science Publishers.

Articles de vulgarisation

- V1. ‘La “viabilité”, une approche du développement durable visant à éviter les crises dans le long terme : l’exemple des pêcheries’, 2010, *INRA Sciences Sociales* N°1/2010 - Mai (in French and English).
- V2. ‘Définir les objectifs d’un développement durable, un exercice difficile’, 2011, *INRA Sciences Sociales* N°2-3/2011 - Décembre (in French).

Séries de Documents de Travail

- WP1. ‘Développement Durable et théorie de la croissance’ (with F. Costes and G. Rotillon), 2003, *working paper* THEMA 2003-27.
- WP2. ‘Sustainable management of an exhaustible resource : a viable control model’ (with L. Doyen), 2003, *working paper* THEMA 2003-36
- WP3. ‘The Hartwick rule and the characterization of constant consumption paths’, 2005, *working paper* THEMA 2005-06.
- WP4. ‘Sustainability goals in production-consumption models with an exhaustible resource’ (with L. Doyen), 2005, *working paper* THEMA 2005-14.
- WP5. ‘Recovering viable fisheries’ (with O. Thébaud and L. Doyen), 2006, *working paper* EconomiX 2006-05.

- WP6. ‘Defining viable recovery paths toward sustainable fisheries’ (with O. Thébaud and L. Doyen), 2006, *working paper* GdR AMURE D-19-2006.
- WP7. ‘Maximizing minimal rights for sustainability : a viability approach’, 2007, *working paper* EconomiX 2007-20.
- WP8. ‘Defining sustainability objectives’, 2009, *working paper* EconomiX 2009-07.
- WP9. ‘Agricultural Land-Use and Biological Conservation’ (with F. Baraquand), 2009, *working paper* EconomiX 2009-18.
- WP10. ‘Risk and Sustainability : Is Viability that far from Optimality?’ (with M. De Lara and L. Doyen), 2010, *working paper* INRA–AgroParisTech Public Economics Department, 2010-02; & *working paper* EconomiX 2010-7.
- WP11. ‘A multidisciplinary modelling approach to understand the effects of landscape dynamics on biodiversity’ (with C. Gaucherel, V. Bretagnolle et al.), 2010, International Conference on Integrative Landscape Modelling ; 2010/02/03-05 ; Montpellier. 10 p.
- WP12. ‘Soil heterogeneity, agricultural supply and land-use change : an application to biofuels production’, 2010, *working paper* INRA–AgroParisTech Public Economics Department, 2010-05.
- WP13. ‘Maximin, Viability and Sustainability’ (with L. Doyen), 2010, *working paper* EconomiX 2010-19.
- WP14. ‘Bargaining with Intertemporal Maximin Payoffs’ (with P. Gajardo, M. De Lara, and H. Ramírez Cabrera), 2011, *working paper* EconomiX, 2011-07 & *Cahiers du GERAD* G-2011-13.
- WP15. ‘An Environmental-Economic Measure of Sustainable Development’ (with R. Cairns), 2012, *working paper* EconomiX, 2012-02.
- WP16. ‘Combining Rights and Welfarism : A New Approach to Intertemporal Evaluation of Social Alternatives’ (with N.V. Long), 2012, *Cahiers du CIREQ* 01-2012 & *CESifo working paper* N° 3746 & *working paper* EconomiX, 2012-14.

- WP17. ‘Effect of soil heterogeneity on the welfare economics of biofuel policies’, 2012, *working paper* INRA–AgroParisTech Public Economics Department, 2012-01 & *working paper* EconomiX, 2012-13.
- WP18. ‘Risk and Sustainability : Assessing fisheries management strategies’ (with M. De Lara, J. Peña and H. Ramírez Cabrera), 2012, *working paper* AMURE D-31-2012 & *working paper* EconomiX, 2012-11.

Séminaires invités

- 2006 Toulouse School of Economics (LERNA)
- 2007 University Paris 1 Panthéon-Sorbonne (EUREQua)
- 2008 HEC Montreal (GERAD)
- 2009 UC Davis (AgEcon); UC Berkeley (AgEcon); HEC Montreal (GERAD)
- 2010 ETH Zurich (CER)
- 2011 Toulouse School of Economics (LERNA); HEC Montreal (GERAD); University of Bordeaux; University of Oslo; UC Santa Barbara (Bren School)
- 2012 University of Geneva (Job market seminar)

Conferences and séminaires

- WCERE World Congress of Environmental and Resource Economists. 2006 (Kyoto, Japan), 2010 (Montreal, Canada).
- EAERE Congress of the European Association of Environmental and Resource Economists. 2008 (Gothenburg, Sweden), 2009 (Amsterdam, Netherlands), 2011 (Rome, Italy), 2012 (Prague, Czech Republic).
- SURED ‘Sustainable Resource Use and Economic Dynamics’ (Ascona, Switzerland). 2004, 2008, 2010, 2012.
- CIREQ Natural Resources and Environmental Economics Workshop (Montreal, Canada). 2005, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012.

- BIOECON BIOdiversity and Economics for CONservation, annual conference. 2006 (Cambridge, England), 2009 (Venice, Italy), 2012 (Cambridge).
- CREE Canadian Resource and Environmental Economics Study Group. 2008 (Toronto), 2009 (Edmonton).
- IIFET World Meeting of the International Institute for Fisheries Economics and Trade. 2006 (Portsmouth, England), 2008 (Nha Trang, Vietnam).
- ESEM Econometric Society European Meeting. 2012 (Malaga, Espagne).
- AFSE French Economic Association. Annual Thematic Meeting “Frontiers in Environmental Economics and Natural Resources Management” 2008 (Toulouse, France), Annual Congress 2012 (Paris).
- APPOPT Approximation and Optimization in the Caribbean, International Conference. 2008 (San Andres, Colombia).
- DIVERSITAS DIVERSITAS Open Science Conference. 2009 (Cape Town, South Africa).
- META Modelling the Amazonian Tropical Ecosystems, annual conference. 2007 (Kourou, French Guiana).
- MODSIM Modelling and Simulation World Congress Conference. 2007 (Christchurch, New-Zealand).
- PSI Pacific Science Inter-congress. 2009 (Tahiti, French Polynesia).
- SSES Annual Congress of the Swiss Society of Economics and Statistics (Zurich, Switzerland). 2005.

Enseignement

- Master
professionnel
- *Sustainable Development Economics*, post-master Management of Food and Environmental Health Risks (ALISEE), AgroParisTech Executive, 6 hours in 2011 (in French).
 - *Ecological Economics*, post-master Management of Food and Environmental Health Risks (ALISEE), AgroParisTech Executive, 12 hours in 2011 (in French).

- Master 2 – *Economics of Natural Resources*, master Economics of Sustainable Development, Environment and Energy (EDDEE), ParisTech and University Paris Ouest. 10 hours annually since 2008 (in French).
- *Sustainable Development Economics*, master Territorial Sustainable Development, University of Corsica. 10 hours annually since 2009 (in French).
- *Economic aspects of populations and ecosystems management*, master Ecology, Biodiversity and Evolution (EBE), AgroParisTech and University Paris Sud. 3 hours annually since 2007 (in French).
- *Mathematical modeling for sustainable resource management*, master Policy of Agricultural, Marine and Environmental Resources (PRAME), University of Western Brittany and Agrocampus Ouest. 3 hours annually since 2009 (in French).
- Master 1 – *Economics of Natural Resources*, master Mathematics, Modeling, Economics and Social Sciences (MMSES), AgroParisTech. In charge of the organization of the course (24 hours) and 9 hours of teaching ; since 2011.
- Cours ponctuel – *Sustainable management of natural resources : A viability perspective*, graduate students at the Bren School of Environmental Science and Management (Instructor of record : Steve Gaines), University of California, Santa Barbara. 12.5 hours, November 2011 (in English).

Encadrement

- 2012 – co-directeur de thèse de Marion Dupoux (IFPEN).
- 2011 – Membre du comité de thèse d'Esther Regnier (PSE, Paris School of Economics).
- 2010 – Membre du comité de thèse de Pierre Scemama (IFREMER).
- 2010-2011 Arnaud Goussebaïl (Ingénieur de recherche, INRA), 6 mois.
- 2011 Xiaolian Li (Master 1, AgroParisTech), 3 mois.

- Ritesh Shanker (Master 2, Indian Institute of Technology, Kharagpur), 2 mois.
- 2010 Pierre Scemama (Master 2, AgroParisTech), defense committee member.
- Pierre Alexandre (Master 1, AgroParisTech), 3 mois (co-supervision).
- 2009 Aurore Lavigne (Master 1, AgroParisTech), 6 mois (co-supervision ; stage au Chili).
- Charlène Lafond (Master 2, Ecole Normale Supérieure), 4 mois.
- Jean-Baptiste Marre (Master 2, ParisTech), Tuteur et membre du jury de soutenance.
- 2006 Clotilde Lebreton (Master 2, Ecole Normale Supérieure), 6 mois (co-supervision).

Autres activités professionnelles

Programme Committee member of EAERE 2009 (Amsterdam), WCERE 2010 (Montreal), EAERE 2011 (Rome), EAERE 2012 (Prague), AFSE 2012 (Paris).

Reviewer for – **A** – *African Journal of Marketing Management* – **B** – *Biological Conservation* – **C** – *Computational Management Science* – **E** – *Ecological Economics; Ecological Modelling; Environment, Development and Sustainability; Environmental Modeling and Assessment; Environmental and Resource Economics; European Economic Review* – **I** – *International Economics; International Journal of Global Environmental Issues* – **J** – *Journal of Applied Ecology; Journal of Economic Dynamics and Control; Journal of Environmental Management* – **N** – *Nonlinear Analysis : Real World Applications* – **R** – *Review of Agricultural and Environmental Studies* – **S** – *Scandinavian Journal of Economics; Sustainability*.

External scientific expert for the Research Council of the 'Académie universitaire Louvain' (AuL)

Since 2009 : Nominated member of the CNECA (Commission nationale des enseignants-chercheurs relevant du ministre chargé de l'agriculture) - Section 9 (Sciences économiques, sociales et humaines).

Since 2011 : Elected member of the Scientific Council of the Economics Department (SAE2) at INRA.

Membre d'associations

AFSE : French Economic Association. From 2011 to 2012.

EAERE : European Association of Environmental and Resource Economists. From 2008 to 2012.

Econometric Society : 2004. 2012.

Participation à des programmes de recherche

- 2002-2006 ACI Quantitative Ecology MOOREA (Models and Optimization Tools for Research in Applied Ecology), granted by the French Ministry of Research.
- 2005-2008 ACI Economic Modeling of Sustainable Development (Economic Interpretation of Sustainable Development, Invariance and Environmental Preferences), granted by the French Ministry of Research.
Coordinator - 5 teams - 31 kEuro.
- 2005-2008 ANR Biodiversity CHALOUPE (Global Change, Dynamics of Exploited Marine Biodiversity, and Fisheries Viability), granted by the French National Agency for scientific Research.
- 2006-2009 MIFIMA (Mathematics and Informatics for Fisheries Management) - International research program (France, Chile, Peru).

-
- 2007-2011 ANR Biodiversity BiodivAgriM (Biodiversity conservation in Agroecosystem : landscape modelling), granted by the French National Agency for scientific Research.
- 2009-2012 ANR Systerra POPSY (Field Crops Production Systems, Environmental Public Policies), granted by the French National Agency for scientific Research.
- 2008-2011 FP7 Programme AgFoodTrade (New Issues in Agricultural Food and Bioenergy Trade), a project supported by the EU Commission, Grant 212036, 2008.
- 2010-2011 INRA project 3BCar - Coupling Life Cycle Analysis and Cost Benefit Analysis approaches for the assessment of biofuel production projects at the regional level. *Coordinator* - 4 teams - One employee (research engineer) - 33.4 kEuro.
- 2012-2014 MOBILIS – Bio-economic modeling for scenarios of biodiversity and farming land-use facing climate change. Funded by the FRB (Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité).
- 2013-2017 PEERLESS – Predictive Ecological Engineering for Landscape Ecosystem Services and Sustainability. Granted by the French National Agency for scientific Research within the program AgroBiosphere. *Task coordinator, Team coordinator.*

2 Synthèse

2.1 Problématique de recherche et démarche générale

Bien que le concept de “durabilité” relève de nombreuses disciplines et englobe d’innombrables enjeux, ce qui rend le concept flou et inopérant dans bien des cas, l’argumentation développée dans cette habilitation à diriger des recherches se base sur le postulat que deux éléments sont primordiaux – au sens où ils sont inévitables – pour aborder cette problématique. Il s’agit, d’une part, du fait qu’un développement durable doit concilier des enjeux de nature différente (écologie et économie par exemple) et parfois contradictoires, et, d’autre part, du fait que la durabilité doit nécessairement prendre en compte la question de l’équité intergénérationnelle, donc les dimensions intertemporelles des problèmes.

On retrouve ces deux dimensions dans la description des enjeux du développement durable que fait Heal (1998) au début de son ouvrage de référence sur la question. Selon lui, l’essence de la soutenabilité repose sur trois axiomes :

- un traitement du présent et du futur qui accorde une valeur positive au très long terme,
- la reconnaissance de toutes les manières dont les actifs environnementaux contribuent au bien-être économique,
- la reconnaissance des contraintes imposées au développement par la dynamique de ces actifs naturels.

Le premier point est clairement lié à la question de l’équité intergénérationnelle.¹ Le second point fait écho aux tensions entre consommation “classique” et dégradation des actifs naturels, lorsque ces derniers sont par ailleurs source d’aménités environnementales. Le dernier point replace cette tension dans le contexte intertemporel : la dynamique naturelle des actifs environnementaux peut être telle qu’une surexploitation de ces actifs par les générations présentes peut compromettre le

1. On peut cependant noter que Heal restreint cette dimension à un équilibre entre présent et très long terme. Cette restriction est liée à l’orientation de la suite de son livre, fortement influencé par les travaux de Graciella Chichilnisky, et notamment par le critère de Chichilnisky (Chichilnisky, 1996), qui pondère valeur présente actualisée et utilité de très long terme de la trajectoire de développement.

développement futur.

Les deux dimensions mises en perspectives ici – enjeux conflictuels et équité intergénérationnelle – rendent complexe la prise de décisions dites “durables”. Tout d’abord, de telles décisions doivent prendre en compte tous les enjeux de durabilité, et donc se baser sur une agrégation des performances des systèmes étudiés par rapport à ces enjeux. Ensuite, ces décisions doivent également prendre en compte les intérêts de toutes les générations, et donc se baser sur une agrégation des performances des systèmes étudiés au cours du temps. Enfin, à ces deux difficultés peut se rajouter celle de l’incertitude, et le fait qu’un décideur doive aussi agréger les performances des systèmes étudiés par rapport aux aléas du monde. Agréger enjeux multiples, temps et incertitude représente un défi, tant théorique qu’empirique, qu’une prise de décisions durables doit relever.

Avant de continuer dans la description des conséquences de ces dimensions sur la prise de décision multiattribut pour le développement durable, je souhaite préciser la nature des systèmes étudiés et les problèmes de choix durables sous-jacents. Les systèmes auxquels je me réfère sont des systèmes économiques, c’est-à-dire de gestion de rareté, prenant place dans un certain environnement, le plus souvent “naturel”. Nous supposerons qu’un “décideur représentatif” (au sens large, c’est à dire une certaine représentation des choix sociaux d’un groupe d’agents) doit décider de l’évolution du système, et que cette évolution résulte dans des performances, variables au cours du temps, sur les enjeux de durabilité considérés. Le décideur peut alors souhaiter “évaluer” différentes alternatives en termes de décisions, ou de règles de décision, afin de classer celles-ci pour en choisir la meilleure selon certains critères. Par nature, ce choix résulte en un “optimum” qui peut également être qualifié de “durable” si les différentes dimensions de la durabilité (à minima, enjeux conflictuels et équité intergénérationnelle) sont correctement prises en compte.

Pour être plus parlant, citons les types de systèmes étudiés dans les travaux appliqués qui supportent cette habilitation. Dans une pêcherie, un régulateur

peut être intéressé par les performances économiques (profit), sociales (emploi) et écologiques (niveau de stock) du système écologique-économique “pêche”, et vouloir classer différentes règles de gestion des pêches (régulation par effort ou par quota, par exemple). A l’échelle d’un paysage agricole, un régulateur peut être intéressé par les performances économiques (profit), agronomiques (production alimentaire ou non-alimentaire) et écologiques (biodiversité du paysage) de l’agro-écosystème, et vouloir classer différentes mesures agro-environnementales (subvention aux usages extensifs, ou taxation des intrants, par exemple).

L’utilisation de systèmes dynamiques contrôlés pour représenter ces problèmes est donc naturelle. Un certain formalisme mathématique est utilisé dans mes travaux, et ceux-ci se réfèrent à la théorie du contrôle. D’un point de vue général, j’étudie des systèmes dynamiques représentés par un vecteur d’état et un vecteur de décisions, et dont les performances par rapport aux différents enjeux de durabilité peuvent être mesurées par des indicateurs à valeur réelle. D’un point de vue particulier, les modèles représenteront des systèmes écologiques-économiques, intégrant dynamiques économiques et dynamiques environnementales.

Ces précisions faites, nous pouvons retourner à notre question théorique : Comment faire des choix qui ont des conséquences intertemporels sur des enjeux de nature différente ? Cette question n’est pas nouvelle, et les sciences économiques y ont apporté les réponses suivantes.

La façon usuelle de prendre en compte des enjeux différents en économie, et de représenter les arbitrages entre ces enjeux, consiste à définir une fonction d’utilité. Cette fonction d’utilité représente les préférences du décideur et, dans notre contexte de durabilité, permet d’agréger les performances du système par rapport aux différents enjeux de durabilité à un temps donné. D’un point de vue pratique, tous les enjeux étant agrégés en une valeur commune, il est possible de les comparer à l’aide d’un numéraire, par exemple en euros. Conforme à l’approche dominante en économie de l’environnement, les actifs naturels sont “monétarisés” et cette valeur monétaire est utilisée pour internaliser les externalités environnementales, ou pour des analyses coûts-bénéfices incluant les actifs environnementaux. Cette ap-

proche économique est à la base de la définition d'un PIB vert, qui corrigerait la comptabilité nationale en y ajoutant, ou plus certainement en y retranchant, le coût des dégâts environnementaux.

En ce qui concerne la dimension équité intergénérationnelle, la théorie économique définit un critère de bien-être intertemporel qui agrège les performances du système étudié au cours du temps, en pondérant l'utilité des différentes périodes (ou générations). Le critère classique en économie est celui de l'utilité actualisée, qui affecte un poids décroissant aux générations successives, le facteur d'actualisation étant généralement de forme exponentielle décroissante (taux d'actualisation constant). Ce critère a été critiqué dans la littérature sur le développement durable et qualifié de dictature du présent par Chichilnisky (1996) car il ne prend pas en compte le long terme. De nombreux autres critères de développement durable ont été discutés dans la littérature. Tous ces critères tentent de fournir une alternative à l'approche utilitariste escomptée, en proposant une certaine définition de l'équité intergénérationnelle compatible avec l'idée de développement durable. Le but de cette synthèse n'étant pas de s'inscrire explicitement dans ce débat sur les critères de durabilité, nous renvoyons le lecteur à l'ouvrage de Heal (1998) ou, pour une analyse plus récente, au Chapitre 4 de mon livre sur le sujet (Martinet, 2012).² On peut cependant dire que la question de l'équité intergénérationnelle – donc de l'agrégation du temps – a été discutée de manière plus approfondie dans la littérature sur le développement durable que celle de l'agrégation des différents enjeux. Mais l'approche des critères de développement durable se base généralement sur l'hypothèse de l'existence d'une fonction d'utilité.

Cet outil théorique, finalement très *ad hoc*, qu'est la fonction d'utilité est central aux réponses des sciences économiques à la question soulevée ici, mais est cependant loin de résoudre notre problème en pratique. En effet, sans la ca-

2. Ce livre ne fait pas parti, à proprement parler, des travaux venant supporter cette thèse d'habilitation. Il s'agit plutôt d'une valorisation des mes travaux de thèse de doctorat, même si certaines idées plus récentes que ma thèse de doctorat sont venues enrichir le livre, et peuvent se retrouver dans les motivations de cette synthèse. Je pense notamment au Chapitre 9 du livre "What we can preserve for future generations", qui correspond à l'article Martinet (2011), présenté plus loin.

ractérisation de cette fonction, il est impossible d'agréger en pratique les différents enjeux, et de définir les "prix implicites" sous-jacents aux préférences. Sans ces valeurs, il n'est pas possible de mettre en pratique les recommandations de la théorie économique classique. Que faire lorsque l'on ne dispose pas d'une représentation des préférences ?

En pratique, les problématiques de développement durable sont abordées à l'aide d'indicateurs mesurant la performance de nos sociétés par rapport aux différents enjeux économiques, sociaux et environnementaux d'intérêt. Ces indicateurs fournissent des mesures dans des unités différentes (euros, taux de chômage, concentration atmosphérique de gaz à effet de serre, par exemple) qu'il n'est pas possible d'agréger directement. Pour ce qui est des enjeux environnementaux, l'abondance des ressources, la bonne santé des écosystèmes, ou la qualité d'un milieu ambiant peuvent être mesurés par des indicateurs *ad hoc*. La Norvège a, par exemple, développé un système de comptabilité des ressources naturelles et de l'environnement dès les années 70, bien avant le système international des Nations Unis.³ Forts de cette expérience, Alfsen et Greaker (2007) décrivent la manière dont ces comptes ont été utilisés en Norvège pour définir des indicateurs de développement durable.⁴ Les auteurs soulignent cependant en conclusion de leur article qu'il manque un cadre théorique formel pour intégrer les différentes dimensions de la durabilité, et prendre en compte les aspects de long terme. Du fait du manque de méthodes pour agréger l'information de ces systèmes de comptabilité, ces comptes n'ont été que peu utilisés par les preneurs de décision (à l'exception des comptes sur l'énergie). Ce type de comptabilité physique des actifs naturels n'a donc été que de peu d'intérêt pour aider la prise de décisions durables.⁵

3. SEEA : System of Environmental-Economic Accounts. Description accessible à l'adresse : <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seea.asp> (accès vérifié en avril 2012).

4. Les comptes sont maintenus en unités physiques, mais complétés de prix de marché lorsque ceux-ci sont disponibles, c'est-à-dire principalement pour les ressources naturelles à finalité commerciale.

5. Il faut noter que ce système de comptabilité n'a pas servi non plus de base "physique" à un verdissement de la comptabilité nationale classique (PIB vert) en Norvège.

Contrairement à l'approche économique classique, basée sur des prix, une approche du développement durable utilisant des indicateurs sera basée sur des quantités. Il faut alors préserver des "quantités" de capitaux naturels pour la durabilité du système étudié, alors que la théorie économique préconise de conserver de la valeur. Cela mène à une apparente divergence d'approche entre économie de l'environnement et économie écologique, ou entre approche de durabilité faible et approche de durabilité forte. Refusant cette opposition, je me suis intéressé aux contributions possibles des sciences économiques à ces questions.

L'usage d'indicateurs pour aborder les problématiques de durabilité en pratique peut avoir deux raisons. La première est liée à la possible impossibilité de comparer ces enjeux entre eux, et donc à l'inexistence d'une fonction représentant les préférences sociales sur ces enjeux. Cette raison est avancée depuis longtemps par certains partisans de la durabilité forte, qui pensent qu'il n'est pas possible de comparer valeur économique et Valeur de la nature. Cette dernière doit alors être conservée "pour elle-même". Le développement durable nécessite alors de préserver les actifs naturels. Cette vision a, cependant, la faiblesse de nier toute possibilité de substitution entre les différentes formes de capitaux : capitaux reproductibles, capitaux humains et capitaux naturels. Une telle substitution peut prendre place dans la production de biens et de services, mais aussi dans la satisfaction des besoins (c'est-à-dire dans les préférences). Bien qu'il est osé de clamer que la substitution des capitaux naturels par des machines sauvera la planète (hypothèse de substitution infinie), il est néanmoins tout aussi osé de ne pas accepter l'évidence d'une substitution "à la marge", telle qu'elle est observée dans la société actuelle. Défendre l'idée d'une impossibilité de comparaison des enjeux du développement durable revient à nier la possibilité d'arbitrage entre ces enjeux, et le fait qu'il puisse y avoir des priorités sociales. Cela ne me semble pas être une voie permettant de répondre à notre problématique d'aide à la décision basée sur des indicateurs de développement durable, surtout dans un monde où la finitude des moyens alloués à la préservation de l'environnement nous rappelle qu'il y a effectivement des arbitrages en (dé)faveur de l'environnement.

La seconde raison, celle que je vais m'attacher à défendre dans cette thèse, est liée au fait que des préférences existent bien, mais qu'il n'est pas aisé ou pas possible de les révéler *a priori*, et donc pas possible de définir une fonction d'utilité à appliquer à tout problème. Cette raison est renforcée par deux arguments. Le premier est lié à la multiplicité des acteurs sociaux (concernés par le développement durable, ou impliqués dans la prise de décision) et l'hétérogénéité de leurs préférences. Le second est lié à l'aspect intertemporel du problème et à la possible évolution au cours du temps des arbitrages entre enjeux. Ces deux éléments rendent la définition d'une fonction d'utilité "durable" complexe. Face à cette complexité, une solution pragmatique pour les différents porteurs d'enjeux est de se référer à des quantités (physiques en ce qui concerne les actifs naturels) plutôt qu'aux valeurs relatives sous-jacentes à des préférences (homogènes à des prix donc).

Cette vision a été défendue récemment par des économistes "classiques", dans le rapport de la Commission sur la mesure des performances économiques et du progrès social (Stiglitz et al., 2009). Les auteurs de ce rapport déconseillent l'usage d'un indicateur synthétique unique pour aborder les questions de durabilité, un tel indicateur ne permettant pas de rendre compte à la fois de la complexité de l'activité économique, de la qualité de la vie et de la durabilité du développement.

Cela nous amène à préciser la question de recherche précédente : Comment faire des choix qui ont des conséquences intertemporels sur des enjeux de nature différente lorsqu'il n'est pas possible d'agréger ces différentes dimensions à l'aide d'une fonction d'utilité ?

Mes travaux de recherche apportent des éléments de réponse à cette question. Il s'agit d'examiner comment la science économique peut aborder notre question de recherche lorsqu'on la prive d'un de ces outils les plus modernes : la fonction d'utilité. Je vais m'attacher à montrer qu'une utilisation des approches classiques de l'économie de la production, de l'économie publique, et de la théorie du choix social permet d'éclairer le débat actuel sur la définition d'un développement durable, et offre un cadre théorique rigoureux pour utiliser des indicateurs de nature différente pour aborder ces problématiques.

Dans une perspective d'économie de la production, une première étape consiste à intégrer dynamiques naturelles et dynamiques économiques dans une approche de modélisation écologique économique, afin de déterminer les performances des systèmes de production par rapport aux différents attributs d'un développement durable. Il s'agit de définir l'ensemble des productions économiques-écologiques possibles. Cela peut nécessiter un recours à la théorie micro-économique lorsque la dynamique économique est la résultante de l'ensemble des comportements économiques individuels. Cette première étape permet de prendre en considération les contraintes imposées au développement par la dynamique des ressources naturelles, pour reprendre la caractérisation de la durabilité de Heal, et de mettre en évidence les arbitrages nécessaires entre enjeux de développement durable.

Une fois l'ensemble des productions possibles connu, les points de production écologique-économique situés sur la frontière de l'ensemble des productions possibles représentent les niveaux de production Pareto-efficients. Dans une perspective de politique publique, il est intéressant de déterminer comment atteindre ces productions efficaces, et de caractériser les instruments de politique publique qui permettent de modifier le comportement des agents pour atteindre une performance particulière.

Enfin, ayant caractérisé l'ensemble des niveaux de production efficaces et la manière de les atteindre, il est intéressant, d'un point de vue choix social, d'examiner quels pourraient être les objectifs d'un développement durable, en sélectionnant un point particulier de la frontière. Nous verrons qu'un tel choix peut être interprété comme une révélation des préférences du (des) décideur(s), ou comme un état des rapports de forces entre parties-prenantes dans une négociation sur les enjeux du développement durable.

La section suivante présente plus en détail la manière dont mes travaux abordent ces points, et plus particulièrement la manière dont l'absence de fonction d'utilité impacte l'étude des décisions intertemporelles, lorsqu'il n'est pas possible d'agréger les différents enjeux à l'aide d'une fonction d'utilité et les différentes périodes à l'aide d'un critère intertemporel.

Parmi les différentes pistes proposées, nous verrons que la théorie de la viabilité offre une solution pour intégrer la dimension intertemporelle aux problèmes de développement durable caractérisés par des enjeux de nature différente. Lorsque la performance du système par rapport à chaque enjeu est mesurée par un indicateur particulier, il est possible de définir un seuil au delà ou en deçà duquel l'enjeu de développement durable n'est pas atteint. Une trajectoire viable respecte à tous les temps l'ensemble des contraintes matérialisées par ces seuils. Cette approche n'agrège pas les enjeux : tous les indicateurs doivent respecter les contraintes associées à leurs seuils respectifs. Elle n'agrège pas non plus le temps à proprement parler. Les contraintes doivent être respectées pour toutes les générations.

Etant donné que, dans cette approche, la durabilité est définie par rapport aux seuils de viabilité, le véritable problème de choix se situe dans la définition de ces seuils, qui reflète des préférences relatives pour les différents enjeux de durabilité. Il est possible d'interpréter cette approche comme réalisant une "agrégation particulière du temps" : pour chaque enjeu, la performance intertemporelle peut être associée à la valeur minimale de l'indicateur correspondant le long de la trajectoire de développement, c'est-à-dire au niveau de l'indicateur qui est "soutenu". Cette réflexion m'a mené à la définition d'un critère de développement durable. Celui-ci est une généralisation du maximin, tant du point de vue mathématique (prise en compte de plusieurs dimensions) que du point de vue interprétation "économique-philosophique", les seuils de durabilité étant interprétés comme des droits minimaux sur les différents enjeux de durabilité garantis à toutes les générations.

2.2 Présentation des travaux

Modélisation écologique-économique et construction d'ensembles de production possible

L'utilisation de modèles dynamiques intégrant les dimensions économiques et écologique des systèmes étudiés permet de prendre en compte les interactions entre dynamiques naturelles et décisions d'exploitation, et d'examiner dans quelle mesure la présence de ressources naturelles dans l'économie peut être une limite au développement. Une telle approche pluridisciplinaire permet d'appréhender la di-

mension écologique des systèmes étudiés. La science économique y a une place propre dans la modélisation des phénomènes économiques liés aux décisions des acteurs ou au processus de régulation de l'exploitation des systèmes. Cette approche permet de déterminer les performances des systèmes étudiés, mais aussi le rôle d'instruments de régulation. A titre d'exemple, voici deux domaines d'application issus des travaux présentés en annexe : l'économie des pêches d'une part, et l'économie de la biodiversité d'autre part.

Les travaux De Lara et Martinet (2009), Martinet et al. (2007, 2010) et Martinet et Blanchard (2009) examinent des problèmes de gestion durable des pêches. Ces travaux s'appuient sur des modèles écologiques-économiques de pêcherie, représentant la dynamique d'un stock de poisson exploité. Tous ces travaux utilisent un modèle de biomasse (le stock est représenté par sa masse, de manière unidimensionnelle), à l'exception de l'article De Lara et Martinet (2009) qui utilise un modèle en classe d'âge, représentant de manière beaucoup plus réaliste la dynamique écologique de croissance du stock et les interactions avec les stratégies de captures ayant une sélectivité différente selon la taille des poissons.⁶ La dimension économique de la pêcherie est représentée par le contrôle de l'effort de pêche et / ou de la taille de la flottille. Dans ces travaux, nous utilisons la théorie de la viabilité pour aborder la problématique de durabilité de l'exploitation. Les caractéristiques d'une pêcherie durable sont représentées par des contraintes sur des indicateurs économiques (profit minimal, taille minimale de flottille, ou effort de pêche minimal) et environnementaux (biomasse minimale, externalité sur une autre espèce maximale). A partir de ces modèles, il est possible de décrire la frontière des productions soutenables, tant en termes écologiques qu'économiques. L'article

6. D'autres travaux peuvent rentrer dans cette catégorie "modèles en classe d'âge", mais ne sont pas détaillés dans ce texte, par souci de place. Il s'agit de l'article de Doyen et al. (2012) "A stochastic viability approach to ecosystem-based fisheries management" (*Ecological Economics* **75** :32-42) dont je ne suis pas auteur principal, et de l'article Martinet et al. (2012) "Risk and Sustainability : Assessing fisheries management strategies" dont je suis l'auteur principal, mais qui ne fait l'objet pour l'instant que d'un document de travail (AMURE D-31-2012 et EconomiX 2012-11).

Martinet et Blanchard (2009) décrit, dans un cadre déterministe, l'arbitrage entre deux contraintes de durabilité, la rentabilité économique d'une part (profit annuel minimum) et une externalité écologique d'autre part (maintien d'une population d'oiseaux marins). L'article De Lara et Martinet (2009) décrit, dans un cadre stochastique, l'arbitrage entre un objectif économique (maintenir un profit minimal dans la pêche) et un objectif écologique (limiter une externalité écologique négative liée à la capture accessoire d'une autre espèce). Dans ce travail, qui utilise un modèle sous incertitude, la dimension "risque de ne pas atteindre les objectifs" vient se rajouter à l'arbitrage entre enjeux de développement durable. Il est possible de déterminer l'ensemble des objectifs atteignables avec une probabilité supérieure à un seuil donné, comme le montre la Figure 1. Mais il est également possible de décrire la difficulté à atteindre un objectif donné, et l'arbitrage entre probabilité de succès et niveau de l'objectif. Intuitivement, plus l'objectif est ambitieux, plus la probabilité de l'atteindre est faible.

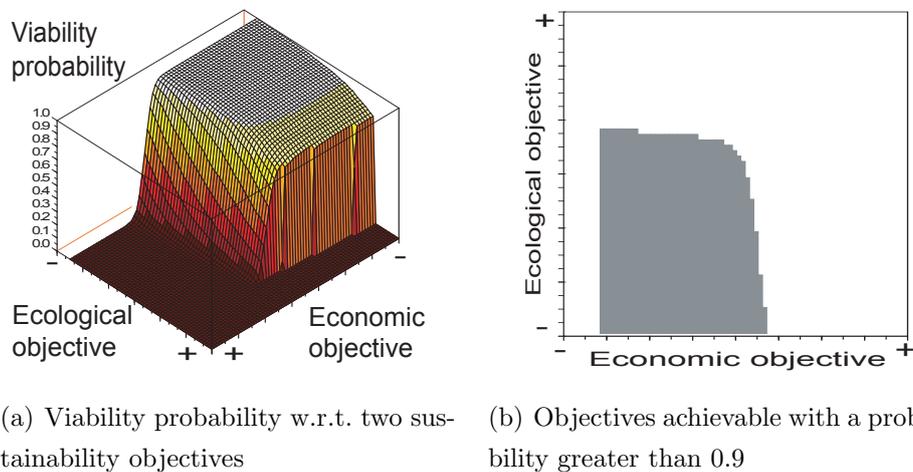


FIGURE 1 – Ensemble des objectifs de durabilité atteignables et probabilité de viabilité

Les travaux Barraquand et Martinet (2011) et Bamière et al. (2011) abordent la question des arbitrages entre enjeux conflictuels dans des applications liées à

la production agricole. Dans Barraquand et Martinet (2011), nous examinons la question de l'arbitrage entre production agricole et préservation de la biodiversité. Nous avons modélisé les décisions d'usage des sols des agriculteurs dans un contexte de prix agricoles incertains. Ce travail fait appel à la théorie micro-économique des choix intertemporels sous incertitude (expected discounted profit) pour modéliser le comportement d'un groupe hétérogène d'agriculteurs. L'hétérogénéité considérée reflète la variation de qualité agronomique des sols, distribuée aléatoirement suivant une loi réaliste. Le choix des agriculteurs consiste à déterminer une allocation des sols optimale lorsque les prix des produits agricoles varient au cours du temps. Pour cela, nous supposons que les agriculteurs ont un comportement rationnel et des anticipations parfaites des prix espérés. Ils choisissent alors à chaque pas de temps un usage des sols, entre usage agricole et jachère écologique, en fonction de leur profit anticipé, des coûts de changement d'usage des sols, et des incitations économiques fixées par un régulateur. Ces incitations sont de deux natures. Nous considérons d'une part une subvention à la jachère écologique et, d'autre part, une taxe sur les intrants permettant de réguler l'intensité de production agricole. Ce modèle économique est combiné à un modèle écologique représentant la dynamique spatio-temporelle d'une espèce vivante (modèle de métapopulation avec processus de survie individuelle stochastique). La jachère écologique influence positivement la croissance de la population biologique (plante ou animaux), alors que les cultures ont une influence négative sur la reproduction naturelle de l'espèce d'intérêt. Un processus de modélisation Monte Carlo permet alors de lier un contexte de régulation (niveau de subvention et de taxe) à une performance "économique-écologique". Pour chaque scénario de prix généré par le processus stochastique, l'usage optimal des sols est déterminé (par un processus d'optimisation à rebours à la Bellman) et la dynamique de l'espèce biologique est appliquée. On détermine alors la fréquence des scénarios pour lesquels l'espèce survit sur le paysage. On calcule également le long de chaque trajectoire le profit agricole total du paysage. En utilisant un grand nombre de tirages, nous obtenons un lien entre probabilité de survie de l'espèce et profit agricole intertemporel espéré. Cela permet de tracer un ensemble de productions possibles, entre produit économique (valeur présente

nette espérée) et bénéfique écologique du paysage (probabilité de survie de l'espèce), comme le montre la Figure 2.

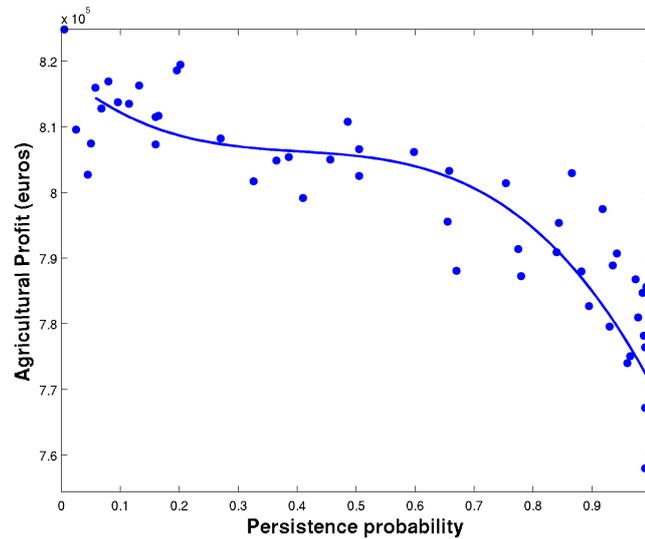


FIGURE 2 – Frontière des productions économiques-écologiques possible dans un paysage agricole dynamique

Chaque point de cet ensemble correspond à un contexte de régulation donnée. Ce type de résultat est très utile, tant pour servir de base à une analyse coût bénéfique si la “valeur” de l'espèce est évaluable, que pour évaluer l'effet marginal des politiques publiques considérées, comme le montre la Figure 3. Je reviendrai sur cet aspect “économie publique” dans la section suivante.

Bamière et al. (2011) examinent la rentabilité d'une installation de production d'énergie à partir de biomasse en utilisant le cadre de la viabilité stochastique. Il s'agit de déterminer la viabilité de l'usine faisant face à deux contraintes : une contrainte technique imposée par un besoin minimal en biomasse, et une contrainte économique liée au coût de revient maximal de cette biomasse. Un modèle agro-économique d'optimisation linéaire sous contrainte⁷ détermine la production économiquement optimale de biomasse en fonction du contexte économique,

7. Il s'agit du modèle EcoBiom de Laure Bamière, programmé sous GAMS. Ce modèle détermine les choix cultureux optimaux pour des fermiers dans un contexte de prix donné. Le modèle est calibré pour la région Champagne-Ardenne, et considère plus de 30 rotations

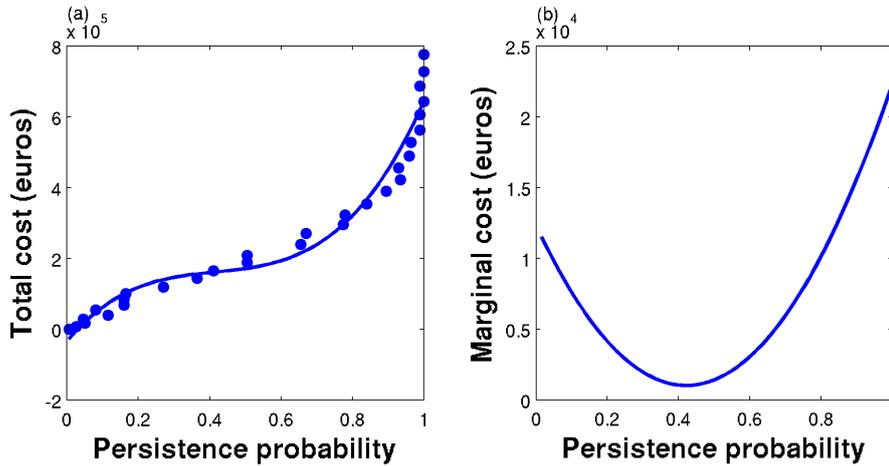


FIGURE 3 – Coûts totaux et marginaux de conservation de l'espèce

dans un modèle de prix incertains. L'usine doit alors s'approvisionner chaque année, à un prix issu du marché local. Nous testons la viabilité de différentes stratégies de contractualisation (achat de certaines quantités de biomasse dédiée à un prix fixe) et montrons que la contractualisation augmente la viabilité technico-économique de l'usine, sauf lorsque les prix des matières premières agricoles sont élevés durant l'année de contractualisation et que le coût d'opportunité de s'engager sur un contrat à prix fixe pour un agriculteur est élevé.

différentes entre une vingtaine de cultures annuelles ou pérennes. Le modèle est spatialement explicite et prend en considération les caractéristiques pédoclimatiques de chaque zone (cantons), et les coûts de transport. Nous utilisons ce modèle en le couplant avec un modèle stochastique de prix agricoles auto-corrélés, et procédons à des simulations Monte-Carlo pour calculer les probabilités de viabilité de différentes stratégies de contractualisation entre des producteurs de biomasse et l'usine.

Politiques publiques et atteinte de niveaux de production efficaces

La construction d'ensembles de productions possibles peut se faire en incluant des instruments de politique publique, comme nous l'avons fait sur les questions de préservation de biodiversité dans les agro-écosystèmes (Barraquand et Martinet, 2011). Pour cela, il est nécessaire de développer des modèles multi-agents, où chaque entité est dotée d'un comportement économique individuel, qui détermine ses choix en fonction du contexte économique. Un régulateur peut alors influencer ce contexte, pour modifier les choix des agents, et le résultat écologique-économique du système.

Cette approche a un double intérêt. Le premier intérêt réside dans le fait que nous définissons explicitement les mesures (outils de régulation) à mettre en place pour atteindre une production économique-écologique particulière dans l'ensemble des productions possibles. Cela représente un avantage par rapport à certains travaux de la littérature. Par exemple, pour rester dans le champs d'application de l'arbitrage entre agriculture et biodiversité (Barraquand et Martinet, 2011), Polasky et al. (2008) abordent la problématique de la production économique et écologique des paysages en construisant des frontières de production efficace par des méthodes d'optimisation sous contrainte. L'usage des sols de chaque unité spatiale de modélisation est choisi de manière à maximiser le critère économique sous contrainte écologique, sans définir les mesures qui permettraient en pratique d'avoir tel usage sur telle terre et leur coût. Dans ce type d'approche, on se situe plus dans le cadre d'un "planificateur omnipotent" et on n'aborde pas l'aspect implémentation effective. Notre travail se situe plutôt dans une approche d'économie publique dans laquelle un régulateur définit des mesures incitatives qui influencent les décisions individuelles des agents. Cela nous permet de définir la mesure incitative associée à chaque résultat écologique-économique.

Le second intérêt est de définir les productions écologiques-économiques Pareto efficaces, parmi l'ensemble des productions possibles. Ces productions correspondent à celles constituant la frontière de l'ensemble des productions possibles. Le long de cette frontière, il n'est pas possible d'augmenter la performance du système de production par rapport à un critère sans diminuer la performance par

rapport à un autre critère de développement durable. Par exemple, dans le cadre de la production des agro-écosystèmes (Barraquand et Martinet, 2011), il s'agit de déterminer les éléments de l'ensemble de production possible pour lesquels il n'est pas possible d'augmenter la production économique sans diminuer la performance écologique du paysage. Dans le domaine de la gestion des pêches, Martinet et Blanchard (2009) et De Lara et Martinet (2009) présentent l'arbitrage entre un enjeu économique (profit minimum) et un enjeu écologique (externalité sur une autre espèce que l'espèce ciblée).⁸ Ce type d'arbitrage entre niveaux garantis pour les indicateurs découle du cadre d'analyse de la viabilité. Il s'agit en fait de l'arbitrage entre les niveaux des contraintes de viabilité qu'il est possible de satisfaire étant donnée la configuration initiale du système. Nous avons défini une méthode qui permet de construire ces frontières des possibles lorsque le problème étudié satisfait certaines propriétés de monotonie, notamment concernant la dynamique et certains indicateurs. Cette méthode est valable aussi bien dans un cadre déterministe (Martinet et al., 2011) que stochastique (De Lara et Martinet, 2009). Elle donne également une règle de décision qui permet d'atteindre les objectifs Pareto-éfficiants définis. Cette règle s'interprète comme une règle "conservative" dans un contexte déterministe ou "de précaution" dans un cadre stochastique. Dans un cas comme dans l'autre, la règle consiste à minimiser l'impact environnemental des décisions pour un objectif économique donnée.

Ces frontières de productions Pareto efficientes révèlent les arbitrages nécessaires entre la production des différents éléments considérés. Ces arbitrages correspondent aux taux marginaux de transformation le long de la frontière de production. Ces taux donnent le gain sur une dimension lorsque l'on sacrifie une unité de production sur une autre dimension. Il est important ici de souligner la nature des éléments sur lesquels se joue l'arbitrage, et de resituer les propos précédents dans un contexte intertemporel. Dans Martinet et Blanchard (2009), les deux dimensions considérées sont la valeur espérée du profit agricole actualisé d'une part, et la probabilité de survie de l'espèce dans le paysage d'autre part.

8. Le travail De Lara et Martinet (2009) inclut de manière additionnelle une dimension "probabilité de succès". Le lecteur peut se référer aux figures précédentes pour illustration.

La frontière de Pareto correspond donc à un arbitrage entre valeur (économique) présente espérée et probabilité de ne pas passer sous un seuil écologique (seuil d'extinction). L'article Martinet et Blanchard (2009) présente une frontière d'arbitrage entre les niveaux de deux contraintes de viabilité, c'est à dire entre les niveaux soutenus (niveaux minimums au cours du temps) d'un indicateur économique et d'un indicateur écologique. L'article De Lara et Martinet (2009) présente ce même arbitrage, plus la probabilité de respecter conjointement les deux contraintes associées. Il y a alors un arbitrage supplémentaire, entre enjeux visés et probabilité des succès. Les frontières de Pareto présentées incluent donc la dimension temporelle des problèmes. Celle-ci est prise en compte d'une manière différente en fonction de la méthode d'agrégation utilisée (valeur actualisée nette espérée, probabilité de respecter une contrainte, niveau d'une contrainte de viabilité ou niveau minimal de l'indicateur associé au cours du temps).

Choix social et sélection des attributs d'un développement durable

De manière générale, l'ensemble des "possibles", et plus particulièrement sa frontière de Pareto, peut servir de base au choix social, c'est à dire à l'arbitrage effectif entre les enjeux de développement durable considérés. Afin de bien comprendre cela, faisons un détour par le cadre classique de la microéconomie du producteur et du consommateur.

A l'instar de ce qui est développé en économie de la production, construire la frontière des productions possibles (généralement définie par la frontière de transformation entre input et output) représente une première étape, celle de l'efficacité, avant l'étape de la décision qui détermine un niveau de production optimal. Bien entendu, la Frontière des Productions Possibles a une valeur informative, en décrivant les arbitrages entre les différents "produits", au sens large, du système.⁹

9. En économie de la production, la formulation la plus simple consiste à considérer l'arbitrage entre la production d'un input et celle d'un output. Cela revient à considérer une production négative de l'input, le point (0,0) consistant à ne rien faire, au lieu de considérer que la production de l'output est une fonction de l'input consommé. Voir Mas-Colell et al. (1995, Chapitre 5). Dans nos modèles écologiques-économiques, il est possible de définir le statut quo comme un environnement "vierge", et de définir la coproduction "écologie-économie" avec une production

C'est d'ailleurs sur cette information que se base la définition du niveau de production optimal, grâce aux taux marginaux de transformation (TMT). L'optimum de production est déterminé par le vecteur de prix relatifs de l'input et de l'output, le rapport des prix relatifs étant égal au TMT.

Considérer des prix fixes pour faire un choix de production revient à avoir des préférences relatives pour les deux productions indépendantes des quantités considérées.¹⁰ Or, il est tout à fait possible que, comme dans la théorie du consommateur, les préférences relatives pour deux biens dépendent des quantités de ceux-ci et que les courbes d'iso-préférences ne soient pas linéaires. Dans la théorie du consommateur, lorsque le comportement d'achat de celui-ci ne modifie par les prix, c'est l'ensemble des paniers possibles qui est représenté par une relation linéaire dépendant des prix des biens (cet ensemble est caractérisé par la contrainte budgétaire du consommateur). Les préférences sont, elles, généralement non linéaires, et définie par des taux marginaux de substitution (TMS) entre les différents biens. Le panier optimal est tel que le TMS est égal au rapport des prix des biens.

Si l'on conjugue l'approche producteur et l'approche consommateur, le choix optimal sur un ensemble de production avec des préférences données est tel que TMT et TMS s'égalisent. **A l'optimum, les préférences relatives sont égales aux arbitrages marginaux de production.**

L'approche économique classique basée sur les fonctions d'utilité suppose généralement l'ensemble de production et les préférences connues. Nous avons vu dans

écologique négative lorsqu'il y a une production économique positive. L'environnement détruit est alors vu comme un "produit" négatif (input).

10. Dans la théorie du producteur, on fait l'hypothèse que le comportement d'un petit producteur n'a d'effet ni sur les prix des inputs, ni sur ceux des outputs. La décision se fait en agrégeant des coûts et des revenus, en euros. Comme coûts et revenus s'expriment dans la même unité (euros) et qu'ils sont indépendant des quantités considérées, les préférences entre input et output sont fixes. Le rapport des prix donne la préférence relative de l'output par rapport à l'input, et celle-ci est la même sur tout le domaine des productions possibles. Le producteur transforme de l'input en output tant que le taux marginal de transformation est supérieur au rapport des prix, c'est-à-dire tant qu'il tire un bénéfice de la transformation productive.

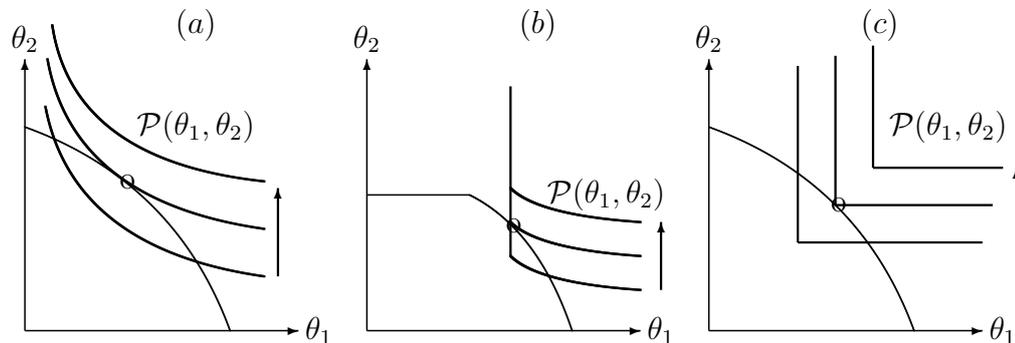


FIGURE 4 – Frontières de production possibles, préférences et arbitrages entre deux enjeux de durabilité

les deux sous-sections précédentes que, pour les problèmes de développement durable incluant des enjeux environnementaux ou écologiques, il est nécessaire d’avoir recours à des modèles écologiques-économiques pour définir l’ensemble des productions possibles. En ce qui concerne les préférences, dans notre problématique environnementale, les préférences pour l’environnement sont généralement inconnues, et doivent être “révélées”. Une façon de faire consiste à “construire”, de manière très générale, une fonction d’utilité qui reflète les préférences environnementales et peut être appliquée à tout contexte. Je qualifierais cela d’approche “par les préférences” (détermination de TMS pour tous niveaux de “consommation” envisageables). La démarche scientifique décrite ici s’identifierait plutôt à une approche “par l’offre”. Il s’agit de décrire aussi finement que possible les arbitrages nécessaires entre les deux productions (donc les TMT), et d’utiliser la frontière de Pareto ainsi définie comme outil d’aide à la décision. Si un choix est fait sur cet ensemble, il nous informe des préférences du décideur.

Replacé dans notre contexte de choix multi-attribut, nous pouvons différencier deux cas, correspondant à des iso-préférences linéaires et non-linéaires, et en donner une interprétation. Si la perte environnementale est considérée comme une externalité, et qu’il est théoriquement possible de fixer un prix (coût) à cette externalité, il faut produire le bien économique jusqu’à ce que le taux marginal de transformation soit égal au rapport des prix marginaux de l’environnement et de la

production économique. Lorsque le coût environnemental n'est pas connu a priori, un décideur qui choisirait un point de la frontière de Pareto du système révélerait alors la valeur qu'il attribut à l'externalité. Lorsqu'il s'agit d'arbitrer entre deux biens avec des préférences relatives non constantes, un décideur qui choisirait un point de la frontière de Pareto du système révélerait ses préférences relatives en ce point.

Une fois encore, il est utile de resituer notre discussion dans un cadre intertemporel de décisions durables. Selon la nature des éléments représentés par l'ensemble de productions possibles, l'interprétation des arbitrages sous-jacents au choix ne sera pas la même. Par exemple, dans Barraquand et Martinet (2011), la frontière de Pareto présente l'arbitrage entre valeur actualisée nette de la production agricole et probabilité de survie de l'espèce. Les préférences révélées par un choix sur la frontière sont donc de l'ordre de la valeur marginale de la probabilité de survie exprimée en euros actualisés. Il s'agit du coût intertemporel que le décideur est prêt à supporter pour augmenter à la marge la probabilité de survie de l'espèce.

Dans les études de viabilité, lorsque les arbitrages représentés portent sur les niveaux des contraintes de viabilité, l'interprétation est différente. En effet, les préférences portent alors sur l'augmentation / la diminution marginale du niveau d'une contrainte par rapport aux autres. Il s'agit de définir de combien l'on est prêt à diminuer un seuil de viabilité (par exemple économique) pour pouvoir augmenter un autre seuil (par exemple écologique). Cela correspond à changer les droits minimaux qui sont garantis à toutes les générations sur les différentes dimensions du développement durable. Les préférences portent donc sur ce que l'on garantit à toutes les générations, et donc sur le niveau minimal que chacun des indicateurs peut prendre au cours du temps.

C'est dans ce cadre que j'ai développé deux travaux théoriques sur le choix social lorsque les préférences portent sur le niveau minimal de différents indicateurs au cours du temps. Le premier article (Martinet, 2011) aborde la question sous l'angle des fonctions de bien-être (critère de développement durable). Le second

adopte l'approche axiomatique des négociations (Martinet et al., 2011).¹¹

Ces deux articles me servent de base pour soutenir l'idée suivante : lorsque une société aborde une problématique de développement durable à partir d'approches quantitatives basées sur des indicateurs et en définissant des seuils que ceux-ci ne doivent pas franchir, tout se passe comme si cette société avait des préférences du type "maximin" et était intéressée par le niveau minimum de chaque indicateur au cours du temps, c'est à dire par la pire des performances sur chaque dimension au cours du temps. Les préférences relatives par rapport aux différents enjeux de durabilité sont révélées par le choix des seuils qui définissent les objectifs de durabilité. Ces seuils représentent des droits minimaux relatifs aux différentes dimensions du développement durable, et garantis à toutes les générations.

Dans Martinet (2011), j'examine le problème du choix des niveaux de contraintes de viabilité. Je montre que le critère sous-jacent correspond à un "maximin généralisé", tant d'un point de vue mathématique que du point de vue interprétation économique. Formellement, le critère consiste à maximiser les préférences d'un décideur sur les seuils de durabilité (contraintes sur l'ensemble des indicateurs de développement durable). Le "maximin" classique est un cas particulier de ce critère, lorsque l'on ne considère qu'une dimension (soutenir le niveau d'un unique indicateur, l'utilité). Notre approche s'interprète comme la définition de minimums garantis à toutes les générations sur toutes les dimensions du développement durable, indépendamment de l'utilité effective des différentes générations. Un résultat intéressant est qu'une politique de développement durable basée sur une telle approche risque de ne pas être cohérente temporellement, les objectifs de développement durable fixés initialement étant susceptibles d'être révisés au cours du temps, à mesure que les opportunités de développement et les préférences relatives aux différents enjeux évoluent (voir Figure 5). Dans le modèle stylisé de production-consommation avec ressource épuisable de Dasgupta-Heal-Solow (Dasgupta et Heal, 1979), je montre que la seule stratégie cohérente temporellement mène à une "trappe écologique" dans laquelle les générations présentes

11. Ces deux approches correspondent à deux façons de voir le problème de choix collectif (Mas-Colell et al., 1995, Chapitre 22 "Elements of Welfare Economics and Axiomatic Bargaining").

ne protègent pas l'environnement car elles anticipent que les générations futures ne poursuivront pas l'effort. Cela pose la question de l'engagement effectif des générations présentes sur une trajectoire durable, et de la difficulté de poursuivre cette trajectoire. Une des solutions est de protéger l'environnement de manière ferme (par exemple législative) pour ne pas revenir continuellement sur les décisions passées.

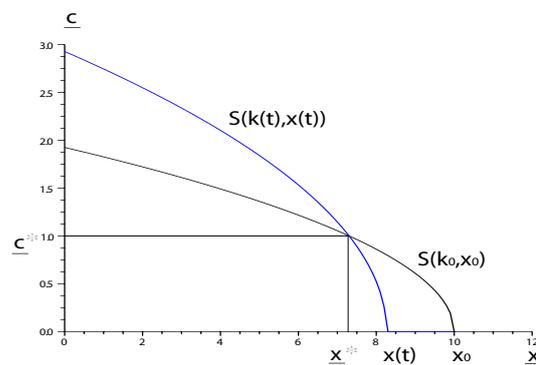


FIGURE 5 – Evolutions des performances possibles et incohérence temporelle des choix.

Dans Martinet et al. (2011), nous examinons ce même problème dans le cadre de négociations entre porteurs d'enjeux. Chacune des parties prenantes a son “indicateur”, qui mesure la performance du système vis à vis de son enjeu le long de la trajectoire de développement, et a pour objectif de maximiser le niveau minimum de cet indicateur au cours du temps. Nous montrons comment construire l'ensemble de négociation et comment atteindre les points de sa frontière de Pareto. Nous montrons aussi que, sous certains axiomes (et en particulier celui de Rationalité Individuelle) la règle de décision commune est à l'épreuve des renégociations, et mène donc à une trajectoire de développement durable temporellement cohérente. Mis en regard avec le résultat précédent sur l'incohérence temporelle dans le cadre “économie du bien-être”, cela signifie qu'une autre façon de “rester” sur une trajectoire durable est de considérer des parties prenantes représentant les questions

environnementales, et de les doter d'un pouvoir de veto lorsqu'il devient tentant de revoir les objectifs environnementaux à la baisse et que leurs "acquis" sont remis en cause.

Conclusion

Il est possible de synthétiser nos arguments comme suit. La démarche de recherche proposée est composée de trois étapes. Il s'agit tout d'abord de décrire l'ensemble des possibles à l'aide de modèles écologiques-économiques. Il s'agit ensuite de caractériser les éléments efficaces de cet ensemble et de la manière de les atteindre. Il s'agit enfin de se servir de la frontière de Pareto construite comme base de choix social. Celui-ci révèle les arbitrages entre enjeux conflictuels de développement durable.

En conclusion, lorsque l'on ne dispose pas d'une fonction d'utilité décrivant les préférences et tous les arbitrages possibles entre écologie et environnement, il est possible d'adopter l'approche "productiviste" proposée ici pour révéler les arbitrages nécessaires, et les préférences marginales sur la frontière de production possible. Cette approche permet de révéler les préférences environnementales sur un domaine restreint, très concret. Elle est conciliable avec les études d'économie de l'environnement visant à révéler les valeurs des actifs environnementaux. Étant donné que les méthodes d'évaluation environnementales visent généralement à révéler des disponibilités à payer "marginales", notre approche peut même constituer une étape préalable et complémentaire. En définissant de manière concrète l'ensemble de choix écologique-économique, il est possible de réaliser des évaluations plus précises et plus pertinentes.

2.3 Perspectives de recherche

La démarche de recherche présentée s'appuie ici sur un certain nombre de travaux publiés, mais aussi sur des travaux en cours. La synthèse des travaux peut donc être vue comme liant bilan et perspectives. Il est cependant important de souligner le cadre dans lequel ces perspectives de recherche s'inscrivent. Pour cela, je peux m'appuyer sur deux projets de recherche en cours, et sur un nouveau projet

qui va démarrer en 2013.

Le projet INRA 3BCar¹² est un projet dans lequel nous avons examiné comment coupler Analyse de Cycle de Vie (ACV) et Analyse Coûts-Bénéfices (ACB), en examinant tout particulièrement les problèmes de production d'agrocarburants. Il s'est agi de déterminer comment agréger les différents indicateurs d'impacts environnementaux obtenus en sortie de l'ACV, en examinant plus particulièrement la piste de la monétarisation des externalités environnementales, afin de conduire des analyses coûts-bénéfices. Il s'est avéré que cette piste est difficile à mettre en œuvre, et nous nous sommes donc posés la question de l'évaluation multicritère à partir d'un ensemble d'indicateurs environnementaux. Les questions de recherche évoquées dans cette thèse sont centrales à ce problème. C'est dans ce cadre intellectuel qu'une collaboration avec l'IFP Energies Nouvelles vient de se mettre en place, avec le stage de Marion Dupoux. Ce travail devrait se poursuivre par une thèse dont je serais co-directeur. Je reviendrais sur ce point dans la section suivante.

Dans le projet Mobilis (Bio-economic modeling for scenarios of biodiversity and farming land-use facing climate change), j'examine les questions de production agricole durable sous l'angle du conflit entre production alimentaire et préservation de la biodiversité. Ces travaux utilisent des modèles économiques-écologiques pour représenter les arbitrages entre production alimentaire et biodiversité. Un article intitulé "An economic perspective on the food versus biodiversity debate" est en cours d'écriture. Il sera présenté à la conférence BIOECON 2012 (Cambridge).

Toujours sur ces questions de production agricole durable, un nouveau projet

12. A proprement parler, le projet en lui-même est terminé. L'INRA a lancé l'action 3BCar (Bioénergies, Biomolécules et Biomatériaux du Carbone Renouvelable) en 2009 dans le but de préparer une demande de labellisation Institut Carnot. Dans le cadre de cette action préliminaire, un certain nombre de projets de "ressourcement" (recherche fondamentale ouvrant des pistes de recherche vers des productions valorisables auprès des acteurs de la société) ont été financés, dont notre projet "Méthodologie de couplage ACV-ACB". Le financement s'est étalé sur 2010 et 2011, mais le travail de valorisation n'est pas terminé, et le travail initié a ouvert des pistes de recherche importantes. J'ai coordonné le travail de 4 équipes et ai encadré un ingénieur de recherche pendant 6 mois dans le cadre de ce projet.

(PEERLESS - Viabilité d'une gestion écologique renforcée de la santé des plantes dans les paysages agricoles¹³) vient d'être accepté pour financement dans le cadre de l'ANR AgroBiosphère. Je coordonne la tâche 6 du projet : "Economic and agro-ecological performances of land-use patterns at a landscape level, and identification of viable management strategies to control insect and weed pests". Il s'agit de construire par simulation la frontière des productions possibles de l'espace agricole, et d'identifier des instruments de mesure permettant de déterminer la distance d'un système de production particulier à la frontière d'efficacité. L'idée est ensuite de déterminer et d'évaluer les politiques publiques permettant de se rapprocher de systèmes de production efficaces d'un point de vue "écologique-économique". Dans le cadre de ce projet, je serai amené à coencadrer un doctorant.

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

2.4 Rôle de l'encadrement dans mes démarches de recherches

Dès l'obtention de mon doctorat, j'ai été amené à encadrer des stagiaires et des étudiants. Une présentation par thèmes de recherche illustre cela :

En ce qui concerne l'économie des pêches, j'ai co-encadré les stage de Clotilde Lebreton (à l'Ifremer), et d'Aurore Lavigne. Mon expertise sur ce domaine m'a également valu d'être membre des comités de thèse de Pierre Scemama et d'Esther Regnier.

Sur les questions de biodiversité en milieu agricole, j'ai encadré les stages de Charlène Lafond, Ritesh Shanker, et Xiaoqian Li.

Sur les questions de choix multicritères, j'ai supervisé le travail d'Arnaud Goussebaïl en CDD, et le stage de Marion Dupoux. Il est prévu que cette dernière fasse une thèse à partir de l'automne 2012 (financement IFPEN) et que je sois co-directeur de cette thèse.

Le tableau ci-dessous résume ces encadrements.

13. Predictive Ecological Engineering for Landscape Ecosystem Services and Sustainability

-
- 2012 – PhD. advisor of Marion Dupoux (IFPEN).
- 2011 – PhD. thesis committee member of Esther Regnier (PSE, Paris School of Economics).
- 2010 – PhD. thesis committee member of Pierre Scemama (IFREMER).
- 2012 Clément Renault (Ecole des Ponts-ParisTech), 4 mois.
- 2010-2011 Arnaud Goussebail (Research Ingeneer, INRA), 6 mois.
- 2011 Xiaoqian Li (Master 1, AgroParisTech), 3 mois.
- Ritesh Shanker (Master 2, Indian Institute of Technology, Kharagpur), 2 mois.
- 2010 Pierre Alexandre (Master 1, AgroParisTech), 3 mois (co-supervision).
- 2009 Aurore Lavigne (Master 1, AgroParisTech), 6 mois (co-supervision ; stage à l'Université Technique Federico Santa Maria, Valapaïso, Chili).
- Charlène Lafond (Master 2, Ecole Normale Supérieure), 4 mois.
- 2006 Clotilde Lebreton (Master 2, Ecole Normale Supérieure), 6 mois (co-supervision).

3 Liste des travaux et références bibliographiques

Références

LISTE DES TRAVAUX

- Barraquand, F. et Martinet, V. (2011) Biological conservation in dynamic agricultural landscapes : Effectiveness of public policies and trade-offs with agricultural production. *Ecological Economics*, 70(5) :910-920.
- De Lara M. et Martinet V. (2009) Multi-criteria dynamic decision under uncertainty : A stochastic viability analysis and an application to sustainable fishery management. *Mathematical Biosciences*, 217(2) :118–124.
- Martinet V. (2011) A characterization of sustainability with indicators. *Journal of Environmental Economics and Management*, 61 :183–197.
- Martinet V., Thébaud O. et Doyen L. (2007) Defining viable recovery paths toward sustainable fisheries. *Ecological Economics*, 64(2) :411–422.
- Martinet V., Thébaud O. et Rapaport A. (2010) Hare or tortoise? trade-offs in recovering sustainable bioeconomic systems. *Environmental Modeling and Assessment*, 15 :503–517.
- Martinet V. et Blanchard F. (2009) Fishery externalities and biodiversity : Trade-offs between the viability of shrimp trawling and the conservation of Frigatebirds in French Guiana. *Ecological Economics*, 68(12) :2960-2968.
- Martinet V. (2010) La “viabilité”, une approche du développement durable visant à éviter les crises dans le long terme : l'exemple des pêcheries. *INRA Sciences Sociales*, INRA Department of Economics. Numéro 2010/1.
- Martinet V. (2011b) Définir les objectifs d'un développement durable, un exercice difficile. *INRA Sciences Sociales*, INRA Department of Economics. Numéro 2011/2-3.

Martinet V., De Lara M., Peña-Torres J. et Ramírez Cabrera H. (2012) Risk and Sustainability : Assessing Fisheries Management Strategies. *EconomiX Working Papers* 2012-11, University of Paris West - Nanterre la Défense.

Bamiere L., Martinet V., Gouel C. et Le Cadre E. (2011) Stochastic Viability of Second Generation Biofuel Chains : Micro-economic Spatial Modeling in France. European Association of Agricultural Economists 2011 International Congress, August 30-September 2, Zurich, Switzerland.

Martinet V., Gajardo P., De Lara M. et Ramírez Cabrera H. (2011) Bargaining with intertemporal (maxi)min payoffs. *EconomiX Working Papers* 2011-7, University of Paris West - Nanterre la Défense.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Alfsen K. et Greaker M. (2007) From natural resources and environmental accounting to construction of indicators for sustainable development. *Ecological Economics*, 61(4) : 600-610.

Chichilnisky G. (1996) An axiomatic approach to sustainable development. *Social Choice and Welfare*, 13(2) : 219-248.

Dasgupta P. et Heal G. (1979) *Economic Theory and Exhaustible Resources*. Cambridge University Press.

Heal G. (1998) *Valuing the Future : Economic Theory and Sustainability*. Columbia University Press, New York.

Martinet V. (2012) *Economic Theory and Sustainable Development : What can we preserve for future generations ?* Routledge.

Mas-Collel A., Whinston M.D. et Gree J.R. (1995) *Microeconomic Theory*, Oxford University Press.

Polasky S., Nelson E., Camm J., Csuti B., Fackler P., Lonsdorf E., Montgomery C., White D., Arthur J., Garber-Yonts B., Haight R., Kagan J., Starfield A. et

Tobalske C. (2008) Where to put things? Spatial land management to sustain biodiversity and economic returns. *Biological Conservation* 141, p.1505-1524.

Stiglitz J., Sen A. et Fitoussi J.-P. (2009) Rapport de la Commission sur la mesure des performances économiques et du progrès social. *La documentation Française*, 324 pages.

4 Liste des travaux

Le fascicule des travaux et publications comprend une copie des travaux défendus dans cette thèse et référencés dans la section précédente. En voici l'ordre et le nombre de pages.

Articles publiés dans des revues à comité de lecture

1. Martinet et al. (2007) *Ecological Economics* (12 p.)
2. Martinet et al. (2010) *Environmental Modeling and Assessment* (15 p.)
3. Martinet et Blanchard (2009) *Ecological Economics* (9 p.)
4. De Lara et Martinet (2009) *Mathematical Biosciences* (7 p.)
5. Barraquand et Martinet (2011) *Ecological Economics* (11 p.)
6. Martinet (2011) *Journal of Environmental Economics and Management* (15 p.)

Articles de vulgarisation scientifique

7. Martinet (2010) (4 p.)
8. Martinet (2011b) (4 p.)

Documents de travail

9. Martinet et al. (2012) (43 p.)
10. Martinet et al. (2011) (38 p.)