



HAL
open science

**Recherche et innovation dans l'adaptation au
changement climatique une analyse structurelle et
relationnelle des systèmes d'innovation des vignobles
français**

James Boyer

► **To cite this version:**

James Boyer. Recherche et innovation dans l'adaptation au changement climatique une analyse structurelle et relationnelle des systèmes d'innovation des vignobles français. Economies et finances. Montpellier SupAgro, 2016. Français. NNT : 2016NSAM0001 . tel-04402565

HAL Id: tel-04402565

<https://theses.hal.science/tel-04402565>

Submitted on 18 Jan 2024

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.

THÈSE

Pour obtenir le grade de
Docteur

Délivré par
L'Institut national d'études supérieures agronomiques
de Montpellier - **SupAgro Montpellier**

Préparée au sein de
L'Ecole Doctorale Economie et Gestion- **ED 231**

Et de l'unité de recherche
Innovation et développement dans l'agriculture et
l'alimentation- **UMR 0951**

Spécialité : **Economie**

Présentée par **James BOYER**

**RECHERCHE ET INNOVATION DANS L'ADAPTATION AU
CHANGEMENT CLIMATIQUE: UNE ANALYSE
STRUCTURELLE ET RELATIONNELLE DES SYSTEMES
D'INNOVATION DES VIGNOBLES FRANÇAIS**

Soutenu le 3 Mars 2016 devant le jury composé de

M. Etienne MONTAIGNE, Professeur en sciences économiques, Montpellier SupAgro	Examineur
M. Ludovic TEMPLE, Chercheur HDR en sciences économiques, CIRAD	Examineur
Mme Mireille MATT, Directrice de Recherche, INRA	Rapporteure
M. Jean-Marc TOUZARD, Directeur de recherche, INRA	Directeur de thèse
Mme Danielle GALLIANO, Directrice de Recherche, INRA	Rapporteure
Mme Delphine GALLAUD, Maître de conférences en sciences économiques, AgroSup-Dijon	Examinatrice

**INSTITUT NATIONAL D'ÉTUDES SUPÉRIEURES AGRONOMIQUES DE
MONTPELLIER- MONTPELLIER SUPAGRO -**

École doctorale d'économie et de gestion ED 231

Unité de recherche Innovation – UMR 0951
Innovation et développement dans l'agriculture et l'alimentation

THESE

Présentée et soutenue publiquement par

James BOYER

Pour l'obtention du diplôme de Docteur en économie

**RECHERCHE ET INNOVATION DANS L'ADAPTATION AU CHANGEMENT
CLIMATIQUE: UNE ANALYSE STRUCTURELLE ET RELATIONNELLE DES
SYSTEMES D'INNOVATION DES VIGNOBLES FRANÇAIS**

Sous la direction de M. **Jean-Marc TOUZARD**

Devant le jury composé de :

M Etienne MONTAIGNE , Professeur en sciences économiques, Montpellier SupAgro	Président
M Ludovic TEMPLE , Chercheur en sciences économiques, CIRAD	Examineur
Mme Mireille MATT , Directrice de Recherche en sciences économiques, INRA	Rapporteure
M Jean-Marc TOUZARD , Directeur de recherche en sciences économiques, INRA	Directeur de thèse
Mme Danielle GALLIANO , Directrice de Recherche en sciences économiques, INRA	Rapporteure
Mme Delphine GALLAUD , Maître de conférences en sciences économiques, AgroSup-Dijon	Examinatrice

3 Mars 2016

Résumé

Les enjeux du changement climatique interrogent la capacité des acteurs économiques à pouvoir s'adapter au niveau des secteurs et des territoires. Le secteur viticole, très sensible aux effets du changement climatique, peut être considéré comme un secteur modèle pour étudier l'adaptation. Cette thèse vise à analyser le rôle de la recherche et de l'innovation dans l'adaptation au changement climatique des vignobles régionaux français. La démarche générale s'appuie sur une confrontation des approches structurelle et relationnelle des Systèmes d'Innovation (Innovation Studies). Nous avons étudié différentes dimensions de l'adaptation, développées en sciences sociales et en économie, pour proposer une grille d'analyse qui fait le lien entre innovation et adaptation. Nous avons ensuite identifié, dans les 7 principales régions viticoles françaises, les différents acteurs, institutions et organisations qui s'impliquent dans les processus d'adaptation, leur rôle et leur agencement au sein d'un Système d'Innovation. Pour préciser l'analyse des réseaux dédiés à l'adaptation, nous avons ensuite retenu 3 régions viticoles dans lesquelles a été réalisée une double enquête : d'une part auprès des acteurs de la R&D (94 chercheurs et ingénieurs), d'autre part auprès des entreprises viticoles (87 domaines en AOC). Cette double enquête a permis de décrire comment les viticulteurs et les chercheurs sont concernés par le changement climatique, engagé (ou non) des actions et créent (ou non) des liens qui contribuent à l'adaptation. Ces stratégies pour l'adaptation ont ensuite été analysées au regard de différents facteurs liés aux caractéristiques personnelles des acteurs, à leur activité professionnelle ou à leur région. Les résultats de ce travail nous ont permis de défendre la thèse selon laquelle, au-delà des considérations personnelles des acteurs, l'adaptation au changement climatique s'inscrit bien dans un Système d'Innovation ayant des composantes régionales et sectorielles. Ce travail de recherche met l'innovation au cœur de l'adaptation au changement climatique, en soulignant les conditions cognitives, sectorielles, institutionnelles et territoriales de l'innovation. Le rôle de la recherche est important pour la constitution d'un capital institutionnel et d'un capital cognitif qui, à travers des réseaux, des collaborations et de la médiation, renforcent la capacité adaptative des acteurs économiques et facilitent l'innovation. Enfin, ces résultats posent les bases pour l'émergence de « Systèmes d'Adaptation au Changement Climatique » comme nouvel outil politique pour gérer l'adaptation et comme nouveau cadre conceptuel pour l'étude de ce processus.

Mots clés : Changement climatique, Adaptation, Systèmes d'Innovation, Viticulture, Réseaux, Institutions.

Abstract

Climate change issues question the adaptation capacity of economic actors across sectors and territories. Wine sector is highly sensitive to effects of climate change and global warming, and is seen as being a good model to study climate change adaptation. The aim of this thesis is to analyze the role of research and innovation in climate change adaptation of the French vineyards. This study is based on a comparison of structural and relational approaches of Innovation Systems (Innovation Studies). We investigated different dimensions of adaptation, which are developed in the social and economic sciences, in order to provide an analytical framework that links innovation and adaptation. We then identified, in the 7 major French wine regions, different actors, institutions and organizations involved in the adaptation process, their role and their arrangement into an Innovation System. To analyse the relational dimension of adaptation process, we selected three wine regions in which was conducted a double survey: firstly addressed to actors in R&D (94 researchers and engineers), secondly addressed to wineries (87 producers in AOC). These surveys allow us to describe how winemakers and researchers i) are concerned about climate change, ii) undertake (or not) actions and iii) create (or not) links for adaptation. These strategies for adaptation were then analyzed according different factors related to personal characteristics of the actors, their profession, their resources or their region. The results allowed us to defend the thesis that, beyond personal characteristics of actors, adaptation to climate change is embedded in an Innovation System with regional and sectoral components. This research sets innovation at the heart of a climate change adaptation process, highlighting cognitive, sectoral, institutional and regional components of innovation. The role of research is important for building institutional and cognitive capital which, through networks, collaborations and mediations, enhance the adaptive capacity of economic actors and facilitate innovation. Finally, this work lays the foundation for the emergence of "Climate Change Adaptation Systems" as a new policy tool to manage adaptation, and as a new conceptual framework for studying this process.

Keywords: Climate Change, Adaptation, Wine industry, Innovation System, Institutions, Network

Ce travail de recherche a été financé principalement par le Ministère de l'Education Nationale de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche dans le cadre des contrats doctoraux 2012-2015, à travers Montpellier-SupAgro.

Ce travail de recherche a été effectué dans le cadre du projet LACCAGE, Long term impacts and Adaptations to Climate Change in Viticulture and Enology

REMERCIEMENTS

Je tiens à témoigner ma gratitude, en tout premier lieu, à l'endroit de Monsieur Jean Marc TOUZARD, directeur de recherche à l'INRA, pour son encadrement, ses conseils, ses critiques, ses suggestions, ses encouragements dans l'encadrement de ce travail de thèse.

J'adresse également mes sincères remerciements au docteur Ludovic TEMPLE qui, à un certain moment de ma trajectoire de vie, m'a insufflé le goût de la recherche, m'a accompagné et m'a orienté pour réaliser ce travail de thèse. Son aide m'a été précieuse pendant tout ce parcours où il a été mon mentor, membre du comité de thèse et a accepté sans hésitation d'être membre du jury de thèse.

Je ne saurais oublier le docteur Alix DAMEUS, directeur du département d'Economie et Développement Rural à la Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV) qui, très tôt, a vu en moi le potentiel pour faire de la recherche, m'a prodigué de bons conseils, m'a mentoré et m'a préparé pour profiter des opportunités de recherche qui s'ouvrent à moi. Je lui dis merci.

Je tiens également à adresser mes plus vifs remerciements aux membres du comité de thèse dont monsieur Hervé HANNIN, directeur de l'IHEV, le professeur Etienne MONTAIGNE, monsieur Marc BARBIER, madame Mireille MATT qui m'ont fait des remarques pertinentes, des critiques bienveillantes et des suggestions utiles dans la construction et la finalisation de ce travail de recherche.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance aux membres du jury de thèse qui ont accepté, d'évaluer ma thèse.

Mes remerciements aussi à SupAgro pour le financement de ma thèse

Ma reconnaissance s'adresse aux responsables du projet LACCAVE, projet dans lequel j'étais inséré, dans lequel j'ai trouvé des financements pour mes déplacements et mes enquêtes, et aussi des chercheurs avec qui interagir, qui représentaient même des facilitateurs pour moi sur les terrains d'enquêtes. Je tiens à dire merci particulièrement à Nathalie OLLAT, à Eric DUCHENE, à Benjamin BOIS, à Gérard BARBEAU...

Je tiens également à témoigner ma gratitude envers :

- La direction de l'UMR INNOVATION, Monsieur Christophe Soulard, ex directeur de l'UMR, monsieur Guy FAURE, directeur de l'UMR et monsieur Pascal THINON,

directeur adjoint, pour leur appui administratif et scientifique et des conseils sur l'insertion professionnelle ;

- L'équipe de recherche SIRA qui a su me donner un espace pour présenter mes différents travaux de recherche dans le cadre de la thèse et pour les mettre en débat ;
- Dominique FOURNIER pour son accompagnement dans la réalisation des analyses bibliométriques ;
- Mélanie BRUCIAMACCHIE qui, à travers son mémoire d'ingénieur effectué en lien avec mon travail de thèse, les données qu'elle a récoltées et ses analyses pertinentes, a beaucoup contribué à la réalisation de cette thèse ;
- Sophie BURGEL pour son aide précieuse en tant que documentaliste de l'unité, qui m'a donné des conseils utiles sur la construction de la bibliographie ;
- Nicolas CASTANIER pour son appui technique et informatique ;
- Mes collègues de bureau Florine MAILLY, Caroline TARDIVO pour les interactions et le partage durant ces trois années de thèse.

Ma reconnaissance va à l'endroit du staff de l'IHEV qui m'a intégré dans le monde vitivinicole, particulièrement à Michel CALLEJA.

Je ne saurais oublier mes parents : ma mère, Falide BOYER et mon père, Hubert BOYER pour leur amour et la confiance qu'ils ont placé en moi.

Enfin, *merci* à tous ceux et à toutes celles qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à la réalisation de cette thèse

Table des matières

REMERCIEMENTS	v
---------------------	---

INTRODUCTION GENERALE

1- INTRODUCTION	2
1-1- Les enjeux du changement climatique	2
1-1-1- Impacts environnementaux	2
1-1-2- Enjeux socio-économiques	3
1-2- Mitigation et adaptation au changement climatique	3
1-3- L'agriculture et la viticulture à l'aune du changement climatique	5
1-4- Rôle de la recherche et de l'innovation dans l'adaptation	6
1-4-1- La recherche et l'innovation comme leviers de l'adaptation	6
1-4-2- Recherche et innovation pour l'adaptation de la viticulture	7
1-5- Problématique : une question de recherche et d'action	8
1-6- Cadre théorique et conceptuel	9
1-6-1- Ancrage disciplinaire : Innovation Studies et Evolutionary Economics ?	9
1-6-2- Interroger les travaux sur les Systèmes d'Innovation	11
1-6-3- Les espaces d'application des Systèmes d'Innovation	12
1-6-4- La dimension relationnelle des Systèmes d'Innovation	12
1-6-5- La dimension institutionnelle des Systèmes d'Innovation	13
1-6-6- Le rôle des bases de connaissances dans l'analyse des Systèmes d'Innovation	15
1-6-7- Une analyse structurelle vs une analyse relationnelle des Systèmes d'Innovation	16
1-7- Hypothèses de l'étude	16
1-8- Démarche générale	17
1-9- Plan de thèse	18

PREMIERE PARTIE :

CONDITIONS INSTITUTIONNELLES, TERRITORIALES ET SECTORIELLES DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : PLACE DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION

Chapitre 1 : Adaptation au changement climatique : entrées théoriques et présentation d'une matrice d'analyse

1- INTRODUCTION	27
2- JUSTIFICATION DU SECTEUR VITIVINICOLE	28
3- LE CONCEPT D'ADAPTATION, SES ORIGINES ET SES USAGES	29

4-	LES DIMENSIONS DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	32
4-1-	Une conception dualiste de l'adaptation.....	32
4-1-1-	Adaptation-état	32
4-1-2-	Adaptation-processus.....	32
4-2-	Une approche téléologique de l'adaptation.....	33
4-2-1-	Adaptation stratégique.....	33
4-2-2-	L'adaptation-policy	34
4-2-3-	Adaptation-trajectoire.....	34
4-3-	Une approche par les capacités.....	35
5-	ARTICULATION DES DIMENSIONS DE L'ADAPTATION	36
6-	UN CADRE D'ANALYSE SYNTHETIQUE POUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE....	38
6-1-	Le domaine d'action.....	38
6-1-1-	Changement climatique et innovation technique	39
6-1-2-	Changement climatique et stratégies de localisation	39
6-1-3-	Changement climatique et changement institutionnel/organisationnel	40
6-2-	La temporalité de l'action	42
6-3-	L'échelle de l'action	42
6-4-	Les cases stratégiques de la MASAC.....	42
6-4-1-	Case 1 : Stratégie de maintien dans l'espace sans innover	43
6-4-2-	Case 2 : Stratégie de maintien dans l'espace avec innovation.....	43
6-4-3-	Case 3 : Stratégie de délocalisation sans innovation.....	45
6-4-4-	Case 4 : Trajectoire de délocalisation avec innovation	47
7-	CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	47

Chapitre 2: Rôle de la recherche et de l'innovation dans la compétitivité des vignobles français : une analyse par les institutions

1-	INTRODUCTION	51
2-	UNE APPROCHE PAR LES SYSTEMES D'INNOVATION.....	52
2-1-	La recherche et l'innovation source d'avantage compétitif des régions.....	52
2-2-	Analyser l'infrastructure institutionnelle des Systèmes d'Innovation.....	54
3-	MATERIEL ET METHODE	55
3-1-	Choix du terrain d'étude : les vignobles français.....	55
3-2-	Etude des dynamiques économiques des vignobles	56
3-3-	Analyse de l'infrastructure institutionnelle	56
4-	RESULTATS.....	58

4-1- Dynamiques économiques des vignobles.....	58
4-2- Infrastructure institutionnelle des Systèmes d'Innovation des vignobles français	60
4-3 Evaluation du poids de la R&D viticole dans chaque région.....	63
4-4- Intensités en R&D et implication des interprofessions	65
5- DISCUSSION.....	68
5-1- Un nouveau « French paradox » ?	68
5-2- Effets contrastés de l'intensité et de la spécialisation de la R&D.....	69
5-3- Rôle de l'interprofession et agencement du Systèmes d'Innovation.....	70
5-4- Compléter l'analyse structurelle et institutionnelle d'un Système d'Innovation.....	70
6- CONCLUSION.....	71
CONCLUSIONS DE LA PREMIERE PARTIE	73

DEUXIEME PARTIE

ETUDE DES CONDITIONS RELATIONELLES ET COGNITIVES DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET de LA PLACE DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION

Chapitre 3: Conditions d'émergence des stratégies d'adaptation au changement climatique : l'exemple des viticulteurs de trois régions de France

1- INTRODUCTION	81
2- ETUDIER L'ADAPTATION DES ENTREPRISES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	82
2-1- Une représentation stratégique de l'adaptation.....	82
2-2- De la perception aux actions dans les stratégies d'adaptation	83
2-3- Analyser les déterminants de l'innovation pour l'adaptation	83
3- MATERIELS ET METHODE	85
3-1- Choix des vignobles.....	85
3-2- Enquêtes et échantillonnage	85
3-3- Questionnaire d'enquêtes	86
3-3- Traitement des données	87
3-4- Opérationnalisation des variables	87
3-5- Modèles économétriques	90
4- RESULTATS.....	90
4-1- Statistiques descriptives des variables prises en compte.....	90
4-2- Variables explicatives de la perception du CC	91
4-3- Variables explicatives des innovations pour le CC.....	93
4-4- Variables explicatives des réseaux envisagés pour l'adaptation	94

5-	DISCUSSIONS	97
5-1-	Une perception du changement climatique régionalisée.....	97
5-2-	Un facteur original pour l'adaptation : les stagiaires.....	98
5-3-	Le rôle des « brokers » dans l'adaptation au changement climatique.....	99
5-4-	Bases de connaissances et adaptation au changement climatique	99
5-5-	Un effet du modèle de production	100
5-6-	Peu de liens entre adaptation et caractéristiques économiques de l'entreprise ?	101
5-7-	Quelle influence des caractéristiques personnelles de l'entrepreneur ?	101
6-	CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	102
Chapitre 4: Analyse de la propension des acteurs de la recherche à jouer un rôle dans l'adaptation au changement climatique : l'exemple des régions viticoles française		
1-	INTRODUCTION	107
2-	CAPACITES D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	108
2-1-	Adaptation au changement climatique : approche par les capacités.....	108
2-2-	Bases de connaissances et capacité d'adaptation	109
2-3-	Réseaux d'adaptation et capacité d'adaptation	110
2-4-	Réseaux, connaissances et capacité d'adaptation dans l'industrie du vin	111
3-	METHODOLOGIE.....	111
3-1-	Choix des régions viticoles.....	112
3-2-	Choix des organisations et acteurs enquêtés	112
3-4-	Analyse des données.....	113
3-5-	Modèles économétriques	115
3-6-	Justification des variables	116
4-	RESULTATS.....	117
4-1-	Chercheurs et expérimentateurs	117
4-2-	Région d'exercice	117
4-3-	Domaine de recherche	118
4-4-	Trajectoire et caractéristiques personnelles	118
5-	DISCUSSION.....	122
5-1-	Une dualité entre implication et proximité	122
5-2-	Systèmes d'Innovation et capacité d'adaptation	124
5-3-	Caractéristiques personnelles et excellence académique	125
6-	CONCLUSIONS	127
CONCLUSIONS DE LA DEUXIEME PARTIE.....		129

CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES

1- CONTRIBUTIONS THEORIQUES.....	132
1-1- Les dimensions de l'adaptation : composantes d'un même processus.....	132
1-2- L'adaptation au changement climatique : un regard avec l'approche des Systèmes d'Innovation	133
1-3- L'adaptation et les dimensions théoriques des Systèmes d'Innovation.....	133
1-4- Déclinaisons politico-administratives des Systèmes d'innovation et de l'adaptation	135
1-5- Les Système d'Innovation, une lecture institutionnelle et relationnelle.....	136
1-6- Le rôle des stagiaires dans les liens U-I.....	137
2- CONTRIBUTIONS METHODOLOGIQUES	137
2-1- Systèmes d'Innovation : référentiel d'analyse d'impact de la recherche.....	137
2-2- Méthodologie d'analyse des stratégies d'adaptation	138
3- CONTRIBUTIONS EMPIRIQUES	139
3-1- Les Systèmes d'Innovation des vignobles français : l'existence de fortes convergences.....	139
3-2- Le rôle des interprofessions et des labos d'œnologie	139
3-3- La perception du changement climatique des viticulteurs.....	140
4- PERSPECTIVES DE RECHERCHE	141
4-1- Vers l'émergence des Systèmes d'Adaptation au Changement climatique	141
4-2- Des limites sur l'approche institutionnelle et relationnelle des Systèmes d'Innovation	142
4-3- Des perspectives empiriques	143
BIBLIOGRAPHIE.....	145

ANNEXES

ANNEXE A : Vignobles régionaux de France.....	I
ANNEXE B : Schémas et scénarios climatiques réalisés par le GIEC.....	II
ANNEXE C : Adaptation au changement climatique et compétitivité.....	VI
ANNEXE D : Infrastructure institutionnelle dédiée à la lutte contre le changement climatique.....	IX
ANNEXE E : Analyse bibliométrique des publications 2008-2014 sur la vigne et le vin (V&V)	XXIX
ANNEXE F : La notion de réseau d'innovation.....	XL
ANNEXE G : Investigating adaptation to climate change in the French vineyards	XLIV
ANNEXE H : Comparaison des trajectoires d'innovation pour la sécurisation alimentaire des pays du Sud.....	LVI
ANNEXE I : Modèles économétriques et tests statistiques.....	LXXV
ANNEXE J : Questionnaires d'enquêtes et guides d'entretien.....	LXXXV
LISTE DES TABLEAUX	CIII

LISTE DES FIGURES..... CIV
LISTE DES ABREVIATIONS ET DES ACRONYMES CV

INTRODUCTION GENERALE

1- INTRODUCTION

1-1- Les enjeux du changement climatique

Les derniers rapports du GIEC (Groupe d'Expert Intergouvernemental sur l'évolution du Climat) renforcent la certitude du Changement Climatique (CC), précisent ses effets et rappellent l'urgence d'agir en conséquence (IPCC, 2014). Le CC est caractérisé par une modification durable des paramètres du climat. Il est dû principalement aux activités humaines à travers leurs émissions des Gaz à Effet de Serre (GES) dans l'atmosphère. Les indicateurs du CC sont perceptibles depuis la fin des années 1980 et ont été révélés, précisés progressivement par les scientifiques. L'élévation de la température moyenne de l'air au niveau global (depuis 1950) en est la caractéristique centrale, mais les travaux avancent aussi une plus forte occurrence d'évènements extrêmes comme des épisodes de sécheresse ou de canicule, de fortes précipitations, des inondations, etc. Le réchauffement climatique se manifeste également par l'élévation du niveau de la mer, l'acidification des océans et la fonte des calottes glaciaires (Bell *et al.*, 1998; IPCC, 2014). Il constitue donc un défi majeur pour l'environnement et les activités économiques.

1-1-1- Impacts environnementaux

Sur le plan environnemental, l'impact du CC concerne d'abord la biodiversité, déjà affectée globalement par les activités humaines. Il renforce son érosion en jouant sur la distribution géographique des espèces animales et végétales qui ont des possibilités différentes de mobilité et d'adaptation (Barbault, 1997; Parmesan and Yohe, 2003). Il contribue à l'invasion d'espèces résistantes et adaptées, à l'extinction d'autres espèces et à des mouvements migratoires (Chuine and Thuiller, 2005). Il menace directement des écosystèmes qui peuvent avoir des fonctions importantes à l'échelle de la planète. Des travaux scientifiques ont montré les effets néfastes actuels ou potentiels du CC sur les récifs coralliens, les mangroves, les forêts tropicales, les prairies humides et naturelles (IPCC, 2001a). Les ressources en eau et les sols sont aussi touchés. Ceci résulte, d'une part, d'une réduction des réserves liées aux glaciers ou aux nappes phréatiques dans les régions où la sécheresse sera renforcée et, d'autre part, d'une accentuation de l'érosion des sols du fait de régimes pluviométriques plus violents ou fragmentés (Arnell, 1999; IPCC, 2014). Cependant, à l'inverse, l'évolution climatique peut provoquer dans certaines régions une augmentation de réserves en eaux douces et le dégel de sols dans d'autres régions. Les activités socio-

économiques ne sont alors pas épargnées par le CC, en particulier l'agriculture, très dépendante du climat, des ressources naturelles et des écosystèmes.

1-1-2- Enjeux socio-économiques

Le rapport de Stern estime le coût du réchauffement climatique à 5.500 milliards d'euros et montre que les dommages climatiques pourraient représenter de 5 à 20 % du Produit mondial brut (PMB) annuel dès aujourd'hui et pour « l'éternité » (Stern, 2008; Stern and Treasury, 2006). Certains travaux mettent en évidence des effets sur la santé humaine, tels que la mortalité associée à la chaleur, à l'émergence ou à la résurgence de maladies infectieuses (McMichael, 1996). D'autres conséquences néfastes sont attendues dans les secteurs de l'agriculture, de la sylviculture, de la pêche, de l'énergie et de la finance (IPCC, 2001a; IPCC, 2014). Des îles pourraient même disparaître à cause de l'élévation du niveau de la mer (Duvat and Magnan, 2012). De plus, les populations les plus vulnérables aux conséquences du CC se situent dans les pays les moins développés du fait de leur dépendance aux conditions naturelles pour la couverture de leurs besoins élémentaires. Des études montrent que le CC réduirait les revenus des populations vulnérables et augmenterait le nombre absolu des personnes en situation d'insécurité ou de précarité alimentaire (IPCC, 2014). Cette situation, couplée à des facteurs politiques, pourrait occasionner d'éventuelles migrations forcées de populations, des déstabilisations géopolitiques et des conflits internationaux.

Ces défis interpellent les acteurs politiques, les institutions internationales et les acteurs économiques par rapport à leur capacité à répondre aux enjeux du CC. Deux types de réponses sont mis en évidence dans les travaux du GIEC : la mitigation et l'adaptation.

1-2- Mitigation et adaptation au changement climatique

La mitigation (ou atténuation) renvoie à l'ensemble des actions qui visent à atténuer, anticiper ou prévenir les conséquences possibles du réchauffement climatique, en réduisant les émissions de GES. Cette forme de lutte, bien qu'elle requière des actions localisées et des changements comportementaux en termes de consommation, se construit à un niveau d'analyse et d'action forcément planétaire. Elle est fortement tributaire de la coopération

internationale et de la réussite des actions collectives. Depuis 1990¹, plusieurs pays se sont engagés à prendre des actions visant à stabiliser, puis réduire leurs émissions de GES. Le protocole de Kyoto est un exemple type de la volonté de certains pays industrialisés de réduire les émissions de GES de 5,2% en moyenne d'ici 2012, par rapport au niveau de 1990. D'autres mécanismes ont vu le jour, comme la création d'un système financier qui inclut le marché des quotas d'émissions de carbone. Les résultats de ces actions ne sont pas satisfaisants par rapport aux attentes globales initiales. D'autres négociations sont en vue. La COP 21 (21^{ème} Conférence des parties de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques de 2015) constitue pour beaucoup un carrefour incontournable pour élaborer un protocole pertinent basé sur des engagements quantifiables des différents pays (Mistral, 2015). Face aux difficultés des négociations internationales sur les mesures de mitigation, la lutte contre le CC depuis le début du 21^{ème} siècle prend une nouvelle tournure.

L'adaptation, pendant longtemps restée en marge des débats scientifiques et politiques, constitue aujourd'hui un levier alternatif et complémentaire indispensable pour lutter, non pas forcément contre les causes, mais contre les effets néfastes du CC sur les activités socio-économiques. L'adaptation au CC se réfère aux « actions et aux processus d'ajustement des systèmes naturels ou humains pour répondre aux conséquences du CC actuelles ou attendues, pour en modérer les effets négatifs et tirer profit des opportunités » (IPCC, 2001a). Elle est sans doute moins dépendante des accords internationaux que la mitigation, et fortement liée aux initiatives individuelles des entreprises et d'autres acteurs économiques. Elle nécessite, toutefois, des actions collectives au niveau sectoriel et régional, que ce soit pour la construction d'infrastructures publiques ou la coordination d'actions sur des activités économiques interdépendantes. L'adaptation est inévitable pour les agents économiques et les décideurs politiques car même si les accords sur la réduction des GES arrivent à leur plein succès (COP 21 et négociations climatiques futures), les conditions climatiques vont de toute façon évoluer. On évoque classiquement deux manières d'aborder l'adaptation. L'adaptation réactive qui constitue une réponse ex-post à un impact observé du CC. L'adaptation anticipative, elle, consiste à mettre en place des actions avant que les impacts néfastes se produisent, en vue de limiter la vulnérabilité des systèmes productifs, sociaux et écologiques existants (Smit *et al.*, 2000). Cet enjeu est très complexe car les effets du CC diffèrent en nature, en intensité, en fréquence suivant les secteurs et la localisation des entreprises.

¹ En 1990 a eue lieu la 2^{ème} conférence mondiale sur le climat à la Haye. 149 pays se sont réunis et les Etats de la Communauté économique européenne,(12 à l'époque), s'étaient engagés à stabiliser leurs émissions de CO2 au niveau de 1990 d'ici à 2000.

1-3- L'agriculture et la viticulture à l'aune du changement climatique

L'agriculture constitue l'un des principaux secteurs concernés par le CC (Torquebiau, 2015; Soussana, 2013). Elle est doublement interpellée par cet enjeu. Elle contribue tout d'abord au phénomène en étant l'un des premiers secteurs émetteur de GES, par conséquent très concerné par la mitigation. Selon la FAO², en 2010, les émissions provenant de l'agriculture, de la foresterie et d'autres utilisations des terres (déforestation, artificialisation de terres agricoles...) totalisaient plus de 10 milliards de tonnes Equivalent CO₂. Ces émissions constituent environ le quart des émissions globales³. En France le secteur agricole est le troisième émetteur de GES avec plus de 21 % des émissions nationales en 2012⁴. L'agriculture est aussi l'un des principaux secteurs sensibles aux conséquences du réchauffement climatique. Le CC aurait des impacts sur le rendement, la qualité, la stabilité des flux agricoles et représente un enjeu majeur pour la sécurité alimentaire. Les scénarios prévoient une diminution des rendements et de la production des principales denrées alimentaires comme le blé, le riz et le maïs (IPCC, 2014). La filière du vin est aussi l'une des filières agricoles les plus touchées par le CC.

Les conditions climatiques jouent en effet un rôle clé dans la culture de la vigne, le développement des vignobles, la typicité des vins, les cépages cultivés et les pratiques culturales associées (Schultz et al. 2010). En France l'industrie vitivinicole est d'autant plus liée aux conditions climatiques que la qualité du vin se construit principalement autour de son origine géographique et de la typicité du terroir. La notion d'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) exprime les liens physiques et symboliques entre le produit et le terroir. Elle met en évidence la combinaison des facteurs du milieu physique (caractéristiques géologiques, agronomiques, climatiques) et des facteurs humains (savoir-faire, compétences, traditions). En France, les impacts du CC sont déjà visibles sur la production vitivinicole. Citons entre autres, l'avancement des dates de vendange, le déficit hydrique dans les vignobles méditerranéens, l'augmentation du degré d'alcool et la perte d'acidité des vins, ou encore des millésimes de plus en plus différents (Ollat and Touzard, 2014b). Des régions actuellement viticoles commencent à offrir des conditions moins favorables, alors que de nouveaux terroirs, plus au nord notamment, sont déjà envisagés pour développer de nouveaux vignobles. Ces effets devraient s'intensifier dans les prochaines décennies pour provoquer des changements

² <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/fr/c/218654/>

³ www.reporterre.net

⁴ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Part-et-evolution-des-secteurs.html>

notables sur les caractéristiques et la hiérarchisation des vins, sur les résultats économiques des entreprises vitivinicoles, sur la localisation des vignobles ainsi que sur les règles et les institutions qui encadrent l'économie viticole. L'importance de ces effets amène à considérer la viticulture comme un « système modèle » permettant d'étudier à la fois les impacts du CC et l'implémentation de stratégies d'adaptation (Seguin, 2010a).

La compétitivité des régions viticoles pourrait donc être menacée par les effets du CC. La compétitivité d'un vignoble résulte de sa capacité à se positionner sur des segments de marchés (vins blancs, rouges, rosés, effervescents, bio, « basic », « premium » ou « icône », etc.). C'est aussi sa propension à accroître ses parts de marché, sur le marché national et/ou à l'exportation. Des travaux utilisant des modèles climatologiques prévoient que des régions qui aujourd'hui sont propices à la production de vin pourraient connaître un déclin plus ou moins significatif, ce qui affecterait la capacité de production et par extension la compétitivité de ces régions (Hannah *et al.*, 2013).

1-4- Rôle de la recherche et de l'innovation dans l'adaptation

La recherche et l'innovation sont souvent présentées comme des leviers de l'adaptation mais la caractérisation précise de leur rôle constitue une question de recherche et d'action.

1-4-1- La recherche et l'innovation comme leviers de l'adaptation

La recherche et l'innovation sont sollicitées pour faire face à l'enjeu climatique (Foray *et al.*, 2012). Des travaux empiriques et théoriques accordent une place de choix à la recherche et l'innovation en les présentant comme génératrices de solutions et de changements permettant l'adaptation à l'évolution climatique (Ouedraogo *et al.*, 2010; Yegbemey *et al.*, 2014; Rodima-Taylor *et al.*, 2012). Ce besoin de recherche et de connaissances se justifie pour la compréhension des effets du réchauffement climatique et la réduction des incertitudes liées à ce phénomène (IPCC, 2014; Hallegatte and Lecocq, 2010). Ces incertitudes sont de divers ordres : incertitudes sur les scénarios⁵ globaux d'évolution du climat (Meehl *et al.*, 2007; Le Treut, 2003) ; incertitudes liées aux réactions ou à la capacité du système biophysique à répondre à l'évolution climatique (Cramer *et al.*, 2001) ; incertitudes sur la façon dont les scénarios globaux se traduisent à des échelles spatiales,

⁵ Le Rapport 2014 du GIEC met l'accent sur quatre scénarios: RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 et RCP8.5. Le scénario RCP 2.6 implique de fortes réductions d'émissions de GES par la communauté internationale. Le RCP8.5 est le plus pessimiste, il correspond à la prolongation des émissions actuelles.

temporelle et sectorielle ; enfin incertitudes sur les comportements des acteurs et les pistes d'adaptation possibles (Hallegatte and Lecocq, 2010; Grübler *et al.*, 2007; Eriksen and Brown, 2011; Rodima-Taylor *et al.*, 2012; Adger *et al.*, 2005; Adger, 1999; Biesbroek *et al.*, 2010; Adger, 2001; Agrawal, 2010; Locatelli, 2010). Au-delà de ces incertitudes, de nombreux auteurs insistent sur d'autres caractéristiques liées au CC qui rendraient les innovations issues de la recherche (research based innovation) « nécessaires » : horizon à long terme des conséquences d'actions actuelles, nécessitant des outils de simulation ou prospective ; vitesse des changements dépassant les capacités de réaction ou d'anticipation des acteurs ; combinaison de différentes échelles et mécanismes physiques, biologiques et sociaux... Ces caractéristiques font que les savoirs empiriques (et leurs innovations incrémentales) seraient dépassés, appelant à la contribution de connaissances scientifiques et techniques nouvelles. D'autres auteurs mobilisent les mêmes arguments pour suggérer que la recherche elle-même doit se renouveler, explorer de nouvelles questions (plus systémiques et prospectives par exemple) et modifier ses approches y compris en prenant en compte les savoirs empiriques au moins pour adapter localement des options technologiques plus générales (Hallegatte and Lecocq, 2010 ; Rodima-Taylor *et al.*, 2012).

1-4-2- Recherche et innovation pour l'adaptation de la viticulture

L'adaptation au CC pour l'agriculture en général, et pour la viticulture en particulier, devrait dépendre également des activités de recherche et d'innovation (Seguin, 2003; Touzard *et al.*, 2014).

Tout d'abord, les impacts de la recherche ont bien été décisifs au cours des deux derniers siècles pour faire face à différents enjeux, comme la lutte contre les maladies (le mildiou, l'oïdium, le phylloxera au XIX^{ème} siècle), l'augmentation des rendements, la mécanisation ou l'amélioration de la qualité des vins (Montaigne, 1997). Au-delà d'une production et « diffusion » de connaissances scientifiques pour l'innovation, ce sont bien les relations qui se construisent avec la recherche à l'échelle des grands vignobles qui semblent en jeu. Des travaux récents montrent ainsi que les relations construites localement entre les entreprises, les organismes de recherche, les universités et les organisations d'appui à l'innovation ont été déterminantes dans la croissance des vignobles du « nouveau monde » pour saisir les opportunités du marché international et s'adapter à ses évolutions (Feinsterseifert, 2007; Giuliani *et al.*, 2010; Giuliani and Arza, 2009; Giuliani and Bell, 2005). En première approche, en France, le rôle de la recherche ne semble pas être aussi

évident sur les dynamiques économiques des régions viticoles. Les dispositifs de recherche et de développement les plus importants sont par exemple situés en Languedoc-Roussillon et en Aquitaine, là où paradoxalement le vignoble a connu des crises récentes ou est en manque de compétitivité (Touzard, 2010). Par ailleurs de nombreux acteurs du secteur viticole mettent en avant le rôle de savoirs traditionnels, empiriques ou « proches de la nature ». Ils sont critiques ou méfiants vis-à-vis de la recherche, notamment parce qu'elle proposerait des technologies qui pourraient nuire à une qualité du vin liée au terroir et à la tradition, allant dans le sens d'une standardisation excessive (Teil, 2013), alors qu'une partie du marché du vin se joue sur la différenciation et la distinction (Karpik, 2008). En même temps de nouvelles attentes s'expriment aujourd'hui vis-à-vis de la recherche, en particulier pour fournir des cépages résistants aux maladies, réduire l'usage de pesticides, et s'adapter au CC.

L'enjeu climatique, perçu de manière croissante ouvre en effet en France de nouveaux débats sur le rôle de la recherche et de l'innovation. De nouveaux cépages peuvent-ils être moins productifs en sucre, conserver de l'acidité et être plus résistants à la sécheresse... tout en gardant les caractéristiques permettant de faire des vins de qualité et spécifiques à un terroir ? L'irrigation, déjà largement utilisée dans d'autres vignobles du monde, ne peut-elle pas être adaptée pour les vignobles français et pilotée avec précision ? De nouvelles pratiques œnologiques ne pourront-elles pas corriger tout simplement les effets du CC ? Comment choisir la localisation optimale d'une plantation en anticipant sur de nouvelles conditions climatiques ? Le cadre juridique et technique des appellations d'origine contrôlée sera-t-il remis en cause avec le CC ? Toutes ces questions ont été formulées progressivement au cours des dernières années et interpellent directement la recherche. Elles ont ainsi été à l'origine du lancement du projet LACCAGE (Long term impacts and Adaptations to Climate Change in Viticulture and Enology), financé par le méta-programme ACCAF (Adaptation to Climate Change for Agrosystems and Forests) de l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), et qui rassemble 23 laboratoires de recherche couvrant tous les centres INRA travaillant sur la vigne et le vin. La mobilisation de cadres d'analyse qui caractérisent et précisent le rôle de la recherche et de l'innovation apparaît alors importante pour élucider de manière empirique ce rôle pour l'adaptation des vignobles français au CC.

1-5- Problématique : une question de recherche et d'action

La question de départ est de comprendre le rôle de la recherche et de l'innovation dans l'adaptation au CC des vignobles français. Comment prendre en compte l'effet de

l'importance des institutions et des organisations dédiées à la recherche et au développement, dans une région viticole donnée, sur les dynamiques économiques et les possibilités d'adaptation au CC de ce vignoble ? Quel rôle jouent les relations construites localement entre les différents acteurs impliqués dans les processus d'innovation sur l'adaptation au CC ?

Ces questions, et celles citées plus haut, ne sont pas simplement théoriques ou posées dans la perspective d'une meilleure connaissance de l'évolution d'un secteur. Elles renvoient aussi aux interrogations des acteurs économiques, des responsables de la recherche, des organisations professionnelles (en particulier les interprofessions viticoles), des décideurs politiques. Ce travail de thèse peut ainsi aider les décideurs dans l'élaboration, l'orientation des politiques de recherche et d'innovation, et la mobilisation des leviers d'adaptation. Enfin, ce travail pourrait servir de support pour différents types d'acteurs (entreprises vitivinicoles, organismes de recherche et de développement) dans la construction de collaborations dédiées à l'adaptation au CC et dans leurs stratégies individuelles et collectives pour faire face au CC.

L'objectif général de la thèse est donc d'analyser le rôle de la recherche et de l'innovation dans l'adaptation au CC des vignobles régionaux français. Pour atteindre cet objectif, de manière spécifique, nous allons :

1. Préciser les dimensions de l'adaptation au CC, la place de l'innovation dans l'adaptation et son implication pour les acteurs économiques ;
2. Analyser les organisations dédiées à la recherche et l'innovation pour les vignobles français, en repérant les conditions, agencements et relations favorables à la compétitivité et à l'adaptation au CC ;
3. Etudier les stratégies concrètes d'adaptation au CC des entreprises vitivinicoles et l'influence possible de la recherche dans ces stratégies ;
4. Analyser le rôle des chercheurs dans la capacité d'adaptation au CC des entreprises vitivinicoles et des vignobles régionaux.

1-6- Cadre théorique et conceptuel

1-6-1- Ancrage disciplinaire : Innovation Studies et Evolutionary Economics ?

La thèse s'inscrit dans le champ des « Science Policy and Innovation Studies », particulièrement dans le domaine de l'Economie évolutionniste (Martin, 2012). Elle rejoint également le programme de recherche émergent de l' « Evolutionary Economic Geography »

(Boschma and Frenken, 2006; Boschma and Martin, 2010). Elle contribue en même temps au développement de l'économie du CC, principalement l'approche de l'adaptation.

Si l'ouvrage de Nelson et Winter (1982) marque le début de la pensée contemporaine de l'économie évolutionniste, il n'en demeure pas moins que depuis la fin du 19^{ème} siècle, Veblen, dans son article « Why is Economics not an Evolutionary » posa les premiers jalons des théories évolutionnistes économiques. Il faut attendre Schumpeter pour une contribution majeure (Théorie de l'évolution économique). Pas moins de quatre thèmes sont considérés comme des apports de Schumpeter, dont celui de l'innovation (Arena and Lazaric, 2003). On peut ensuite distinguer quatre courants de l'économie évolutionniste. Le premier courant renvoie à une approche microéconomique. Il repose sur la dualité des routines des entreprises et de la sélection du marché, ainsi que sur l'étude des phénomènes d'apprentissage et de changements organisationnels (Winter and Nelson, 1982; Cyert and March, 1963; Lazaric, 2010; Egidi *et al.*, 1994). Il exprime l'idée selon laquelle les performances et les trajectoires des firmes (développement, faillite, disparition, apparition fusion absorption) dépendent de leurs routines, de leur histoire particulière et des dynamiques du marché.

Le deuxième courant regroupe les travaux sur l'évolution des institutions, des normes, des préférences, des dynamiques sectorielles ou industrielles. On peut citer les travaux sur le changement technique ou technologique, sur les trajectoires technologiques, sur la « path dependency » ou sur les filières d'innovation (Wilsford, 1994; Arthur, 1989; Dosi *et al.*, 1988; Pavitt, 1984; Freeman *et al.*, 1986; Dosi, 1982; Montaigne, 1988).

Le troisième courant plutôt macroéconomique s'intéresse à l'analyse de la relation entre croissance économique et innovation technologique (Silverberg and Verspagen, 1995; Yildizoglu, 2009; Fagerberg and Verspagen, 2002).

Le quatrième courant regroupe les travaux sur les Systèmes d'Innovation (Système National d'Innovation, Système Régional d'Innovation, Système Sectoriel d'Innovation, Systèmes Technologiques...) (Ellul and Neugroschel, 1980; Cooke and Morgan, 1994; Lundvall, 2010; Malerba, 2002; Carlsson, 2012). C'est dans ce courant que se positionne notre travail de recherche.

Depuis 2006, émerge également le programme de recherche « Evolutionary Economic Geography ». Ce programme se trouve à l'interface de l'économie évolutionniste (Winter and Nelson, 1982) et de la Nouvelle Economie Géographique (Krugman, 1991). Il introduit une perspective évolutionniste à la Nouvelle Economie Géographique. Il traite de la portée des

outils et des concepts de l'économie évolutionniste sur les questions de l'économie géographique et aussi l'implication d'une vision géographique pour les théories économiques évolutionnistes. Il intègre les réseaux comme un élément crucial dans la compréhension de la répartition spatiale et inégale de l'activité économique. Il étudie la présence et l'évolution des institutions dans des contextes territoriaux et leur rôle dans les dynamiques économiques. En abordant les aspects institutionnels, territoriaux, cognitifs et relationnels du processus d'innovation, ce programme de recherche laisse une place de choix aux Systèmes d'Innovation (Boschma and Frenken, 2006; Boschma and Martin, 2010).

1-6-2- Interroger les travaux sur les Systèmes d'Innovation

Les interrogations autour du rôle de la recherche dans le processus d'innovation rejoignent et questionnent les développements récents en économie de l'innovation sur les « Systèmes d'Innovation », c'est-à-dire l'ensemble d'institutions, de réseaux, d'organisations publiques et privées... qui favorisent les innovations et leur structuration à différentes échelles sectorielles et territoriales (Malerba, 2002; Doloreux and Bitard, 2005; Porter, 1998; WorldBank, 2006). La caractérisation précise de ces systèmes, les dynamiques d'apprentissages associées, l'évaluation de leurs effets économiques ou encore l'articulation efficiente des investissements publics et privés font l'objet de travaux nombreux et ouvrent des perspectives de recherche intéressantes (Chiffolleau and Touzard, 2014; Martin, 2012; Touzard *et al.*, 2014; Carlsson, 2006; Foray, 2010; Klerkx *et al.*, 2012).

Le concept de Système d'Innovation est un outil d'analyse du processus d'innovation. Il incorpore dans l'analyse économique du processus d'innovation des éléments institutionnels, cognitifs et relationnels. Il abandonne une conception individualiste de l'innovation pour s'engager dans une vision systémique. Il situe l'innovation dans un système caractérisé par un ensemble d'acteurs en interaction (firmes, laboratoires, universités, intermédiaires...). L'innovation n'est donc pas uniquement le résultat d'un processus de décision individuelle, mais plutôt le résultat d'un processus interactif. Il met l'accent sur le rôle central des institutions, des réseaux, des organisations et des mécanismes d'apprentissage dans le processus d'innovation. Comme nous l'avons dit plus haut, notre travail s'inscrit dans la lignée des théories évolutionnistes des Systèmes d'Innovation. Les Systèmes d'Innovation ont plusieurs composantes et entrées théoriques.

1-6-3- Les espaces d'application des Systèmes d'Innovation

Par rapport à l'espace d'application du concept de Système d'Innovation, deux visions se juxtaposent (Touzard, 2015):

1. Une vision politico-administrative qui se décline en une approche territoriale et une approche sectorielle. La première prend en compte, à un niveau macro ou quasi sociétal, les Systèmes Nationaux d'Innovations (SNI)⁶ qui analysent les institutions, les organisations et les éléments communs à l'ensemble des secteurs au sein d'un même pays et, à un niveau régional, les Systèmes Régionaux d'Innovation (SRI). La seconde, les Systèmes Sectoriels d'Innovation (SSI), s'intéresse aux institutions, organisations et réseaux qui favorisent la production de nouvelles connaissances et l'innovation dans un secteur (Cooke and Morgan, 1994; Lundvall, 2010; Malerba, 2002; Breschi *et al.*, 1997).
2. La deuxième vision est plus topologique et se réfère à un système construit par les interactions entre acteurs ou firmes autour du développement d'une technologie. C'est le cas des « Systèmes Technologiques » ou « Corporate Innovation System » qui permettent de prendre en compte des interactions entre institutions, organisations et firmes au-delà des cadres politico-administratifs établis (Carlsson, 2012; Ellul and Neugroschel, 1980; Temple *et al.*, 2015).

1-6-4- La dimension relationnelle des Systèmes d'Innovation

Les travaux sur les Systèmes d'Innovation accordent une importance capitale aux relations et aux interactions entre les différents acteurs (Jacobsson and Johnson, 2000; Edquist, 1997; Chang and Chen, 2004; Carlsson and Stankiewicz, 1991). Dans une conception relationnelle, le Système d'Innovation peut être vu comme un réseau d'agents en interaction dans un secteur économique donné et dans un contexte institutionnel spécifique. Il se réfère à un ensemble de liens et de connections qui mettent en relation les acteurs entre eux, les institutions et les organisations dans un processus d'innovation (Carlsson and Stankiewicz, 1991).

Sur le plan économique, le réseau est considéré comme « un mode d'organisation hybride » qui se justifie par rapport à la volonté de diminuer les coûts de transaction (Williamson, 1975). Les réseaux se construisent dans un milieu territorial ou sectoriel et décrivent généralement des relations durables basées sur des règles de confiance, de

⁶ Peu d'études mettent en évidence les dimensions globales de l'innovation ou l'internationalisation des Systèmes d'Innovation (Touzard et al. 2013).

connaissances mutuelles, de réciprocité et de priorité. Sur le plan cognitif, les réseaux peuvent être vus comme des structures dépositaires d'un savoir-faire collectif supérieur à la somme des savoir-faire individuels des acteurs (Guilhon and Gianfaldoni, 1990). Ils peuvent aussi se définir comme un ensemble d'obligations et de contraintes pour les acteurs, visant à créer ou gérer un environnement propice à l'innovation (Maillat *et al.*, 1993). Les réseaux d'acteurs permettent l'apprentissage interactif, les échanges d'informations et le partage des connaissances (Lundvall, 2010).

Les Systèmes d'Innovation prennent en compte les réseaux de connaissances, avec notamment les liens universités-industries (U-I) qui renvoient aux collaborations et aux connexions entre les entreprises et les universités ou centres de recherche (D'Este and Patel, 2007; Slaughter *et al.*, 2002; Cohen *et al.*, 2002; Carlsson and Stankiewicz, 1991; Giuliani and Arza, 2009; Giuliani *et al.*, 2010). Ils mettent aussi l'accent sur des réseaux qui impliquent les universités, l'industrie et les entités étatiques (Etzkowitz and Leydesdorff, 2000; Leydesdorff and Meyer, 2006; Strand and Leydesdorff, 2013; Supriyadi, 2012) ainsi que des types de réseaux qui permettent le partage des normes, des croyances et des savoir-faire (Bergek *et al.*, 2008). Ils mettent en évidence, également, les relations que les entreprises d'une même région et dans un même secteur entretiennent entre elles pour accéder à de nouvelles technologies, donnant lieu à des « clusters » (Porter, 1998; Molina-Morales, 2005; Baden-Fuller, 1995; Uzzi, 1996; Sgourev and Zuckerman, 2012; Lorenzoni and Baden-Fuller, 1995; Ottati, 1994).

1-6-5- La dimension institutionnelle des Systèmes d'Innovation

Les travaux sur les Systèmes d'Innovation placent les institutions au centre de leurs analyses. Ils placent les comportements économiques des acteurs et leurs interactions dans un contexte institutionnel (Edquist and Johnson, 1997). Les Systèmes d'Innovation s'inspirent et s'alimentent des courants institutionnalistes.

Aujourd'hui, plusieurs courants dits « nouveaux institutionnalismes » se confrontent, se complètent ou se rejoignent. Di Maggio et Powell imputent la diversité de ces courants aux disciplines dans lesquelles ils s'insèrent. Ils identifient des institutionnalismes en économie, en théorie des organisations, en histoire et sociologie, en science politique, et dans les théories de Public Choice (Di Maggio and Powell, 1997). Les travaux de Hall et Taylor (1996), en revanche, montrent que la variété de ces courants peut exister au sein d'une seule et même discipline et imputent plutôt la diversité de ces courants à la définition des institutions. Ils identifient au sein des sciences politiques trois courants : l'institutionnalisme historique (IH),

l'institutionnalisme du choix rationnel (IR) et l'institutionnalisme de la théorie des organisations ou institutionnalisme sociologique (IS). Des travaux ultérieurs montrent que cette structure tripolaire peut se retrouver dans d'autres disciplines comme l'économie ou la sociologie. En économie par exemple, cette structuration prend la forme d'un trio représenté par l'économie néo-institutionnelle (qui rejoint le IR), l'économie des conventions (qui rejoint l'IS), et la théorie de la régulation (qui rejoint l'IH).

L'école néo-institutionnaliste met en évidence les incertitudes qui induisent des coûts de transactions dans les relations entre agents économiques, et les institutions (contrats, règles de gouvernance) sont là pour réduire ces coûts de transactions.

L'école de la régulation, postule l'existence d'institutions de régulation comme le rapport salarial, l'Etat (dans le prolongement du courant marxiste), la monnaie, la forme de la concurrence, les régimes internationaux.

L'économie des conventions aborde les institutions comme des « cadres moraux et cognitifs » de référence qui fondent l'interprétation et l'action. D'où l'importance des conventions dans les formes de coordination des acteurs ou d'actions collectives à des fins économiques.

Le lien entre institution et processus d'innovation est visible à travers ces trois acceptions conceptuelles.

Les institutions réduisent les incertitudes et diminuent les coûts de transactions en fournissant des informations et un cadre légal pour le développement des innovations. L'existence d'un système de recherche et d'expérimentation réduit les incertitudes par rapport aux solutions techniques. Les lois sur les brevets et la propriété intellectuelle réduisent les incertitudes sur les investissements dans la recherche (Edquist and Johnson, 1997).

Les politiques de recherche et d'innovation au niveau national, sectoriel et régional influencent l'émergence d'innovations et de nouvelles technologies. Par exemple, les politiques de soutien d'innovations de niche, comme des technologies sobres en carbone, leur permettent de ne pas disparaître sous le poids de la concurrence avec d'autres technologies existantes qui bénéficient, elles, d'avantages liés à l'économie d'échelle et à des habitudes de consommation.

Les formes de coordination des acteurs, les actions collectives et les normes créent un environnement favorable pour l'innovation. On peut citer les relations entre producteurs et fournisseurs, la mise en commun des ressources par différents producteurs pour investir dans la recherche en vue de développer de nouvelles technologies, les mécanismes de rétroactions entre producteurs et consommateurs (Porter, 1998). Les normes pour les périodes de remboursement par rapport aux projets d'investissement de la recherche constituent un instrument d'incitation à financer des projets de recherche, en réduisant les risques et les incertitudes temporelles dans le processus d'innovation (Edquist and Johnson, 1997). L'existence des mécanismes d'apprentissage et de partage de connaissances augmente les possibilités d'innovations en renforçant les « bases de connaissances » des acteurs du Système d'Innovation.

1-6-6- Le rôle des bases de connaissances dans l'analyse des Systèmes d'Innovation

Les Systèmes d'Innovation font de la connaissance la ressource la plus stratégique et la plus fondamentale pour l'innovation et la compétitivité (Foray, 2010; Godin, 2006; Lundvall and Johnson, 1994; Asheim and Coenen, 2005). L'intensité des moyens mobilisés dans la R&D est un indicateur de la capacité à innover et de la compétitivité d'une économie ou d'une firme (Cohen and Levinthal, 1989). En effet, la connaissance produit des externalités positives et détermine le développement de nouvelles technologies, leur appropriation et leur exploitation par les entreprises (Foray and Lundvall, 1997).

Au-delà de la présence et de l'importance de service de R&D interne, le niveau de qualification des ressources humaines d'une entreprise joue un rôle prépondérant dans l'accès aux nouvelles connaissances, leur appropriation et leur exploitation. Giuliani (2009), pour qualifier les « bases de connaissances » des entreprises prend en compte le niveau de formation des ressources humaines et leur expérience dans un ou plusieurs domaines d'activités stratégiques de l'entreprise. Ces caractéristiques des ressources humaines sont intéressantes à intégrer dans l'analyse économique car une grande majorité des PME ne possède pas de département ou de service de R&D. Pourtant, il a été démontré que les PME peuvent être très innovantes malgré l'absence de département de R&D interne (Lee *et al.*, 2010). Les ressources humaines qualifiées influencent la capacité des entreprises à développer des stratégies de collaborations et de partenariats avec des sources de connaissance (Giuliani and Arza, 2009; Zeng *et al.*, 2010). Powell et al (1996) ont prouvé que, à côté de l'intensification du service R&D, les réseaux d'innovation et d'apprentissage deviennent de plus en plus pertinents pour les secteurs caractérisés par une évolution technologique rapide

(Powell *et al.*, 1996). Dans de nombreux travaux, l'innovation est perçue comme la résultante d'un processus d'apprentissage interactif situé dans un contexte social, territorial et institutionnel (Lundvall and Johnson, 1994; Krugman, 1990). En somme, les réseaux inter-organisationnels de connaissance constituent une alternative importante pour les PME dans le but d'acquérir des ressources cognitives nécessaires pour leur survie et leur croissance (Stuart *et al.*, 1999).

1-6-7- Une analyse structurelle vs une analyse relationnelle des Systèmes d'Innovation

Pour étudier le rôle de la recherche dans la compétitivité d'un Système d'Innovation, on peut mobiliser une approche structurelle et institutionnelle ou une approche relationnelle⁷. La première renvoie aux différents éléments qui composent le Système d'Innovation, à leur rôle et à leur agencement. La seconde s'intéresse aux logiques relationnelles du système. Elle renvoie aux interactions des différents éléments du système, les modes de connexion, le processus d'apprentissage, la circulation de l'information scientifique et la dynamique des innovations.

1-7- Hypothèses de l'étude

Notre thèse s'inscrit dans la lignée des travaux sur les Systèmes d'Innovation car elle prend en compte les conditions institutionnelles, relationnelles et cognitives de l'adaptation au CC au regard de l'innovation. Elle mobilise de manière parallèle, d'une part une lecture structurelle et institutionnelle et d'autre part une approche relationnelle des Systèmes d'Innovation. Nous assumons que ces deux approches ne s'opposent pas mais peuvent se compléter dans une analyse rigoureuse des Systèmes d'Innovation. Notre travail met aussi l'accent sur les caractéristiques spatiales et territoriales de l'adaptation au CC.

Pour ce travail de recherche nous formulons alors deux hypothèses :

1. L'adaptation des agents économiques (ici viticulteurs) au CC est inscrite dans un Système d'Innovation ayant des composantes régionales et sectorielles ;
2. L'adaptation au CC dépend aussi des caractéristiques individuelles et des trajectoires personnelles des agents économiques et des acteurs de la recherche avec qui ils sont ou peuvent être en relation.

⁷ Nous reviendrons sur ces approches des Systèmes d'Innovation dans les différentes parties de la thèse

1-8- Démarche générale

Notre démarche générale⁸ s'appuie sur une confrontation des approches structurelles et relationnelles des Systèmes d'Innovation. Nous utilisons le secteur vitivinicole comme champ d'investigation empirique.

Pour analyser le rôle de la recherche dans l'adaptation au CC nous avons tout d'abord ouvert la « boîte noire » de l'adaptation en tenant compte de ses conditions économiques, territoriales, sectorielles et institutionnelles.

Nous avons continué avec une analyse structurelle et institutionnelle des Systèmes d'Innovation vitivinicoles. Pour cela nous avons identifié les 7 principales régions viticoles (Languedoc-Roussillon, Aquitaine-Bordeaux, Vallée-de-la-Loire, Vallée-du-Rhône, Alsace, Champagne, Bourgogne). En premier lieu, nous avons caractérisé, au niveau régional, la structuration de ces systèmes vitivinicoles, et identifié les acteurs et organisations qui s'impliquent dans le processus d'innovation. Pour cela, nous avons analysé des documents institutionnels et des rapports de projets, et fait des entretiens avec des personnes ressources de cette filière. En second lieu, nous avons fait des analyses comparatives entre les vignobles en fonction de leurs évolutions économiques, de l'importance des activités de recherche et de l'agencement des institutions ou des organisations du Système d'Innovation. Pour ce faire, nous avons réalisé une série d'entretiens auprès des responsables d'organismes de recherche et de développement pour quantifier les moyens humains et financiers mobilisés pour les activités de recherche et d'expérimentation. Nous avons complété ce travail avec une analyse bibliométrique donnant un indicateur de production scientifique des chercheurs dans chaque région viticole. Pour l'examen des dynamiques économiques, nous avons utilisé des statistiques régionales provenant des services de statistiques du Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt (MAAF), en particulier les données de comptabilités agricoles départementales. Nous avons mis en relation l'évolution économique des vignobles et l'importance des activités de recherche dans ces vignobles.

Nous avons enchaîné avec une analyse relationnelle des Systèmes d'Innovation. Nous avons fait un zoom sur trois régions ayant des caractéristiques structurelles et économiques différentes pour analyser les réseaux et les collaborations dédiés à l'innovation et à

⁸ Cette thèse étant constituée de plusieurs chapitres quasi autonomes, sous formes d'article, nous résumons ici une démarche générale. Nous détaillons plus précisément dans chaque chapitre la méthodologie utilisée.

l'adaptation qui unissent le monde de la recherche et le monde professionnel. Nous avons associé une méthode « top-down » avec une approche « bottom-up ». La méthode top-down part des acteurs du monde de la recherche et a pour objectif de révéler les relations qu'ils tissent avec le monde professionnel et les entreprises viticoles, ainsi que les conditions dans lesquelles les chercheurs contribuent à l'adaptation au CC. La méthode bottom-up part des entreprises en vue d'examiner les liens que celles-ci entretiennent avec les acteurs du Système d'Innovation et le rôle de ces liens dans leurs stratégies d'innovation pour l'adaptation au CC.

1-9- Plan de thèse

Cette thèse est structurée en articles. Cependant, nous insérons les articles sous format de chapitre en indiquant les différents stades de finition de ces articles. Globalement, ce travail est divisé en deux parties.

La première partie examine les conditions institutionnelles et territoriales de l'adaptation au CC et la place de la recherche et de l'innovation dans cet enjeu. Elle s'appuie sur un travail de bibliographie, de statistique et d'enquêtes à l'échelle nationale, en privilégiant les cadres administratifs et institutionnels établis. Elle offre un cadrage général à notre recherche. Elle comporte deux chapitres :

1. Le premier chapitre est un article de synthèse et de positionnement scientifique sur la question de l'adaptation au CC. Il analyse les dimensions théoriques de l'adaptation, la façon dont l'économie mobilise ce concept et dans quel domaine. Il étudie les liens entre innovation et adaptation, et la relation entre adaptation et compétitivité. Enfin, il développe une méthodologie d'analyse des stratégies d'adaptation au CC et l'applique au secteur vitivinicole.
2. Le deuxième chapitre présente une analyse comparative, économique et institutionnelle, entre les sept principales régions viticoles françaises pour essayer d'expliquer dans quelle mesure une approche structurelle et institutionnelle des Systèmes d'Innovation permet de comprendre la compétitivité ou la différenciation des vignobles régionaux et leur adaptation au CC.

La deuxième partie aborde, dans trois régions viticoles ayant des conditions climatiques très différentes, les conditions relationnelles et cognitives de l'adaptation au CC. Elle repose

sur des enquêtes en face-à-face menées dans ces trois régions à la fois au niveau des entreprises (viticulteurs, directeurs de coopératives), des laboratoires de recherche (chercheurs) et d'organismes de développement du secteur (responsables ou techniciens). Elle est constituée de deux chapitres :

3. Le troisième chapitre de la thèse mobilise une approche relationnelle « bottom-up » qui part des entreprises viticoles de trois vignobles régionaux de France pour caractériser les conditions d'émergence des stratégies d'adaptation au CC. Il étudie ces stratégies par rapport à la perception que les acteurs ont du CC, aux innovations réalisées et aux réseaux de conseil mobilisés pour s'adapter. Il met ces variables en relation avec des facteurs qui renvoient aux caractéristiques économiques des entreprises, au modèle de viticulture (bio vs conventionnel), à la région de production et à la trajectoire personnelle de l'entrepreneur.
4. Le quatrième chapitre étudie le rôle de la recherche sur la capacité d'adaptation des entreprises. Il analyse l'implication des chercheurs dans la production de connaissance pour l'adaptation au CC et leur contexte relationnel. Il utilise une approche relationnelle « top-down » qui prend le chercheur comme unité d'analyse. Il mobilise des méthodes statistiques pour croiser l'implication du chercheur et sa proximité avec les entreprises avec des variables qui renvoient à la trajectoire personnelle du chercheur, sa localisation régionale, son domaine de recherche, son excellence académique et sa structure de rattachement. Enfin, il analyse l'impact de la recherche autour du CC sur la perception des responsables d'entreprises viticoles du CC.

Dans une partie conclusive nous discutons nos principaux résultats de manière générale et les perspectives de cette thèse, puis nous formulons des recommandations pour favoriser l'innovation et l'adaptation dans le secteur vitivinicole.

Enfin, nous présenterons en annexe plusieurs documents qui détaillent des points clés de la thèse, et qui participent à la cohérence de ce travail. De plus, nous associons deux articles, plus périphériques au développement de la thèse, où notre contribution personnelle est plus limitée (auteur secondaire). Dans le premier notre contribution porte sur les relations entre la recherche et les agriculteurs à partir d'une analyse en termes d'impact, en utilisant des données empiriques collectées lors de notre travail de Master 2 en Haïti. Le second présente le projet LACCAVE dans lequel s'inscrit notre travail de thèse et introduit une discussion générale sur les liens entre innovation et adaptation, développée ensuite plus personnellement

dans le chapitre 1. L'annexe est ensuite complétée par des documents méthodologiques et des matériaux empiriques associés aux 4 chapitres et articles (guides d'enquête, tableau de données, résultats...).

PREMIERE PARTIE :

**CONDITIONS INSTITUTIONNELLES, TERRITORIALES ET SECTORIELLES DE
L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : PLACE DE LA
RECHERCHE ET DE L'INNOVATION**

Le changement climatique (CC) a des conséquences différentes en nature, en intensité ou en fréquence suivant les régions et les secteurs d'activités économiques (IPCC, 2014). Si dans certains secteurs ou territoires il constitue des menaces qui compromettent même la survie de certaines populations, des filières ou des entreprises, dans d'autres il peut aussi offrir des opportunités. L'adaptation au CC, pour être pertinente, doit donc tenir compte des formes plurielles et multidimensionnelles des effets du CC (Magnan, 2009).

L'adaptation au CC interroge aussi la capacité des institutions et des organisations à accompagner ce processus. Elle questionne la pertinence des politiques publiques dans la mise en place de conditions favorables à l'adaptation, la capacité des systèmes réglementaires et normatifs existants à se renouveler pour aider les acteurs économiques à répondre aux effets du CC. Elle interroge également les organisations de recherche et de développement dans leur capacité à produire des connaissances sur l'enjeu du CC et les réponses possibles.

Au-delà des considérations institutionnelles et territoriales, la dimension économique occupe une place centrale dans le processus d'adaptation. Les rapports du GIEC (2001, 2007, 2014) évoquent des conséquences économiques néfastes qui pourraient affecter le secteur financier, le marché de l'emploi, la productivité et la compétitivité des secteurs et des filières. Il ne suffit donc pas simplement de s'adapter au CC, mais de s'adapter à des fins économiques, c'est-à-dire tout en restant compétitif.

Pour les acteurs économiques, l'adaptation se situe dans une logique de minimiser les coûts ou de maximiser les bénéfices des effets de l'évolution climatique. Pour atteindre ces objectifs, l'adaptation doit se traduire par des mesures, des actions ou des stratégies concrètes et mobilisables par les acteurs économiques. De ce fait, une étude approfondie sur l'adaptation au CC passe d'abord par une compréhension de cette notion et de sa portée économique qui tient compte des conditions territoriales et institutionnelles.

La viticulture, du fait de ses exigences biophysiques et climatiques pour son développement, est très sensible aux effets du CC. Hannah et al (2013) ont signalé des pertes de compétitivité potentiellement élevées des vignobles de plusieurs régions du monde, y compris des vignobles français. La compétitivité de l'industrie viticole française serait affectée au moins par rapport à trois scénarios. Premièrement, une diminution de la capacité de production des vignobles due aux nouvelles conditions climatiques influençant la culture de la vigne. Deuxièmement, le renforcement ou l'amélioration de la position de certains pays ou régions, qui sont déjà sur le marché du vin ou des segments de marché, pour lesquels les

conditions climatiques deviendraient de plus en plus propices. Troisièmement, la probable entrée de nouvelles régions concurrentes sur le marché mondial du vin ou sur des segments de marché.

Par rapport aux enjeux du CC, l'adaptation devient alors un levier important pour maintenir ou améliorer le niveau de la compétitivité des vignobles. La recherche peut alors être sollicitée pour aider les agents économiques à s'adapter au CC sans altérer de manière significative leur niveau de compétitivité.

Cette première partie de notre travail ouvre la « boîte noire » de l'adaptation et analyse les considérations sectorielles, institutionnelles et territoriales de l'adaptation au CC. Elle étudie également la place de la recherche et de l'innovation dans cet enjeu. Elle comprend deux chapitres :

- 1- Le premier chapitre (article non soumis) analyse la genèse, le développement du concept adaptation et ses implications pour faire face aux effets du CC. Il développe les dimensions théoriques de l'adaptation et les courants économiques qui mobilisent ce concept. En dernier lieu, il propose une méthodologie d'analyse des stratégies d'adaptation au CC et la développe pour le secteur vitivinicole.
- 2- Le deuxième chapitre (article soumis) s'appuie sur un travail de bibliographie, de statistique et d'enquêtes à l'échelle de 7 régions viticoles françaises. Ce travail a pour but de faire une analyse comparative, économique et institutionnelle entre les vignobles en vue de révéler dans quelle mesure l'importance des activités de recherche et d'expérimentation, dans un vignoble régional donné, permet d'expliquer les dynamiques économiques de ce vignoble et des stratégies d'adaptation.

Cette partie est en lien avec trois annexes i) l'annexe C qui discute le lien entre l'adaptation au CC et la compétitivité, ii) l'annexe D qui caractérise les principales institutions et organisations concernées par la lutte contre le CC au niveau de la France, montre dans quelles mesures celles-ci prennent en compte le CC. Elle précise aussi comment la recherche scientifique participe à la définition des politiques climatiques et constitue une base pour les négociations internationales sur l'enjeu du CC, iii) l'annexe G qui discute plus en détail de l'adaptation dans le secteur vitivinicole.

CHAPITRE 1

ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : ENTREES THEORIQUES ET
PRESENTATION D'UNE MATRICE D'ANALYSE

ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : ENTREES THEORIQUES ET PRESENTATION D'UNE MATRICE D'ANALYSE⁹

Résumé

Cette étude fournit un examen de l'adaptation au changement climatique, ses dimensions dans l'analyse économique et son implication pour les agents économiques. L'innovation est mise au cœur de la question d'adaptation, en tenant compte de ses conditions spatiales et institutionnelles. Ce papier développe également un cadre analytique de l'adaptation en trois dimensions qui prennent en compte le domaine, la temporalité et l'échelle de l'action, et l'applique au secteur vitivinicole français. Ce cadre constitue à la fois un cadre méthodologique pour étudier l'adaptation au changement climatique et un outil d'aide à la décision pour des acteurs économiques et institutionnels.

Mots clés : Changement Climatique, Adaptation, Viticulture, Innovation, Institutions, territoire

Abstract

This study discusses climate change adaptation, its dimensions and their articulation into the economic analysis, and its implications for economic actors. It puts innovation at the heart of the matter of adaptation, taking into account its spatial and institutional conditions. This paper also developing a three-dimensional analytical framework that takes into account the field of action, temporality and scale of the action, and applies it to wine industry in France. This analytical framework is both a methodological framework for studying adaptation to climate change and a decision support tool for economic and institutional actors.

Keywords: Climate Change, Adaptation, Wine industry, Innovation, Institutions, territory

⁹ James Boyer -Texte servant de base pour un futur article

1- INTRODUCTION

Si l'adaptation au changement climatique (CC) constitue un défi majeur du 21^{ème} siècle, son implication pour les agents économiques n'est pas toujours évidente. Ce concept est parfois considéré comme une boîte noire ou une notion trop générique. La mise en œuvre des réponses adaptatives aux conséquences de l'évolution climatique suppose une compréhension de ses effets de la part des acteurs et la capacité d'engager des actions visant à atteindre des objectifs précis (Lorius, 2003). De plus, pour construire des connaissances scientifiques pertinentes dans l'optique de réduire la vulnérabilité des populations au réchauffement climatique, il est important de sortir de cette généralité pour les rendre tangibles et compréhensibles par les agents économiques. Il est nécessaire d'une part, de préciser les effets du CC sur des activités ou des segments d'activités dans le processus de production (Dollfus, 2001). D'autre part, il convient de faire l'effort intellectuel, à la fois pour décliner la question de l'adaptation en un ensemble d'actions qui peuvent être mises en place, et pour comprendre dans quelle mesure certaines stratégies ou orientations sont pertinentes ou non pour s'adapter au CC (Magnan, 2009). Ainsi, l'adaptation au CC suppose de tenir compte de conditions économiques, territoriales, sectorielles et institutionnelles (Adger *et al.*, 2005; Agrawal, 2010). Cet exercice n'est pas simple. Il suppose de revenir sur les considérations théoriques de l'adaptation afin de produire des éléments à la fois conceptuels et opérationnels pour éclairer la décision des acteurs au niveau individuel, local ou sectoriel.

Cet article fait le point sur l'analyse des processus d'adaptation au CC en intégrant plusieurs dimensions théoriques dans le champ économique. Il met l'innovation au cœur de la question d'adaptation, en tenant compte de ses conditions sectorielles, spatiales et institutionnelles (Cooke *et al.*, 1997; Lundvall, 2010; Malerba, 2002). Pour cela, il développe un cadre analytique en trois dimensions, qui peut faire office d'outil d'aide à la décision pour des acteurs économiques et institutionnels. Ce cadre d'analyse prend en compte :

1. Le domaine d'action (innovation technique, stratégie de localisation, changement institutionnel) ;
2. La temporalité de l'action (court, moyen et long terme);
3. L'échelle de l'action (parcelle, exploitation, espace local, région, pays et monde).

Ce cadre d'analyse est appliqué à l'industrie vitivinicole française.

2- JUSTIFICATION DU SECTEUR VITIVINICOLE

L'industrie vitivinicole française offre une série d'arguments pour en faire un terrain favorable aux travaux sur l'adaptation. La vigne est particulièrement sensible aux conditions du climat et les effets du CC sont déjà visibles. Ils impactent les conditions de production (techniques de production, coût de production, rendement), les caractéristiques du vin (profil aromatique, taux d'alcool, acidité) et donc au final les qualités perçues par les consommateurs, et potentiellement les prix du vin (Ollat and Touzard, 2014b). La question de l'adaptation de la vitiviniculture française au CC interpelle alors l'ensemble des acteurs du secteur parce que les conséquences probables du réchauffement climatique touchent des facteurs qui structurent l'ensemble des chaînes techniques et de valeur, qui assurent la réputation et donc la valorisation du vin. L'industrie viticole française est structurée en vignobles régionaux qui se différencient selon des conditions biophysiques et humaines de production, des types et des caractéristiques des vins (vins blancs, rouges, rosés, vins effervescents, vins tranquilles, vins bios, premiums, vins de table...). Ces vignobles sont installés dans trois grands blocs climatiques, avec des caractéristiques différentes : la zone méditerranéenne, la zone d'influence atlantique et la zone continentale et septentrionale. D'autre part, la qualité du vin se construit principalement autour de l'origine géographique et la typicité du terroir. Les vins sont classés en vins d'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC, maintenant AOP au niveau européen), vins avec Indication Géographique Protégés (IGP, anciens Vin de Pays) et vins sans Indication Géographique (Vins de France). Il convient de rappeler que la notion d'appellation est intimement liée aux conditions spatiales et biophysiques de production et au climat. Le système d'AOC est donc fortement sensible au CC.

Par ailleurs, l'industrie vitivinicole française est encadrée dans un ensemble très dense d'institutions et d'organisations qui engendrent une certaine rigidité par rapport à une éventuelle accentuation et évolution des conséquences du CC (De Perthuis *et al.*, 2010b; Sebillotte *et al.*, 2003). Cette « armature institutionnelle » s'agence à différentes échelles (Jones and Clark, 2000). Citons, entre autres, i) au niveau local, les cahiers de charges, les caves coopératives, les syndicats d'appellation... , ii) au niveau régional, les Organismes de Défense et de Gestion des appellations (ODG), les associations régionales de producteurs, les interprofessions, les règlementations sur le niveau de rendement ou l'irrigation..., iii) au niveau national, les différentes fédérations des acteurs de la filière, l'INAO, la loi Evin

régissant la publicité sur le vin... iv) au niveau européen, l'OCM vin, les réglementations spécifiques sur le vin, ses importations et exportations...et v) au niveau international, l'Organisation Internationale de la Vigne et du vin et les accords entre pays sur le vin, les pratiques reconnues...

3- LE CONCEPT D'ADAPTATION, SES ORIGINES ET SES USAGES

Le concept d'adaptation est issu principalement des sciences du vivant. Il vient du latin « aptus » (apte) et « adaptare » (ajuster à, en vue de). Il a été généralisé par la théorie de l'évolution de Darwin qui suppose que, pour survivre, les êtres vivants (espèces animales et végétales) se sont « adaptés » aux différentes modifications environnementales et climatiques. Aujourd'hui encore cette notion occupe une place centrale dans les sciences biologiques (Smit and Wandel, 2006). Elle renvoie à l'idée d'ajustement continu d'un organisme vivant face à l'évolution des conditions de son environnement. Au-delà de cette conception individuelle, l'adaptation renvoie également à une vision plus systémique qui prend en compte la manière dont certaines populations s'organisent, en mettant en commun les ressources et attributs individuels de chacun, pour faire face aux dynamiques environnementales (Orlove, 2005). Avec le temps plusieurs disciplines se sont appropriées ce concept et l'ont placé dans leurs champs d'étude. On peut citer la sociologie, l'anthropologie, la géographie et la psychologie (Simonet, 2010). Le Tableau 1Tableau 1 : Définition du concept adaptation dans certaines disciplines illustre l'usage de la notion d'adaptation dans ces champs disciplinaires.

Tableau 1 : Définition du concept adaptation dans certaines disciplines

Discipline	Définition	Concepts associés
Biologie	« On entend par adaptation biologique l'ensemble des corrélations internes et externes (relations organismes-milieu) qui font qu'un organisme peut vivre d'une certaine manière dans un habitat donné, et y contribuer à la perpétuation de l'espèce à laquelle il appartient » (Bocquet, 2002).	Évolution Interactions Acclimatation
Psychologie	« Processus qui entoure l'incessante interaction entre l'homme et le monde dynamique dans lequel il évolue et interagit » (Jakubowicz, 2002).	Équilibration Habituation
Anthropologie	« Processus par lequel les organismes ou populations d'organismes effectuent des ajustements biologiques ou comportementaux qui facilitent ou assurent leur succès reproducteur, et donc leur survie, dans leur environnement. Le succès ou l'échec des réponses adaptatives peuvent uniquement se mesurer sur le long terme et les conséquences évolutives des comportements observés ne sont pas prédictibles » (Bates, 2005).	Ajustement Comportement
Sociologie	Malgré des racines entremêlées avec la biologie, la sociologie utilise peu le concept d'adaptation, préférant les termes acculturation, déviance ou socialisation. Le concept d'adaptation en sociologie existe néanmoins via l'adaptation sociale, qui s'attarde sur les changements, chez l'individu, à l'origine du développement des aptitudes à s'intégrer et à acquérir un sentiment d'appartenance à un groupe (Boudon, 2002).	Intégration Socialisation Acculturation
Géographie	L'école de géographie de Chicago emprunta à l'écologie le concept d'adaptation pour le définir comme le fruit de choix délibérés afin d'échapper aux contraintes du milieu, se démarquant ainsi du déterminisme biologique issu de la sélection naturelle en s'appuyant davantage sur la notion d'ajustement : « l'objet de la géographie est l'ajustement de l'homme à l'environnement et non à l'influence de cet environnement » (Barrows, cité par Reghezza, 2007).	Ajustement

Source : Simonet, 2010

Sur le plan économique cette notion est principalement portée, d'une part, par le courant économique de la théorie des jeux, particulièrement les modèles évolutionnistes des jeux (Marquet and Salles, 2014; Smith, 1982; Weibull, 1998; Weibull, 1997) et, d'autre part, par l'économie de l'innovation qui considère l'innovation comme le facteur déterminant de l'adaptation aux dynamiques du marché. L'adaptation peut être définie comme l'ensemble des comportements et stratégies d'innovation des agents économiques pour répondre ou pour anticiper la « fibrillation » de l'environnement concurrentiel. Avec le développement d'approches interdisciplinaires en sciences sociales, la notion d'adaptation est appropriée par certaines communautés de recherche, souvent en lien avec une autre notion clé. Pas moins de quatre communautés interdisciplinaires récentes ont utilisé ou utilisent (plus ou moins) ce concept :

1. La communauté des « Innovation Studies » ou « Science, Policy and Innovation studies » qui fait référence à l'adaptation à partir de l'innovation et des Systèmes d'innovation (Martin, 2012) ;
2. La communauté de la « Résilience alliance » et « ecological economics » où la notion d'adaptation renvoie implicitement à la notion de résilience d'un système socio-écologique (Décamps, 2007; Resilience-Alliance, 2010; Walker *et al.*, 2004) ;
3. La communauté scientifique en construction autour de la théorie de la Transition MLP (Geels and Schot, 2007) où l'adaptation des « systèmes socio techniques » se réfère aux ajustements, changements ou alignements de différentes formes d'actions et routines ;
4. Enfin, les chercheurs qui en économie et sciences politiques étudient l'adaptation au CC prennent plus directement en compte cette notion, certains voulant en faire la notion centrale d'une nouvelle communauté : l'économie de l'adaptation (De Perthuis *et al.*, 2010b).

Bien que la question climatique ait toujours été implicitement présente autour de l'usage du concept d'adaptation dès son origine, les enjeux du CC l'ont remise en avant et renouvelée. L'adaptation au CC est considérée comme un levier important de la lutte contre le réchauffement climatique, d'une part du fait des limites des politiques d'atténuation et du fait notamment du caractère nécessairement coopératif entre pays qu'implique la réussite de cette démarche. D'autre part, le constat que les retombées des mesures actuelles d'atténuation sont attendues dans le moyen ou long terme. Ces faits renforcent l'intérêt porté à l'adaptation des systèmes naturels et socioéconomiques aux évolutions climatiques (IPCC, 2001b; Moran, 1982; Heltberg *et al.*, 2010). L'adaptation au CC se réfère « aux actions et aux processus d'ajustement des systèmes naturels ou humains pour répondre à des changements climatiques actuels ou attendus, en modérer les conséquences négatives et tirer profit des opportunités » (Adger, 2006; Watson *et al.*, 2001). L'Accord de Copenhague (2009) a élargi le concept d'adaptation en ajoutant une nouvelle dimension qui est celle de l'adaptation aux impacts des actions d'atténuation. Aujourd'hui, dans la littérature récente en sciences sociales, l'adaptation est généralement associée au CC.

4- LES DIMENSIONS DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Pas moins de six dimensions¹⁰ sont décrites dans la littérature sur l'adaptation, en partant d'une approche dualiste associée à la genèse et au développement du concept d'adaptation, pour finir par une approche plus politique intrinsèque aux enjeux du CC.

4-1- Une conception dualiste de l'adaptation

En dépit du développement qu'a connu le concept d'adaptation, de la différence d'échelle d'analyse (individu, système) dont il fait l'objet, de sa portée multidisciplinaire et de son appropriation par les enjeux climatiques, ce concept reste néanmoins très attaché à une approche duale résumée par l'opposition entre « *l'adaptation-état* » et « *l'adaptation-processus* » (Piaget, 1967).

4-1-1- Adaptation-état

L'adaptation-état donne une vision factuelle de l'adaptation et traduit le fait d'être adapté ou non à l'environnement à un moment donné. Elle est très liée à l'axe temporel. Le fait d'être adapté à certaines conséquences du CC, ou à la variabilité climatique à un moment T, n'est pas une condition suffisante pour être adapté à d'autres effets climatiques à un moment T+1. Dans la sphère économique, cette réflexion peut être appliquée à une entreprise, un secteur, une filière ou un territoire.

4-1-2- Adaptation-processus

L'adaptation-processus réfère aux dynamiques, aux mécanismes, aux étapes, aux logiques de transformation, aux différentes formes d'actions engagés pour s'adapter. Le temps est cette fois endogénéisé pour l'analyse de la transformation du système, en interaction avec son environnement. L'adaptation-processus renvoie aussi aux équilibres et déséquilibres d'un système donné pour accompagner l'évolution climatique.

Ces deux approches s'opposent et se rejoignent. Elles s'opposent dans une vision temporelle, la première ayant une connotation statique, momentanée, la seconde étant par contre inscrite dans une perspective dynamique ou processuelle. Elles se rejoignent car l'adaptation-processus peut être considérée comme un ensemble ou une succession d'adaptation-états dans une dynamique temporelle. A l'inverse, l'adaptation-état peut être vue comme une photographie à un moment T du processus d'adaptation. Elle peut être aussi le résultat d'un processus d'adaptation.

¹⁰ L'annexe C discute du lien entre adaptation au changement climatique et la compétitivité.

L'adaptation processus est particulièrement pertinente pour les enjeux du CC par rapport au caractère dynamique et changeant de l'évolution climatique. L'adaptation-état peut être plus difficilement associée au CC. Elle est plutôt applicable à une ou plusieurs conséquences du CC à un moment donné ou à la variabilité climatique.

L'intérêt de cette conception dualiste, issue des sciences biologiques, est qu'elle intègre dans son analyse des éléments non intentionnels dans l'adaptation au CC.

4-2- Une approche téléologique de l'adaptation

L'appropriation du concept adaptation par les sciences humaines et sociales, particulièrement les courants centrés sur l'acteur, lui confère une dimension intentionnelle. Elle est en fait, une élaboration humaine, répondant à des finalités. L'adaptation est donc planifiée, implémentée et construite. Elle est fonction du jeu des acteurs (actions, interactions) même si elle reste toutefois dépendante des caractéristiques et de la cohérence du système dans lequel sont insérés les acteurs. De cette conception intentionnelle de l'adaptation se déclinent trois approches qui coexistent dans l'analyse économique.

4-2-1- Adaptation stratégique

L'adaptation-stratégie renvoie à un ensemble d'actions, de démarches coordonnées, d'opérations intelligentes, de manœuvres organisées en vue d'atteindre un objectif précis. Les sciences économiques et de gestion disposent de référentiels adéquats pour comprendre l'adaptation stratégique. Ces disciplines étudient les comportements ou les stratégies des entreprises ou d'un système de production dans des contextes concurrentiels différents ou dynamiques. Par rapport au CC, l'adaptation-stratégie renvoie à des actions intentionnelles, planifiées et implémentées pour faire face aux enjeux climatiques. Elle peut se traduire par des actions pour contrer les désavantages ou pour profiter des opportunités (Viguié *et al.*, 2014). C'est à ce niveau que se situent les deux formes d'adaptation couramment étudiées dans la littérature en lien avec le CC, à savoir l'adaptation réactive et l'adaptation anticipative (Smit *et al.*, 2000; Smit and Wandel, 2006). La première forme implique des actions ex post, c'est-à-dire en réaction à un événement climatique qui se produit. La seconde, l'adaptation anticipative, suppose des actions ex ante, c'est-à-dire en préparation à des risques climatiques futurs.

Pour éviter des confusions nous distinguons, en fonction de l'échelle d'analyse, l'adaptation-stratégie (au sens strict) qui s'applique à une échelle micro (entreprises, ménages) et l'adaptation-policy qui s'applique à une échelle méso et macro.

4-2-2- L'adaptation-policy

L'adaptation-policy revêt quasiment la même forme que l'adaptation-stratégie. Elle est planifiée, préparée, raisonnée et implémentée. Elle peut être aussi réactive ou anticipative. Cependant, nous la différencions de l'adaptation-stratégique par rapport à l'échelle d'analyse et à son aptitude à intégrer une vision à plus long-terme. Elle concerne plutôt les acteurs qui agissent au niveau macro et méso. Elle renvoie aux actions matérielles et immatérielles réalisées par les états, les gouvernements ou les responsables territoriaux pour réduire la vulnérabilité des populations ou des entreprises aux chocs climatiques. Elle peut aussi inclure la législation, la réglementation, la fiscalité et d'autres mesures incitatives pour faciliter l'adaptation des acteurs économiques (Burton *et al.*, 2002). Elle implique également la construction d'infrastructures adaptées, l'utilisation de technologies pour prédire et surveiller les événements climatiques et diffuser les informations aux utilisateurs finaux. Elle suppose aussi le financement de la recherche sur cet enjeu pour avoir des ressources cognitives disponibles. Cette approche constitue la conception initiale de l'adaptation au CC soulignée dans les négociations climatiques depuis les années 1990 (Dupuis and Knoepfel, 2013; Oberthür and Ott, 1999). L'accord de Marrakech (2001) fait de l'adaptation une voie politique de réponses aux enjeux climatiques et, depuis, de vastes programmes politiques et normatifs à l'échelle mondiale ont vu le jour. Elle s'est manifestée par la signature d'accords-cadres internationaux, la mise en place de fonds spécifiques de l'ONU (Schipper, 2006). Au niveau national et local, elle se traduit par des politiques publiques. Cette approche est présente, au moins de manière implicite, dans de nombreuses définitions de l'adaptation (De Perthuis *et al.*, 2010b; Folke *et al.*, 2005; Schipper, 2006; Stern, 2008). En France la création de l'ONERC en 2001 et le Plan National d'adaptation 2011-2015 (PNACC) constituent des éléments de l'adaptation-Policy au niveau national.

4-2-3- Adaptation-trajectoire

Magnan définit le concept de trajectoire d'adaptation aux CC comme : « *le cheminement suivant lequel une entreprise, un territoire (quelle que soit l'échelle spatiale considérée) tente de s'adapter au CC (variabilité climatique comprise)* » (Magnan, 2009). Ce cheminement est fonction des ressources et des compétences disponibles, des choix techniques ou technologiques antérieurs ou existants, et du positionnement sur un ou des segments de marchés. Il évoque l'idée de verrouillage (lock-in) et de dépendance de sentier d'adaptation. Cette notion est proche de l'adaptation-processus, avec ici une part de l'intentionnalité beaucoup plus centrale.

4-3- Une approche par les capacités

L'approche en termes de capacité se réfère à l'aptitude ou l'habileté d'un système à répondre à l'évolution climatique en fonction d'une série de facteurs tels que la qualité des infrastructures, l'accès aux ressources financières et technologiques, l'accès aux connaissances et à l'information, l'environnement institutionnel, les formes de gouvernance, etc. (Smit and Wandel, 2006). C'est « la capacité d'un système à s'adapter au CC (y compris la variabilité climatique et les extrêmes), à atténuer les dommages potentiels, à tirer parti des possibilités, ou à faire face aux conséquences » (IPCC, 2001). Cette capacité peut être individuelle, systémique, sectorielle, régionale et nationale. Elle permet d'intégrer la question de l'incertitude qui est centrale dans l'analyse du CC. Il ne suffit pas seulement de définir et suivre des stratégies, d'implémenter des programmes ou de prendre des mesures pour répondre (s'adapter) au CC. Il faut être capable d'accompagner l'incertitude, de changer de stratégies ou de trajectoire si possible, être capable de se frayer un chemin dans l'incertitude.

Dans les sciences du vivant cette notion d'adaptation-capacité renvoie aux caractéristiques génétiques ou comportementales qui permettent à des organismes vivants ou à des populations de faire face aux changements environnementaux afin d'assurer la pérennité de l'espèce (Winterhalder, 1980; Kitano, 2002). Dans les sciences écologiques elle évoque l'idée de résilience qui désigne la capacité d'un écosystème à faire face à une perturbation sans altérer ses propriétés initiales (O'Brien and Holland, 1992). Dans les sciences sociales, principalement pour les anthropologues et les archéologues, ce concept se réfère à des pratiques culturelles ou au patrimoine culturel qui ont historiquement permis à une culture de survivre (O'Brien and Holland, 1992; Denevan, 1983). Les pratiques culturelles sont donc assimilées aux « caractéristiques génétiques » avancées par les sciences naturelles. Dans les sciences économiques et de gestion l'approche par les capacités renvoie à la mobilisation de formes de capital (naturel, financier, humain, social...) associées aux systèmes étudiés. La notion se réfère de manière générique à la « dynamic capability ». La « dynamique capability » se définit comme la capacité d'une entreprise ou d'une firme à créer, à étendre, ou à modifier sa base de ressources et de compétences (son capital au sens large) pour maintenir un avantage compétitif et pour s'ajuster aux évolutions de l'environnement concurrentiel (Helfat *et al.*, 2007; Teece, 2007). Elle correspond aussi à la capacité à innover, c'est-à-dire la capacité à identifier, à générer ou à s'approprier une nouvelle idée, une nouvelle technologie, un nouveau mode d'organisation pour faire face aux dynamiques du marché (Biemans, 1992; Rhodes and Wield, 1994; Szeto, 2000).

5- ARTICULATION DES DIMENSIONS DE L'ADAPTATION

L'analyse économique de l'adaptation au CC est pluridimensionnelle. Elle peut s'intéresser soit à l'adaptation-état, à l'adaptation-processus, à l'adaptation-stratégique, à l'adaptation-policy, à l'adaptation-capacité ou à l'adaptation-trajectoire. Cependant, ces différentes dimensions peuvent être articulées dans une analyse multicritère (Figure 1).

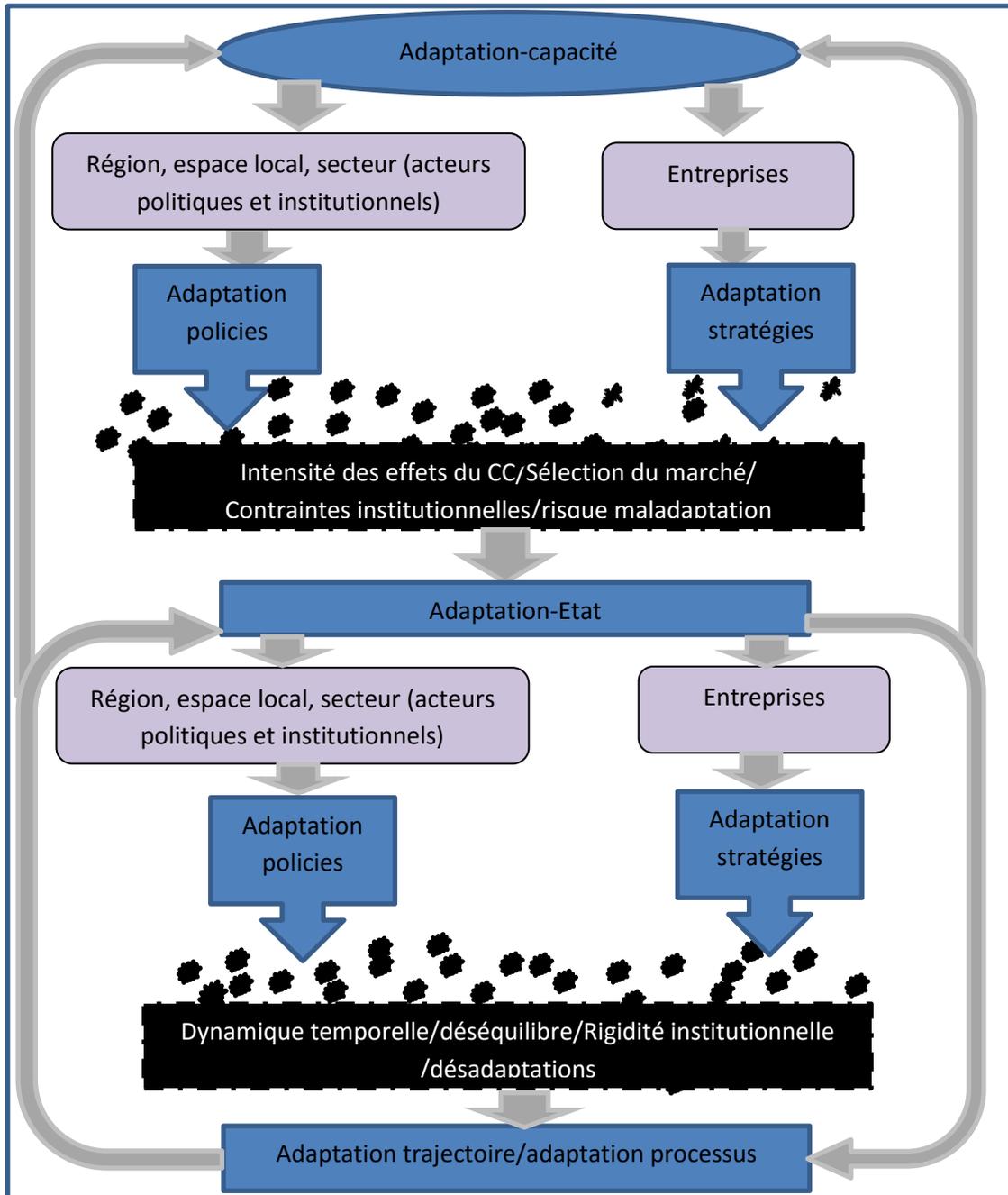
Le point de départ du processus d'adaptation reste l'adaptation-capacité. Elle naît des bases initiales de l'entreprise (d'une filière ou d'une région), de son histoire, de son expérience et de ses ressources, de son capital relationnel, institutionnel et cognitif, notamment ses connaissances sur le CC. Cette capacité se manifeste ou se concrétise par le biais des stratégies d'adaptation mises en place sous un certain nombre de contraintes dans le cas d'une entreprise. Dans le cas d'un territoire, d'un secteur ou d'une filière, elle se matérialise par des politiques publiques, des réglementations, de la législation, des programmes et des projets d'adaptation. C'est ce que nous avons appelé l'adaptation-Policy. L'adaptation-policy conditionne les stratégies des entreprises en créant un cadre institutionnel dédié à l'adaptation au niveau régional et sectoriel. Elle soutient aussi des stratégies innovantes par la formation, la recherche et la création des conditions propices à la diffusion des connaissances et des technologies. Les stratégies ou les politiques d'adaptation vont se confronter à l'intensité des chocs climatiques, des contraintes institutionnelles, du risque de mal-adaptation et, par-dessus tout, à la sélection du marché.

Les entreprises qui arrivent à surmonter ces contraintes seront considérées à un moment donné, comme des entreprises adaptées, cela peut s'appliquer aussi à des filières. A ce niveau on parle d'adaptation-état. Ces expériences vont alimenter et renforcer la capacité d'adaptation de l'entreprise, car cette capacité suit un processus incrémental. Cela permet aux entreprises adaptées de se consolider, de se positionner sur le marché et, pour celles qui ne le sont pas, de s'aligner par imitation (si possible) ou de développer d'autres stratégies pertinentes, sinon elles risquent de disparaître. Ce processus est réenclenché constamment et d'autres stratégies ou politiques d'adaptation sont reformulées de manière continue pour pallier aux nouveaux risques climatiques. Dans une dynamique temporelle, l'ensemble des états d'adaptation d'une entreprise ou d'une filière à différents moments décrivent des trajectoires d'adaptation. Cette trajectoire dépend aussi des choix effectués à différents moments clés, en fonction des ressources et des compétences disponibles. Cela peut renvoyer aussi au processus d'adaptation en prenant en compte des éléments non intentionnels. Ces

nouvelles expériences améliorent de manière continue la capacité d'adaptation des entreprises (filières, territoires).

La question est maintenant de savoir comment ces réflexions théoriques de l'adaptation peuvent aider à construire des outils opérationnels mobilisables par des agents économiques.

Figure 1: Schémas conceptuel du processus d'adaptation au changement climatique



Source : J. Boyer 2016

6- UN CADRE D'ANALYSE SYNTHETIQUE POUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La vision stratégique de l'adaptation aux CC prend de plus en plus d'ampleur. Beaucoup de chercheurs priorisent une approche par le calcul. Cela renvoie à des logiques d'action et d'anticipation qui visent à atteindre des objectifs spécifiques en prenant en compte des enjeux présents et futurs. Cette approche met en évidence la construction de stratégies possibles de l'adaptation, le rôle et les modalités de l'action des instances internationales et l'action publique au niveau national et territorial. Elle s'intéresse aussi à la manière de moduler les systèmes socio-institutionnels actuels aux dynamiques du CC. Elle met l'accent sur le processus de construction des stratégies collectives pour l'adaptation et la mise en place des systèmes d'incitation pour les stratégies individuelles. De là découle la nécessité de construire des outils, des méthodes et des référentiels adéquats pour l'analyse de l'adaptation et des pistes de solutions à envisager.

Nous mobilisons les spécificités de l'adaptation au CC pour proposer un outil opérationnel d'analyse de l'adaptation et nous l'appliquons à la filière vitivinicole française. Cet outil prend en compte :

- 1- Le domaine d'action (innovation technique ou organisationnelle, stratégie de localisation, changement institutionnel) ;
- 2- La temporalité de l'action (court, moyen ou long terme) ;
- 3- L'échelle de l'action (parcelle, exploitation, petite région, national, international).

6-1- Le domaine d'action

De manière générique, l'adaptation aux changements de l'environnement, notamment aux bouleversements climatiques, est vue sous deux angles : la migration ou les processus/stratégies permettant la modification du fonctionnement/développement d'un être vivant, résultant de ses caractéristiques génétiques. Cette conception peut aussi être applicable aux enjeux du CC (Babiker, 2005; Burger *et al.*, 2014; Heine and Petersen, 2008; Wodon *et al.*, 2014). Dans la sphère économique, l'innovation, l'internationalisation et le contexte institutionnel sont souvent soulignés comme facteurs de compétitivité et de pérennité des firmes par rapport aux changements ou à la fibrillation de l'environnement concurrentiel (le marché). La capacité d'innovation est mise en relief pour acquérir des avantages compétitifs sur les autres et s'adapter (Betz, 2003; Cooke, 1992). Pour rester compétitives, les firmes profitent également des avantages comparatifs (coûts de matières premières, main-d'œuvre,

capital), des externalités de connaissances, des externalités technologiques ou du contexte institutionnel qu'offrent des pays ou des régions (cluster, pôle de compétitivité, économie d'agglomération)(Delgado *et al.*, 2012; Porter, 1990). La viticulture française doit non seulement s'adapter aux dynamiques de marché, mais aussi au CC.

Ces facteurs (innovation, stratégie de localisation, changement institutionnel) sont particulièrement pertinents pour s'adapter au CC.

6-1-1- Changement climatique et innovation technique

L'innovation est mise au cœur de l'adaptation au CC (Rodima-Taylor *et al.*, 2012). Les enjeux du réchauffement climatique sont nouveaux et nécessitent donc de la créativité soit pour produire des innovations, soit pour absorber de la nouveauté (Simonet, 2010). L'adaptation suppose donc des changements techniques ou technologiques. S'inspirant de l'histoire de la vigne et du vin et de la façon dont elle a su surmonter des crises importantes (crise phylloxera), beaucoup sont ceux qui pensent que l'adaptation de la vigne au CC réside dans l'innovation. De nombreuses recherches mettent en relief des innovations ou des domaines d'innovations (créations variétales, techniques œnologiques, irrigation goutte-à-goutte ...) qui peuvent être considérés comme des solutions permettant à l'industrie viticole française de faire face aux contraintes probables ou d'exploiter les opportunités du CC (Van Leeuwen *et al.*, 2013; Schultz and Jones, 2010). Ces innovations peuvent être incrémentales (amélioration des pratiques culturales) ou radicales (viticulture irriguée). Dans notre cadre d'analyse nous utilisons l'innovation technique ou l'innovation produit, l'innovation organisationnelle est prise dans le cadre du changement organisationnel.

6-1-2- Changement climatique et stratégies de localisation

Les recherches scientifiques s'accordent sur le fait que les latitudes où sont réparties la plupart des vignobles du monde seront fortement impactées par les effets du CC, que ce soit à court, moyen ou long termes. Elles prévoient même une redistribution spatiale des vignobles du monde (Hannah *et al.*, 2013). Cependant, ces répercussions seront différentes suivant les vignobles, les régions ou les petites localités. Ces impacts supposent, dans un objectif de pérennité ou de compétitivité du secteur ou des clusters vitivinicoles, des stratégies spatiales (Viguié *et al.*, 2014; Magnan, 2009; Crawford and Davoudi, 2009; Antle *et al.*, 2004). Il peut s'agir d'une consolidation dans un territoire donné, d'un déplacement vers des altitudes plus élevées ou de la conquête de nouveaux espaces plus favorables à la production du raisin et du vin.

6-1-3- Changement climatique et changement institutionnel/organisationnel

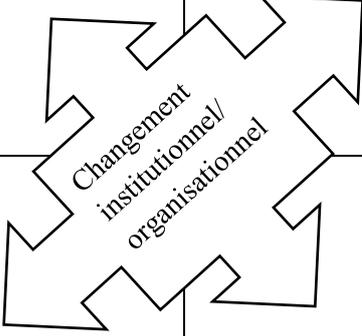
Le cadre institutionnel ou organisationnel constitue un important levier pour accompagner un processus d'adaptation. Les institutions peuvent réduire les incertitudes sur les coûts de l'adaptation et le risque de mal-adaptation en fournissant des informations, des normes et un cadre légal pour le développement des innovations pour l'adaptation. Les institutions et les organisations dédiées à la recherche et le développement sont a priori importantes pour proposer de nouvelles solutions techniques et des pistes d'adaptation (Marquet and Salles, 2014; Rodima-Taylor *et al.*, 2012; Goulden *et al.*, 2009; Edquist and Johnson, 1997). Les politiques de recherche et d'innovation au niveau national, sectoriel et régional conditionnent l'émergence d'innovations et de nouvelles technologies. Les actions collectives, les formes de coordinations des acteurs, les mécanismes d'apprentissage et de partage de connaissances, et le changement de routines au sein des entreprises contribuent également à rendre un environnement favorable à l'adaptation (Hallegatte and Lecocq, 2010).

Par rapport aux spécificités institutionnelles de la viticulture en général, et en France en particulier, nous proposons une matrice à trois axes. L'innovation, les stratégies de localisation et le changement institutionnel ou organisationnel. Ce dernier axe est important en ce sens que les effets du CC au niveau spatial, sur le comportement de la vigne et sur les caractéristiques du vin, constitueront des enjeux par rapport aux modes de régulations territoriales et sectorielles de la vitiviniculture, et les routines qui structurent les vins AOC. Cela concerne la hiérarchisation, la localisation des vins, la perception des indicateurs de la qualité ou même dans un cas extrême la définition du vin. Ce changement institutionnel et organisationnel peut être l'objet d'un processus intentionnel, contractuel ou stratégique (approche par le calcul) qui intervient dans un domaine précis (modification des cahiers des charges dans le cadre de l'adoption d'une innovation ou la délimitation de l'aire d'appellation). Il peut s'agir également de changements dans la gouvernance de la filière ou dans la gouvernance territoriale, du fait que, dans un territoire l'activité vitivinicole coexiste et se trouve en concurrence avec d'autres activités économiques. Le changement institutionnel et organisationnel peut finalement se traduire par des actions collectives (construction de réseaux d'acteurs) pour s'adapter (Bennadji, 1999; Annamaria *et al.*, 2012; Nori *et al.*, 2008; Agrawal, 2010). Au niveau de l'entreprise, nous pouvons parler de l'innovation organisationnelle, la modification des routines ou des pratiques de l'entreprise vitivinicole (modifications au niveau de l'itinéraire technique, vendanges de nuit).

Ci-dessous la matrice d'analyse synthétique qui intègre ces trois dimensions que nous appelons la Matrice d'Analyse des Stratégies¹¹ d'Adaptation au CC (MASAC).

Figure 2: Représentation de la MASAC

		Stratégies d'innovation	
		Absence d'innovations techniques/technologiques	Innovation techniques/technologiques
Stratégies liées à l'espace	Maintien	MA (1)	MI (2)
	Localisation Délocalisation	DA (3)	DI(4)



Source : J. Boyer 2016

Cette matrice d'analyse et d'évaluation est composée de quatre grandes cases ou sous matrices qui croisent les trois axes (stratégies spatiales, stratégies d'innovation et changement institutionnel ou organisationnel). Chaque case dans cette matrice correspond à un ensemble de stratégies, qui peuvent être appréciées à travers une grille analytique (Barbeau *et al.*, 2014) qui croise des échelles spatiales et temporelles.

Sur le plan spatial on peut citer les échelles de la parcelle, de l'exploitation, d'une petite région viticole ou aire d'appellation, d'un vignoble régional, l'échelle nationale et (par extension) l'échelle internationale. Les deux premières échelles correspondent aux adaptation-stratégies et les trois dernières renvoient à l'adaptation-Policy.

La temporalité peut être déclinée de manière classique en trois échelles : court-terme, moyen-terme et long-terme.

¹¹ Ce cadre d'analyse est développé ici dans le cas de la viticulture mais il peut aussi être utilisé au secteur agroalimentaire de manière générale.

6-2- La temporalité de l'action

La temporalité est clairement mise en avant dans les scénarios du GIEC par rapport à l'évolution de la température moyenne et les conséquences prévues du CC (Pachauri and Reisinger, 2008; Field, 2012; Seneviratne *et al.*, 2012). En France, à court et moyen-terme, il est attendu une augmentation de l'intensité et (sans doute) de la fréquence des événements climatiques (orages violents avec épisodes de grêle, sécheresses estivales, périodes de canicule etc.) et une variabilité interannuelle du climat au moins jusqu'en 2050 (Kirtman and Schopf, 1998; Solomon *et al.*, 2011; Hawkins and Sutton, 2009; Hawkins and Sutton, 2012). A long terme il est prévu une hausse de la température qui se traduirait par des risques de sécheresse, des déficits hydriques importants, la baisse des précipitations et une augmentation de l'évapotranspiration. La pertinence des stratégies d'adaptation suppose d'intégrer la question du pas de temps. Des stratégies pertinentes pour le court-terme ou moyen-terme peuvent se révéler inadaptées pour répondre aux conséquences du CC à long-terme et vice-versa. D'où le risque de « mal-adaptation ».

6-3- L'échelle de l'action

Comme nous l'avons dit plus haut les répercussions du CC sont caractérisées par une variabilité spatiale en termes de nature, de tendance, d'intensité et de fréquence au niveau spatial. Dans certains endroits le CC se traduit par des périodes de sécheresse et de canicules, dans d'autres par des inondations, des épisodes de grêles et dans d'autres encore par des cyclones, etc. Si les conséquences peuvent être désastreuses pour un endroit, elles peuvent aussi être profitables dans un autre endroit. Cette variabilité existe au niveau des vignobles du monde, à l'intérieur d'un pays ou d'un vignoble régional et au sein d'une même région viticole. Cette variabilité peut s'expliquer même au niveau d'une localité du fait des facteurs biophysiques qui rentrent en jeu comme la topographie, l'altitude, la géomorphologie, l'occupation des sols, la proximité de plans d'eau et de zones urbaines (Neil Adger *et al.*, 2005; Madelin *et al.*, 2010). De ce fait une analyse rigoureuse des stratégies d'adaptation au CC doit prendre en compte l'échelle spatiale (globale, nationale et locale) pour être pertinente.

6-4- Les cases stratégiques de la MASAC

Par rapport à notre modèle, le croisement de l'échelle spatiale et de la temporalité s'inscrit dans chaque case stratégique.

6-4-1- Case 1 : Stratégie de maintien dans l'espace sans innover

Cette stratégie correspond à la situation initiale (la situation présente par exemple) où les agents du secteur vitivinicole restent sur les mêmes méthodes de production de vin, dans leurs zones respectives de production avec la même réglementation vitivinicole, les cahiers de charges restent inchangés. Cette stratégie peut s'étendre à toutes les échelles spatiales. Elle pourrait être intéressante dans le cas où les impacts négatifs prévus du CC ne seraient pas suffisants pour altérer de manière significative les rendements du raisin et la qualité du vin sur les différents segments de marché. Elle peut aussi être utile dans le cas où les impacts positifs du CC améliorent la qualité du vin issu de la région. Dans ce cas on peut même imaginer une trajectoire de renforcement. Elle peut être également viable si les préférences et la perception des consommateurs évoluent au point qu'ils accepteraient les effets du CC sur le vin (acceptation des vins plus alcoolisées, moins acides).

6-4-2- Case 2 : Stratégie de maintien dans l'espace avec innovation

Cet axe stratégique se base sur l'hypothèse que les agents décident d'innover pour rester, à cause des spécificités de l'espace dans lequel ils s'insèrent et de son lien avec la qualité et la réputation du produit (Pic saint-Loup, Saint-Emilion, Champagne, Alsace...). Le système vitivinicole français est construit autour du lien entre le produit et son lieu d'origine (AOC, IGP...) mobilisant les facteurs biophysiques (paysage, qualité des sols, zones de coteaux, zone de montagne...) et humains (savoir-faire, compétences) dans la construction de la qualité du vin. Ce postulat est le plus accepté en France et la plupart des travaux en rapport avec l'adaptation au CC de l'industrie vitivinicole française empruntent cette trajectoire. Cet axe stratégique peut être découpé en deux sous-axes qui dans une logique d'adaptation peuvent être substituables mais aussi complémentaires. Il s'agit d'innovations en lien avec la production de raisin et les innovations relatives à l'œnologie.

Sur le plan de la production de raisin, on peut citer :

- 1- Des innovations au niveau du matériel végétal (clones, nouveaux cépages ou hybrides plus tardifs nouveaux porte-greffes résistants à une hausse de température, produisant plus d'acide et moins de sucre...);
- 2- Des innovations pour la conduite du vignoble, concernant la taille (plus d'ombrage sur les grappes), la gestion du sol (amendement organique) ou des pratiques comme l'effeuillage (pour réduire l'évapotranspiration, donc les besoins en eau) ;

- 3- Des innovations en lien avec la gestion de la contrainte hydrique (mise en place d'une irrigation de précision).

Sur le plan œnologique il peut s'agir :

- 1- D'innovations permettant la désalcoolisation, en utilisant par exemple des membranes (micro-filtration) ou des levures produisant moins d'alcool ;
- 2- Des innovations autour des processus de pressurage et de vinification pour favoriser un meilleur contrôle des températures et limiter l'oxydation des moûts ;
- 3- Des innovations pour renforcer l'acidité du vin, par exemple les techniques d'électrolyse ;
- 4- Des innovations relatives à l'orientation du profil aromatique en jouant sur les levures, les temps et les techniques de macération, etc.

On peut parler de substituabilité dans le sens où les procédés œnologiques peuvent être utilisés pour corriger les effets du CC sur les caractéristiques du raisin produit, ceci jusqu'à un certain seuil (desalcoolisation du vin, contrôle d'acidité). Au-delà de ce seuil, on peut parler de stratégie complémentaire car il faut combiner les innovations œnologiques et viticoles pour faire face à des effets plus marqués du CC.

On peut, d'autre part, parler de substituabilité au niveau des différents domaines d'innovation liés à la production de raisin. On peut faire abstraction des autres méthodes et se concentrer sur la création variétale, ou l'irrigation. A ce niveau aussi la question de seuil et de complémentarité est tout à fait importante. D'où l'intérêt de dépasser une approche par innovation élémentaire pour étudier des « innovations systémiques » ou des « systèmes vitivinicoles innovants ».

Les changements institutionnels ou organisationnels peuvent être utilisés comme des mesures d'incitations, au niveau méso et macro, et peuvent toucher un ou plusieurs aspects spécifiques. Il peut s'agir de la modification de la réglementation par rapport à l'irrigation ou des cahiers de charges des AOC et IGP, mais aussi des aspects liés à la définition plus générale du vin et aux technologies acceptées. Au niveau territorial ces changements peuvent être en rapport avec les conditions de renouvellement des plantations et de gestion locale des ressources, des paysages, de l'environnement, etc. Au niveau de l'exploitation vitivinicole, niveau micro, on peut parler de la redéfinition des itinéraires techniques ou des itinéraires œnologiques, la redéfinition des contrats avec le négoce...

Le tableau 2 mobilise la grille d'analyse construite dans le cadre du projet Laccave, adaptée à la case 2 de la MASAC.

Tableau 2: Grille d'analyse de la stratégie de maintien dans l'espace avec innovation

		Court terme	Moyen terme	Long terme
Adaptation stratégique	Parcelle	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuer effeuillage - Hauteur de rognage - Entretien du sol - Gestion de la vendange en lien avec le climat de l'année 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur-greffage avec cépages plus tardifs ou résistants à la sécheresse - Filet anti grêle - Irrigation d'appoint - Gestion de la matière organique des sols 	<ul style="list-style-type: none"> - Nouveaux cépages - Nouveaux portes-greffes - Réorientation des rangs - Modification de la densité - Agroforesterie
	Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation systèmes de protection contre les gels de printemps - Nouvelles techniques œnologiques (désalcoolisation, acidification) - Vendanges de nuit ou aux périodes les plus fraîches de la journée - Réorganisation du travail - Enregistrement d'informations climatiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur-greffage cépages plus tardifs - Diversification vins et cépages, - Modifications d'itinéraire technique viticole et œnologique - Nouveaux assemblages - Formation 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation de nouveaux porte-greffes - Nouvel itinéraire technique - Equipements d'irrigation - Investissement dans la cave
Adaptation-policy	Terroir Petite région	<ul style="list-style-type: none"> - Système d'observation climatique - Utilisation de réseaux d'alerte pour prévenir les accidents climatiques sur la vigne - Inventaire des pratiques innovantes au niveau du terroir ou de la petite région - Partage d'expériences 	<ul style="list-style-type: none"> - Modification des cahiers des charge AOC/ IGP (densité, irrigation, cépage) - Elaboration de plan climat - Formation collective - Etude de marchés 	<ul style="list-style-type: none"> - Réorientation de l'encépagement - Nouveaux cahiers des charges AOC /IGP - Infrastructure d'irrigation
	Région	<ul style="list-style-type: none"> - Système d'alerte information régionale - Expertises de R&D - Mesures incitatives au niveau régional - Mesures conjoncturelles de soutien 	<ul style="list-style-type: none"> - Formation - Financement R&D - Plan climat régional - Living labs - Stratégies interprofession 	<ul style="list-style-type: none"> - Infrastructure, digue, irrigation - Nouvelle politique d'innovation
	National	<ul style="list-style-type: none"> - Système d'alerte d'information nationale - Mesures conjoncturelles prises par le ministère d'agriculture, l'INAO - Mobilisation des organismes R&D - Sensibilisation au CC 	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place d'un inventaire national des pratiques innovantes d'adaptation - Nouvelle régulation sectorielle - Règlementation acidification et desalcoolisation - Révision IG - Soutien à l'innovation 	<ul style="list-style-type: none"> - Création variétale - Nouveau système d'assurance dédié à l'adoption des innovations - Nouveau programme de recherche
	International	Informations, colloques Giesco, OIV, PEI de l'UE	<ul style="list-style-type: none"> - Négociation OIV - Inventaires cépages 	<ul style="list-style-type: none"> - Création variétale - Redéfinition du vin

Source : J. Boyer 2016, inspiré de Barbeau et al 2014

6-4-3- Case 3 : Stratégie de délocalisation sans innovation

Cet axe stratégique peut être pris en compte dans le cas où les effets du CC sont tellement importants dans une zone qu'il existe peu d'alternatives technologiques pour s'adapter. Il peut être aussi mobilisé dans le cas où les avantages économiques et socio-environnementaux espérés par les entrepreneurs vitivinicolas dans le cadre d'une stratégie de

délocalisation, ou de modification des rapports à l'espace, sont significativement plus élevés que les opportunités qu'offre l'innovation pour rester. Il peut s'agir aussi d'opportunités économiques importantes qu'offrent les nouvelles conditions climatiques pour le développement d'autres activités plus productives sur l'espace viticole. Le cadre institutionnel serait, dans ce cas, fortement mobilisé pour activer ou accélérer ce processus (approche par le calcul). Sur le plan cognitif, on peut imaginer une évolution de la perception du rôle d'une aire délimitée selon les caractéristiques recherchées du vin. Il peut être intéressant de déplacer la zone de production de raisin mais de maintenir le lieu de production de vin (cave, coopérative).

Le tableau 3 mobilise la grille d'analyse construite dans le cadre du projet Laccave et adaptée à la case 3 de la MASAC.

Tableau 3: Grille d'analyse de la stratégie de délocalisation sans innovation

		Court terme	Moyen terme	Long terme
Adaptation-stratégie	Parcelle	-	Orientation des rangs, leur écartement en relation avec la densité de plantation	Abandon de la parcelle
	Exploitation	Inventaire des parcelles plus favorables à la viticulture au sein de l'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> - Redistribution progressive des parcelles et plantation selon des facteurs biophysiques - Restructuration exploitation, achat nouvelles parcelles 	<ul style="list-style-type: none"> - Relocalisation activités, exploitation - Importation des moûts au niveau du même terroir
Adaptation-Policy	Terroir Petite région	Inventaire des zones mieux adaptées au CC à l'intérieur de la zone d'appellation	<ul style="list-style-type: none"> - Délocalisation et relocalisation au niveau de l'aire d'appellation - Ajustement des cahiers des charge AOC/ IGP (densité, irrigation) - Révision des frontières de l'appellation 	<ul style="list-style-type: none"> - Terroir nomade - Ré-délimitation des aires d'appellation - Importation des moûts d'autres localités - Abandon d'une partie de l'appellation
	Région	Inventaire des zones propices à la production de vin à l'intérieur du vignoble régional	<ul style="list-style-type: none"> - Délocalisation et migration au sein du vignoble régional - Réaménagement du territoire 	<ul style="list-style-type: none"> - Restructuration et délimitation du vignoble - Importation des moûts d'autres régions - Gouvernance foncière interrégionale
	National	Inventaire des zones propices à la production de vin au niveau national	<ul style="list-style-type: none"> - Délocalisation et migration interrégionale - Innovations territoriales - Ajustement de la réglementation sectorielle 	<ul style="list-style-type: none"> - Redéfinition et ré-délimitation des vignobles - Nouvelles stratégies nationales de production de vin et de compétitivité
	International	Inventaire des zones propices à la production de vin au niveau mondial	Négociation OIV sur les problématiques spatiales de la production du vin	Mondialisation de la production vitivinicole et du marché de vin

Source : J. Boyer 2015, inspiré de Barbeau et al 2014

6-4-4- Case 4 : Trajectoire de délocalisation avec innovation

Le croisement entre stratégie d'innovation et de délocalisation intervient dans le cas où les conséquences du réchauffement climatiques sur le vin sont telles que, pour des raisons de coûts d'adaptation, de pérennité et de compétitivité, ces deux axes stratégiques deviennent nécessaires et complémentaires. Il peut s'agir d'un scénario selon lequel un viticulteur décide de s'installer ailleurs en utilisant de nouveaux cépages adaptés aux CC ou de nouvelles techniques œnologiques de desalcoholisation ou d'acidification. Le croisement des deux précédents tableaux donne une idée de ce type de stratégies.

En résumé, cette matrice, bien qu'elle renvoie à une perception stratégique de l'adaptation au CC, en intégrant une vision temporelle et dynamique, permet de comprendre à quel niveau un vignoble (cluster viticole) s'adapte aux CC à un temps T et en quoi sa trajectoire d'adaptation (Magnan, 2009) peut être pertinente par rapport aux scénarios climatiques prévus.

Cette analyse nous permet de définir la capacité d'adaptation au CC d'un vignoble comme étant son aptitude à pouvoir se positionner, en fonction des alternatives technologiques ou de délocalisation existantes, de ses ressources et de ses compétences, sur une trajectoire d'adaptation donnée, ou à réorienter cette trajectoire en fonction des impacts observés, des menaces futures ou des opportunités découlant du CC dont les agents sont conscients.

7- CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Cette analyse met en évidence différentes entrées théoriques de l'adaptation dans le champ économique : adaptation-état, adaptation-processus, adaptation-capacité, adaptation-stratégies, adaptation-Policy et adaptation-trajectoire. Les entreprises ou les clusters agro-alimentaires compétitifs de demain sont ceux qui seront capables d'intégrer cette nouvelle perspective dans leur fonction de production ou dans leurs stratégies. Enfin par rapport aux spécificités du secteur vitivinicole, ce chapitre développe un cadre d'analyse (la MASAC) qui combine le domaine, l'échelle et la temporalité de l'action.

La MASAC constitue un cadre méthodologique pour étudier l'adaptation au CC et un outil d'aide à la décision. D'ailleurs deux grilles proches de cette matrice ont déjà été utilisés dans des travaux relatifs au secteur vigne et vins en France. Le premier dans le cadre des

travaux de recherche pour identifier les pistes d'adaptation et des initiatives des viticulteurs de la Vallée-de-la-Loire (Quénol, 2014). Le second dans des travaux de prospectives, en cours, sur la filière vigne et vin face au CC.

La MASAC se veut être un cadre méthodologique pour étudier l'adaptation au CC. Elle répond à l'objectif visant à décliner la question de l'adaptation en des ensembles d'actions qui peuvent être mises en place par des agents économiques. La matrice synthétique constitue également un outil d'aide à la décision dans une démarche d'adaptation au CC. Elle peut être utilisée par des instances politiques, réglementaires et des acteurs économiques. Elle offre la possibilité aux décideurs de faire un diagnostic de la situation, de hiérarchiser les priorités parmi un ensemble de pistes d'adaptation et de faire des choix plus lucides en fonction des effets observables ou simulés du CC. Dans le cas du secteur vitivinicole, il pourrait s'agir pour un domaine viticole de raisonner ses pratiques culturales ou ses méthodes d'élaboration du vin pour s'adapter au CC en tenant compte de ses contraintes économiques. Les responsables d'appellation pourraient décider d'intégrer l'aspect CC dans les cahiers des charges ou optimiser la délimitation de l'aire d'appellation. Au niveau national, il peut s'agir de moduler les politiques publiques en vue de permettre à la filière vitivinicole de rester compétitive en intégrant les enjeux du CC.

Cette étude soulève d'autres perspectives de recherche. Premièrement, il s'agit de comprendre dans quelle mesure l'adaptation au CC s'inscrit dans des stratégies économiques plus larges. Deuxièmement, comment la recherche peut contribuer à la capacité d'adaptation des entreprises et à leurs stratégies de réponses aux enjeux du CC. Les différents chapitres de cette thèse s'efforcent, à l'aide d'études empiriques sur la filière vitivinicole française, de répondre à ces questions.

CHAPITRE 2

ROLE DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION DANS LA COMPETITIVITE DES VIGNOBLES FRANÇAIS : UNE ANALYSE PAR LES INSTITUTIONS

ROLE DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION DANS LA COMPETITIVITE DES VIGNOBLES FRANÇAIS : UNE ANALYSE PAR LES INSTITUTIONS¹²

Résumé

Cet article analyse le rôle des dispositifs de recherche et d'appui à l'innovation dans les dynamiques économiques des vignobles français. Une approche institutionnaliste des Systèmes d'Innovation est mobilisée pour comparer les principaux vignobles français selon trois aspects : i) la dynamique économique et structurelle de chaque vignoble sur la période 2000-2011 et l'évolution de sa compétitivité ; ii) les caractéristiques de son dispositif institutionnel de recherche et d'appui à l'innovation, à partir de données issues d'enquêtes et de sources administratives (moyens humains et financiers dédiés) ; iii) les résultats d'une étude bibliométrique sur les publications scientifiques sur la vigne et le vin dans chaque région. Les résultats confirment la diversité des évolutions économiques des vignobles et précisent les caractéristiques communes ou distinctes des dispositifs institutionnels dédiés à la recherche et à l'innovation. L'intensité des investissements en R&D explique partiellement les dynamiques économiques des vignobles. D'autres facteurs comme les structures d'entreprises ou la réputation acquise du vignoble jouent, tout comme l'agencement des institutions dans les dispositifs, avec différents poids et fonctions attribués à l'interprofession. Ces résultats sont discutés en suggérant de compléter l'analyse institutionnelle par une analyse des réseaux sociaux.

Mots clés : Système d'Innovation, Institution, Recherche, Viticulture, Compétitivité

Summary

The paper explores the role of institutions dedicated to research and innovation on the competitiveness of French vineyards. Institutional approach of Innovation Systems is used in order to compare the main French vineyards according to three dimensions: i) the economic and structural dynamics of each vineyard (2000-2011) and the evolution of its competitiveness; ii) the characteristics of regional institutions supporting research and innovation (Innovation Systems), using data from surveys and administrative sources (human and financial dedicated resources) ; iii) the results of a comparative bibliometric study of academic publications on vine and wine in each region. The results confirm the diversity of economic trends and set out common or distinct characteristics of institutional arrangements dedicated to research and innovation in each region. The intensity of R&D investment influences vineyards competitiveness. Other factors are also suggested, such as the collective reputation of wine or the regional institutional arrangement, with different functions allocated to professional organizations. These results are discussed, suggesting that this institutional analysis could be completed by social networks analysis.

Keywords: Innovation System, Institution, Research, Viticulture, Competitiveness

¹² James Boyer, Jean-Marc Touzard - Version article soumis à la revue *Economie et Sociétés*

1- INTRODUCTION

La recherche et l'innovation sont mises en avant par de nombreux travaux comme une composante essentielle de la compétitivité des systèmes productifs, dans le contexte général de la globalisation et du développement d'une « économie de la connaissance » (Aghion *et al.*, 2009). Cette composante prend des intensités et des formes qui varient selon les pays, les régions mais aussi selon les secteurs, justifiant le renouvellement des approches sectorielles de l'innovation (Malerba, 2004; Lorus, 2003), et les travaux sur les clusters ou les Systèmes Régionaux d'Innovation (Cooke *et al.*, 1997; Uzunidis, 2010). Dans le secteur viticole, une série d'études récentes en économie ou gestion ont ainsi confirmé le rôle de la recherche et de l'innovation pour expliquer le développement rapide des vignobles des pays « du nouveau monde » (Californie, Argentine, Chili, Afrique du Sud, Brésil...) et l'importance de leur organisation sous forme de clusters pour renforcer leur compétitivité (Fensterseifer, 2007; Giuliani and Arza, 2009; Porter, 1998). Cependant, les premiers travaux abordant ce thème pour les vignobles français montrent que les liens qui s'établissent dans chaque région entre les entreprises viticoles et les organisations de recherche sont variables et ne semblent pas avoir d'effets économiques évidents (Touzard, 2010). Ainsi, les vignobles Bordelais et Languedocien, qui pourraient bénéficier de la proximité géographique de centres de recherche importants sur la vigne et le vin, ont connu une situation économique difficile entre 2000 et 2011, avec une diminution de surface et de chiffre d'affaires (France-Agrimer, 2014).

Ces premières observations réinterrogent la proximité géographique d'entreprises viticoles avec des organisations de recherche qui leurs sont *a priori* dédiées, comme facteur pouvant impulser des innovations capables de favoriser la compétitivité de chaque vignoble. Les caractéristiques de ces organisations et de leurs relations avec les entreprises vitivinicoles locales doivent donc être analysées plus en détail. Ce type d'analyse peut être conduit à partir de la notion de Système d'Innovation (SI) qui permet de saisir « les combinaisons d'acteurs, d'organisations et d'institutions favorisant l'innovation dans un espace donné » (Carlsson, 2006; Lundvall, 2010). Nous proposons dans cet article une approche structurelle et institutionnelle des Systèmes d'Innovation associés aux principaux vignobles régionaux français. Quelles sont les caractéristiques institutionnelles (spécifiques ou communes) des Systèmes d'Innovation de ces vignobles ? Comment peuvent-elles jouer sur la compétitivité de chaque vignoble ? Une analyse purement institutionnelle est-elle suffisante pour expliquer des liens entre recherche/innovation et compétitivité des vignobles ?

Pour répondre à ces questions nous combinerons i) une analyse des dynamiques économiques des vignobles sur la période 2000-2011 à partir de données statistiques permettant d'évaluer leur compétitivité, et ii) une caractérisation du dispositif institutionnel de recherche et d'innovation associé à chaque vignoble, à partir d'enquêtes, de sources administratives et d'une étude bibliométrique sur les publications sur la vigne et le vin dans chaque région.

L'article est organisé de la manière suivante. Dans une première partie nous revenons sur les travaux qui analysent le rôle économique des dispositifs institutionnels régionaux dédiés à la recherche et l'innovation, en nous focalisant sur les approches en termes de SI. Nous précisons ensuite la méthode utilisée pour analyser la compétitivité des vignobles français et les institutions de recherche, d'enseignement et de développement qui y sont présentes. Nos résultats sont ensuite exposés en montrant comment les caractéristiques des institutions étudiées peuvent être liées, ou non, aux évolutions économiques des différents vignobles. Nous discutons alors ces résultats en suggérant l'intérêt de compléter l'analyse institutionnelle par une analyse des réseaux sociaux.

2- UNE APPROCHE PAR LES SYSTEMES D'INNOVATION

2-1- La recherche et l'innovation source d'avantage compétitif des régions

A la suite des travaux précurseurs de Schumpeter, les recherches sur l'innovation se sont multipliées en économie et sciences de gestion, en la présentant comme une source majeure de croissance ou d'avantages compétitifs pour les firmes, les nations ou les régions (Delgado *et al.*, 2012; Fagerberg, 1988; Porter, 1990). L'innovation permet en effet d'accroître la productivité des entreprises, de réduire leurs coûts de production ou d'améliorer la qualité des biens ou services produits. Si les liens entre innovation et compétitivité semblent bien établis, l'enjeu est alors d'analyser les conditions favorables à l'innovation, en particulier celles qui se construisent à une échelle locale (Gallaud, 2005; Chevassus-Lozza and Galliano, 2001; Bostrom *et al.*, 1994; Chiffoleau and Touzard, 2014) : environnement institutionnel ; densité et formes des réseaux d'acteurs ; connaissances, compétences et culture ; politique locale incitative ; investissements dans les infrastructures et les biens publics locaux... Parmi ces conditions, la localisation d'organisations d'enseignement, de recherche et d'expérimentation est mise en avant du fait de leur rôle particulier dans la construction et diffusion de connaissances nouvelles, pouvant générer des innovations.

Des travaux empiriques montrent en effet que la présence d'une masse critique d'universités, d'institutions de recherche et de développement dans une région ou un bassin de production, peut améliorer la position des entreprises dans la compétition économique internationale. On peut citer les travaux sur la Silicon Valley (Saxenian, 1996), le Silicon Fen (Koepp, 2003), les districts italiens (Vidal, 2000) ou de nombreux clusters dans les pays industrialisés (Uzunidis, 2010) ou émergents (Carlsson, 2006). La proximité géographique entre centres de recherche, universités et entreprises est présentée comme une condition favorable à la construction d'externalités positives, comme par exemple le développement des compétences des travailleurs ou l'accès à des technologies ; mais aussi des relations formelles de coopération, de partenariats ou de projets, bénéficiant in fine aux entreprises (Grossetti, 2008). Ces relations « université, recherche, entreprises » font l'objet d'analyses spécifiques (Matt *et al.*, 2009; Mailhot *et al.*, 2013; Giuliani and Arza, 2009) et de propositions normatives, à l'image du modèle de la « triple hélice » (Etzkowitz and Leydesdorff, 2000) utilisé comme référence en France pour les pôles de compétitivité.

Toutefois, l'évaluation de l'impact de la recherche locale sur la compétitivité d'un cluster ou d'une région rencontre des problèmes méthodologiques importants (Barge-Gil and Modrego, 2011). Citons entre autre :

1. Les difficultés d'*attribution* à la recherche des gains de compétitivité obtenus par le cluster, du fait notamment de l'imbrication de multiples facteurs qui concourent à l'innovation et aux performances des entreprises ;
2. La *temporalité de l'impact* de la recherche sur l'amélioration de la compétitivité observée, amenant à comparer des données sur des périodes différentes ;
3. Des problèmes de *disponibilité des données spécifiques* et fiables (investissement R&D, brevets, contrats de recherche...) sur une période assez longue ;
4. La difficulté d'*évaluer les externalités* positives (par exemple sur les compétences ou la diffusion d'idées nouvelles) ou négatives (comme l'exclusion) des organismes de recherche ;
5. Le manque de *contrefactuels*, situations de référence pour pouvoir établir des comparaisons.

Ces questions méthodologiques sont un enjeu des travaux sur les clusters et de ceux qui mobilisent la notion de Système d'Innovation à une échelle régionale (Cooke *et al.*, 1997).

2-2- Analyser l'infrastructure institutionnelle des Systèmes d'Innovation

Pour étudier le rôle de la recherche dans les dynamiques économiques d'un cluster ou d'une région, une approche par les Systèmes d'Innovation permet de saisir l'influence conjointe des acteurs et organisations, des institutions, des réseaux et des dynamiques de connaissance (Martin, 2012). L'approche structurelle et institutionnelle d'un Système d'Innovation va se centrer sur les éléments qui le composent, sur leurs fonctions, leur agencement.

Les éléments des Systèmes d'Innovation identifiés à une échelle nationale par Lundvall (2010) sont les entreprises, les liens inter-entreprises, les services publics ou financiers, les universités et instituts de R&D et plus largement « *the set of institutions whose interactions determine the innovative performance* ». Des travaux sur les Systèmes Régional d'Innovation se limitent souvent au cadre institutionnel de l'innovation : organismes qui produisent, facilitent et diffusent les innovations au niveau régional, services publics qui les encadrent, institutions financières qui les soutiennent, universités et centres de recherche (Cooke *et al.*, 1997). A l'échelle sectorielle, Malerba (2002) prend davantage en compte les entreprises elles-mêmes, leurs réseaux, le marché du travail et leur « base de connaissance ». Les études sur les Systèmes d'Innovation Technologiques (TIS) mettent en évidence autour de l'émergence d'une technologie, les entreprises concernées, les universités, les centres de recherche et les agences de régulation publique (Carlsson *et al.*, 2002).

Qu'ils se limitent aux organisations dédiées à l'innovation ou qu'ils intègrent plus explicitement les réseaux et les connaissances, les travaux sur les Systèmes d'Innovation se réfèrent tous à des institutions (Touzard *et al.*, 2014), sans être toutefois toujours clairs sur leurs définitions (Gronning, 2008; Amable, 2000; Amable, 2003). D'une manière générale, les institutions peuvent être assimilées à des règles, des normes, des organisations, des réglementations et des actions collectives qui facilitent ou accompagnent le processus d'innovation. Lundvall (2010) invite aussi à prendre en compte les trajectoires et les paradigmes technologiques qui conditionnent l'émergence des innovations. Nelson va jusqu'à traiter les cadres cognitifs comme des institutions qui influencent le processus d'innovation (Nelson and Sampat, 2001). Les travaux régulationnistes considèrent les institutions dédiées à la recherche et à l'innovation en complément aux formes institutionnelles régulant le rapport du travail, la monnaie ou la concurrence (Boyer *et al.*, 1997; Lung and Bouneau, 2009).

Les travaux sur les TIS retiennent la notion d'infrastructure institutionnelle qui « supporte, stimule ou régule le processus d'innovation et de diffusion de technologies » (Carlsson and Stankiewicz, 1991). L'infrastructure institutionnelle peut avoir des dimensions

normatives (production de normes), cognitives (production de connaissances et apprentissage) et régulatrices (production de règles). Elle est associée à un espace social, qui peut être territorial (Asheim and Gertler, 2005). L'infrastructure institutionnelle permet d'isoler et d'analyser les activités de R&D dans un cluster et de les comparer entre régions. Nous utiliserons cette notion pour analyser les institutions et les organisations des Systèmes d'Innovation de la vigne et du vin dans différentes régions, en testant deux hypothèses :

- H1) La proximité géographique d'institutions et d'organisations de recherche et d'enseignement avec les entreprises n'est pas une condition suffisante pour améliorer la compétitivité d'un cluster.
- H2) Au-delà de l'importance de l'infrastructure institutionnelle dédiée à la recherche et l'innovation, son agencement au sein d'un Système d'Innovation est un facteur clé qui explique la performance d'un cluster.

3- MATERIEL ET METHODE

3-1- Choix du terrain d'étude : les vignobles français

En France, l'activité vitivinicole s'organise autour de vignobles régionaux, généralement constitués de petites aires spécialisées et contigües, se reconnaissant autour d'un nom et d'une histoire commune, et coordonnées par des organisations interprofessionnelles régionales. En suivant les catégorisations établies par FranceAgrimer (2014), dix vignobles régionaux peuvent être retenus, répartis selon trois grandes aires climatiques : les vignobles d'Alsace, de Champagne et de Bourgogne/Beaujolais pour l'aire de climat continental ; ceux du Bordelais, du Sud-Ouest et de la Vallée-de-la-Loire influencés par le climat atlantique ; les vignobles méditerranéens du Languedoc-Roussillon, de la Vallée-du-Rhône, de Provence et de Corse.

Nous avons retenu les 7 vignobles les plus importants au plan économique, reconstitués à partir de 30 départements (Tableau 4) : Languedoc-Roussillon, Bordeaux, Vallée-de-la-Loire (Pays de Loire et Centre), Vallée-du-Rhône, Champagne, Bourgogne et Alsace.

Tableau 4: Délimitation des vignobles

Vignoble	Département	Vignoble	Département
Champagne	77 - Seine et Marne	Vallée-de-la-Loire	44 - Loire Atlantique
	10 - Aube		49 - Maine et Loire
	51 - Marne		72 - Sarthe
	52 - Haute-Marne		85 - Vendée
	02 - Aisne		18 - Cher
Bordeaux	33 - Gironde		36 - Indre
Bourgogne	71 - Saône et Loire		37 - Indre et Loire
	21 - Côte d'Or		41 - Loir et Cher
	89 - Yonne		45 - Loiret
Alsace	67- Bas-Rhin		58 - Nièvre
	68- Haut-Rhin	42 - Loire	
Languedoc-Roussillon	11- Aude	Vallée-du-Rhône	69 - Rhône
	30 - Gard		07 - Ardèche
	34 - Hérault		84 - Vaucluse
	66 - Pyrénées Orientales		26 - Drôme

Source : France-Agrimer et guide des vins et des vignes de France

3-2- Etude des dynamiques économiques des vignobles

L'évolution de la compétitivité de ces vignobles régionaux a été décrite pour la période 2000-2011 à partir i) de la part de la production (en valeur) de chaque vignoble dans la production globale des vins français, ii) de l'évolution de sa productivité moyenne en valeur par hectare, et iii) de l'évolution de la valeur moyenne par hectolitre.

Les données économiques proviennent des comptes départementaux de l'agriculture élaborées par le Ministère de l'agriculture (Agreste, consultation DISAR¹³). Les données structurelles (surfaces, rendements, volumes) ont été fournies par FranceAgrimer, à partir des déclarations de récolte dans chaque département.

Les données régionales sont obtenues par agrégation de données départementales, et peuvent différer de données élaborées par les interprofessions dont l'aire de gestion ne correspond pas toujours aux contours des départements. C'est le cas surtout pour le Gard dont une partie du vignoble est associée à l'Interprofession des Côtes du Rhône (Vallée-du-Rhône), mais que nous avons maintenu dans le vignoble de la région Languedoc-Roussillon.

3-3- Analyse de l'infrastructure institutionnelle

L'infrastructure institutionnelle des Systèmes d'Innovation des vignobles régionaux a été décrite à partir d'un repérage des institutions qui peuvent influencer l'innovation dans le

¹³ Diffusion Interactive des Statistiques Agricoles de Référence

secteur, depuis la recherche et l'enseignement, jusqu'à la diffusion et le conseil, en passant par l'expérimentation ou le financement. Nous nous sommes ensuite concentrés sur les institutions et les organisations de R&D et d'enseignement, en les analysant selon 3 critères : i) leur présence dans chaque région viticole; ii) les moyens humains ou financiers qu'elles mobilisent ; iii) leurs outputs en termes de publications scientifiques.

i) L'infrastructure institutionnelle de chaque vignoble régional a été caractérisée à partir de sources administratives et d'enquêtes exploratoires auprès de chercheurs et responsables d'organisations viticoles. Les composantes des institutions et des organisations de R&D ont été précisées à l'échelle de leurs entités fonctionnelles : unités de recherche, services techniques, pôles ou départements de R&D... Les établissements d'enseignement ont été recensés en fonction de l'existence de formations dédiées à la vitiviniculture et du niveau de ces formations.

ii) Les moyens humains consacrés à la vigne ou au vin ont été recensés auprès les organisations de R&D des 7 régions (activités de recherche, d'expérimentation ou de développement). Les informations ont été collectées par enquêtes auprès des responsables de chaque entité fonctionnelle, puis évaluées en nombre d'ETP (Equivalent Temps Plein). Des informations sur le financement de la R&D ont aussi été recueillies dans les organisations interprofessionnelles viticoles.

iii) La production scientifique des laboratoires de recherche de chaque région viticole a été analysée à partir d'une étude bibliométrique sur les publications scientifique relatives à la vigne et au vin. Nous avons complété l'étude réalisée par l'Inra sur la période 1999-2008 (Tatry *et al.*, 2010) par celle des publications de 2008-2014. Le travail a été effectué sur les bases WOS¹⁴, en localisant les publications dans chaque région en fonction de l'adresse des unités de recherche des auteurs. Une publication peut donc avoir une ou plusieurs localisations, l'analyse se faisant sur un ensemble de « références géographiques » dont le nombre est plus important que le nombre de publications. Ces références géographiques ont été classées selon les thèmes des publications, à partir des mots clés, avec parfois plusieurs thèmes par publication : œnologie, maladies de la vigne, génétique et matériel végétal, économie et consommation, conduite du vignoble, plantation/gestion de terroir, irrigation.

¹⁴ Web of Science (WoS) est un module de la plateforme de l'Institute for Scientific Information. Multidisciplinaire, il recense plus de 10 000 revues.

Ces différents indicateurs de l'analyse institutionnelle ont été ensuite croisés avec les indicateurs économiques des vignobles régionaux pour tester les relations possibles entre la présence ou l'importance d'institutions et d'organisations de R&D vitivinicoles et la compétitivité du vignoble auprès duquel elles sont situées.

4- RESULTATS

4-1- Dynamiques économiques des vignobles

Les vignobles français présentent des caractéristiques très différentes au regard de leurs tailles, de leurs volumes et valeurs de production, ou des valorisations moyennes du vin par hectare ou hectolitre (Tableau 5). Le Languedoc-Roussillon se distingue par l'importance de sa surface et de son volume de production, mais aussi par sa faible valorisation du vin. A l'inverse le vignoble de Champagne bénéficie de la plus forte valorisation par hectolitre sur une surface modeste (31 000 ha), constituant de loin le premier vignoble français en valeur (près de 3 milliards d'euros à la production). Les vignobles d'Alsace et de Bourgogne, de surface également modeste, ont des productivités élevées en valeur à l'hectare. La Vallée-de-la-Loire et la Vallée-du-Rhône ont des caractéristiques proches, y compris dans leurs structures géographiques, avec des niveaux de valorisation plus faibles que les précédents. Enfin l'Aquitaine, deuxième vignoble français en surface, volume et valeur, offre en moyenne une valorisation modeste par hectolitre, bien en dessous des niveaux de prix de ses grands crus.

Tableau 5: Caractéristiques économiques des principaux vignobles régionaux (2011-2012)

Vignoble	superficie millier ha	production millier d'hl	valeur millions €	valeur K€/ha	valeur K€/Hl
Languedoc R	223,4	14 726	1 355,39	6,07	92
Bordeaux	115,2	6 188	1 519,73	13,19	246
Vallée Rhône	91,6	2 558	786,33	8,58	175
Val de Loire	56,5	3 159	662,09	11,72	210
Champagne	31,50	2 876	2 964,38	94,11	1031
Bourgogne	30,80	1 772	1 089,59	35,38	615
Alsace	15,10	1 182	552,38	36,58	467

Sources : Agreste et FranceAgrimer

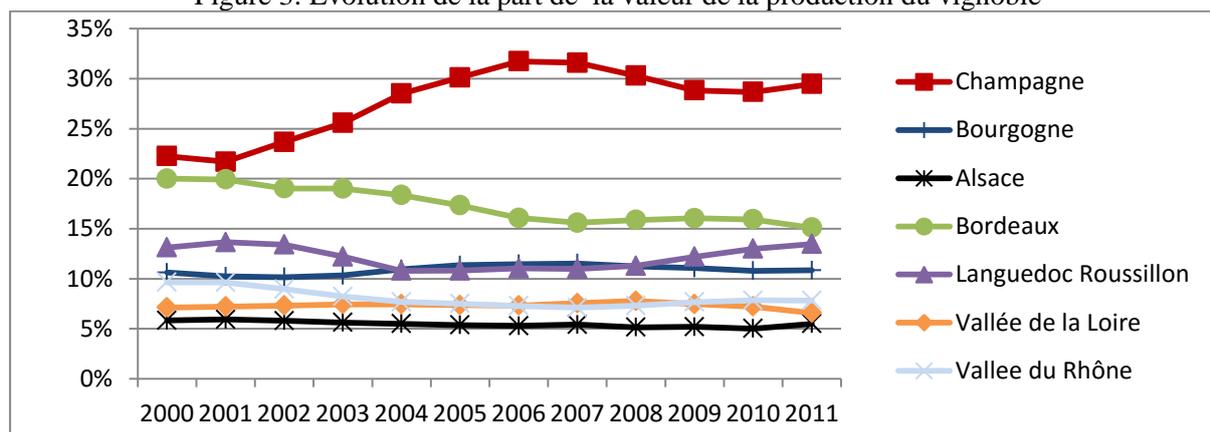
L'évolution de la part de chaque région dans la valeur de la production française de vin (Figure 3) est un premier indicateur de compétitivité. Pour la Champagne, elle a considérablement augmenté entre 2000 et 2007 (de 22% à plus de 30%) et se maintient depuis. L'Aquitaine, qui était proche de la Champagne en 2000, a au contraire décliné pour atteindre 15% en 2011. Le Languedoc dont la part a diminué jusqu'en 2007 a retrouvé en 2011 sa position initiale. La Bourgogne a légèrement accru sa part mais est revenu derrière le

Languedoc ; la Vallée-du-Rhône a vu sa part légèrement diminuer ; la Vallée-de-la-Loire et l'Alsace sont restés plutôt stables sur la période.

L'évolution de la valeur moyenne de la production par hectare (Figure 4) et par hectolitre (Figure 5) confirme la première place et la progression du vignoble de Champagne. Les vignobles alsacien et bourguignon, en deuxième et troisième place, enregistrent aussi une forte progression. A un niveau de valorisation plus faible, la Vallée-de-la-Loire, la Vallée-du-Rhône et l'Aquitaine ont des évolutions proches, avec une érosion sensible pour le dernier. Le Languedoc-Roussillon reste le vignoble qui valorise le moins bien son vin, mais ses valeurs sont en progression.

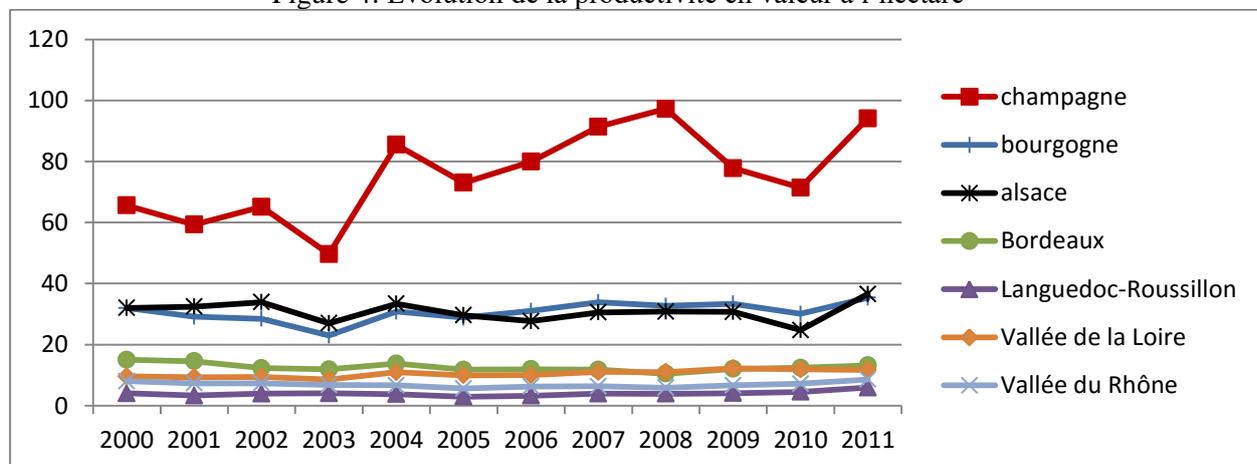
Le croisement de ces trois critères (Tableau 6) fournit une indication sur les évolutions de compétitivité des vignobles régionaux, avec des situations opposées entre la Champagne (favorable) et Bordeaux (défavorable), mais aussi des évolutions positives pour l'Alsace et la Bourgogne.

Figure 3: Evolution de la part de la valeur de la production du vignoble



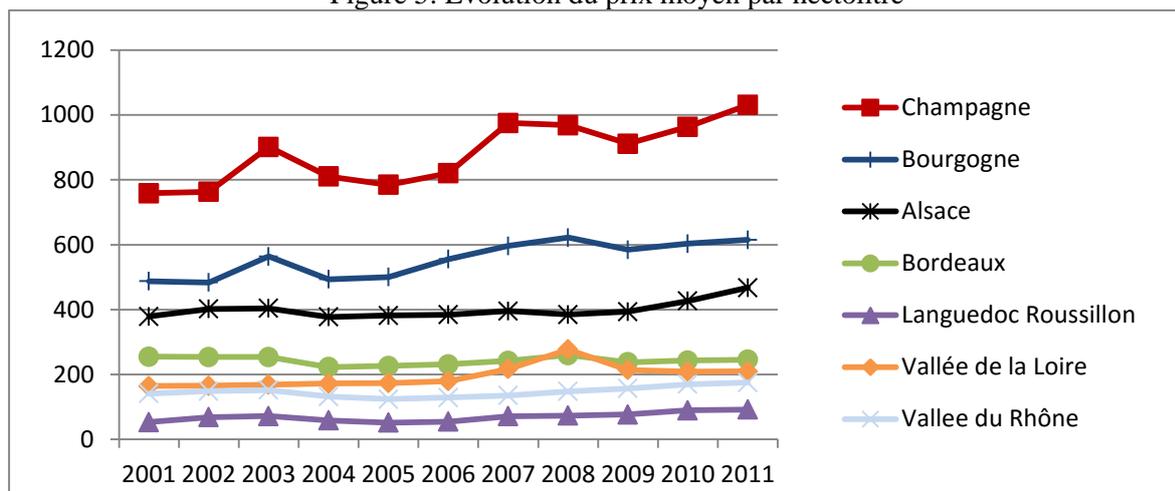
Source : Données Agreste, Graphe J Boyer, 2013

Figure 4: Evolution de la productivité en valeur à l'hectare



Source : Données agreste, graphe J. Boyer, 2013

Figure 5: Evolution du prix moyen par hectolitre



Source : Données agreste, graphe J. Boyer, 2013

Tableau 6: Evaluation synthétique de l'évolution de la compétitivité des vignobles régionaux

	Evolution part de production	Evolution productivité/ha	Evolution valorisation/hl	Evolution compétitivité
Champagne	++	+	+	+++
Bourgogne	+	+	+	++
Alsace	=	+	+	++
Vallée-de-la-Loire	=	+	=	= +
Languedoc-Roussillon	= (- puis +)	=	=+	=
Vallée-du-Rhône	-	=	=+	=
Bordeaux	-	-	=-	-

Source : J. Boyer, 2016

4-2- Infrastructure institutionnelle des Systèmes d'Innovation des vignobles français

L'analyse institutionnelle s'appuie d'abord sur un repérage des organisations, règles et normes pouvant jouer sur l'innovation dans chaque vignoble régional (Tableau 7). Une première observation est que les Systèmes d'Innovation de ces vignobles partagent une même infrastructure institutionnelle :

- des **centres de recherche** (INRA, CNRS, IRSTEA ou même CIRAD), auxquels sont rattachés des Unités Mixtes de Recherche (UMR)¹⁵, des unités de Recherche (UR) ou expérimentales (UE), ont pour objectif principal la production de connaissances scientifiques ;

¹⁵ Véritable "brique de base" de l'organisation et de la recherche en France, permettant la coopération locale entre des établissements d'enseignement supérieur et de recherche.

- des **institutions ou organisations d'enseignement** supérieur (université, école d'ingénieur ou de commerce) et secondaire (lycée agricole) proposent dans chaque région des formations liées à la viticulture ;
- des **organisations d'expérimentation et de conseil** sont représentées dans chaque région par des pôles de l'IFV (Institut Français de la Vigne et du Vin) qui conduit des études techniques pour la filière, et par des Chambres d'agriculture (départementales et régionales) dont des services dédiés sont en contact direct avec les viticulteurs ;
- des **interprofessions viticoles** regroupent dans chaque région producteurs et négociants pour assurer la promotion, la défense et la gestion d'un vignoble, mais elles peuvent aussi développer des activités de R&D sur les enjeux de chaque vignoble. Des syndicats et organismes de gestion (ODG) de chaque appellation assurent aussi parfois ces fonctions ;
- des **services de l'Etat** (DRAAF, DDTM, FranceAgrimer) **ou de collectivités locales** (région, département, intercommunalité) assurent la mise en œuvre des politiques publiques viticoles, incitant ou limitant les innovations, mais peuvent aussi proposer des services spécifiques (observatoire, formation, concertation...) ;
- des **structures locales ou régionales de transfert** (pôle de compétitivité) soutiennent des entreprises porteuses d'innovation pour la filière vin (startup notamment) ;
- des **institutions de financement**, publiques ou privées, interviennent à différents stades de l'innovation, depuis des projets de recherche, jusqu'au soutien à l'investissement innovant dans les entreprises viticoles ;
- enfin des **institutions médiatiques** (presse spécialisée, salons, événements) jouent dans chaque région des rôles importants dans la diffusion d'informations sur l'innovation.

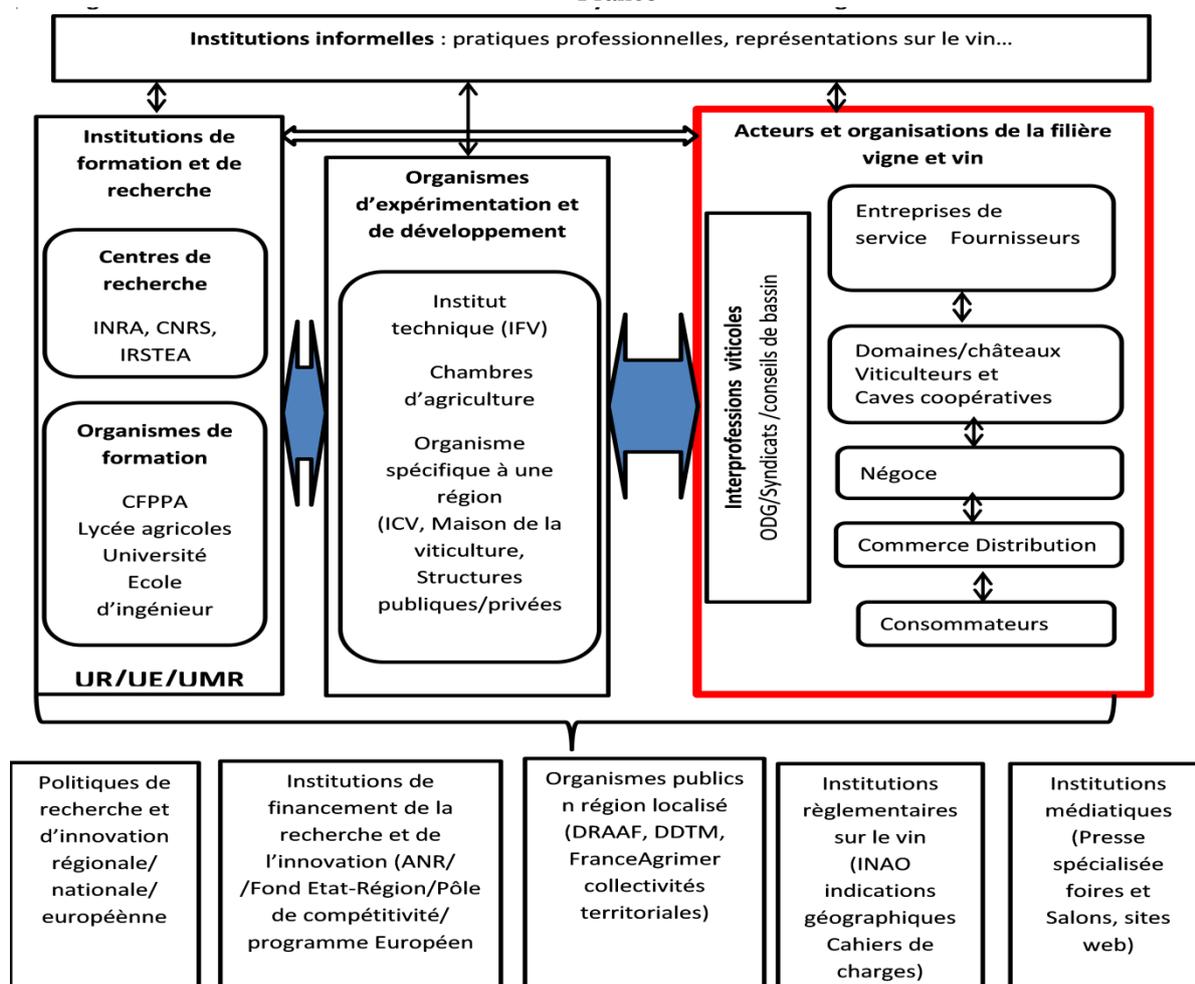
Cette infrastructure institutionnelle des vignobles régionaux peut être représentée par un schéma générique (Figure 6).

Tableau 7: Repérage des institutions et des organisations du Système d'Innovation dédié à la vigne et le vin

Région	Languedoc	Aquitaine	Val. Rhône	Val de Loire	Bourgogne	Champagne	Alsace
Centre recherche publique	Inra Montpellier Cirad, CNRS, IRSTEA	Inra Bordeaux CNRS	Inra Avignon	Inra Angers CNRS	Inra Dijon CNRS	CNRS Reims	Inra Colmar
Recherche appliquée et développement	Siege IFV, Pole mat. végétal Sites de Nîmes et Pech- Rouge	Site IFV Bordeaux	Sites IFV Orange et Vidauban	Sites IFV Nantes, Angers, Tours	Site IFV Beaune	Pole IFV développement durable	Site IFV Alsace
Comité Interprofessionnel	CIVL, CIVR InterOc, Sudvinbio	CIVB	Inter Rhône	InterLoire	BIVB	CIVC	CIVA
Chambres d'agriculture impliquées	4	1	5	5	3	2	1
Ecole Supérieure Agronomique	Sup'Agro Montpellier	Bordeaux Sciences Agro BEM	ISARA et Suze	ESA Angers	AgroSup Dijon		
Université	U Montpellier, UPVD	U Bordeaux	U. du vin, IUT Valence	U. Angers, Tours, Nantes	IUVV	U. Reims	UDS UHA
Structures de coordination de recherche et/ ou d'enseignement	IHEV "Pôle vigne et vin"	ISVV Vinopôle Bordeaux- Aquitaine	Institut rhodanien	Conseil technique de bassin UMT Vinitera	CRECEP Chaire Unesco IUVV	ITV	Biopole de Colmar
Pôle de Compétitivité ou d'innovation	Qualimed	Inno'Vin Agri sud-ouest innovation	Terralia	PRI M. Belay Vinopôle centre Val de Loire	Vitagora	Europol'Agro de Carinna	Alsace Vitae CIVA
INAO	Unité Languedoc Roussillon	Unité Sud-ouest, Bordeaux	Unité Sud-Est	Unité Val-De-Loire	Unité Centre-Est Site Dijon	Unité : Nord-Est, Epernay	Unité : Nord-Est, Colmar
Service France Agrimer	Pole Languedoc- Roussillon	Pole Aquitaine	Pole Rhône- Alpes	Pôles centre et Pays de Loire	Pole Bourgogne	Pole Champagne	Pole Alsace
Presse/ magazines techniques	La journée viticole Paysan du midi	Amateur bordelais Lettres de Châteaux UGVB	Guide viticulture et œnologie de la Vallée du Rhône.	Le Vigneron Val de Loire Vin de Loire magazine	Bourgogne aujourd'hui Guide des vins de Bourgogne Bourgogne Vins	Le Vigneron Champenois Champagne viticole	Revue des vins d'alsace L'Est agricole et Viticole
Salons, événements	SITEVI Millésimes bio Vinisud Sud de France	Vinexpo Vignerons indépendants bordeaux	Rencontres Rhodaniennes Découvertes vins Rhône	Salon des Vins de Loire	Les Grands Jours de Bourgogne Vinéales Hospices de B.	Terres et Vins de Champagne	Foire aux vins d'Alsace Vins et saveurs des terroirs

Source : Enquêtes J. Boyer 2013

Figure 6: Diagramme de l'infrastructure institutionnelle du Système d'Innovation vignes et vin en France



Source : enquêtes Boyer 2013, schéma inspiré de (Spielman and Birner, 2008) et (Arnold and Bell, 2001)

4-3 Evaluation du poids de la R&D viticole dans chaque région

L'analyse quantitative des activités de R&D dédiées au secteur vitivinicole révèle une concentration des institutions et des organisations de recherche et d'enseignement au niveau des régions Languedoc-Roussillon et Aquitaine. Ces deux régions comptent plus de deux tiers des Unités de Recherche qui interviennent dans le domaine de la vigne et du vin (Figure 7), les centres INRA les plus importants pour la recherche vitivinicole et des installations stratégiques pour l'IFV (siège, pôle matériel végétal, pôle Rhône-méditerranée).

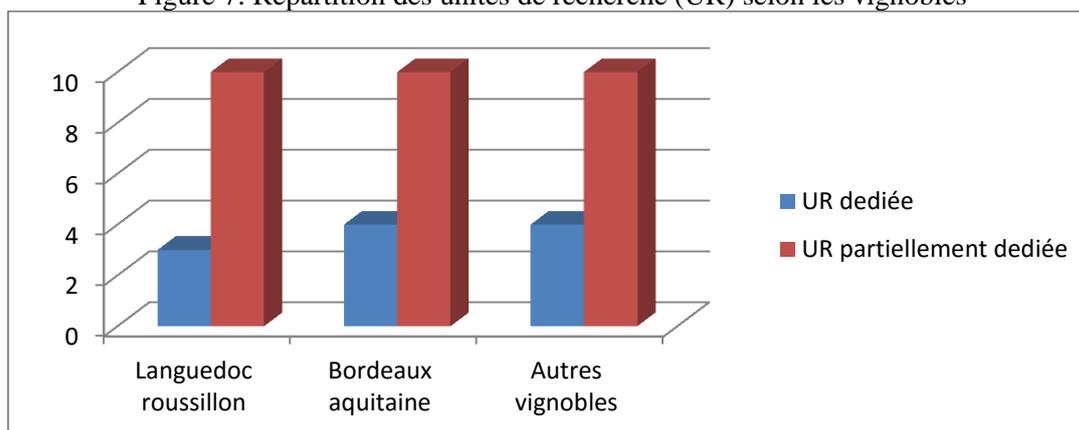
Les moyens humains dédiés à la R&D dans chaque région viticole ont été évalués en ETP pour les organisations publiques et professionnelles (Figure 8). Les résultats confirment la prédominance des régions Languedoc-Roussillon (322 ETP) et Aquitaine (275 ETP) qui totalisent environ deux tiers des ETP de la R&D vitivinicole des régions étudiées, avec un poids important des UMR (64% et 68%). Champagne, Alsace et Bourgogne disposent d'une centaine d'ETP, contre près de 50 en Vallée-de-la-Loire et Vallée-du-Rhône. Parmi ces 5

vignobles, l'Alsace est très marquée par les ETP de chercheurs (poids du centre INRA de Colmar), alors que pour les 4 autres ces ETP sont minoritaires.

Les formations supérieures en viticulture-œnologie (Masters, licences, DNO, BTS) proposées par les universités et grandes écoles (Figure 9) renforcent l'importance du Languedoc-Roussillon (16) et surtout de Bordeaux (27).

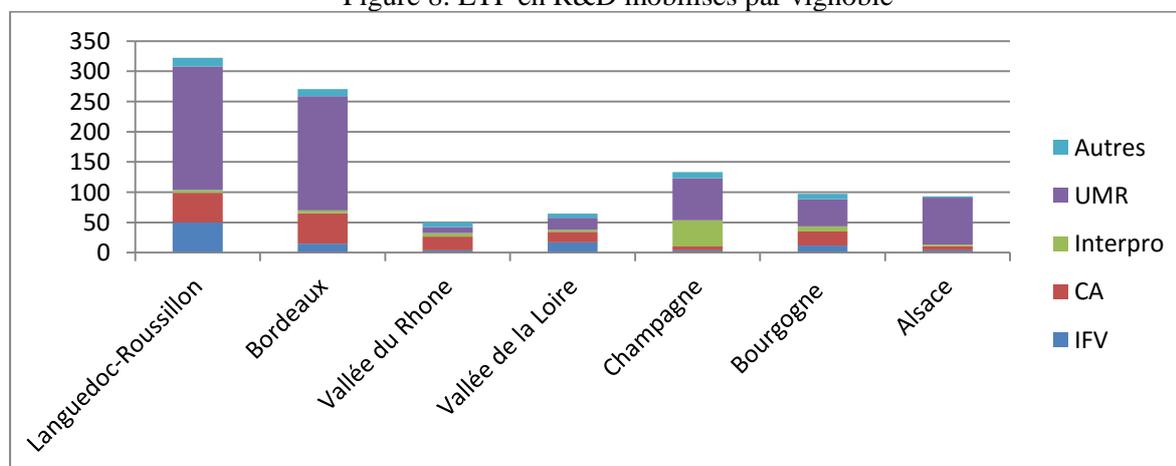
L'analyse bibliométrique des publications scientifiques sur la vigne et le vin (base WOS) confirme encore l'importance des régions Languedoc-Roussillon (30% sur 1999-2008, 26% sur 2008-2014) et Aquitaine (30% puis 32%), et cela pour toutes les thématiques. Ces deux régions sont impliquées dans près de 60% des publications, alors que les cinq autres régions se situent entre 7% et 10% (Tableau 8). Les publications de chaque région présentent aussi des « spécialisations thématiques » : œnologie pour Aquitaine, mais aussi Bourgogne ; mode de conduite et irrigation pour Languedoc-Roussillon et Vallée du Rhône ; gestion des terroirs pour Val de Loire ; maladies et génétique pour l'Alsace.

Figure 7: Répartition des unités de recherche (UR) selon les vignobles



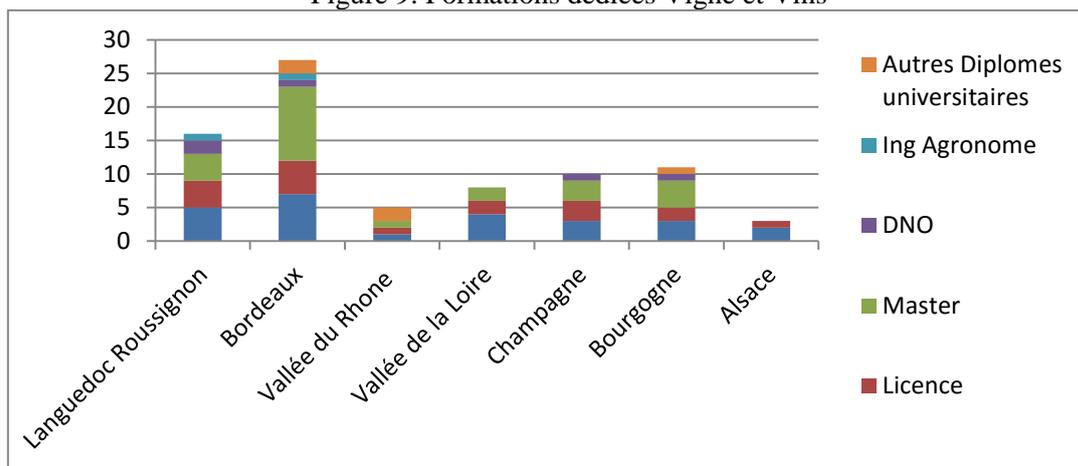
Source : Données CST 2014-2020 Graphe J. Boyer

Figure 8: ETP en R&D mobilisés par vignoble



Source : Enquêtes J. Boyer 2013

Figure 9: Formations dédiées Vigne et Vins



Source : Enquêtes J. Boyer 2013

Tableau 8: Répartition géographique et thématique des publications (2008-2013)

Thèmes	Tous thèmes		Non déterminé		œnologie		maladies vigne		matériel végétal		conduite vignoble		économie consom.		plantation localisation		irrigation	
	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%
Bordeaux	535	31	42	8	338	63	136	25	112	21	85	16	59	11	27	5	23	4
Languedoc	443	26	44	10	211	48	67	15	113	26	114	26	43	10	45	10	59	13
Alsace	176	10	40	23	55	31	94	53	50	28	22	13	10	6	3	2	0	0
Bourgogne	164	9,5	24	15	94	57	41	25	16	10	20	12	20	12	8	5	4	2
Champagne	133	8	16	12	70	53	41	31	17	13	19	14	11	8	3	2	1	1
Val-Rhône	126	7	23	18	54	43	36	29	14	11	34	27	17	13	4	3	9	7
Val-Loire	114	7	24	21	62	54	9	8	12	11	25	22	12	11	15	13	6	5
Autres	565	33	107	19	289	51	127	22	78	14	96	17	56	10	31	5	21	4

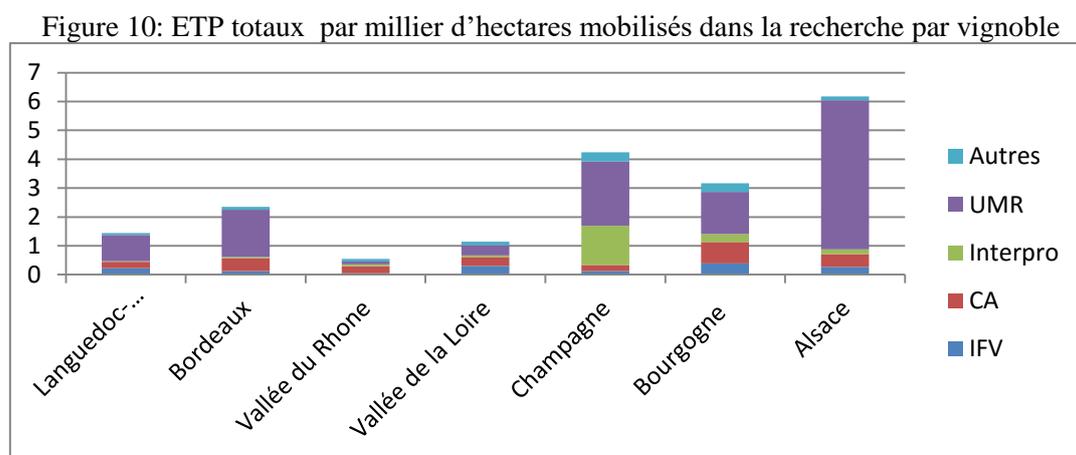
Source : Analyse bibliométrique réalisée par J. Boyer et D. Fournier (2015)

4-4- Intensités en R&D et implication des interprofessions

Comparer de manière absolue le dispositif de recherche du vignoble languedocien, plus de 220.000 ha et 12 millions d'hectolitres, avec celui de l'Alsace, 15.600 ha et un peu plus d'1 million d'hectolitres, introduit un biais de taille. Une analyse en termes d'intensité de R&D, rapportant nos indicateurs quantitatifs (ETP ou financement) à la surface et au volume de chaque vignoble, permet de corriger ce biais (Figure 10, Figure 11). Les résultats opposent alors des vignobles à forte intensité de R&D (Alsace, Champagne, Bourgogne et, dans une

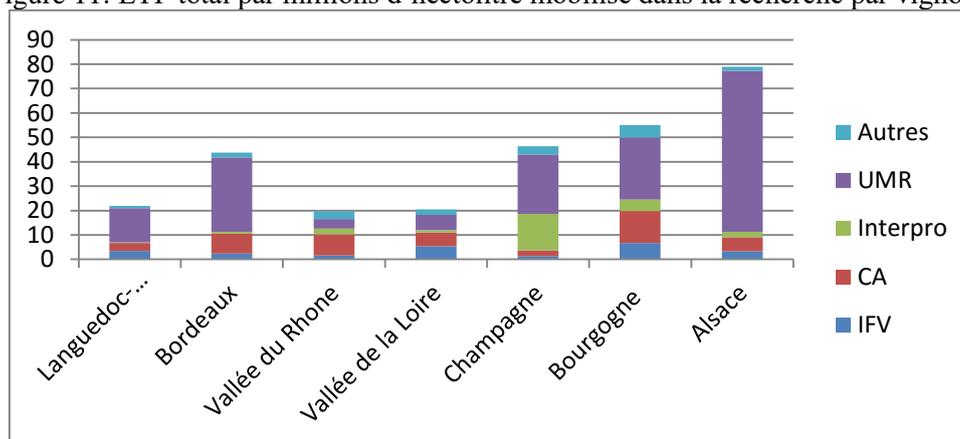
moindre mesure, Bordeaux), avec des vignobles à faible intensité de R&D : Languedoc-Roussillon, Vallée-de-la-Loire et Vallée-du-Rhône. Ces résultats suggèrent donc une correspondance entre l'intensité de R&D et la compétitivité des vignobles, si l'on exclut le cas de Bordeaux. Cette correspondance est plus claire lorsque l'on compare l'intensité en R&D (en ETP) et la valeur moyenne du vin par hectolitre, avec toutefois une position particulière pour l'Alsace marquée par le poids du centre Inra de Colmar (figure 10).

L'évaluation de l'implication des interprofessions dans la recherche et l'innovation fournit des informations complémentaires (Tableau 9). Les ETP et budgets R&D des interprofessions (année 2013) révèlent la situation particulière de la Champagne où le CIVC est l'acteur essentiel de la R&D viticole, avec plus de 40 ETP et près de 5 millions d'euros d'investissements, soit plus de 150 € par hectare et 1,6 € par hectolitre. En Bourgogne, le BIVB consacre moins d'ETP à la R&D mais en est un financeur important, avec un niveau proche de la champagne par hectolitre de vin (1,2 €). A l'opposé, les interprofessions du Languedoc-Roussillon ne s'impliquent quasiment pas dans la recherche et l'innovation. Les interprofessions de la Vallée-du-Rhône, de la Vallée-de-la-Loire et d'Alsace sont dans des situations intermédiaires avec des investissements proches de 15-20 € par hectare. A Bordeaux, le CIVB participe à, et finance, l'expérimentation, mais les valeurs sont finalement modestes ramenées à l'importance du vignoble en surface et volume. Les ETP ou investissements des interprofessions par hectolitre montrent finalement une bonne correspondance avec le classement des régions selon leur compétitivité ou leur niveau de valorisation du vin (Figure 12).



Source : Enquêtes J. Boyer 2013

Figure 11: ETP total par millions d'hectolitre mobilisé dans la recherche par vignoble



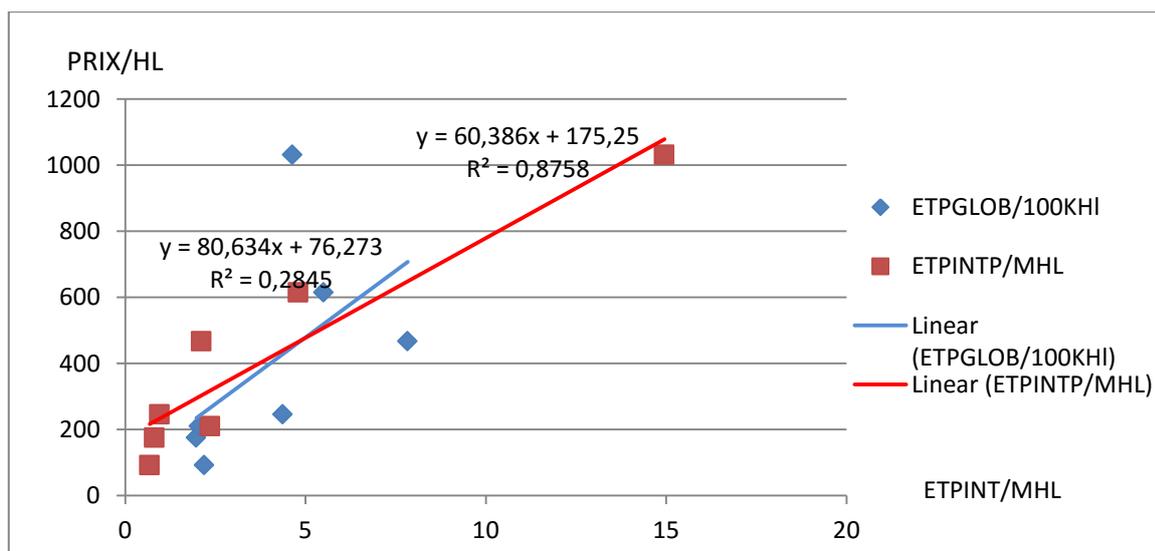
Source : Enquêtes J. Boyer 2013

Tableau 9: Moyens humains et financiers des interprofessions pour la R&D 2013

Vignoble	Interpro	ETP	Invest R&D (K€)	ETP/1000 ha	Invest R&D €/ha	ETP/10 ⁶ HI	Invest R&D €/HI	Coordination R&D région
Champagne	CIVC	43	4700	1,39	151,61	14,95	1,63	++++
Bourgogne	BIVB	8.5	2200	0,28	72,13	4,80	1,24	++++
Alsace	CIVA	2.5	350	0,17	23,33	2,11	0,30	+++
Vallée Rhône	Inter Rhône	6	1500	0,06	16,48	2,35	0,59	+++
Vallée-Loire	Inter Loire	3	800	0,05	14,28	0,95	0,25	++++
Bordeaux	CIVB	5	1200	0,04	10,43	0,81	0,19	+++
Languedoc Roussillon	CIVL	-	3	0,04	1,80	0,68	0,03	+
	CIVR+Ca66	10	400					
	InterOc	-	0					

Source : Enquêtes J. Boyer 2013

Figure 12 : Relation entre Valorisation du vin et l'intensité de R&D globale et de R&D des interprofessions



Source : Enquêtes J. Boyer 2013

5- DISCUSSION

5-1- Un nouveau « French paradox » ?

Les vignobles régionaux français présentent des dynamiques économiques différentes, opposant notamment le dynamisme de la Champagne et l'érosion de la position de Bordeaux, tout en partageant les mêmes composantes institutionnelles pour leur SI. Cette convergence institutionnelle peut être vue comme le résultat d'une même histoire politique et économique nationale, imprimant une régulation sectorielle viticole (Bartoli, 1989), complétée plus récemment par une décentralisation « cadrée par l'Etat » des politiques d'innovation et de développement (Berriet-Sollic, 1999). Toutefois des différences dans ces infrastructures institutionnelles ont été mises en évidence, dans le poids absolu ou relatif des organisations et dans leur agencement, pouvant expliquer ou non les différences de compétitivité observées.

En premier lieu, le poids des institutions de recherche et d'innovation, saisi par plusieurs indicateurs (ETP, unités de recherche, formations, publications), est variable et s'oppose au classement établi sur les compétitivités des vignobles, pouvant confirmer ce qui a été qualifié de « new French paradox¹⁶ » de la viticulture française (Touzard, 2010). Les vignobles qui ont les infrastructures institutionnelles les plus importantes (Languedoc et Bordelais) sont parmi les vignobles en difficulté économiquement. Ce résultat relativiserait donc les conclusions de travaux sur les externalités locales de connaissances (Krugman, 1990; Feldman, 1999; Feldman and Florida, 1994), les rendements croissants de connaissance induits par la recherche ou l'importance de ces activités comme indicateur de performance (Foray, 2010; Jaffe, 1989). La polarisation bordelaise et languedocienne de la recherche scientifique française sur la vigne et le vin, aurait finalement peu d'externalités positives locales. En première analyse, notre travail confirme donc l'hypothèse que la présence dans une région d'un dispositif important de recherche dédiée à un secteur ne garantit pas automatiquement la compétitivité de cette région pour ce secteur (**Hypothèse 1 vérifiée**). Ce premier point ouvre alors la discussion sur d'autres facteurs explicatifs, que nos résultats permettent de montrer ou suggérer : intensité et ciblage de la R&D ; agencement du Système d'Innovation et fonctions de ses composantes ; influence d'autres variables structurelles, cognitives ou relationnelles du SI.

¹⁶ Le « French paradox » fait référence à la contradiction entre les habitudes de consommation des français en matière de vin et de matières grasses et leur relative bonne santé par rapport à des maladies cardio-vasculaire ou de cancer, en comparaison avec les mauvais résultats sur la santé publique anglo-saxonne et mondiale. Le « new French paradox » renvoie plutôt à la contradiction entre le poids de R&D dans un vignoble régional français et sa compétitivité.

5-2- Effets contrastés de l'intensité et de la spécialisation de la R&D

L'analyse des ETP de R&D par hectolitre ou par hectare permet d'éliminer l'effet de taille et montre une bonne correspondance avec les positions économiques des vignobles, même si le vignoble Bordelais reste dans une situation « paradoxale » (intensité élevée de R&D pour une compétitivité faible). La R&D est donc bien un facteur de valorisation du vin et de compétitivité d'un vignoble, mais son rendement d'échelle est décroissant sur les activités locales auxquelles il est *a priori* dédié. Il apparaît plus facile de valoriser les investissements de recherche pour des vignobles de surface et volume plus réduits.

A l'inverse la spécialisation thématique des recherches dans chaque région n'apparaît pas liée à la compétitivité de chaque vignoble. La spécialisation en œnologie ou génétique concerne des vignobles aux niveaux de compétitivité différents (Bourgogne et Aquitaine, Alsace et Languedoc Roussillon) ; la Champagne, en première position de compétitivité, ne présente pas de spécialisation particulière, si ce n'est une implication faible pour l'irrigation ou la génétique ; les recherches en économie et gestion sont distribuées entre tous les vignobles, ce qui ne permet pas de tester leur influence. On peut suggérer que les spécialisations thématiques traduisent une prise en compte de problématiques régionales, notamment climatiques (irrigation en Languedoc-Roussillon ou Vallée-du-Rhône, maladies pour les vignobles septentrionaux), mais aussi des arbitrages au sein d'institutions nationales de recherche, en particulier l'Inra (par exemple spécialisation génétique sur Colmar).

L'analyse plus spécifique des investissements de R&D des interprofessions viticoles (ETP et budget) montre un effet positif sur les dynamiques économiques des vignobles, plus marqué que l'effet de l'intensité de R&D globale (Figure 12). Une interprofession représente directement les entreprises (production et négoce) avec des missions premières de défense, négociation, promotion ou gestion des vins d'une région. Lorsqu'elle s'implique directement dans la R&D, avec des budgets et salariés dédiés, elle contribue donc à l'efficacité du Système d'Innovation et à la compétitivité de son vignoble régional. On retrouve ici un résultat de travaux sur les Systèmes d'Innovation: la performance d'un Systèmes d'Innovation repose sur l'existence d'acteurs ou d'organisations capables d'assurer la pertinence, l'ajustement et la diffusion des connaissances scientifiques et techniques pour les utilisateurs finaux (Markard and Truffer, 2008; Bergek and Jacobsson, 2003), mais aussi de structurer leur « demande de recherche et d'innovation » (Klerkx *et al.*, 2009)

5-3- Rôle de l'interprofession et agencement du Systèmes d'Innovation

Analyser l'implication et les fonctions des interprofessions viticoles ouvre la question de l'agencement des infrastructures institutionnelles des Systèmes d'Innovation des vignobles régionaux, avec deux modèles extrêmes : Languedoc-Roussillon et Champagne.

En Languedoc-Roussillon, l'infrastructure institutionnelle est importante, avec un poids fort de la recherche publique, mais des liens vers les entreprises qui apparaissent faibles et éclatés entre de multiples acteurs, peu coordonnés. Quatre interprofessions (6 si l'on prend en compte les vins doux naturels et les vins bio), s'impliquant très peu dans la R&D, renforcent cet éclatement et ne jouent pas le rôle de mise en cohérence entre les objectifs des chercheurs et les problèmes ou attentes des viticulteurs. Ce décalage est observable à travers la faible prise en compte de questions régionales dans la recherche publique en région (Tatry *et al.*, 2010) et une difficulté des entreprises, essentiellement PME et TPE sans service R&D, à faire émerger des questions concrètes et à les transformer en questions de recherche.

En Champagne l'infrastructure institutionnelle du Système d'Innovation s'organise autour d'une interprofession, le CIVC, très impliquée dans la R&D avec des salariés et investissements dédiés. Elle construit des liens forts d'une part avec des organismes de recherche en région, mais aussi nationaux et internationaux, et, d'autre part, avec les entreprises et domaines vitivinicoles. Le CIVC coordonne environ 7 réseaux formels de R&D, sur différents domaines d'action et d'innovation concernant le Champagne, avec des résultats rapidement transférés aux entreprises (Panigai *et al.*, 2014).

L'analyse de l'agencement d'un Système d'Innovation permet donc de comprendre le rôle de la recherche dans la compétitivité d'un vignoble et montre son importance (**Hypothèse 2 vérifiée**). La compétitivité d'un vignoble semble dépendre d'une gouvernance centralisée de la R&D, contrôlée par les entreprises (à travers une organisation de type interprofession), capable de définir des besoins de recherche et de construire des collaborations et des réseaux de connaissances pertinents, pas forcément en région.

5-4- Compléter l'analyse structurelle et institutionnelle d'un Système d'Innovation

L'analyse de l'infrastructure institutionnelle d'un Système d'Innovation peut être vue comme une démarche heuristique indiquant progressivement des facteurs pouvant jouer sur la compétitivité des vignobles. Des facteurs institutionnels et structurels complémentaires au rôle de l'interprofession pourraient être ainsi précisés : les dispositifs de coordination mis en place par les acteurs de la recherche (ISVV à Bordeaux, pôle vigne et vin à Montpellier...) ou

les politiques régionales d'innovation (Etat, Europe et Région) orientant et finançant une part croissante des investissements de R&D sont pointés mais sont encore récents et font l'objet d'évaluation critique (OCDE, 2014); la structure des vins et de leurs signes de qualité (diversité, hiérarchisation, marques) et surtout leurs réputations constituées jouent sur les valorisations et capacités de financement de R&D (Touzard and Laporte, 1998) ; les structures mêmes des entreprises vitivinicoles varient d'une région à l'autre (domaines, coopératives, négoce régional) et offrent des conditions différentes pour l'innovation...

Mais l'exemple champenois suggère surtout combien la nature des liens et la capacité des acteurs à construire des réseaux entre entreprises, enseignement supérieur et recherche important pour la compétitivité du vignoble. Il s'agit alors de développer une analyse plus précise des réseaux en tenant compte du type de lien (demande de conseil, partenariat formel, amitié entre acteurs...), de leur densité et de leur structure, prolongeant des approches déjà engagées pour étudier l'innovation dans des clusters viticoles. Cette dimension relationnelle peut d'ailleurs être vue soit comme une composante des SI, soit avant tout comme une méthode complémentaire à l'approche institutionnelle, révélant les interdépendances entre institutions ou stratégies qui comptent pour l'innovation (Chiffolleau and Touzard, 2014).

6- CONCLUSION

L'analyse de l'infrastructure institutionnelle des Systèmes d'Innovation des vignobles français fournit des résultats qui permettent d'expliquer, au moins partiellement, leur différence de compétitivité. La seule présence importante d'organisations de R&D dans une région viticole n'est pas suffisante, et ne garantit pas des externalités positives pour ses entreprises. C'est l'intensité de R&D et surtout l'implication directe de l'organisation interprofessionnelle qui importent. Plus un vignoble régional possède une intensité forte de R&D (salariés et budgets dédiés par hectolitre) et contrôlée par une organisation interprofessionnelle (unique) plus il est compétitif. Le sens de la détermination n'est toutefois pas établi et c'est potentiellement un cercle vertueux qu'il faut considérer autour de l'innovation vitivinicole, à l'image de l'exemple champenois. L'agencement des institutions au sein d'un Système d'Innovation n'est pas neutre et constitue un facteur clé de l'innovation au même titre que l'ampleur des investissements réalisés.

L'approfondissement de l'analyse des Systèmes d'Innovation des vignobles français suppose alors de développer une étude complémentaire des interactions entre ses acteurs, à travers une analyse de réseaux. Au-delà du repérage des éléments du SI, de leurs fonctions et de leur agencement, la nature, l'intensité et la structure des liens qui unissent les acteurs

professionnels et les acteurs de la recherche et de l'enseignement supérieur sont indispensables pour comprendre la performance des Systèmes d'Innovation et de production.

CONCLUSIONS DE LA PREMIERE PARTIE

La première partie de notre thèse nous a permis d'ouvrir la « boîte noire » de l'adaptation au CC et d'explorer sa portée économique. Nous avons décliné l'adaptation en plusieurs dimensions qui s'emboîtent et s'articulent entre elles. Nous pouvons distinguer l'adaptation-capacité qui renvoie à l'aptitude d'une entreprise (ou d'un secteur, d'un cluster, d'une région, d'une nation) à répondre aux effets du CC ; l'adaptation stratégie, qui est la manifestation de cette capacité sous forme d'actions intentionnelles à l'échelle d'un acteur, d'une entreprise, d'une organisation économique ; l'adaptation-Policy qui se réfère à un ensemble de mesures et d'actions plus politiques au niveau sectoriel ou territorial pour lutter contre les effets du réchauffement climatique, pour renforcer les capacités des acteurs et encadrer les stratégies individuelles. Nous avons aussi distingué l'adaptation-état qui résulte des stratégies et politiques pertinentes qui permettent à certaines entreprises (secteur, territoire, cluster) d'être adaptées à un moment donné, l'adaptation-trajectoire qui renvoie au cheminement de l'adaptation dans une dynamique temporelle et l'adaptation-processus, plus large, qui incorpore des éléments non intentionnels dans cette dynamique temporelle.

Cette première partie développe ensuite la dimension économique de l'adaptation et met l'innovation au cœur de cet enjeu. Nous avons montré que si les effets du CC diffèrent en nature, en intensité et en fréquence suivant les régions et les secteurs, l'adaptation est aussi soumise à des considérations institutionnelles et territoriales. Cela nous a permis d'interroger l'approche des Systèmes d'Innovation qui nous a éclairé sur les dimensions institutionnelles, sectorielles et régionales de l'innovation pour l'adaptation au CC. Notre travail concerne le secteur vitivinicole considéré comme un « système modèle » pour l'étude de l'impact du CC et des méthodes de lutte possibles. A l'aide d'une lecture structurelle et institutionnelle des Systèmes d'Innovation nous avons caractérisé les éléments des Systèmes d'Innovation des vignobles régionaux français, leur fonction, leur implication dans le processus d'innovation en général et dans l'adaptation au CC en particulier. Nous avons montré qu'au-delà de l'importance des activités de recherche dédiées à ce secteur, l'agencement des éléments du Système d'Innovation est un paramètre clé qui peut expliquer la performance économique d'un cluster, ce qui pourrait expliquer son adaptation au CC. A côté des explications liées à la taille et à la réputation du vignoble, le degré d'implication des interprofessions viticoles régionales dans la recherche et le développement constitue un déterminant majeur. Cependant, l'adaptation au CC interroge aussi la capacité des entreprises à développer des stratégies pour faire face aux conséquences du CC et à développer des liens efficaces avec les autres acteurs

du SI. De ce fait des analyses plus ciblées sur les entreprises s'avèrent importantes pour préciser les actions engagées, pour s'adapter, et leurs conditions économiques, cognitives ou relationnelles. Au-delà de l'étude sur les organisations de R&D, ces analyses pourraient mettre en évidence l'implication des chercheurs dans la production de connaissances autour de l'enjeu climatique et montrer dans quelle mesure les relations construites entre ces derniers et les entrepreneurs contribuent au processus d'adaptation au CC. La deuxième partie de notre thèse nous permettra de faire le point autour de ces interrogations importantes.

DEUXIEME PARTIE

**ETUDE DES CONDITIONS RELATIONELLES ET COGNITIVES DE
L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET de LA PLACE DE LA
RECHERCHE ET DE L'INNOVATION**

Si la recherche et l'innovation sont considérées comme sources de compétitivité, c'est la capacité des entreprises à tisser des liens et à collaborer avec ces sources de connaissances (universités, centres de recherche) qui semble jouer un rôle prépondérant. Les référentiels théoriques autour des Systèmes d'Innovation, dès leur genèse, ont permis de cristalliser les attentions sur l'importance et le rôle des collaborations et des réseaux dédiés à la recherche dans le processus d'innovation (Lundvall, 2010). Depuis, il a été démontré que les réseaux d'innovation¹⁷ et d'apprentissage peuvent être plus pertinents pour les secteurs caractérisés par une évolution technologique rapide, en lieu et place des services de R&D des entreprises individuelles (Powell *et al.*, 1996). Les réseaux inter-organisationnels ont été identifiés comme un élément essentiel dans la capacité des jeunes entreprises à acquérir des ressources nécessaires pour la survie et la croissance (Stuart, 2000; Stuart *et al.*, 1999).

Aujourd'hui encore, la question des réseaux et des collaborations fédèrent des travaux scientifiques issus de différentes écoles de pensée et disciplines traitant l'innovation. Citons entre autres les travaux sur les alliances stratégiques, sur les questions d' « open innovation » , de « democratized innovation » et sur les clusters (Gallaud and Nayaradou, 2012; Chesbrough, 2003; Porter, 1998; Von Hippel, 2005). Des travaux empiriques sur les vignobles du « nouveau monde » ont montré l'importance de ces relations entre entreprises et organisations de recherche (liens U-I) dans la croissance de ces vignobles (Giuliani and Arza, 2009).

Plusieurs travaux sur la viticulture en France ont mis en avant la question de l'analyse des réseaux sociaux. Un premier groupe de travaux concerne la construction et le développement de nouveaux marchés et le rôle des réseaux professionnels dans cette dynamique (Touzard, 2008; Temple *et al.*, 1996). Une deuxième catégorie de recherche tourne autour du changement de pratiques au vignoble. Ces travaux montrent que les liens entre viticulteurs à l'échelle des localités (échanges d'informations à travers le « bouche à oreille », demandes de conseils, entraide) sont souvent plus déterminants que les relations avec des techniciens, des fournisseurs, ou à partir de réunions professionnelles notamment pour des changements de pratiques se rapportant à la réduction de l'usage des pesticides et des herbicides (Goulet and Chiffolleau, 2006; Touzard, 2008). Enfin une dernière catégorie de travaux se penche sur les réseaux de conseil entre entrepreneurs, qui peuvent avoir une influence aussi bien positive (rôle des intermédiaires) que négative (présence de trous

¹⁷ Une analyse de la notion de réseaux d'innovation est faite dans l'annexe D

structuraux) sur l'innovation (Chiffolleau and Touzard, 2014; Morrison and Rabellotti, 2007). Très peu d'études sur la viticulture française mobilisent, d'une part une analyse sur les collaborations entre des entreprises et des organisations de recherche, et, d'autre part des liens entre les entreprises et d'autres acteurs du Système d'Innovation (Malerba, 2002). C'est l'ambition de cette deuxième partie de notre travail de thèse. Cette recherche s'appuiera sur une analyse des réseaux d'acteurs. Il s'agit de préciser en quoi la nature des liens entre acteurs de la R&D et des entreprises de la filière vitivinicole permettent de préciser le rôle de la recherche dans l'adaptation des vignobles au CC. Dans cette partie nous utiliserons deux méthodes pour étudier la dimension relationnelle des Systèmes d'Innovation et de Production vitivinicoles :

1. **Une méthode bottom-up** qui part des entreprises viticoles pour caractériser les liens que celles-ci entretiennent avec les acteurs du Système d'Innovation (autres entreprises, acteurs professionnels, techniciens, chercheurs...). Nous analyserons aussi le rôle de ces liens dans les stratégies d'innovation pour l'adaptation au changement climatique des viticulteurs ;
2. **Une méthode top-down** qui part des acteurs du monde de la recherche en vue d'examiner les liens qu'ils tissent avec le monde professionnel et les entreprises viticoles, c'est-à-dire avec les responsables de domaines et de caves coopératives. Nous analyserons sous quelles conditions les chercheurs contribuent à l'adaptation au changement climatique.

CHAPITRE 3

LES CONDITIONS D'EMERGENCE DES STRATEGIES D'ADAPTATION AU
CHANGEMENT CLIMATIQUE DES ENTREPRISES. CAS DES VITICULTEURS DE
TROIS REGIONS DE FRANCE

CONDITIONS D'EMERGENCE DES STRATEGIES D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : L'EXEMPLE DES VITICULTEURS DE TROIS REGIONS DE FRANCE¹⁸

Résumé

Cet article analyse les conditions d'émergence de stratégies d'adaptation au changement climatique (CC) à l'échelle d'entreprises en raisonnant ces stratégies par rapport à la perception de cet enjeu par leurs dirigeants, aux actions engagées pour y répondre et aux réseaux de conseil envisagés pour s'adapter. L'analyse porte sur le secteur viticole, très sensible au CC, et s'appuie sur une enquête auprès de 87 entreprises produisant des vins AOP dans trois régions: Bordeaux, Champagne et Languedoc-Roussillon. Des indicateurs de stratégies d'adaptation ont été construits, puis croisés avec des variables exprimant les caractéristiques économiques des entreprises, leur modèle productif (bio vs conventionnel), leur région, le réseau de conseil et la trajectoire de leurs dirigeants. Les caractéristiques économiques des entreprises ont peu d'influence sur leurs stratégies d'adaptation. Par contre, la région et plusieurs caractéristiques des réseaux actuels de conseil ou des trajectoires des dirigeants influencent la perception du CC, les innovations engagées et les liens envisagés pour s'adapter. Des variables comme la formation des dirigeants, leur expérience, la production biologique, les liens avec la recherche via des stagiaires, ou avec des organisations comme les Chambres d'agriculture sont déterminantes sur des indicateurs des stratégies d'adaptation. Ces résultats permettent de confirmer que l'adaptation au CC dépend d'institutions et réseaux inscrits dans des Systèmes d'Innovation ayant des dimensions régionales et sectorielles, mais aussi de la trajectoire personnelle des entrepreneurs.

Abstract

This article analyzes the conditions for the emergence of adaptation strategies to climate change (CC) in wine companies. These strategies are described by three dimensions: the CC perception by the managers; the actions taken to respond to the CC issue; the advice networks planned to adaptation. The analysis covers the wine sector, highly sensitive to CC, and is based on a survey of 87 companies producing PDO wines in three regions: Bordeaux, Champagne and Languedoc-Roussillon. Indicators of adaptation strategies were built and crossed with variables expressing economic characteristics of companies, their productive model (organic vs. conventional), their region, the previous networks and trajectory of their managers. The economic characteristics of companies have little influence on their adaptation strategies. However, the region, some features of existing advice networks or leaders trajectories influence the perception of the CC, the committed innovations and the networks planned to adaptation. Variables such as the managers training, their experience, the organic production, the links with research via trainees or organizations such as the Chambers of Agriculture have impacts on several indicators of adaptation strategies. These results confirm that adaptation to climate change depends on networks and institutions embedded in Innovation Systems with regional and sectoral dimensions, but also on personal trajectories of entrepreneurs.

¹⁸ James Boyer, Mélanie Bruciamacchie, Jean-Marc Touzard- Texte servant de base pour un article en anglais

1- INTRODUCTION

L'enjeu de plus en plus prégnant du changement climatique (CC) et sa prise en compte dans les négociations internationales interrogent la capacité des entreprises à formuler et à mettre en œuvre des stratégies pertinentes pour y faire face. Cette question concerne la perception par les chefs d'entreprise du CC et de ses effets dans leur secteur d'activité, mais aussi la façon dont ils peuvent agir, innover, utiliser de manière efficiente les ressources disponibles pour limiter les impacts négatifs du CC ou tirer profit de ses effets positifs, c'est-à-dire s'adapter (Hallegatte, 2009). Des stratégies d'adaptation au CC se dessinent dans de nombreux secteurs et en particulier dans l'agriculture (Soussana, 2013; Torquebiau, 2015), mais elles restent encore peu étudiées, conduisant le GIEC à lancer un appel aux scientifiques pour mieux les caractériser, les évaluer et comprendre les conditions de leur émergence (IPCC, 2014).

Ces recherches ont été initiées dans le secteur vitivinicole, particulièrement sensible au CC. Celui-ci impacte le fonctionnement de la vigne, son rendement, les dates de vendange, la composition des raisins et la qualité des vins, avec des conséquences économiques positives ou négatives selon les vignobles, qui devraient s'amplifier d'ici 2050 (Hannah *et al.*, 2013; Ollat and Touzard, 2014b). En France, les entreprises vitivinicoles sont de fait déjà concernées, par l'adaptation au CC, et sont même considérées comme un « laboratoire » pour suivre les effets du CC et explorer les solutions permettant de s'adapter (Seguin, 2010b). Mais là aussi les travaux visant à caractériser ces stratégies et leurs conditions d'émergence sont encore peu développés, essentiellement en agronomie (Barbeau *et al.*, 2014), alors que les révisions stratégiques des viticulteurs relèvent largement de considérations économiques.

L'objectif de cet article est précisément de caractériser les stratégies d'adaptation au CC des entreprises viticoles dans les trois principaux vignobles français (Champagne, Bordeaux, Languedoc) et de déterminer les facteurs qui influencent leur émergence. La recherche s'appuie sur des enquêtes auprès de 87 entreprises produisant du vin dans ces trois régions. Les stratégies d'adaptation sont définies par rapport à la perception de l'enjeu du CC par leurs dirigeants, aux actions engagées pour y répondre et aux réseaux de conseil envisagés pour s'adapter. Les conditions d'émergence sont analysées en fonction de variables exprimant les caractéristiques économiques de l'entreprise, mais aussi sa localisation, ses réseaux actuels de conseil et la trajectoire du chef d'entreprise. Nous montrerons précisément que les facteurs économiques ont peu d'influence contrairement à des facteurs relationnels, d'orientation technique, ou résultant de la trajectoire personnelle du dirigeant.

L'article est organisé en 4 parties. Dans la première nous discutons de la dimension stratégique de l'adaptation au CC et de la caractérisation de ces stratégies. Dans la deuxième partie nous présentons notre méthode d'enquête et d'analyse. Les résultats et les tests statistiques sont exposés dans la troisième partie, puis discutés dans la quatrième en montrant que l'adaptation au CC dépend de Systèmes d'Innovation associés à chaque vignoble, mais aussi de la trajectoire personnelle des entrepreneurs.

2- ETUDIER L'ADAPTATION DES ENTREPRISES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

2-1- Une représentation stratégique de l'adaptation

A l'échelle des entreprises, la représentation stratégique de l'adaptation au CC (l'adaptation-stratégie) est généralement privilégiée, par rapport aux approches se référant à des processus observés (Simonet, 2010). Elle renvoie à des actions préparées, raisonnées, planifiées et mises en œuvre pour répondre aux effets actuels ou futurs de l'évolution climatique, pour en modérer les conséquences négatives ou tirer profit des opportunités (Adger *et al.*, 2005; Watson *et al.*, 2001). Cette approche peut prendre deux formes : l'adaptation réactive qui implique des actions ex post, en réponse à un effet constaté, et l'adaptation anticipative qui suppose des actions ex ante, en anticipant des effets possibles (Smit *et al.*, 2000; Smit and Wandel, 2006). Les acteurs politiques ou économiques qui se sont appropriés le paradigme de l'adaptation mettent l'accent sur l'aspect stratégique (De Perthuis *et al.*, 2010b; IPCC, 2001a; Stern and Treasury, 2006). A l'échelle d'une entreprise, l'adaptation stratégique peut être décrite selon plusieurs phases. La première phase concerne l'identification et l'analyse du problème climatique, en d'autres termes la perception et la compréhension des enjeux du CC pour l'entreprise et son environnement économique. La deuxième phase consiste à étudier les solutions possibles, qui peuvent relever d'innovations technologiques, de changements organisationnels, de nouvelles alliances, de choix de (re)localisation... La stratégie prend alors forme, à travers la fixation d'objectifs opérationnels et la définition des actions et moyens (ressources économiques, cognitives, relationnelles) pour atteindre ces objectifs. Suivent les phases de mise en œuvre des actions, puis de leurs réajustements en fonction de leurs évaluations. Dans notre travail nous n'avons pas l'ambition de décrire tout le processus de construction de la stratégie pour l'entreprise, mais d'utiliser des proxys. Nous nous focalisons sur trois aspects : la perception du CC, l'engagement

d'actions et d'innovations pour s'adapter et la construction par l'entrepreneur (viticole) de réseaux d'acteurs pour mettre en œuvre ces actions.

2-2- De la perception aux actions dans les stratégies d'adaptation

Dans les sciences économiques et de gestion la stratégie est intrinsèquement liée à la perception (hypothèse de rationalité de l'agent) qui permet la formalisation d'un objectif. Capet et al (1983) définit la stratégie comme « un calcul qui projette l'entreprise dans le futur en fonction de l'environnement tel *qu'il est perçu,...*»(Capet *et al.*, 1983). Dans le cadre d'une démarche stratégique, la perception du CC est considérée comme un préalable (Risbey *et al.*, 1999). L'adaptation au CC serait donc conditionnée par l'intention de l'acteur à prendre des mesures qui lui semblent nécessaires pour faire face aux conséquences du CC en fonction de la manière dont il perçoit les effets. La perception du CC dans la stratégie de s'adapter se situe donc dans le cadre d'une *action raisonnée* (Fishbein and Ajzen, 1975; Ouédraogo *et al.*, 2010; Yegbemey *et al.*, 2014; Van Duinen *et al.*, 2015)

La stratégie d'adaptation repose alors sur la définition d'actions de différentes nature qui vont engager des ressources de l'entreprise, modifier son fonctionnement en tenant compte de l'effet constaté ou attendu du CC et des objectifs fixés. La stratégie fait donc l'objet d'une décision économique d'investissement, de changement organisationnel, d'introduction d'une innovation technologique, de modification d'alliance ou de localisation. Elle est alors associée à un arbitrage coût-bénéfice, en situation d'incertitude liée au CC (De Perthuis *et al.*, 2010b). Caractérisée comme un problème de décision, ou dans une forme plus élaborée, comme une succession de décisions multidimensionnelles (différentes formes d'actions et d'investissements, y compris relationnels et cognitifs), l'analyse d'une stratégie d'adaptation pose alors la question de ses effets (notamment économiques) et de ses conditions. Confrontés avant tout à l'émergence de ces stratégies, nous analyserons dans cet article les facteurs qui peuvent les déterminer.

2-3- Analyser les déterminants de l'innovation pour l'adaptation

Si des études théoriques indiquent des facteurs susceptibles d'influencer l'adaptation des entreprises au CC (ressources financières, institutionnelles et cognitives, infrastructures adaptées), très peu d'études empiriques mettent en évidence les facteurs qui jouent spécifiquement sur l'adaptation au CC. Elles reprennent en général des facteurs qui influencent classiquement l'innovation (Ouédraogo *et al.*, 2010; Yegbemey *et al.*, 2014; Van Dijn *et al.*, 2015). En effet, l'adaptation repose en grande partie sur l'innovation (Rodima-

Taylor *et al.*, 2012), sur des modifications de pratiques et l'utilisation de nouveaux produits, de nouvelles technologies, de nouveaux procédés et de nouveaux modes d'organisation (Stern, 2008). L'adaptation suppose aussi la production et la mise à jour continue des connaissances sur les effets probables du CC, les solutions possibles et la capacité des entreprises à les absorber. Les facteurs mis en évidence sont notamment les caractéristiques économiques des entreprises (taille, accès aux ressources financières, diversification d'activités, niveau de compétitivité...) et les caractéristiques personnelles de l'entrepreneur (ancienneté, genre, niveau d'éducation, participation à des actions collectives) (Galliano and Orozco, 2011; Van Gameraen and Zaccai, 2015; Othniel Yila and Resurreccion, 2013; Shivamurthy *et al.*, 2014; Ouédraogo *et al.*, 2010; Yegbemey *et al.*, 2014; Van Duinen *et al.*, 2015; Van Dijn *et al.*, 2015).

Par ailleurs, la construction de réseaux et de partenariats est mise en avant comme un facteur qui facilite l'adaptation (Grin, 2010; Pennesi *et al.*, 2012). Pour compenser les difficultés des entreprises à intégrer l'incertitude climatique dans leurs fonctions économiques, elles peuvent construire des liens avec la recherche et d'autres acteurs pour accéder à de nouvelles connaissances. De plus, dans les situations de crises technologiques où les connaissances empiriques ne suffisent plus ou sont soumises à une perpétuelle mise à jour, comme c'est le cas pour la problématique du CC, les agents économiques ont tendance à se tourner vers l'expertise scientifique (Maxim *et al.*, 2012; Dalmedico and Guillemot, 2006). Ils développent pour cela des stratégies d'alliance et des collaborations avec les organismes de recherche et de développement (Powell *et al.*, 1996; Stuart, 2000). Les approches en termes de Systèmes d'Innovation (SI) constituent alors un cadre théorique pertinent pour appréhender l'adaptation car elles permettent de décrire et d'analyser les relations entre les entreprises, les autres acteurs et les institutions intervenant dans les processus d'innovation et de production de connaissance (Carlsson and Stankiewicz, 1991). Ces relations peuvent concerner de manière privilégiée les entreprises d'une même région ou d'un même secteur (Porter, 1998), les collaborations entre entreprises et universités (Giuliani and Arza, 2009) ou entre les entreprises et certains intermédiaires (Klerkx *et al.*, 2009; Leydesdorff and Strand, 2012) pour accéder à de nouvelles ressources, à de nouvelles technologies en vue de s'adapter au CC.

Dans cette recherche 4 hypothèses ont été retenues pour analyser les conditions de l'adaptation au CC :

H1 L'adaptation au CC est située dans un Système d'Innovation régional et sectoriel

- a) L'existence de liens entre les viticulteurs et les organisations de R&D est une condition favorable à l'adaptation au CC;
- b) Les « bases de connaissances » construites dans ces Systèmes d'Innovation constituent un facteur clé qui influence l'adaptation au CC ;
- c) La perception du CC et les ressources relationnelles pour s'adapter sont différentes suivant la région de production ;

H2 Plus les entreprises vitivinicoles sont de grande taille, plus elles ont une dynamique économique favorable pour s'adapter au CC ;

H3 Les caractéristiques personnelles du chef d'entreprise jouent un rôle important dans l'adaptation au CC ;

H4 Le modèle technologique (Bio vs conventionnel) conditionne l'adaptation au changement climatique.

3- MATERIELS ET METHODE

3-1- Choix des vignobles

Notre travail a été réalisé sur trois vignobles régionaux français localisés dans trois zones climatiques différentes : Aquitaine (Bordeaux) pour la zone océanique, Languedoc-Roussillon (Hérault) pour la zone méditerranéenne et Champagne pour la zone plus continentale. Les scénarios climatiques diffèrent pour ces trois régions. Certains modèles prévoient à l'horizon 2050 une diminution de 67% des surfaces « favorables » à la production de vin de qualité en Languedoc-Roussillon et Aquitaine (Hannah *et al.*, 2013). Par contre, la Champagne serait épargnée. En Languedoc-Roussillon et à Bordeaux sont prévus des baisses de rendement, des vins plus alcoolisés et moins acides. Pour le vignoble champenois, les modèles climatiques prévoient aussi des canicules estivales (comme celle de 2003) et des gels de printemps plus fréquents (Briche, 2011), mais les impacts sur la qualité des vins semblent moins préoccupants, malgré des incertitudes sur la diminution attendue d'acidité .

3-2- Enquêtes et échantillonnage

Notre travail s'appuie sur des enquêtes en face-à-face effectuées auprès de 87 viticulteurs : 30 dans le département de l'Hérault (Languedoc-Roussillon), 29 dans le vignoble de Bordeaux et 28 en Champagne. Nous avons utilisé un échantillonnage aléatoire stratifié en retenant deux variables de contrôle : la région et la production biologique ou conventionnelle des raisins.

Par souci d'homogénéité les enquêtes ont été réalisées exclusivement chez des viticulteurs vinifiant leurs raisins et appartenant à une aire d'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC). Les viticulteurs enquêtés ont été sélectionnés à partir des listes de contacts mises à disposition par les syndicats d'appellations.

3-3- Questionnaire d'enquêtes

Les questionnaires sont remplis avec le viticulteur et s'organisent selon 3 parties :

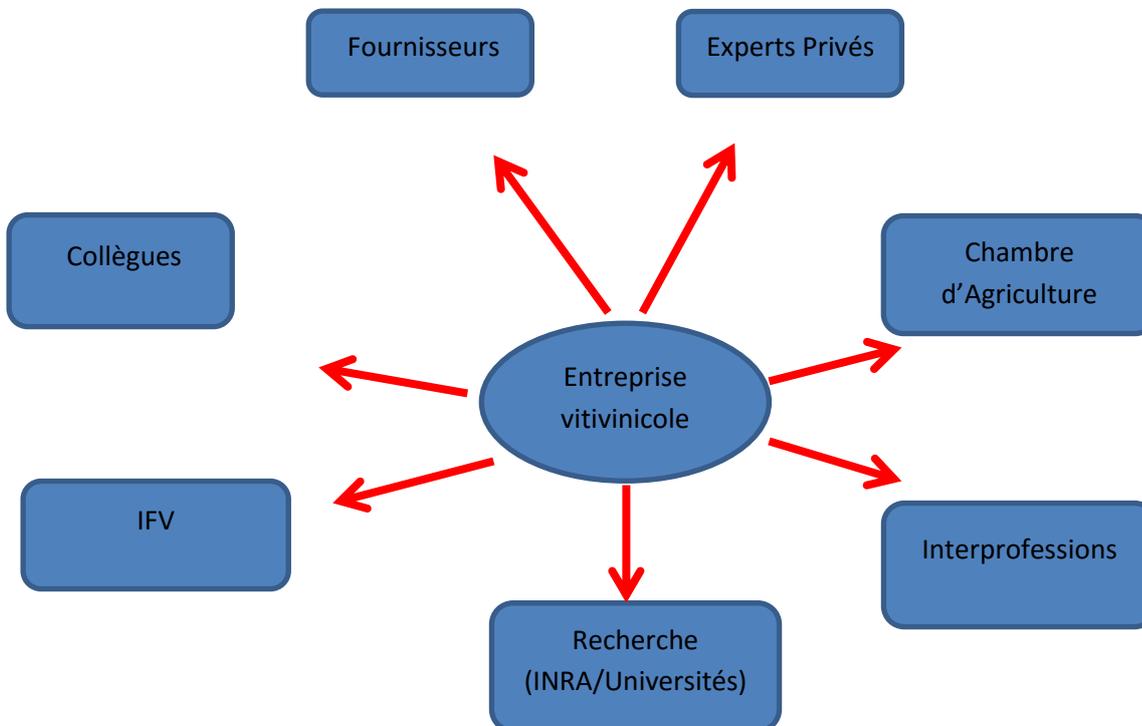
1. La première partie correspond à la présentation de l'entreprise viticole, de ses caractéristiques économiques et structurelles (surface en vigne, volumes et prix des vins, évolution du chiffre d'affaires...), et des caractéristiques personnelles du responsable (âge, ancienneté, formation, responsabilités professionnelles...);
2. La deuxième partie permet au viticulteur de faire part de sa perception des effets du CC sur son exploitation, dans différents domaines possibles, avec une appréciation sur l'intensité de ces impacts ;
3. La troisième partie traite de 3 aspects
 - a) Les innovations organisationnelles, commerciales ou techniques mises en place par le viticulteur au cours des 5 dernières années, et celles qui sont justifiées par l'adaptation au CC;
 - b) Les principales personnes et sources d'information sollicitées pour construire des connaissances, dans différents domaines d'action (demande de conseil effectuées au cours des cinq dernières années) ;
 - c) Les principales personnes qui seraient sollicitées pour des demandes futures de conseil pour s'adapter au CC.

Les questions des deux dernières parties s'organisent selon 7 domaines d'action identifiés dans la littérature comme stratégiques pour l'adaptation (Barbeau *et al.*, 2014; Van Leeuwen *et al.*, 2013) :

1. Gestion des plantations et choix des parcelles (localisation, orientation, altitude) ;
2. Matériel végétal (cépages, clones, porte-greffe adaptés) ;
3. Mode de conduite de la vigne (entretien du sol, taille, palissage) ;
4. Gestion de la contrainte hydrique (irrigation) ;
5. Lutte contre les nouvelles pressions parasitaires ;
6. Gestion de la vendange (calendrier, vendanges de nuit, contrôle des températures) ;
7. Pratiques œnologiques (levures, assemblages, desalcooolisation, acidification).

Elles se basent aussi sur l'identification préalable des principales catégories d'acteurs intervenant dans l'information et l'innovation au sein du secteur (Figure 13).

Figure 13: Acteurs du Système d'Innovation et de production



3-3- Traitement des données

Les réponses aux enquêtes ont été catégorisées puis analysées en croisant la perception des effets du CC, le fait d'innover pour s'adapter et les réseaux de conseil envisagés pour s'adapter, avec des variables qui renvoient aux caractéristiques économiques des entreprises, au modèle productif (bio vs conventionnel), à la région de production, à la trajectoire personnelle et aux réseaux existants de l'entrepreneur.

3-4- Opérationnalisation des variables

Variables caractérisant la stratégie d'adaptation.

La perception du CC est décrite par la capacité du viticulteur à identifier les effets du CC sur différents domaines d'activités. Elle est estimée par la variable **PERC**, un score allant de 0 à 8 qui correspond au nombre de domaines d'action concernés, parmi ceux mentionnés plus haut. Cette variable prend la valeur 0 pour les viticulteurs qui ne perçoivent pas d'effets du CC dans leur exploitation.

L'innovation pour le CC est décrite par la variable **INOVCC** qui estime la décision prise par le viticulteur d'innover pour s'adapter au changement climatique. C'est une variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le viticulteur a innové (dans au moins l'un des domaines) et 0 sinon.

Les réseaux de conseils envisagés pour l'adaptation (réseaux égocentrés) sont caractérisés par 6 variables exprimant les demandes de conseil envisagées avec 6 catégories d'acteurs (Figure 13,Tableau 10).

Tableau 10 : Variables qui renvoient aux réseaux d'adaptation

Lien de conseil envisagé pour l'adaptation au CC	Fexp	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le viticulteur envisage de demander conseil pour de nouvelles pratiques ou des innovations aux laboratoires d'œnologie et 0 sinon
	Fca	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le viticulteur envisage de demander conseil à la Chambre d'agriculture pour de nouvelles pratiques ou des innovations et 0 sinon
	ffour	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le viticulteur envisage de demander conseil aux fournisseurs pour de nouvelles pratiques ou des innovations et 0 sinon
	Fcol	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le viticulteur envisage de demander conseil pour de nouvelles pratiques ou des innovations à leurs collègues et 0 sinon
	Fint	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le viticulteur envisage de demander conseil pour de nouvelles pratiques ou des innovations à l'interprofession et 0 sinon
	frec	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le viticulteur envisage de demander conseil aux chercheurs pour de nouvelles pratiques ou des innovations et 0 sinon

Variables explicatives

Les variables explicatives sont listées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 11: Variables explicatives des stratégies d'adaptation

Région de production	REG	Variable catégorielle qui comporte 3 catégories - LR= si l'acteur est localisé en Languedoc-Roussillon ; - Bx= si l'acteur est localisé en Aquitaine; - Ch= si l'acteur est localisé en Champagne.
Modèle de production	BIO	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le viticulteur est en bio ou biodynamie et 0 si il est en raisonné ou conventionnel
Caractéristiques économiques	UTH	Variable quantitative qui mesure le nombre d'unité de travail humain dans l'entreprise
	EVOLCA	Variable d'échelle qui mesure l'évolution du chiffre d'affaires sur les 5 dernières années en dehors de toute opération de fusion ou d'acquisition. Elle prend la valeur 1 si l'entreprise a connu une forte baisse du chiffre d'affaires, 2 pour une simple baisse, 3 si l'activité est stable, 4 pour hausse modéré et 5 pour une forte hausse
Caractéristiques personnelles	ANC	Variable quantitative qui mesure l'expérience du viticulteur = son nombre d'années d'exercice
	SAL	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le viticulteur a l'habitude de participer dans des salons ou manifestations commerciales pour présenter des produits et 0 sinon
	FORM	Le niveau de formation est une variable d'échelle qui prend la valeur 1 si le viticulteur a un niveau inférieur au BTS, 2 s'il détient un diplôme de niveau BTS, 3 une licence, 4 un diplôme d'ingénieur ou de master 2
	SEX	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le viticulteur est un homme et 0 une femme
Lien de conseil mobilisé pour l'innovation en général	PEXP	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le viticulteur a l'habitude de demander conseil pour l'innovation en général à des labos œnologiques et 0 sinon
	PCA	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le viticulteur a l'habitude de demander conseil pour l'innovation en général aux chambres d'agriculture et 0 sinon
	PFOUR	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le viticulteur a l'habitude de demander conseil pour l'innovation en général aux fournisseurs et 0 sinon
	PCOL	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le viticulteur a l'habitude de demander conseil pour l'innovation en général à ses collègues et 0 sinon
	PINT	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le viticulteur a l'habitude de demander conseil pour l'innovation en général à l'interprofession et 0 sinon
	PRECH	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le viticulteur a l'habitude de demander conseil pour l'innovation en général à des chercheurs et 0 sinon
	STAJSUP	Un indicateur complémentaire qui permet de détecter des liens indirects avec les universités ou la recherche. C'est une variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le viticulteur a l'habitude de prendre des stagiaires avec un niveau au moins BTS et 0 sinon

3-5- Modèles économétriques

Deux modèles économétriques ont été construits.

Le premier modèle est une régression multiple qui vise à déterminer les facteurs qui influencent la perception des viticulteurs du CC. Le modèle s'écrit comme suit :

$$\text{PERC}_{ki} = \beta_0 + \beta_1(\text{UTH})_i + \beta_2(\text{FORM})_i + \beta_3(\text{SEXE})_i + \beta_4(\text{ANC})_i + \beta_5(\text{SAL})_i + \beta_6(\text{STAJ SUP})_i + \beta_7(\text{PCA})_i + \varepsilon_i$$

Le deuxième modèle est un modèle logistique qui vise à déterminer les facteurs qui influencent la décision du viticulteur à innover pour s'adapter au CC. Il s'écrit comme suit :

$$\text{Log} \frac{P(\text{INOVCC}=1)}{1 - [P(\text{INOVCC}=1)]} = \beta_0 + \beta_1(\text{UTH})_i + \beta_2(\text{EVOLCA})_i + \beta_3(\text{FORM})_i + \beta_4(\text{SEXE})_i + \beta_5(\text{ANC})_i + \beta_6(\text{STAJ SUP})_i + \beta_6(\text{PCA})_i + \varepsilon_i$$

Avec $P(\text{INOVCC}=1)$: la probabilité que le viticulteur innove pour s'adapter au changement climatique.

4- RESULTATS

4-1- Statistiques descriptives des variables prises en compte

Sur les 87 viticulteurs enquêtés, 66 (76%) déclarent que les conséquences du CC sont déjà visibles au niveau de leur exploitation. Il n'y a pas de différences significatives entre les régions pour ce pourcentage. En moyenne, les viticulteurs sont capables d'identifier les effets sur 3 domaines d'actions (Tableau 12), mais ces domaines sont différents suivant les régions.

59% des viticulteurs déclarent avoir déjà innové pour s'adapter aux effets du CC, 67% dans l'Hérault, 57% en Champagne et 52% dans le bordelais. Ces différences ne sont pas toutefois significatives au plan statistique.

Pour s'adapter aux conséquences futures du CC, les viticulteurs envisagent principalement de mobiliser les réseaux qu'ils entretiennent déjà avec les acteurs du SI, pour d'autres enjeux. Cette correspondance concerne tous les viticulteurs, y compris ceux qui considèrent que les effets du CC ne sont pas encore observables.

Par contre les liens de conseil envisagés pour l'adaptation ne sont pas les mêmes selon les régions (Figure 14). Dans l'Hérault les viticulteurs privilégient les échanges de conseil avec leurs collègues ou avec les Chambres d'agriculture (au contraire de la Champagne). A

Bordeaux, les viticulteurs se distinguent par des demandes de conseil plus nombreuses envers les fournisseurs et les centres de recherche (ISVV). Enfin les viticulteurs de Champagne déclarent vouloir s'adresser principalement à leur interprofession (CIVC), contrairement à ceux des autres régions.

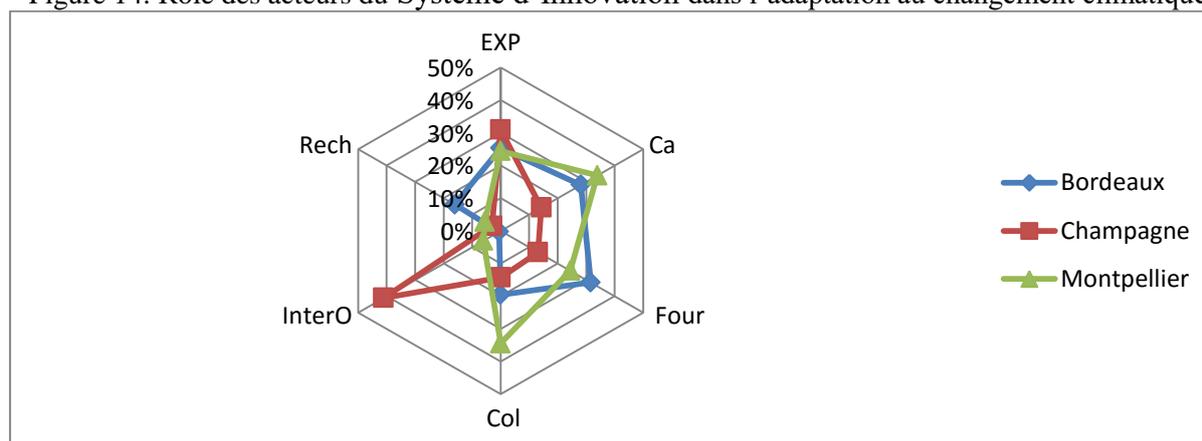
Nous reviendrons sur les variables caractérisant les stratégies d'adaptation plus en détail à travers des modèles économétriques et des radars dans les points suivants.

Tableau 12 : Statistiques descriptives sur les variables PERC et INOVCC

Reg	Nb individus	Perc		INOVCC	
		Effetccoui	Moy	Nb	%
Bordeaux	29	76%	3.068966	15	52%
Champagne	28	79%	2.964286	16	57%
Montpellier	30	73%	2.933333	20	67%
Total/moyenne	87	76%	2.9885	51	59%

Source : enquêtes M. Brucciamachi et J.Boyer 2014-2015

Figure 14: Rôle des acteurs du Système d'Innovation dans l'adaptation au changement climatique



4-2- Variables explicatives de la perception du CC

Les résultats du modèle économétrique (Tableau 13) montrent que ce sont des variables relatives aux réseaux de conseil et aux caractéristiques ou à la trajectoire personnelle de l'entrepreneur qui, statistiquement, influencent la perception du CC par les viticulteurs¹⁹.

- 1- Les viticulteurs qui ont l'habitude de demander conseil aux Chambres d'agriculture, de prendre des stagiaires encadrés par des enseignants-chercheurs, se sentent beaucoup plus concernés par le CC. Ils sont capables de traduire ses effets sur beaucoup plus de domaines d'action que les autres.

¹⁹ Les tableaux issus des analyses statistiques réalisées par le logiciel Stata sont détaillés en annexe I

- 2- Le nombre d'années d'expérience du viticulteur joue positivement sur sa capacité à percevoir les effets du CC. On retrouve ici l'influence possible d'un effet d'apprentissage par la pratique, ou plus précisément de construction de références sur la variabilité et le changement climatiques, nécessaire pour percevoir des tendances ou une occurrence plus élevées d'événements climatiques.
- 3- Les caractéristiques économiques des entreprises n'influencent pas significativement la perception du CC par les viticulteurs.
- 4- Les viticulteurs qui ont l'habitude de participer à des salons professionnels ou à des événements liés aux innovations du secteur perçoivent mieux les effets du CC que ceux qui n'y participent pas. Cet indicateur peut exprimer des caractéristiques individuelles plus difficilement analysables, comme la curiosité, l'ouverture aux nouveautés, ou encore un sens du marketing et de la communication.
- 5- S'il n'y a pas de différence statistique entre les régions par rapport au degré de perception des effets du CC, il existe toutefois des spécificités régionales pour l'objet de ces perceptions. Dans l'Hérault, les viticulteurs se sentent plus concernés par les enjeux de contrainte hydrique, à Bordeaux par les écarts inter-millésimes et la conduite du vignoble et en Champagne par la pression parasitaire (Figure 15).

Tableau 13 : Modèle économétrique sur la variable PERC

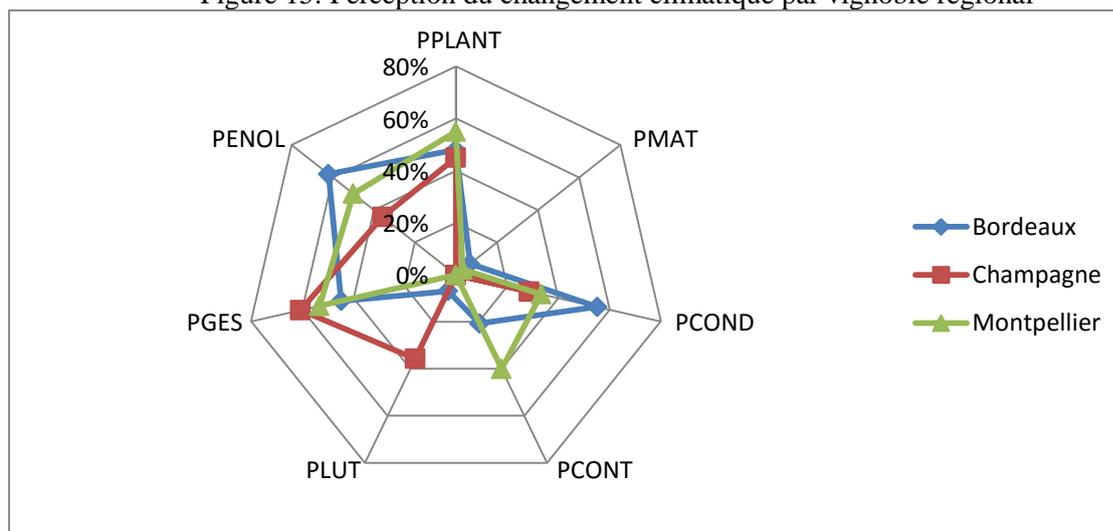
```
. reg perc sal sex form anc UTH pca stajsup
```

Source	SS	df	MS			
Model	170.385103	7	24.3407289	Number of obs =	87	
Residual	182.603403	79	2.31143548	F(7, 79) =	10.53	
Total	352.988506	86	4.10451751	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.4827	
				Adj R-squared =	0.4369	
				Root MSE =	1.5203	

perc	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
sal	1.853435	.3434412	5.40	0.000	1.169832	2.537038
sex	.0274373	.482074	0.06	0.955	-.932107	.9869816
form	.1089559	.1531901	0.71	0.479	-.1959613	.4138732
anc	.0323399	.014835	2.18	0.032	.0028117	.0618682
UTH	-.0058572	.0110779	-0.53	0.598	-.0279072	.0161929
pca	1.437866	.3581861	4.01	0.000	.7249146	2.150818
stajsup	.6709893	.3595861	1.87	0.066	-.0447489	1.386727
_cons	-.2075371	.5647173	-0.37	0.714	-1.331579	.9165046

Source : J.Boyer 2016

Figure 15: Perception du changement climatique par vignoble régional



Source : enquêtes de J.Boyer et M.Bruciamacchi

PENOL : perception sur des effets du CC sur les caractéristiques œnologiques

PPLANT : perception sur des effets du CC sur les conditions de plantations

PMAT : perception sur des effets du CC sur le matériel végétal

PCOND : perception sur des effets du CC sur les conditions de conduite du vignoble

PCONT : perception sur des effets du CC sur les conditions hydriques

PLUT : perception sur des effets du CC sur les nouvelles pressions parasitaires

PGES : perception sur des effets du CC sur les dates de vendanges

4-3- Variables explicatives des innovations pour le CC

Les résultats du modèle logit (Tableau 14) permettent d'identifier les facteurs qui influencent la décision prise par le viticulteur d'innover pour s'adapter.

- 1- Les viticulteurs qui ont l'habitude de demander conseil aux Chambres d'agriculture ou de prendre des stagiaires sont plus enclins à innover pour s'adapter au CC que les autres. Cela pointe le rôle des organisations de R&D (Universités, Centre de recherche, Chambre d'agriculture) dans le renforcement de la capacité des viticulteurs à innover.
- 2- Plus le niveau de formation des viticulteurs est élevé, plus ils sont susceptibles d'innover pour s'adapter au CC, indiquant le rôle que pourrait jouer la capacité à intégrer des connaissances scientifiques pour l'adaptation.
- 3- Plus les viticulteurs ont de l'expérience dans l'activité vitivinicole, plus ils sont susceptibles d'innover pour s'adapter au CC.

- 4- Enfin, la taille et la dynamique économique des domaines viticoles n’influencent pas la décision du viticulteur à innover.

Les résultats sur les régressions logistiques simples (Annexe I) montrent également que les viticulteurs qui sont en bio ou biodynamie sont plus enclins à innover pour s’adapter au CC.

Tableau 14 : Estimation du modèle économétrique logistique

```
. logit inovcc anc form sex stajsup pca UTH evolca
```

```
Iteration 0: log likelihood = -59.004217
Iteration 1: log likelihood = -46.187733
Iteration 2: log likelihood = -45.981839
Iteration 3: log likelihood = -45.981419
Iteration 4: log likelihood = -45.981419
```

```
Logistic regression                Number of obs =      87
                                LR chi2(7)      =     26.05
                                Prob > chi2      =     0.0005
Log likelihood = -45.981419        Pseudo R2      =     0.2207
```

inovcc	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
anc	.0540123	.0255841	2.11	0.035	.0038684 .1041561
form	.7898735	.2785195	2.84	0.005	.2439854 1.335762
sex	-.758496	.7487802	-1.01	0.311	-2.226078 .7090863
stajsup	1.267073	.5666807	2.24	0.025	.1563991 2.377746
pca	1.064256	.5419272	1.96	0.050	.0020979 2.126414
UTH	.0084802	.0169207	0.50	0.616	-.0246838 .0416442
evolca	-.3596205	.2893097	-1.24	0.214	-.926657 .207416
_cons	-1.109016	1.254501	-0.88	0.377	-3.567793 1.349762

Source : J.Boyer 2016

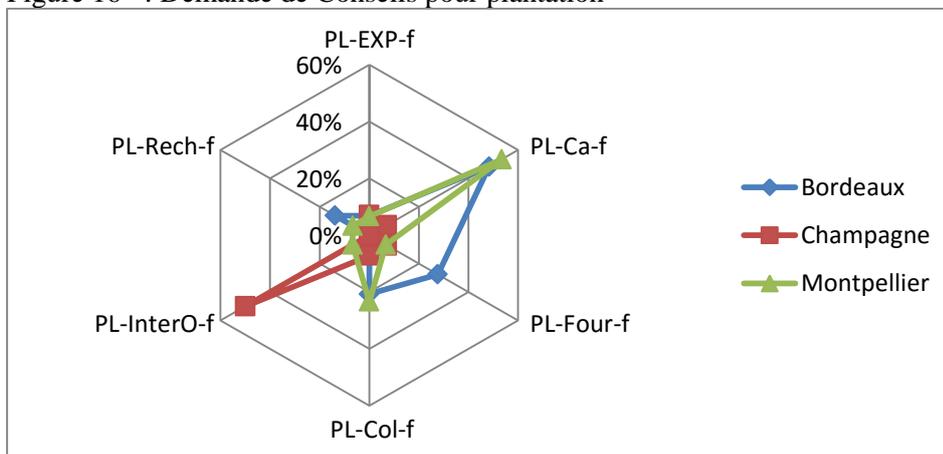
4-4- Variables explicatives des réseaux envisagés pour l’adaptation

Les figures 16 à 21 présentent les types d’acteurs à qui les viticulteurs envisagent de s’adresser pour des conseils pour l’adaptation, selon les domaines d’actions :

- 1- Il existe une forte convergence entre les viticulteurs des trois vignobles régionaux, d’une part pour demander conseil aux laboratoires œnologiques pour corriger les effets du CC sur le vin, d’autre part pour demander conseil aux fournisseurs pour le choix du matériel végétal. On retrouve là une forte spécialisation de ces acteurs pour des conseils techniques très ciblés ;
- 2- En Champagne, les liens avec l’interprofession (CIVC) sont multiples et prédominants. C’est l’acteur vers lequel les viticulteurs veulent se tourner pour s’adapter au CC quelque soit le domaine d’action considéré, sauf pour les pratiques œnologiques.
- 3- Les échanges de conseils entre viticulteurs jouent un rôle plus important dans le vignoble languedocien, surtout dans les domaines de la conduite du vignoble, du matériel végétal et de la gestion des vendanges.

- 4- Peu de viticulteurs envisagent de demander conseil pour adapter leur gestion des vendanges, suggérant qu'il s'agit là d'un domaine d'action moins pertinent ou surtout déjà intégré (et maîtrisé) pour faire face à la variabilité climatique.
- 5- Plus le niveau de formation des viticulteurs est élevé, plus ils envisagent de s'adresser directement aux chercheurs des universités et des centres de recherche. On retrouve ici le fait que les viticulteurs qui ont un niveau élevé de formation (master, ingénieurs, DNO ou plus) et ont fait une partie de leurs études dans des écoles d'ingénieurs restent souvent en contact avec leurs anciens camarades de promotion, professeurs ou chercheurs, qu'ils peuvent facilement identifier via des réseaux sociaux.
- 6- Plus les viticulteurs possèdent des exploitations de grande taille, moins ils envisagent de demander conseil à l'interprofession, suggérant l'existence d'autres voies d'information pour les grandes exploitations, ou de compétence construites en interne avec un « service de R&D ».
- 7- Plus les viticulteurs sont sur une dynamique économique positive plus ils envisagent de s'adresser aux Chambres d'agriculture et aux fournisseurs pour des conseils en vue de s'adapter au CC. On peut voir ici une sollicitation « d'acteurs conventionnels » associés au développement de l'activité économique des exploitations.

Figure 16²⁰ : Demande de Conseils pour plantation



²⁰ Les figures sont constituées par les premières lettres des domaines d'action, du nom des acteurs et f pour future. Exemple : PL-Rech-f signifie le pourcentage de viticulteurs dans un vignoble donné qui envisage de s'adresser aux acteurs de la recherche pour avoir des conseils pour s'adapter au CC dans le domaine de la plantation du vignoble et du choix de terroir.

Figure 17: Demande de conseil pour la conduite vignoble

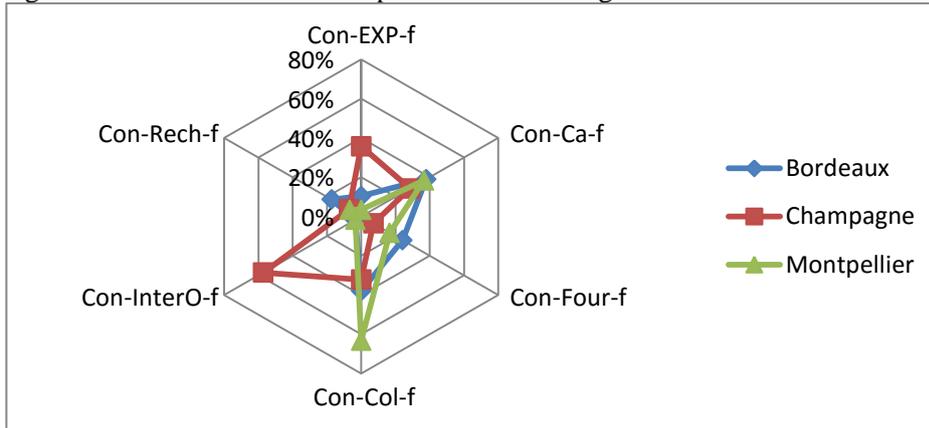


Figure 18: Demande de conseil pour la lutte contre maladies

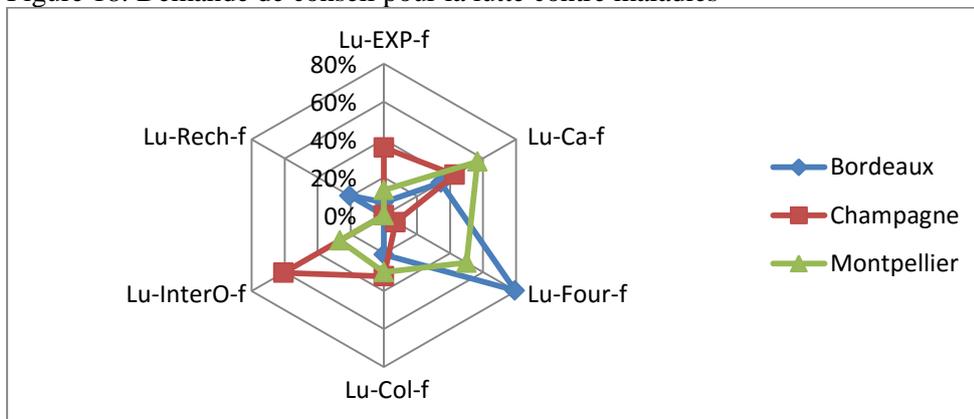


Figure 19: Demande de conseil pour la gestion du Matériel végétal

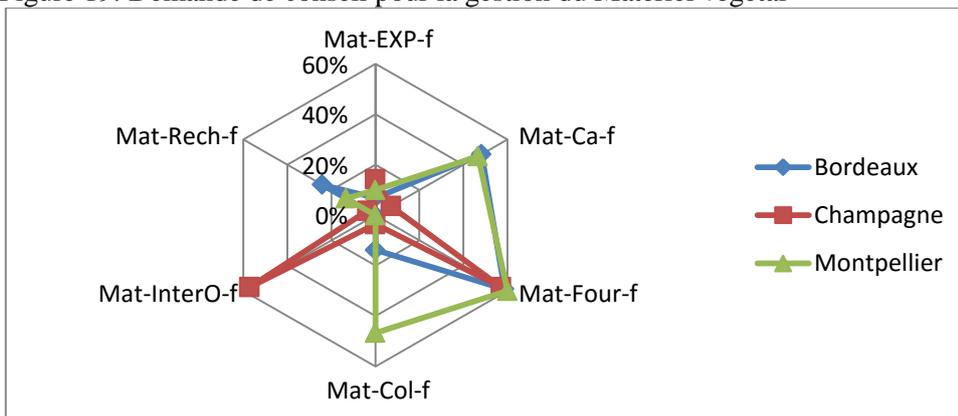


Figure 20 : Demande de conseil pour la gestion de vendanges

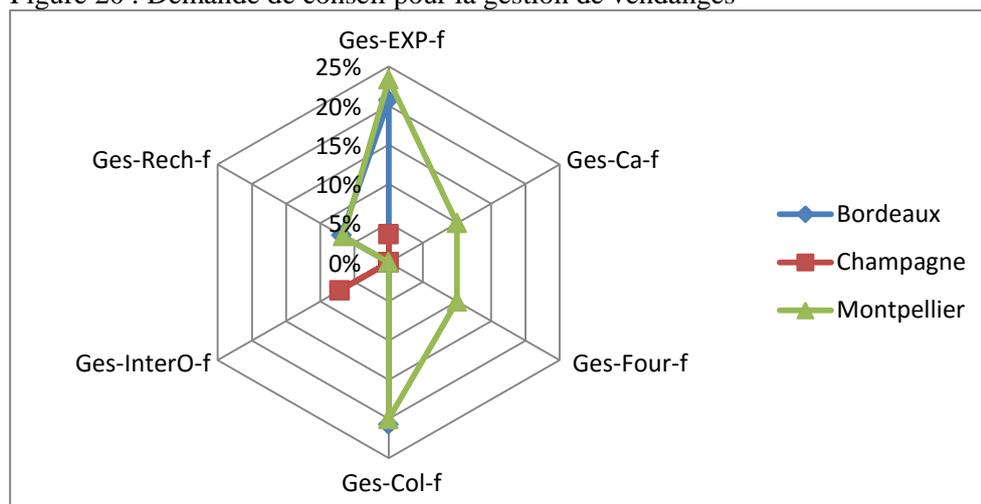
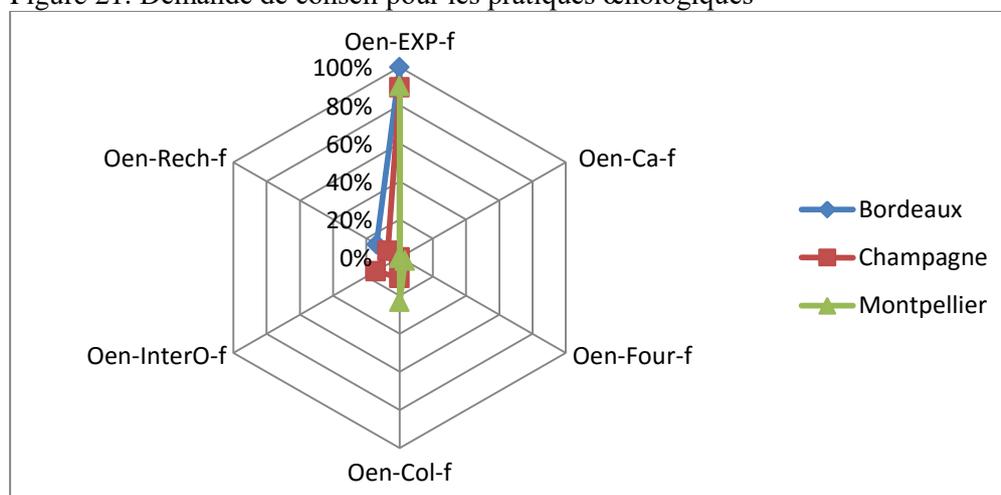


Figure 21: Demande de conseil pour les pratiques œnologiques



5- DISCUSSIONS

Les résultats de cette recherche permettent tout d'abord de soutenir la thèse que, dans le secteur vitivinicole, les stratégies d'adaptation au CC sont situées dans un Système d'Innovation ayant des composantes régionales et sectorielles (Cooke *et al.*, 1997; Malerba, 2004; Rodima-Taylor *et al.*, 2012).

5-1- Une perception du changement climatique régionalisée

Notre étude empirique rejoint d'autres travaux qui montrent que la perception du CC constitue un facteur déterminant dans la décision d'innover pour s'adapter au CC (Ouédraogo *et al.*, 2010; Van Duinen *et al.*, 2015; Yegbemey *et al.*, 2014) Nous avons montré, par contre, que cette perception est régionalisée. S'il n'y a pas de différence significative dans l'intensité de cette perception, la nature de cette perception est différente selon chaque région viticole (Battaglini *et al.*, 2009). Ce résultat vient apparemment contredire des premières observations

qui suggéraient une perception plus forte dans les régions où le CC « pose problème », en particulier en zone méditerranéenne (Ollat and Touzard, 2014a). Il semble en fait que la montée et médiatisation des questions sur le CC ait maintenant conduit à sa généralisation, dans un secteur où ses indices sont nombreux et partout (par ex. avancée des dates de vendange dans toutes les régions). La régionalisation des questionnements (domaines concernés) s'explique par le fait que le CC et ses effets ont intrinsèquement une variabilité spatiale, que les viticulteurs et les acteurs de leur contexte professionnels ont su spécifier.

5-2- Un facteur original pour l'adaptation : les stagiaires

Outre la production de connaissances sur le CC et les pistes d'adaptation possibles, le rôle des organisations de R&D sur l'adaptation peut être analysé à travers les relations que le monde de la recherche entretient avec les entreprises. Les recherches sur les « Liens U-I » ont mis en évidence que les centres de recherche publics et les universités impactent positivement la performance des entreprises à travers des collaborations construites avec elles, des projets publics-privés, des consultations, la formation de cadres qualifiés que vont recruter les entreprises de la région, des échanges d'informations via des réunions et des conférences (Cohen *et al.*, 2002; D'Este and Patel, 2007; Slaughter *et al.*, 2002). Notre étude n'a pu aborder que partiellement ces relations, en se focalisant sur les entreprises et certaines médiations, mais elle montre que les relations directes et les collaborations formelles sont très faibles entre les viticulteurs et les enseignants-chercheurs. Cependant nous avons mis en évidence le rôle clé joué par un type de relation, peu étudiée jusqu'ici : la présence dans les entreprises de *stagiaires de niveau supérieur, encadrés par des enseignants-chercheurs*. Ce facteur est lié à la capacité d'adaptation des viticulteurs, à la fois pour la perception du CC et l'engagement d'actions et d'innovations dans différents domaines. Il est difficile de préciser le sens d'une causalité. Les entreprises déjà engagées dans une réflexion sur l'adaptation au CC sont sans doute plus disposées à prendre des stagiaires et le niveau de formation du viticulteur renforce ce sens de causalité. Mais nous ne pouvons écarter le fait que ces stagiaires apportent aussi des informations stratégiques, des questions, un regard extérieur, des références bibliographiques et soient l'occasion de créer de nouveaux liens avec la recherche ou simplement de susciter la curiosité du viticulteur sur de nouveaux enjeux et solutions pour son entreprise.

5-3- Le rôle des « brokers » dans l'adaptation au changement climatique

En présence de liens (directs) faibles entre entreprises et chercheurs, des intermédiaires jouent un rôle important dans l'émergence de stratégies d'adaptation au CC. Ce point a déjà été largement étudié pour l'agriculture où des « brokers » peuvent être au cœur de son Système d'Innovation (Klerkx *et al.*, 2009).

Dans notre étude, outre les stagiaires, les Chambres d'agriculture jouent ce rôle de brokers dans toutes les régions. Leurs missions sont de faire de l'expérimentation, d'accompagner les agriculteurs, et elles sont très sollicitées pour des conseils relatifs à l'innovation en général (plutôt dans les domaines agronomiques). Les liens avec ces organisations semblent avoir été déterminants pour les viticulteurs sur leur capacité à percevoir les effets du CC et à innover pour s'adapter. Dans toutes les régions, elles se sont clairement positionnées sur la problématique du CC et de l'adaptation en développant de l'expérimentation (Bordeaux, Hérault) ou au moins en diffusant de l'information sur les enjeux du CC en complémentarité des actions d'une interprofession (Champagne).

Mais en étudiant les réseaux envisagés pour l'adaptation au CC, notre travail montre des combinaisons différentes d'intermédiaires possibles, en particulier entre interprofession, chambres d'agriculture et fournisseurs privés (œnologie, matériel végétal). Dans toutes les régions, les viticulteurs déclarent vouloir solliciter les labos d'œnologie et les fournisseurs de matériel végétal (pépiniéristes) pour avoir des conseils dans ces domaines pour l'adaptation au CC. Pour toutes les innovations de l'adaptation (sauf l'œnologie), les viticulteurs de Champagne envisagent de s'adresser à l'interprofession régionale : le CIVC. A Bordeaux, en plus des fournisseurs, la Chambre d'agriculture et l'interprofession (CIVB) sont envisagés, cette dernière ayant un rôle de financement de la recherche avec plusieurs appels d'offre positionnés sur l'adaptation au CC. En Languedoc, la Chambre d'agriculture et le « bouche à oreille » entre viticulteurs sont privilégiés, les interprofessions, éclatées et très peu impliquées jusque-là dans la R&D, ont tout récemment commencé à financer la recherche sur plusieurs problématiques dont l'adaptation au CC.

5-4- Bases de connaissances et adaptation au changement climatique

Notre travail permet aussi de préciser le rôle de certaines formes de connaissances dans l'adaptation au CC. En premier lieu nous avons vu que le niveau de formation (en agronomie et œnologie pour l'essentiel) jouait sur l'engagement de certaines actions pour s'adapter au CC. On retrouve ici un résultat assez général de la littérature en économie ou

sociologie de l'innovation, montrant que le niveau de formation est positivement corrélé à la capacité des entrepreneurs à innover. On peut penser que la compréhension du phénomène complexe du CC et de ses effets, mais aussi l'exploration des différentes solutions technologiques pour y faire face, sont plus faciles en mobilisant des connaissances scientifiques dont les bases sont enseignées dans les formations supérieures en agronomie ou œnologie.

Mais nous avons aussi montré, un effet positif lié à l'ancienneté du viticulteur dans son activité professionnelle et l'accumulation d'expérience. La viticulture a toujours été confrontée à la variabilité climatique (effet millésime par exemple). L'observation historique sur sa production et son terroir, les connaissances pratiques accumulées et l'analyse empirique de cette variabilité climatique (en particulier des événements extrêmes, des années de référence) sont importantes en viticulture (Barbeau *et al.*, 2014). On peut donc penser que cette expérience de gestion de la variabilité climatique est un atout pour innover en vue de s'adapter.

Les formations académiques et les savoirs acquis par l'expérience sur les enjeux climatiques ressortent dans notre analyse comme des facteurs importants qui se combinent avec d'autres types de savoirs pour donner naissance à des « bases de connaissances » qui conditionnent les possibilités d'adaptation au CC, comme c'est le cas pour l'innovation en général (Malerba, 2004). **Nous pouvons donc valider notre hypothèse H1.**

5-5- Un effet du modèle de production

L'un de nos principaux résultats montre que les viticulteurs qui sont en agriculture biologique ou biodynamique sont plus susceptibles d'innover pour s'adapter au CC. On retrouve ici la détermination possible d'une trajectoire technologique (Dosi, 1982) à l'origine d'une « dépendance de sentier ». Les viticulteurs en bio ou biodynamie sont déjà engagés dans une trajectoire qui met en avant des enjeux environnementaux, suppose d'avoir recours à des observations empiriques plus nombreuses sur les parcelles, met en avant des démarches systémiques... Comme le montre Magnan (2009), la trajectoire d'adaptation au CC fait partie d'une trajectoire plus large qui est celle du développement durable. L'enjeu du CC peut être vu comme un enjeu environnemental parmi d'autres, faisant suite par exemple à celui de la réduction de l'usage des intrants chimiques. De ce fait, ces producteurs ont développé des routines et des pratiques environnementales qui leur permettent d'être plus capables de

prendre une trajectoire d'adaptation du CC que ceux qui ne sont pas dans une perspective claire de développement durable. **Notre hypothèse H4 est validée.**

5-6-Peu de liens entre adaptation et caractéristiques économiques de l'entreprise ?

L'adaptation au CC est un nouvel enjeu qui a des implications économiques et devrait être l'objet d'une analyse coûts/bénéfices (Stern, 2008; Drouet, 2009). On pourrait donc penser que les caractéristiques économiques des entreprises sont déterminantes dans les stratégies d'adaptation au CC. Notre étude montre, au contraire, que ni la taille, ni l'évolution économique des entreprises ne jouent sur l'adaptation au CC. Ces résultats rejoignent d'autres analyses dans des contextes agricoles différents, montrant par exemple que les résultats économiques ou le nombre d'actifs agricoles par ménage ne sont pas significativement corrélés avec la décision du producteur de s'adapter au CC (Yegbemey *et al.*, 2014) ou même d'innover (Touzard *et al.*, 2008). Cela suggère que l'adaptation au CC n'est pas encore perçue comme une stratégie économique ou une stratégie de concurrence suffisante pour justifier une discrimination en fonction de la taille et du niveau de compétitivité des entreprises (Galbreath, 2015) ou que les effets du CC n'impactent pas encore suffisamment la survie et la compétitivité des entreprises vitivinicoles. On peut aussi penser que des options d'adaptation (différentes) sont possibles pour toutes les structures économiques ou surtout que les conditions d'émergence de perceptions et d'actions nouvelles pour l'innovation mobilisent d'autres motivations que les aspects économiques (curiosité, prise de risque, engagement pour des valeurs, statut social, imitation...). **Notre hypothèse H2 n'est pas validée.**

5-7- Quelle influence des caractéristiques personnelles de l'entrepreneur ?

Enfin, un certain nombre d'éléments décrivant les caractéristiques et la trajectoire personnelle des viticulteurs sont en jeu dans l'émergence de stratégies d'adaptation au CC. Certes l'âge du viticulteur ou son sexe ne jouent pas, mais son niveau de formation et son ancienneté dans le milieu viticole ont une influence, tout comme les réseaux égocentrés de conseil qu'il a pu constituer au cours des dernières années. En fait les différentes variables retenues peuvent être interprétées à la fois comme des indicateurs du système d'acteurs et d'institutions dans lequel le viticulteur a évolué (cf. plusieurs points précédents), et comme des indicateurs d'une trajectoire construite par un individu, moteur des transformations étudiées. Il est toujours difficile d'isoler les facteurs individuels ou le rôle d'un entrepreneur en tant que tel qui s'est construit, notamment, par ses interactions au sein d'un Système

Sectoriel d'Innovation (Touzard, 2014). Il s'agit en fait d'approches différentes et complémentaires de l'innovation (et de l'adaptation), avancées par Schumpeter, et qui peuvent se confronter dans le cadre de recherches plus larges, incluant notamment des sociologues. **Notre hypothèse H3 peut être validée, mais doit être spécifiée et discutée au regard de son indépendance vis-à-vis de déterminations plus structurelles...**

6- CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Dans cet article nous avons analysé les conditions d'émergence de stratégies d'adaptation au CC à partir d'une enquête auprès de viticulteurs de trois vignobles français. Nous avons caractérisé la stratégie d'adaptation au CC en tenant compte i) de la perception des effets du CC, ii) des actions engagées pour s'adapter et iii) des réseaux envisagés pour s'adapter dans le futur. Nous avons ensuite cherché à expliquer ces trois dimensions de l'adaptation par des variables exprimant différentes caractéristiques économiques, relationnelles ou cognitives de l'entreprise ou de son dirigeant. Cet article met l'innovation au cœur de ces stratégies. Nous montrons que les stratégies d'adaptation ne sont pas influencées par les caractéristiques économiques des entreprises mais dépendent d'un Système d'Innovation ayant des composantes régionales et sectorielles, des trajectoires technologiques des entreprises et de caractéristiques personnelles des viticulteurs.

Notre travail montre en effet que les stratégies d'adaptations sont situées par rapport à des spécificités régionales qui influencent la nature de la perception du CC et les ressources relationnelles pour l'adaptation. Nous avons mis en évidence le rôle d'intermédiaires et d'organisations de R&D, composantes d'un même système sectoriel d'innovation, mais dont l'agencement peut être différent d'une région à l'autre. En effet, au-delà de la production de connaissance sur le CC, les universités et les centres de recherche participent à l'adaptation des viticulteurs au CC, en particulier par le biais des stagiaires, encadrés par des enseignants-chercheurs et hébergés dans des entreprises viticoles. Ces derniers peuvent être présentés comme des relais pour transférer des connaissances sur le CC et inciter les viticulteurs à innover pour s'adapter. Les liens directs avec les agents des Chambres d'agriculture sont également déterminants, alors que d'autres acteurs jouent des rôles plus spécifiques selon un domaine très précis de compétence (laboratoires d'œnologie, pépiniéristes) ou selon les régions (interprofession). Les stratégies d'adaptation sont aussi influencées par la trajectoire technologique de l'entreprise au sein du secteur, en particulier dans le cas viticole, de son engagement dans l'agriculture biologique. Enfin, les connaissances issues de l'expérience des

viticulteurs (Learning by doing), de leur niveau de formation et de leurs réseaux de conseil jouent un rôle clé, suggérant que leurs trajectoires personnelles au sein d'un Système d'Innovation sont bien au cœur de l'émergence de stratégies d'adaptation au CC.

CHAPITRE 4

ANALYSE DE LA PROPENSION DES ACTEURS DE LA RECHERCHE A JOUER UN
ROLE DANS L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : L'EXEMPLE DES
REGIONS VITICOLES FRANÇAISE

ANALYSE DE LA PROPENSION DES ACTEURS DE LA RECHERCHE A JOUER UN ROLE DANS L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : L'EXEMPLE DES REGIONS VITICOLES FRANÇAISE²¹

Résumé

Cet article analyse la propension des acteurs de la recherche à améliorer la capacité des agents économiques à s'adapter au changement climatique (CC). Le concept de propension prend en compte l'implication des chercheurs dans la production de connaissances sur le CC et dans la construction de réseaux les reliant aux entreprises. Des enquêtes ont été réalisées auprès de 94 chercheurs et expérimentateurs dans trois régions viticoles (Languedoc-Roussillon, Aquitaine et Champagne). Les résultats montrent que la région, le domaine de recherche et l'organisme de rattachement jouent sur la propension du chercheur à contribuer à l'adaptation au CC. En revanche, les caractéristiques personnelles n'influencent pas cette propension. Les analyses statistiques suggèrent une dualité entre l'implication des chercheurs et leur capacité à tisser des liens avec les entreprises. L'article renforce l'intérêt du cadre d'analyse des Systèmes d'Innovation pour étudier l'adaptation au CC.

Mots clés : Changement Climatique, Adaptation, Systèmes d'Innovation, Viticulture, Capacité

Abstract

This article analyzes the propensity of researchers to improve the wine producer's capacity to adapt to Climate Change (CC). The notion of propensity is related to the researcher's involvement in both the knowledge production on CC and the social networks which are connecting them to wine producers. A survey was conducted among 94 researchers and engineers in three wine regions (Languedoc, Aquitaine and Champagne). The researcher's propensity to contribute to CC adaptation is influenced by their research field, their regional location and their organizational affiliation. However, personal characteristics do not influence this propensity. Statistical analysis suggests a duality between the involvement of R&D actors in the production of knowledge on climate change and its ability to build relationships with business leaders. Finally, we discuss these results by referring to Innovation Systems perspective. Both regional and relational dimensions of innovation systems emerge as a relevant lever for climate change adaptation studies.

Key Words: Climate Change, Adaptation, Innovation Systems, research, Wine Industry, capacity

²¹ James Boyer-Article en revision, soumis à la revue JIE&M

1- INTRODUCTION

Le réchauffement climatique est aujourd'hui un défi majeur pour l'environnement et les activités économiques, interrogeant la capacité des scientifiques à produire de nouvelles connaissances pour faire face à ses conséquences. Ce besoin de connaissances scientifiques se justifie par la recherche d'une meilleure compréhension et anticipation du phénomène, alors que les perceptions individuelles des effets du changement climatique (CC) sont limitées dans le temps et dans l'espace. Il se justifie également pour le traitement de l'incertitude, au cœur de l'enjeu du CC (Hallegatte and Lecocq, 2010; IPCC, 2014). Ces incertitudes sont de divers ordres : incertitudes sur les scénarios globaux d'évolution du climat (Le Treut, 2003; Meehl *et al.*, 2007) ; incertitudes liées aux réactions ou à la capacité du système biophysique à répondre à l'évolution climatique (Cramer *et al.*, 2001) ; incertitudes enfin sur la façon dont les scénarios globaux se traduisent à des échelles spatiale, temporelle et sectorielle, et sur les pistes d'adaptation possibles (Füssel, 2007; Smit and Wandel, 2006; Stern and Treasury, 2006). Ce besoin de nouvelles connaissances pousse à l'élaboration de politiques de recherche et d'innovation pour favoriser les « capacités d'adaptation » dans les secteurs d'activités économiques sensibles au CC.

Le secteur viticole, précisément, est fortement marqué par le CC (Hannah *et al.*, 2013) et son adaptation à l'évolution climatique constitue un enjeu majeur au niveau mondial et en France (Ollat and Touzard, 2014a). Les impacts du réchauffement climatique sont en effet déjà visibles dans les vignobles français. Citons, entre autres, l'avancée des dates de vendanges, des stress hydriques plus prononcés pour la vigne, l'augmentation du taux d'alcool et la diminution de l'acidité du vin (Schultz, 2000; Jones, 2007; Duchêne *et al.*, 2010). Les acteurs de la recherche et de l'innovation sont sollicités pour traiter une large gamme de questions depuis le matériel génétique disponible ou la connaissance des zones de production plus favorables, jusqu'aux innovations agronomiques et œnologiques pour s'adapter au CC. Ces recherches visent aussi à renforcer la mise au point, avec les acteurs, d'itinéraires techniques adéquats aux nouvelles conditions climatiques, souvent spécifiques à chaque région viticole. Se pose alors la question de l'implication des chercheurs dans l'adaptation au CC et de leur capacité à transmettre ces connaissances aux acteurs économiques et politiques. En d'autres termes, quels sont les facteurs qui influencent cette implication et la capacité de ces chercheurs à diffuser/partager ces connaissances avec les entreprises et acteurs institutionnels ?

L'objectif de cet article est d'analyser la propension des chercheurs à jouer un rôle dans l'adaptation de la viticulture au CC, et d'identifier les facteurs qui peuvent influencer cette propension. Dans le cadre d'une approche en terme de « capacité d'adaptation », nous voulons tester l'idée que cette propension dépend de l'implication actuelle des chercheurs dans la construction de connaissances autour du CC, mais aussi de la nature des liens qu'ils construisent avec les acteurs des entreprises. Nous chercherons à expliquer cette propension en analysant les facteurs qui renvoient à la trajectoire et aux caractéristiques personnelles du chercheur, à son excellence académique, à son domaine de recherche, à sa région d'exercice et au type d'organisme auquel il est rattaché.

Nous expliciterons en premier lieu le cadre théorique des approches en termes de « capacité d'adaptation » pour étudier le rôle des connaissances dans l'adaptation au CC, puis nous présenterons notre méthodologie d'enquête et d'analyse. Nous décrirons alors nos principaux résultats, que nous discuterons au regard de travaux récents sur le rôle de la recherche dans la sphère économique et sur les Systèmes d'Innovation « qui visent à analyser les relations entre les acteurs, institutions, organisations et réseaux impliqués dans le processus d'innovation » (Edquist, 1997; Freeman, 1989; Lundvall, 2010; Nelson, 1993).

2- CAPACITES D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'hypothèse générale de notre travail est que plus les acteurs économiques disposent de ressources cognitives sur l'évolution climatique et ses impacts (connaissances disponibles, accessibilité à l'information), plus ils sont capables de s'adapter au CC. Les incertitudes qui entourent ces phénomènes, nous amènent alors à mobiliser les travaux qui conçoivent l'adaptation sous l'angle des « capacités », en se focalisant sur la construction d'une base de connaissances et de réseaux interpersonnels entre scientifiques et acteurs techniques et économiques d'un secteur.

2-1- Adaptation au changement climatique : approche par les capacités

L'approche de « l'adaptation capacity » en rapport avec le CC a été développée récemment pour prendre en compte la manière dont les agents économiques peuvent mieux gérer les incertitudes liées à l'évolution climatique et leur vulnérabilité face à ce phénomène (Smith and Pilifosova, 2003; Smit and Wandel, 2006). En effet, il ne suffit pas de mettre en place des stratégies vues comme optimales à un moment donné pour répondre aux effets « attendus » du CC. L'adaptation suppose d'être capable d'accompagner l'incertitude quitte à

changer de stratégies et de trajectoire si nécessaire, en fonction de l'évolution des connaissances. Il s'agit d'être capable de se frayer un chemin dans l'incertain. La capacité d'adaptation est définie selon le GIEC comme « la capacité d'un système à s'adapter aux CC (y compris la variabilité climatique et les extrêmes), à atténuer ses dommages potentiels, à tirer parti de ses possibilités, ou à faire face à ses conséquences » (IPCC, 2001a). Cette capacité peut être appliquée aux entreprises, à un secteur d'activité ou à une région de production.

La capacité d'adaptation au CC dépend d'un ensemble de facteurs tels que les ressources cognitives, économiques et technologiques, la capacité de gestion, la qualité des infrastructures, le capital institutionnel et le capital relationnel (Rodrigo, 2015; Smit and Pilifosova, 2003; Smit and Wandel, 2006). Les connaissances et le capital humain sont donc des facteurs primordiaux dans la capacité d'adaptation. La prise en compte de la dimension spatiale du CC constitue aussi un paramètre important pour mettre en cohérence la production de connaissances avec les enjeux locaux. En effet, la capacité adaptative permet aux entreprises ou aux agents économiques d'être réactifs par rapport à la dynamique climatique et à sa complexité. Elle les rend aptes à explorer une pluralité de voies et d'innovations possibles et de choisir des actions optimales pour répondre aux conséquences du CC à court, à moyen ou à long terme.

2-2- Bases de connaissances et capacité d'adaptation

Les connaissances jouent en effet un rôle clé dans l'adaptation au CC. Shipper et Burton (2009) ont montré que l'insuffisance de « bases de connaissances de l'adaptation » constitue un goulot d'étranglement qui limite les réponses à l'évolution climatique (Schipper and Burton, 2009). Les agents économiques sont souvent incertains ou sceptiques sur les effets du CC, les causes qui y contribuent, la probabilité d'occurrence de ces événements et leurs conséquences pour le développement économique (Leary *et al.*, 2007).

Les acteurs de la recherche et de l'expérimentation sont aussi interpellés par le CC. Cet enjeu bouleverse les connaissances actuelles et suscite de nouveaux problèmes qui appellent à élargir les champs de connaissances, à produire de nouvelles formes de connaissances en reliant des domaines scientifiques qui étaient éloignés les uns des autres (économie-climatologie, politique-climatologie, etc.), et à renforcer le lien entre les dimensions globales et locales des problèmes. Cet enjeu appelle aussi les chercheurs à reconsidérer leur rôle dans le système économique, qui au-delà de la production de connaissances, interroge leur capacité à s'engager dans la diffusion de connaissances de base

susceptibles de renforcer la capacité des agents économiques et politiques à identifier, développer et mettre en œuvre des réponses efficaces, notamment sur la base d'analyses coûts/bénéfices (Ghini *et al.*, 2012; Rosenzweig and Wilbanks, 2010).

D'autres travaux plaident pour une articulation efficiente des connaissances scientifiques avec des connaissances traditionnelles, écologiques et locales (Boyer *et al.*, 2014; Santha *et al.*, 2010; Vescovi *et al.*, 2009). Il a été démontré empiriquement que ce dernier type de connaissances influence les perceptions des communautés sur le CC et les réponses aux changements environnementaux (Nyong *et al.*, 2007; Reedy *et al.*, 2014). La notion de « Societal Knowledge Management System » (SKM) renvoie à l'idée que la capacité d'adaptation peut être améliorée en intégrant les connaissances locales et scientifiques et en rendant les informations accessibles par la création de groupes consultatifs sur l'impact des aléas climatiques et sur des pistes d'adaptation (Pennesi *et al.*, 2012). Il faut alors questionner d'un côté l'accessibilité des entreprises aux connaissances scientifiques et, de l'autre côté, le processus de partage d'expériences et des pratiques avec les acteurs de la recherche.

2-3- Réseaux d'adaptation et capacité d'adaptation

Le capital relationnel constitue un levier pour l'adaptation au CC. La production de connaissances scientifiques sur le CC peut être intégrée de différentes manières par les entreprises, depuis une co-construction dans l'action ou le face-à-face, jusqu'à des processus intermédiés ou reposant sur des supports de type presse, site internet... Dans tous les cas, à l'exception peut-être de formes extrêmes (recherche fondamentale), des relations interpersonnelles sont en jeu, au moins à minima. Une « faible importance » des réseaux interpersonnels semble nuire à l'accessibilité des connaissances et au partage d'expériences sur l'adaptation, empêchant les acteurs d'obtenir les informations nécessaires pour prendre des décisions (Vescovi *et al.*, 2009). Le renforcement de la capacité des acteurs à identifier, à documenter et à diffuser les meilleures pratiques, et à apprendre des expériences émergentes, constitue un véritable défi pour les programmes de recherche et de développement. Des travaux scientifiques suggèrent de construire des réseaux et des partenariats à long terme entre les universitaires, les praticiens et d'autres intervenants des communautés, pour générer, communiquer et appliquer les connaissances en vue de prendre de bonnes décisions et de gérer efficacement les risques (Grin, 2010; Leary *et al.*, 2006).

2-4- Réseaux, connaissances et capacité d'adaptation dans l'industrie du vin

Plusieurs facteurs d'ordre technique, économique, social et institutionnel sont susceptibles d'influencer la capacité d'adaptation de l'industrie de la vigne et du vin. Suivant la région viticole, ces facteurs sont de nature et d'importance variables (Hinnewinkel, 2007; Holland and Smit, 2010). Les ressources cognitives sont repérées comme déterminantes dans la réponse à la problématique climatique (Ollat and Touzard, 2014a). La densité et surtout la structure des « réseaux professionnels » est également une composante constitutive de clusters favorisant l'innovation dans la viticulture (Giuliani and Arza, 2009; Giuliani and Bell, 2005). Ces connaissances et réseaux doivent aussi se raisonner en fonction du domaine ou de l'objet sur lequel porte l'innovation ou la recherche (Chiffolleau and Touzard, 2014). Au moins cinq domaines de recherche sont ainsi concernés par la question climatique :

1. Le **matériel végétal**, c'est à-dire les potentialités des variétés de vigne cultivées (les cépages disponibles) ou créées (hybrides notamment) pour faire face aux conséquences du CC (Van Leeuwen *et al.*, 2013) ;
2. Les **modes de conduite du vignoble** (architecture des vignes, itinéraires techniques, gestion de la contrainte hydrique ...) adaptés au CC, par exemple pour favoriser la fraîcheur au niveau des raisins, limiter l'évapotranspiration ou faire face au déficit hydrique (Carbonneau and Ojeda, 2012; Goutouly, 2009) ;
3. La **lutte contre la pression parasitaire**, provoquée notamment par les nouvelles conditions climatiques, à travers la veille et des nouvelles méthodes de traitement ou de contrôle des parasites (Quénol, 2014);
4. Les **pratiques œnologiques** qui peuvent corriger les effets du CC sur la qualité du vin (équilibre du profil aromatique, degré alcoolique et acidité) (Kontoudakis *et al.*, 2011) ;
5. Les **stratégies spatiales et économiques**, interrogeant les décisions des producteurs à s'installer dans une zone de production par rapport aux scénarios localisés du CC (potentialités biophysiques et hydrographiques des zones de production) (Schultz and Stoll, 2010), mais aussi les coûts et les bénéfices des stratégies d'adaptation à différentes échelles.

3- METHODOLOGIE

Notre méthodologie se base sur une enquête auprès d'acteurs de la recherche et de l'innovation localisés dans différents vignobles. Nous caractérisons la « propension » de ces

acteurs à s'adapter au CC à partir de deux composantes : leur implication dans la production de connaissances pour l'adaptation et leur proximité avec les acteurs économiques du secteur. Nous mettons en relation des indicateurs de ces deux composantes avec des variables qui peuvent les « expliquer » et renvoient à la trajectoire personnelle du chercheur, à son excellence académique, à son domaine de recherche, à son organisation de rattachement et à sa région d'exercice.

3-1- Choix des régions viticoles

Trois vignobles régionaux ont été retenus: Champagne, Languedoc-Roussillon et Aquitaine (Bordeaux). Ces vignobles diffèrent au regard de leurs caractéristiques structurelles, économiques mais aussi de l'agencement de leur Système Régional d'Innovation. Ils représentent également trois aires climatiques distinctes.

Le Languedoc-Roussillon, en zone méditerranéenne, est caractérisé par un climat doux tout au long de l'année, une pluviométrie relativement faible, des étés chauds, des hivers secs avec des vents qui apportent souvent de l'air froid. L'Aquitaine, sous influence océanique, a une pluviométrie un peu plus abondante, mais surtout bien répartie toute l'année, des hivers doux, des étés secs et frais. La Champagne, en zone plus continentale et septentrionale, est marquée par une amplitude thermique plus importante avec des étés très chauds, des hivers rudes, une pluviométrie assez importante en été avec des pluies orageuses et, en hiver, des précipitations sous forme de neige.

3-2- Choix des organisations et acteurs enquêtés

Une première série d'entretiens exploratoires et la consultation de documents institutionnels ont permis de préciser les organismes, unités de recherche ou services impliqués dans la production et la diffusion de connaissances scientifiques et techniques sur la vigne et le vin : centres de recherche (INRA, CNRS, IRSTEA), universités des 3 régions, écoles d'ingénieurs (Montpellier SupAgro, Bordeaux Sciences Agro, Université de Reims) et principaux organismes de R&D associés (IFV²², services viticoles des Chambres d'agriculture²³, interprofessions²⁴). Une liste des chercheurs, enseignants-chercheurs, ingénieurs et techniciens a été établie pour l'ensemble des unités et services de ces organismes.

²² L'IFV est un institut technique avec des pôles présents dans les différentes régions viticoles.

²³ Les Chambres d'agriculture sont des organisations de conseil, d'expérimentation et de développement agricole organisées au niveau régional et départemental.

²⁴ Les interprofessions vitivinicoles sont des organisations qui regroupent les producteurs et le négoce. Elles ont parfois un service technique qui fait de l'expérimentation.

Les enquêtes ont été réalisées auprès d'un échantillon raisonné de ces acteurs, par tirage aléatoire par région et par organisme (Tableau 15). Les 94 enquêtes ont été effectuées en face-à-face de mai à novembre 2014.

Les acteurs enquêtés ont été catégorisés en deux groupes selon leur activité et leur appartenance institutionnelle. Le groupe 1 concerne les chercheurs et enseignants-chercheurs, principaux producteurs de connaissances scientifiques et évalués selon leurs publications ; le groupe 2 rassemble les acteurs d'organismes techniques, évalués au regard de leurs missions d'expérimentation ou de développement. Nous qualifierons le premier groupe de « chercheurs » et le second d'« expérimentateurs ». Les acteurs de ces deux groupes seront appelés « *acteurs de la R&D* ».

Tableau 15: Répartition des personnes enquêtées dans les organismes

REGION	Organisme	Echantillon	Estimation de la population travaillant sur la vigne et le vin
Aquitaine-Bordeaux		Chambre d'agriculture	50
		IFV	15
		CIVB	5
	Experim	-	
	Chercheurs	25	200
Total Bordeaux		34	270
Champagne	Experim	Chambre d'agriculture	7
		IFV	4
		CIVC	43
	Chercheurs	7	70
Total Champagne		19	124
Languedoc-Roussillon		Chambre d'agriculture	50
		IFV	15
		CIVR/CIVL	5
	Experim	-	
	Chercheurs	30	220
Total Languedoc-Roussillon		41	290
Total général		94	684

Source : J. Boyer 2015

3-4- Analyse des données

Pour déterminer la propension des acteurs de la R&D à contribuer à l'adaptation de la filière vitivinicole nous avons analysé :

1. L'implication des acteurs de la R&D dans l'adaptation au CC en leur demandant de situer la place de la thématique CC dans leurs activités, selon une échelle de 1-5 (1 si

l'acteur ne travaille pas sur le CC, à 5 si le CC est son axe de recherche principal) (Tableau 16) ;

2. La proximité des acteurs de R&D avec les viticulteurs, les responsables de domaines ou de caves coopératives a été évaluée à partir des relations directes et de conseil. Les liens de conseil renvoient à des échanges répétés, des discussions, des informations données avec une certaine confiance. Nous avons utilisé comme proxy le nombre de chefs d'entreprises vitivinicoles cités par les acteurs de la R&D, appelé « nombre de contacts » (Tableau 16).

Nous avons croisé ces variables avec des facteurs susceptibles de les expliquer, issus également des enquêtes (Tableau 17) :

1. Les caractéristiques et la trajectoire personnelles décrites par le sexe, l'âge, l'expérience à l'étranger et la participation à des projets de recherche ou d'expérimentation sur le CC ;
2. L'excellence académique composée par le niveau d'étude et le nombre de publications scientifiques du chercheur ;
3. Cinq domaines de recherche ou d'action, cités plus haut, constituant des leviers d'adaptation au CC ;
4. La Région : Aquitaine-Bordeaux, Languedoc-Roussillon ou Champagne ;
5. L'organisme de rattachement qui peut être un centre de recherche ou une université/école d'ingénieur, l'IFV, une Chambre d'agriculture ou une interprofession.

Tableau 16: Variables caractérisant la propension des acteurs de la R&D à contribuer à l'adaptation

Implication au CC	ICC (ICCREC : chercheurs ICC : acteurs de la R&D)	Variable d'échelle qui mesure l'implication de l'acteur de la recherche au CC. Elle prend la valeur 1 s'il ne travaille pas du tout sur le CC, 2 s'il y travaille indirectement, 3 si cet enjeu est présent dans ses recherches, 4 si c'est l'un des principaux axes de recherche, 5 si c'est le principal axe de recherche
Proximité	CAVIREC : Chercheurs CAVIX : acteurs de la recherche	Variable numérique qui mesure le nombre d'entreprises viticoles (coopérative, domaine) avec lesquelles l'acteur de la recherche échange régulièrement

Tableau 17: Variables explicatives de la propension des acteurs de la R&D à contribuer à l'adaptation

Excellence académique	NAR	Variable quantitative qui mesure le nombre de publications de l'acteur dans des revues scientifiques
	FORM	Variable d'échelle qui exprime le niveau d'étude de l'acteur. Elle prend la valeur 1 s'il est au niveau BAC+5 ou moins, 2 si doctorat et 3 si HDR
Caractéristiques et trajectoire personnelles	INTER	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si l'acteur a eu une expérience internationale et 0 sinon
	ANC	Variable quantitative qui mesure l'expérience de l'acteur, à savoir le nombre d'années depuis qu'il travaille dans le secteur vitivinicole
	AGE	Variable quantitative qui estime l'âge de l'acteur
	SEXE	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si c'est un homme et 0 si c'est une femme
	PRO	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si l'acteur a participé à un projet de recherche sur le CC et 0 sinon
	RESO	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si l'acteur a au moins un réseau formel et 0 sinon
Domaine de recherche	DREC	Variable catégorielle qui comporte 5 catégories <ul style="list-style-type: none"> - Eno= si l'acteur travaille dans le domaine de l'œnologie ; - Stratloc= si l'acteur travaille dans le domaine des stratégies spatiales et économiques ; - Condt = si l'acteur travaille dans le domaine de la conduite du vignoble ; - Lut= si l'acteur travaille dans le domaine de luttés contre les maladies ; - mat = si l'acteur travaille dans le domaine du matériel végétal.
Structure de rattachement	STRUC	Variable catégorielle qui comporte 4 catégories <ul style="list-style-type: none"> - Strucf= si l'acteur est attaché à des centres de recherches ou des universités ; - IFV = si l'acteur est attaché à IFV ; - Chambre d'agriculture= si l'acteur est attaché à une Chambre d'agriculture ; - INTERP= si l'acteur est attaché à l'interprofession.
Région	REG	Variable catégorielle qui comporte 3 catégories <ul style="list-style-type: none"> - LR= si l'acteur est localisé au niveau du Languedoc Roussillon ; - Bx= si l'acteur est localisé au niveau de Bordeaux ; - Ch= si l'acteur est localisé au niveau de Champagne.

Source : J. Boyer 2015

3-5- Modèles économétriques²⁵

L'implication de l'acteur de R&D dans la production de connaissances sur le CC peut s'écrire sur la forme du modèle économétrique suivant :

$$(1) ICC_{ki} = \beta_0 + \beta_1(DREC)_i + \beta_2(STRUC)_i + \beta_3(SEXE)_i + \beta_4(AGE)_i + \beta_5(INTERN)_i + \beta_6(PRO)_i + \epsilon_i$$

²⁵ Ces modèles économétriques ont été ajoutés après la soumission de l'article

Pour comprendre la différence entre les « chercheurs » et les « expérimentateurs », ce modèle peut s'écrire :

$$(2) ICC_{ki} = \beta_0 + \beta_1(DREC)_i + \beta_2(Strucf)_i + \beta_3 (SEXE)_i + \beta_4(AGE)_i + \beta_5(INTERN)_i + \beta_6 (PRO)_i + \varepsilon_i$$

Pour isoler les « chercheurs » ce modèle s'écrit alors :

$$(3) ICC_{rec_{ki}} = \beta_0 + \beta_1(DREC)_i + \beta_2(NAR)_i + \beta_3 (SEXE)_i + \beta_4(AGE)_i + \beta_5(INTERN)_i + \beta_6 (PRO)_i + \varepsilon_i$$

La proximité des acteurs de R&D avec les viticulteurs et les responsables de domaines ou de caves coopératives peut s'écrire sur la forme du modèle économétrique suivant :

$$(4) CAVIX_{ki} = \beta_0 + \beta_1(DREC)_i + \beta_2(STRUC)_i + \beta_3 (SEXE)_i + \beta_4(AGE)_i + \beta_5(INTERN)_i + \beta_6 (RESO)_i + \varepsilon_i$$

Pour comprendre la différence entre les « chercheurs » et les « expérimentateurs », ce modèle peut s'écrire :

$$(5) CAVIX_{ki} = \beta_0 + \beta_1(DREC)_i + \beta_2(Strucf)_i + \beta_3 (SEXE)_i + \beta_4(AGE)_i + \beta_5(INTERN)_i + \beta_6 (RESO)_i + \varepsilon_i$$

Pour isoler les « chercheurs » ce modèle s'écrit alors :

$$(6) CAVIX_{ki} = \beta_0 + \beta_1(DREC)_i + \beta_2(NAR)_i + \beta_3 (SEXE)_i + \beta_4(AGE)_i + \beta_5(INTERN)_i + \beta_6 (RESO)_i + \varepsilon_i$$

Cependant pour tester l'effet de la région sur l'implication des acteurs de la R&D dans la production de connaissances sur le CC et la proximité avec des acteurs économiques nous avons tout simplement fait des régressions simples sur la variable Région, notée REG.

3-6- Justification des variables

Dans la littérature scientifique, de nombreux travaux abordent l'implication des chercheurs dans la sphère économique à partir des réseaux, des collaborations et des relations informelles entretenues avec des entreprises. Ces études mettent en évidence les caractéristiques des chercheurs qui ont des liens avec les agents économiques (Giuliani *et al.*, 2010). Certains travaux mettent l'accent sur le niveau d'éducation (Klofsten and Jones-Evans, 2000), le nombre de publications (Blumenthal *et al.*, 1996; Landry *et al.*, 2007), ou l'expérience à l'étranger. D'autres mettent en relief l'ancienneté, l'âge (D'Este and Patel, 2007; Boardman and Ponomariov, 2009) et le sexe (Gulbrandsen and Smeby, 2005; Van Rijnsoever *et al.*, 2008). Une troisième catégorie de recherche met l'accent sur l'effet de la région (Etzkowitz and Leydesdorff, 2000; Cooke *et al.*, 1997) et la structure de rattachement du chercheur (Boardman, 2009; Mazzoleni and Nelson, 2007). Enfin, nous suggérons que le

domaine de recherche peut aussi influencer les relations entre chercheurs et entreprises. Nous supposons par exemple qu'un chercheur qui travaille sur des modèles mathématiques a une plus faible probabilité d'avoir des liens avec des entreprises viticoles que celui qui travaille sur la gestion du vignoble.

4- RESULTATS

Les principaux résultats de nos modèles économétriques et les régressions sur la variable région caractérisent la propension des acteurs de la R&D à contribuer à l'adaptation au CC et examinent les facteurs qui influencent cette propension (Tableau 18, Tableau 19, Tableau 20, Tableau 21).

4-1- Chercheurs et expérimentateurs

En premier lieu, les chercheurs intègrent en moyenne plus l'enjeu CC dans leurs travaux que les expérimentateurs. En revanche ces derniers ont plus de relations avec les chefs d'entreprises vitivinicoles. Parmi les chercheurs, il n'y a pas de différence significative entre chercheurs « purs » et enseignants-chercheurs. Par contre au sein des expérimentateurs, une distinction doit être faite entre d'une part les Ingénieurs de l'IFV dont le niveau d'implication dans le CC est équivalent à celui des chercheurs et, d'autre part, les agents des Chambres d'agriculture et des interprofessions très proches avec les responsables d'entreprises viticoles. Il y a donc un effet lié à la position/fonction dans le Système d'Innovation, l'IFV apparaissant de ce point de vue plus proche de la recherche que du développement.

4-2- Région d'exercice

L'effet de la région joue de manière différente sur l'implication des acteurs de R&D dans l'adaptation au CC et sur leurs relations avec les entrepreneurs vitivinicoles.

- Globalement, les acteurs de la R&D du Languedoc-Roussillon et de Bordeaux s'impliquent davantage dans la thématique du CC que ceux de Champagne ;
- Dans les trois régions, il n'y a pas de différence significative dans le niveau d'implication des seuls chercheurs dans les travaux sur le CC. Il y a toutefois plus de chercheurs (en proportion) en Languedoc-Roussillon et à Bordeaux, par rapport à la Champagne, qui font du CC l'un de leurs principaux axes de recherche.

En revanche en termes de proximité la tendance est différente :

- Il n'y a aucune différence significative entre les seuls chercheurs des régions étudiées au sujet de leur proximité avec les viticulteurs ;
- Par contre, les acteurs de la R&D sont globalement plus proches des entreprises en Champagne qu'en Languedoc-Roussillon ou à Bordeaux.

4-3- Domaine de recherche

Le domaine de recherche influence de manière différente le niveau d'implication des acteurs de la R&D dans l'adaptation et leur proximité avec les chefs d'entreprises vitivinicoles :

- Les chercheurs qui travaillent dans les domaines du matériel végétal et de la conduite du vignoble sont plus engagés dans la recherche sur le CC que les autres ;
- Les acteurs de la R&D qui travaillent sur le matériel végétal déclarent être plus impliqués dans la production de connaissances sur le CC que ceux qui travaillent sur la lutte contre les maladies, l'œnologie ou les stratégies spatiales et économiques. Ceux qui travaillent sur la conduite du vignoble suivent cette même tendance.

On observe ici aussi une situation différente pour les résultats sur la proximité :

- Les chercheurs qui travaillent sur les stratégies spatiales et économiques sont plus proches des entrepreneurs vitivinicoles que ceux qui travaillent sur la conduite du vignoble, la lutte contre les maladies ou le matériel végétal ;
- Plus globalement, les acteurs de la R&D qui ont comme domaine de recherche les stratégies spatiales et économiques se démarquent par leur proximité avec les chefs d'entreprises vitivinicoles.

4-4- Trajectoire et caractéristiques personnelles

La trajectoire, les caractéristiques personnelles et l'excellence académique expliquent très peu la propension du chercheur à contribuer à l'adaptation au CC. Toutefois, le fait d'avoir participé à un projet de recherche sur le CC influence positivement le niveau d'implication des acteurs de la R&D. Le fait, aussi, d'être associé à un réseau d'acteurs professionnels formel influence positivement la proximité de l'acteur de R&D ou du chercheur avec les chefs d'entreprises vitivinicoles.

Tableau 18: Statistiques descriptives pour les acteurs de la R&D

		Répartition	Variables dépendantes	
Variables indépendantes		Nombre d'individus	Implication CC	Moyenne contacts professionnels
Acteurs R&D	Chercheurs	62	3,35**	15
	Expérimentateurs	32	2,78	47**
Organisme	Chambre d'agriculture	13	2,38	49***
	Interpro R&D	8	2,63	77 ***
	IFV	11	3,36**	23
	Recherche/université	62	3,35**	15
Région	Bordeaux	34	3,15*	19
	Champagne	19	2,53	48***
	Languedoc-Roussillon	41	3,46**	22
Domaine de recherche	Conduite Vignoble	23	3,52**	28
	Luttés maladies	26	2,65	25
	Matériel végétal	12	4***	14
	Œnologie	19	3	23
	Stratégies spatiales économiques	14	3	39**
Participation Projet CC	Non	52	2,56	26
	Oui	42	3,90***	27
Responsabilité	Oui	47	3,21	23
	Non	47	3,11	30
Séjour à l'international	Non	57	3,04	30*
	Oui	37	3,35	19
Sexe	F	31	2,81	18
	M	63	3,33*	30
Moyenne âge		46		
Moyenne de publication		24		***_
Total général		94	3,16	26

Tableau 19: Statistiques descriptives pour les chercheurs

Variables indépendantes		Répartition	Variables dépendantes	
		Nombre d'individus	Moyenne Implication CC	Moyenne Contact viti
Région	Bordeaux	25	3,40	17
	Champagne	7	2,71	10
	Languedoc-Roussillon	30	3,47	15
Domaine de recherche	Conduite Vignoble	14	3,79**	8
	Lutttes maladies	15	2,80	11
	Matériel végétal	8	4,38***	9
	Œnologie	16	2,81	20
	Stratégies spatiales institutionnelles	9	3,67*	32**
Participation Projet CC	Non	31	2,45	13
	Oui	31	4,26***	17
Sexe	F	22	2,95	9
	M	40	3,58	19
Responsabilité	Non	24	3,50	21
	Oui	38	3,26	12
Séjour à l'international	Oui	31	3,45	14
	Non	31	3,26	16
Niveau de formation	Bac +5 et moins	9	3,33	25
	Doctorat	28	3,46	13
	HDR	25	3,24	14
Nombre moyen de publication		34		
Ancienneté dans la filière		20		
Moyenne d'âge		48		
Total		62	3,35	15

Source : J. Boyer 2015

Significativité 10% *, Significativité 5% **, Significativité 1% ***

Tableau 20 : Résultats des modèles économétriques sur l'implication à l'adaptation

	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3	
strucf/Chercheur	1.392718***	1.392718***	0.4803001**	0.4803001**		
ifv	1.413594***	1.413594***				
ca	0.9428703*	0.9428703*				
interpro						
mat		0.4299683		0.5687403		0.4874622
eno	-1.057846***	-0.6278774**	-1.170378***	-0.6016379*	-1.24059***	-0.7531278**
lut	-0.9281136***	-0.4981453*	-1.133834***	-0.5650938**	-1.170604***	-0.6831413*
condt	-0.4299683		-0.5687403		-0.4874622	
stratloc	-1.155668***	-0.7256993**	-1.272333***	-0.7035923 **	-1.199063**	-0.7116007 *
pro	1.503295****	1.503295****	1.273572****	1.273572****	1.67504****	1.67504****
INTERN	-0.2550503	-0.2550503	-0.1670666	-0.1670666	-0.2752133	-0.2752133
age	0.0117592	0.0117592	0.0121727	0.0121727	0.0192406	0.0192406
sexe	0.0954171	0.0954171	0.2603259	0.2603259	0.0277201	0.0277201
NAR					-0.005673	-0.005673
_cons	1.475265**	1.475265**	2.451608	2.451608	2.804179	2.804179
Number of obs	94		94		62	
R-squared	0.4957		0.4452		0.5659	
Adj R-squared	0.4281		0.3857		0.4907	
Prob > F	0.0000		0.0000		0.0000	

Source : J. Boyer 2015.

Significativité 10% *, Significativité 5% **, Significativité 1% ***, Significativité 0,1% ****

Tableau 21: Résultats des modèles économétriques sur la proximité avec les entreprises

	Modèle 4			Modèle 5	Modèle 6
strucf/Chercheur	-1.519774****	-1.075505 ****	-0.654582**	-0.9914114****	
Ifv	-0.8651925**	-0.4209226			
Ca	-0.4442699		0.4209226		
Interpro		0.4442699	0.8651925**		
Mat	-0.63932*	-0.63932*	-0.63932*	-0.7590557**	-1.127109**
Eno	-0.2518803	-0.2518803	-0.2518803	-0.2997036	-0.4971168
Lut	-0.6454936**	-0.6454936**	-0.6454936**	-0.6595986**	-0.9859459**
Condt	-0.5169038*	-0.5169038*	-0.5169038*	-0.5454673*	-1.091813***
Stratloc					
RESO	1.169108****	1.169108****	1.169108****	1.239553****	1.332798****
INTERN	0.1250857	0.1250857	0.1250857	0.0935561	0.2165806
Age	0.0130563	0.0130563	0.0130563	0.0123312	0.0194012
Sexe	0.1751584	0.1751584	0.1751584	0.092382	0.0261301
NAR					-0.0040867
_cons	2.885183****			2.49189****	1.576942*
Number of obs	94			94	62
R-squared	0.5150			0.4905	0.4155
Adj R-squared	0.4499			0.4359	0.3143
Prob > F	0.0000			0.0000	0.0000

Source : J. Boyer 2015.

Significativité 10% *, Significativité 5% **, Significativité 1% ***, Significativité 0,1% ****

5- DISCUSSION

5-1- Une dualité entre implication et proximité

Les résultats révèlent une diversité de profils d'acteurs de la R&D au regard d'une part de leur implication dans la production de connaissances sur le CC et, d'autre part, de leurs liens avec les viticulteurs. Certains sont à l'écart de ces deux enjeux ; d'autres intègrent fortement le CC dans leurs travaux mais ont peu de liens avec les viticulteurs ou vice et versa. Pour l'ensemble des acteurs étudiés, ces deux composantes de la capacité d'adaptation apparaissent de fait indépendantes, mais traduisent une certaine dualité. Par contre plusieurs facteurs influencent cette dualité.

Une déclinaison différente selon les vignobles régionaux

Tout d'abord, la localisation régionale des acteurs de la R&D joue sur leur implication et leurs liens, avec une distinction entre d'un côté la Champagne (moins concernée par le CC, mais présentant plus de liens) et de l'autre côté le Languedoc et Bordeaux. Cette dualité peut être expliquée, d'une part, par le fait que les conséquences du CC diffèrent selon les régions en nature, en intensité et en fréquence (IPCC, 2014). La région Champagne bénéficie jusqu'à présent d'effets positifs du CC, avec une diminution de coûts œnologiques, une amélioration des rendements et une fréquence accrue de bons millésimes (Quénol, 2014). A l'inverse, à Bordeaux comme en Languedoc-Roussillon, les acteurs voient davantage le CC comme une « menace » en particulier sur les qualités du vin. Le débat sur le CC y est de ce fait davantage présent, de nombreux chercheurs s'étant impliqués dans le projet LACCAVE²⁶ de l'Inra et contribuent à révéler l'impact du CC. D'autre part, de son côté, le vignoble de Champagne bénéficie d'un comité interprofessionnel (CIVC) qui, non seulement s'implique directement dans la R&D, mais joue aussi un rôle d'intermédiaire, de médiation entre la recherche et les viticulteurs pour d'autres thèmes que le CC (Boyer, 2015; Panigai *et al.*, 2014). L'effet régional exprime donc des différences d'exposition au CC et d'organisation héritées de la R&D pour le vin.

L'effet des domaines de recherche

Les acteurs de la R&D qui travaillent sur le matériel végétal et ceux qui travaillent sur les stratégies spatiales et économiques illustrent aussi la dualité d'influence des domaines de

²⁶ Le projet LACCAVE (Long term Adaptation to Climate ChAnge in Viticulture and Enology) est un projet de recherche qui mobilise une centaine de chercheurs. Il est issu du méta-programme ACCAF (Adaptation to Climate Change for Agrosystems and Forests) de l'INRA.

recherche. Les premiers se distinguent par une forte implication dans la recherche sur le CC mais ont peu de liens avec les viticulteurs, alors que les autres ont à l'inverse une plus faible implication et beaucoup de liens. Les domaines de recherche ont de fait des rapports différents vis-à-vis de la question du CC. La recherche sur le matériel végétal s'organise autour de la génétique, une science fondamentale. Elle est vue comme un levier important de l'adaptation à long-terme (Ollat, Touzard, 2014), en sélectionnant des cépages résistants à la sécheresse, plus tardifs ou produisant moins de sucre. Les chercheurs doivent alors intégrer des « critères de sélection » qui prennent en compte les conditions de production à l'horizon d'une cinquantaine d'années, du fait de la durée du processus de sélection (une quinzaine d'années) et de la durée de vie d'une plantation (une quarantaine d'années). Il s'agit de l'horizon des scénarios du CC. En revanche, les acteurs de la R&D qui travaillent sur les stratégies économiques et spatiales sont interpellés par les préoccupations à court-terme des viticulteurs, sur les revenus, les pratiques, les marchés, l'exportation des vins, l'enjeu climatique étant souvent secondaire par rapport à celui de l'adaptation à la demande. De plus, ils côtoient des responsables d'entreprises pour la réalisation d'enquêtes ou d'entretiens, une de leurs méthodes de recherche (Denzin and Lincoln, 2009; Neuman, 2005). Chaque domaine de recherche est donc concerné par des méthodes, des pertinences et des horizons différents vis-à-vis du CC, ce qui est d'ailleurs un argument justifiant la place de l'interdisciplinarité dans les programmes de recherche sur le CC (Morin, 1994).

Construction scientifique ou pratique de l'enjeu climatique

Nos résultats renvoient aussi au fait que le CC est un enjeu principalement construit par la recherche, à partir d'observations scientifiques au niveau mondial, animé par le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). Les innovations qui en découlent suivent, à un certain niveau, un modèle d'innovation de type *top-down* (Cronin, 2014), très présent dans la notion de *Climate Smart Agriculture* (FAO, 2010). L'origine scientifique de la construction de l'enjeu du CC peut expliquer pourquoi les « chercheurs » intègrent beaucoup plus cet enjeu dans leurs travaux que les « expérimentateurs ». Ce résultat est aussi en accord avec le rapport temporel entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée ou le développement des produits innovants. Le « nouvel enjeu » du CC est donc approprié d'abord par la recherche fondamentale, qui fournit des résultats pour des acteurs et organismes chargés d'expérimentation et de développement. A l'inverse, ces derniers (en particulier les Chambres d'agriculture et interprofessions) sont davantage en contact avec les entreprises, impliqués dans une construction pratique et locale de l'enjeu climatique, souvent

jugé très relatif par rapport à d'autres préoccupations notamment économiques (Bostrom *et al.*, 1994; Dollfus, 2001; Lorius, 2003). Cette dualité peut aussi expliquer pourquoi les acteurs de la R&D sont plus engagés dans la recherche sur le CC en Languedoc-Roussillon et à Bordeaux, deux régions qui concentrent l'essentiel de la recherche publique sur la vigne et le vin en France, qu'en Champagne.

5-2- Systèmes d'Innovation et capacité d'adaptation

L'analyse des facteurs qui jouent sur la contribution des acteurs de la R&D à l'adaptation renforce l'intérêt des approches en termes de Système d'Innovation dans leur composante régionale, leur agencement et leur dimension relationnelle. L'innovation étant centrale dans l'adaptation, il est important de se demander en quoi ce cadre d'analyse éclaire l'adaptation-capacité.

Système sectoriel et régional d'Innovation

Nous avons montré que la variable régionale joue sur la propension du chercheur à contribuer à l'adaptation au CC. Elle influence le niveau d'implication et les liens des acteurs de la R&D ainsi que l'orientation des travaux de recherche concernant l'adaptation au CC. Ces acteurs sont plus impliqués dans la production de connaissances sur le CC en Languedoc Roussillon et à Bordeaux qu'en Champagne où les liens sont plus forts mais tournés vers d'autres enjeux. La dimension régionale joue sur le processus de transfert/construction des connaissances et sur l'accessibilité des entreprises aux informations scientifiques et techniques, laquelle est dépendante d'institutions et réseaux existants ou historiquement construits entre acteurs de la R&D et entreprises. Nos résultats appellent donc à élargir le cadre d'analyse à ces dimensions institutionnelles, cognitives et relationnelles que cherchent à saisir les travaux en termes de cluster ou de Système Régional d'Innovation (Cooke *et al.*, 1997; Porter, 1998), mais en considérant les acteurs et les relations étudiés « à l'intersection » d'un Système Sectoriel d'Innovation (Malerba, 2004) (viticole) et de plusieurs Systèmes Régionaux d'Innovation.

L'agencement du Système d'Innovation

Nos résultats mettent en lumière une dualité de l'ensemble des acteurs de la R&D par rapport à leur implication dans la production de connaissances sur le CC et leur capacité à tisser des liens avec les viticulteurs, en particulier en fonction de leur région d'exercice. Cette différence n'est plus significative dès lors que l'on isole le groupe des seuls « chercheurs », qui ont en moyenne des profils proches dans les trois régions. Tout se joue donc selon

l'agencement du Système d'Innovation vitivinicole au niveau régional. Les organismes comme les centres de recherche publique et les universités sont plus impliqués dans les travaux sur le CC mais sont moins proches des viticulteurs que les Chambres d'agriculture et les interprofessions, ce qui est cohérent avec les « missions » attribuées à chaque type d'organisme. C'est bien la manière dont elles vont se combiner, se compléter dans chaque Système Régional d'Innovation, qui compte et peut jouer sur l'innovation dans les vignobles. Dans cet agencement nos travaux indiquent la place centrale que peut jouer une interprofession (exemple de la Champagne) capable de structurer une demande à destination des acteurs de la R&D en région et hors région (Touzard, 2011). L'enjeu est de concilier les deux principales fonctions des Systèmes d'Innovation : la disponibilité des connaissances en rapport avec le CC et leur accessibilité (Jacobsson and Johnson, 2000).

La dimension relationnelle des Systèmes d'Innovation

Le concept de réseaux occupe une place centrale dans les approches en termes de Système d'innovation (Edquist, 1997). Si dans les vignobles régionaux du Languedoc-Roussillon et de Bordeaux, les acteurs de la R&D s'impliquent plus dans l'adaptation au CC, des travaux empiriques ont pourtant montré que les viticulteurs de Champagne se sentent aussi concernés par l'enjeu CC, et sont autant capables de traduire ses conséquences sur différents domaines d'action, que ceux du Languedoc-Roussillon ou de Bordeaux (Boyer *et al.*, 2015). Le vignoble champenois jouit d'un capital relationnel important. Pas moins de 7 réseaux formels, qui traitent des enjeux vitivinicoles différents, coordonnés par le CIVC ont par exemple été répertoriés (Panigai *et al.*, 2014). Ceux-ci sont déterminants pour la capacité d'adaptation des viticulteurs et maisons de Champagne, pour des enjeux qui certes ne mettent pas (encore) en avant le CC, mais pourraient rapidement le faire. L'existence de réseaux formels et informels est bien au cœur d'un Système d'Innovation (Touzard, 2011), permettant coopération, innovation et réactivité dans une région viticole donnée, et les caractéristiques de ces réseaux (leur structure en particulier) peuvent apparaître au final plus importantes que le « concernement » (*awareness*) sur un enjeu particulier, évolutif (Chiffolleau and Touzard, 2014). L'analyse des réseaux de partenariats entre chercheurs et entreprises au sein d'un Système d'Innovation, à partir des liens de conseil ou autres, est donc une voie importante pour mieux comprendre et appuyer le processus d'adaptation au CC.

5-3- Caractéristiques personnelles et excellence académique

Contrairement à d'autres travaux (Boardman, 2009; Boardman and Ponomariov, 2009; D'Este and Patel, 2007; Giuliani and Arza, 2009), nos résultats empiriques ne permettent pas

de confirmer le rôle des caractéristiques personnelles et de l'excellence académique des acteurs de la R&D sur leur proximité avec les entreprises, et encore moins sur leur implication dans la production de connaissances sur le CC. Trois raisons peuvent expliquer cette opposition apparente entre nos résultats et ceux de la littérature. Tout d'abord les entreprises étudiées sont des TPE et PME, sans service de R&D, qui s'impliquent peu dans des projets de recherche et d'expérimentation avec des chercheurs et n'ont pas forcément accès aux publications scientifiques. Ces caractéristiques sont une justification à l'existence de « brokers » et d'organisations intermédiaires de R&D (Chambres d'agriculture, Interprofessions...) qui atténueraient en quelque sorte l'importance de caractéristiques personnelles des chercheurs pour l'adaptation. En second lieu, les chercheurs sont évalués sur des publications scientifiques sans prendre en compte leurs impacts sur les entreprises, et encore moins celles de leur région, ce qui ne crée pas d'incitation à développer l'excellence académique ou d'autres caractéristiques personnelles dans l'engagement local pour l'adaptation au CC. Giuliani (2010) avait d'ailleurs noté une corrélation négative entre l'excellence académique d'un universitaire et ses contributions directes à l'innovation dans le vignoble de Western Cape (Giuliani *et al.*, 2010). Enfin, l'enjeu du CC est encore récent et n'est sans doute pas encore un domaine de recherche suffisamment constitué pour différencier les chercheurs par rapport à leurs caractéristiques personnelles.

6- CONCLUSIONS

Cette étude analyse la propension des acteurs de la R&D à contribuer à l'adaptation des entreprises vitivinicoles (domaines, caves coopératives) au CC et sous quelles conditions. Nous avons développé le concept de propension à partir d'une analyse de l'implication du chercheur dans la production de connaissances sur le CC, et de ses relations avec les entreprises. En partant d'enquêtes dans 3 vignobles, ces deux dimensions de l'adaptation ont été approchées par deux variables synthétiques, puis analysées par rapport à des facteurs qui renvoient aux caractéristiques personnelles du chercheur, à son excellence académique, à son domaine de recherche, à son organisme de rattachement et à sa région d'exercice.

Cette recherche met en évidence une dualité. En effet, la région d'exercice, le domaine de recherche et l'organisation de rattachement influencent de manière différente l'implication des acteurs de la R&D dans la production de connaissances sur le CC et leur proximité avec les acteurs économiques. En revanche, l'excellence académique et les caractéristiques personnelles ne jouent pas sur cette propension. Il ressort que l'implication du chercheur dans la production de connaissances autour du CC n'est donc pas suffisante pour aider les entreprises à s'adapter au CC. Son engagement dans le processus de transfert, sa proximité avec les entreprises et les réseaux mobilisables jouent un rôle clé pour améliorer la capacité des entreprises à faire face au CC. Ces résultats renforcent l'importance des projets de recherche interdisciplinaire sur l'adaptation au CC et d'une réflexion stratégique sur l'agencement des Systèmes d'Innovation.

Le cadre d'analyse des Systèmes d'Innovation apparaît alors pertinent pour étudier les conditions institutionnelles, cognitives et relationnelles de l'adaptation au CC. Il met l'emphase sur la composante régionale en montrant comment le type de recherche sur l'adaptation au CC diffère d'une région à l'autre, selon l'histoire des institutions de R&D dans chaque région, mais aussi en prenant en compte les différences d'impact du CC à l'échelle régionale et locale. L'enjeu scientifique est alors d'étudier de manière plus approfondie les relations entre agencement des institutions de R&D, la production de connaissances pour l'adaptation et la dimension relationnelle des Systèmes d'Innovation. Celle-ci peut être d'une grande utilité pour fournir un éclairage théorique et empirique sur le rôle de la recherche dans l'adaptation au CC. Elle peut aussi aider les responsables politiques et professionnels dans l'élaboration des politiques de recherche et d'innovation et la mobilisation des leviers d'adaptation possibles, en particulier pour les vignobles régionaux. L'importance des incertitudes liées au CC amène à raisonner de plus en plus en termes de « capacité

d'adaptation » et il apparaît que, pour cela, la coordination régionale de réseaux de coopération entre acteurs de la R&D et entreprises soit plus importante que l'état de « concernement » des enjeux eux-mêmes entre des acteurs au sein d'une même région.

CONCLUSIONS DE LA DEUXIEME PARTIE

Dans cette partie, nous avons croisé une méthodologie top-down et bottom-up pour appréhender la dimension relationnelle des Systèmes d'Innovation vitivinicoles de trois régions françaises. Nous avons pris en premier lieu les viticulteurs comme unité d'analyse et, en second lieu, les chercheurs comme objet d'étude pour caractériser les types et la nature des relations qu'ils entretiennent par rapport à la question de l'adaptation au CC.

A partir de ces deux études empiriques, nous démontrons que l'adaptation au CC et le rôle de la recherche s'inscrivent principalement dans un Système d'Innovation ayant des composantes régionales et sectorielles.

Dans la première partie nous avons décrit la composante sectorielle de ce système d'innovation en caractérisant les principaux éléments qui en font partie (les institutions, les organisations, les entreprises... qui s'impliquent dans le processus d'innovation dédié à la filière vitivinicole). Dans cette seconde partie nous avons montré que les principaux acteurs de ces SI, viticulteurs, chercheurs, « développeurs » ont une perception croissante du CC et commencent déjà à agir en conséquence.

Mais nous avons aussi montré que la variable régionale influence la perception du CC des viticulteurs, le degré d'implication des chercheurs dans la production de connaissances autour du CC et les réseaux mobilisables par ces deux types d'acteurs dans le processus de diffusion des innovations et de partage des connaissances. Le rôle des acteurs du Système d'Innovation dans le processus d'innovation diffère aussi selon la région.

Nous avons mis en évidence également l'importance du capital relationnel dans le processus d'adaptation au CC. Du côté des entreprises viticoles, les liens avec les Chambres d'agriculture et les liens avec la recherche via des stagiaires sont déterminants, influencent la capacité des entrepreneurs à percevoir et à comprendre les effets du CC sur leurs activités productives, et la décision d'innover pour s'adapter au CC. Du côté des chercheurs, pour contribuer à l'adaptation, leur capacité à tisser des liens avec les acteurs économiques est aussi primordiale que leur degré d'implication dans la production de connaissances autour du CC. Le rôle des Chambres d'agriculture illustre bien cette thèse. Si ces dernières ne sont pas aussi impliquées dans des travaux scientifiques ou d'expérimentation sur le CC que les UMRs et l'IFV, les relations qu'elles entretiennent avec les viticulteurs sont pour autant beaucoup plus déterminantes dans le développement des stratégies d'adaptation que celles entretenues par les unités de recherche et l'IFV. Il convient de noter une certaine convergence entre la

perception des viticulteurs du CC dans les trois vignobles et les thématiques de recherche traitées dans les publications régionales en lien avec le CC. Comme l'analyse bibliométrique le montre (Annexe E), en Languedoc-Roussillon la thématique de l'irrigation et du stress hydrique occupe une place importante dans les publications régionales, à Bordeaux c'est plutôt la thématique de l'œnologie et en Champagne les maladies de la vigne.

Au-delà des SI, des facteurs personnels rentrent en ligne de compte. Du côté des chercheurs, leur domaine de recherche et leur structure de rattachement, du côté des entrepreneurs, leur ancienneté et leur niveau de formation. Au-delà des résultats empiriques cette partie souligne l'importance de la dimension relationnelle des Système d'Innovation. Nous renforçons l'idée selon laquelle les Systèmes d'Innovation sont un ensemble d'acteurs, d'institutions et d'organisations *en interaction* dans un processus d'innovation.

Enfin nous situons cette lecture relationnelle dans une démarche complémentaire à une lecture structurelle et institutionnelle (chapitre 2 de la thèse) pour étudier ou pour analyser les Systèmes d'Innovation.

CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES

Dans ce travail de recherche nous avons étudié le rôle de la recherche et de l'innovation dans l'adaptation au CC des vignobles français et des entreprises vitivinicoles. Nous avons montré qu'au-delà des motivations, ressources et trajectoires personnelles des acteurs, l'adaptation au CC est située dans un Système d'Innovation, ayant des dimensions régionales et sectorielles. L'adaptation dépend notamment de la nature des relations entre acteurs de la recherche et des entreprises.

L'innovation est en effet au cœur de l'adaptation au CC. Une approche en termes de Système d'Innovation permet d'analyser et de révéler les conditions institutionnelles, cognitives et relationnelles, sectorielles et territoriales de l'innovation, et donc aussi de l'adaptation. En étudiant de manière progressive et avec des entrées différentes (institutions et régions, chercheurs puis entreprises) les conditions de l'innovation pour l'adaptation, nous avons montré comment la recherche pouvait contribuer à la constitution d'un capital cognitif et institutionnel qui, à travers des collaborations, de la médiation et des politiques, peut renforcer la capacité adaptative des acteurs économiques. Ces contributions de la recherche sont variables selon les secteurs et les régions. Nous les avons analysées à l'échelle des vignobles régionaux qui croisent ces deux dimensions, dans un secteur à la fois très organisé (y compris pour la recherche et l'innovation) et très sensible au CC (secteur modèle pour cet enjeu). Cette thèse apporte des contributions scientifiques au niveau théorique, empirique et méthodologique.

1- CONTRIBUTIONS THEORIQUES

Nos contributions théoriques se réfèrent principalement au fait d'inscrire l'adaptation dans un Système d'Innovation, en précisant les formes et processus d'adaptation qui l'animent, en étudiant la complémentarité des approches structurelles, institutionnelles et relationnelles des Systèmes d'Innovation, et en approfondissant les liens Université-Industries.

1-1- Les dimensions de l'adaptation : composantes d'un même processus

Notre thèse met en avant le concept d'adaptation comme un processus dans lequel s'imbriquent et s'articulent plusieurs dimensions. Nous situons l'adaptation réactive et l'adaptation anticipative, couramment avancées dans la littérature, dans une approche stratégique. Cette approche stratégique peut être issue soit des initiatives politiques au niveau méso ou macro (*adaptation-policy*), découlant principalement des engagements pris par les Etats lors des négociations internationales sur le climat, soit des initiatives individuelles et

collectives constituées à l'échelle d'organisations économiques, principalement à l'échelle des entreprises (*adaptation-stratégie* proprement dite). Ces deux formes intentionnelles de l'adaptation coexistent et interagissent entre elles au niveau d'un secteur ou d'un territoire, avec une perspective (souhaitable) d'ajustement et d'amélioration progressive. Ces stratégies (proprement dites) dépendent de la *capacité d'adaptation* des entreprises, qui elle-même est fonction des formes de capital des entreprises (capital cognitif, relationnel, économique et financier) et de leur environnement institutionnel. Au niveau sectoriel cette capacité dépend de la nature des produits et des trajectoires techniques ou technologiques du secteur. Au niveau territorial, elle est fonction du patrimoine socio-économique et institutionnel, et des ressources économiques et financières. Ces stratégies et ces politiques ont pour objectif d'atteindre un état d'adaptation à un moment donné (*adaptation-Etat*) et de se renforcer, de s'améliorer ou de se renouveler, avec le temps, pour suivre la dynamique climatique (*adaptation-trajectoire*). En résumé, les différentes dimensions de l'adaptation ne s'opposent pas mais s'imbriquent dans un même processus : *l'adaptation-processus*.

1-2- L'adaptation au changement climatique : un regard avec l'approche des Systèmes d'Innovation

Les Systèmes d'Innovation se réfèrent principalement à l'ensemble des institutions, des acteurs, des réseaux, des mécanismes d'apprentissage impliqués dans des processus d'innovation (Lundvall, 2010; Evan and Freeman, 1988; Nelson, 1993). L'adaptation au CC constitue un processus plus large qui se nourrit principalement de l'innovation du fait de ses propriétés dynamiques et changeantes. La pertinence du cadre d'analyse des Systèmes d'Innovation pour appréhender la question de l'adaptation au CC réside dans sa conception systémique du processus d'innovation, ses dimensions théoriques et ses déclinaisons politico-administratives. Cependant, l'adaptation dépend d'autres facteurs que ne prend pas en compte l'approche des Systèmes d'Innovation, tels que la nature et l'intensité des effets du CC actuels ou prévus, la perception des acteurs économiques et politiques de cet enjeu. D'où l'importance de cadres d'analyse systémique dédiés au processus d'adaptation lui-même, ce qui constitue une perspective de recherche très intéressante pour notre travail de thèse.

1-3- L'adaptation et les dimensions théoriques des Systèmes d'Innovation

Les spécificités de l'adaptation au CC interrogent trois principales entrées théoriques des Systèmes d'Innovation. La dimension structurelle et institutionnelle, la dimension relationnelle et la dimension cognitive.

L'adaptation au CC nécessite tout d'abord un éclairage *institutionnel*. Elle pose la question de l'importance d'une infrastructure institutionnelle de R&D dédiée, de son agencement et de sa contribution dans le processus productif qui intègre les enjeux du CC comme paramètre. Elle suppose l'implication des organisations de R&D et d'autres acteurs dans la production de connaissances, la promotion et la diffusion des informations climatiques. Nous avons notamment montré le rôle clé d'institutions et d'organisations capables de construire une demande de R&D, puis de la cogérer à l'échelle régionale (où se définissent des enjeux spécifiques pour l'adaptation au CC). Pour le secteur étudié c'est le rôle que prend une interprofession régionale, mais cette fonction peut être assurée, pour d'autres secteurs, par d'autres organisations pas forcément spécialisées (plate-forme, consortium). L'adaptation interroge aussi le cadre institutionnel (réglementation, normes) qui conditionne et oriente les comportements économiques des acteurs pour faire face aux effets climatiques. Certes, nous n'avons pas analysé le rôle de ces politiques et réglementations sur les stratégies d'adaptation des entreprises vitivinicoles. Nous avons toutefois caractérisé les principales mesures et politiques prises au niveau européen, national et régional pour lutter contre les effets du CC (annexe D). Cette dimension institutionnelle est ressortie, aussi, lors des enquêtes à travers l'évolution des cahiers des charges des appellations, l'existence de références ou de projets constitués à l'échelle régionale ou locale. L'adaptation questionne finalement les mécanismes de réduction de coûts de transactions ou d'adaptation (action collective, médiation, politique de soutien de l'adaptation). Nous avons démontré comment des institutions et des organisations publiques d'expérimentation et de développement (Chambre d'agriculture, centre de recherche) et des coordinations d'acteurs (interprofessions, coopératives), dans leurs attributions, permettent au domaines vitivinicoles, qui n'ont pas les moyens de se doter de services interne de R&D, de formuler des demandes techniques et d'accéder à des informations techniques, notamment sur le climat et le CC. Ces institutions réduisent le coût qu'impliqueraient, pour ces PME ou TPE, des stratégies individuelles et le développement des services de R&D interne.

L'adaptation au CC interpelle les *bases de connaissances*, vues comme un corolaire direct des connaissances sur les effets du CC actuels ou futurs, sur leur traduction au niveau territorial et sectoriel, et de leur mise à jour. Elle est dépendante de l'implication des acteurs de la recherche dans la production de connaissances sur le CC. Elle interroge à la fois les domaines d'études possibles et la capacité des agents économiques à « absorber » et mobiliser les connaissances scientifiques ou empiriques. Elle est également dépendante de la capacité des chercheurs à capturer les connaissances empiriques, traditionnelles et tacites, et à les

intégrer dans leurs travaux de recherche. Le dialogue intensif entre les chercheurs et les producteurs dans le but de partager, de confronter et d'harmoniser leurs savoirs constitue un pivot pour construire des stratégies d'adaptation (Santha *et al.*, 2010). Cet aspect est particulièrement ressorti de nos recherches sur les vignobles régionaux en montrant, selon les régions, des convergences entre préoccupations des producteurs et domaines ou formes de connaissances produites par les chercheurs. Là aussi le rôle d'organisations ou d'acteurs « intermédiaires » est primordial dans l'organisation de ce double échange et ajustement de connaissances, en particulier pour le secteur viticole avec les interprofessions, mais aussi les médias spécialisés ou des événements annuels où se confrontent chercheurs et producteurs (salons, journées...).

L'adaptation au CC pose enfin la question des *réseaux* pertinents pour l'innovation (Grin, 2010; Vescovi *et al.*, 2009). Il s'agit d'interroger la densité, la nature et le processus de construction des liens entre acteurs (entreprises, Etat, centres de recherche et universités) et leur articulation efficiente dans le processus d'adaptation. Cette question est pertinente du fait que, par rapport aux incertitudes créées par le CC et aux limites des connaissances empiriques individuelles et actuelles pour y faire face, les acteurs économiques ont tendance à se tourner vers les sources de connaissances scientifiques (la recherche). Cette tendance devraient se traduire par la construction de nouveaux liens ou réseaux avec la recherche, notamment pour les PME. Dans nos travaux nous avons analysé de manière partielle ces réseaux, à partir des réseaux égo-centrés des chercheurs et de producteurs, et montré que, selon les régions, ils pouvaient influencer la perception du CC ou l'innovation pour l'adaptation. Sans trancher sur leur nature exacte (ils ne sont dans nos travaux qu'une représentation déclarée d'échanges d'information), ils permettent au moins de révéler des interdépendances et le fonctionnement des acteurs et organisations face à l'enjeu du CC.

1-4- Déclinaisons politico-administratives des Systèmes d'innovation et de l'adaptation

Dans une vision politico-administrative, les Systèmes d'Innovation se déclinent en Système National d'Innovation (Lundvall, 2010), Système Régional d'Innovation (Cooke *et al.*, 1997) ou Système Sectoriel d'Innovation (Malerba, 2006). Les répercussions du CC sont caractérisées par une variabilité spatiale et sectorielle en termes de nature, de tendance et d'intensité (Engler *et al.*, 2011). Il s'ensuit des implications différentes suivant le secteur et la région de production. La déclinaison spatiale et territoriale des enjeux du CC et des formes d'adaptation pertinentes justifient une vision politico-administrative et la mobilisation des

différentes échelles (locale, régionale, nationale et globale). Les approches de SNI, SSI et SRI trouvent alors dans l'adaptation au CC un champ d'application intéressant. Nous les avons mobilisées dans notre recherche comme un cadre systémique d'analyse pour mieux saisir les conditions d'une innovation localisée (pour l'adaptation). Nous avons, toutefois, suggéré la possibilité de les aborder de deux manières complémentaires : comme un cadre que construisent les acteurs, à travers leurs actions économiques et politiques (Neuman, 2005) et comme différents espaces politico-administratifs qui s'articulent (peuvent être en tension ou synergies), chaque vignoble régional étant en quelque sorte à l'intersection de ces espaces (Morin, 1994). De plus nous avons montré des différences régionales par rapport à la nature de la perception du CC des viticulteurs, au niveau d'implication des chercheurs dans la production de connaissances autour du CC, et selon le type et à la qualité de la médiation entre la recherche et le monde professionnel.

1-5- Les Système d'Innovation, une lecture institutionnelle et relationnelle

Dans notre thèse nous défendons l'idée que les approches, d'une part, structurelle, institutionnelle et, d'autres part relationnelle se complètent pour l'analyse des Systèmes d'Innovation. La première permet de caractériser et d'étudier l'infrastructure institutionnelle et son agencement dans le système, et la façon dont elle peut influencer les processus d'innovation. Elle offre notamment la possibilité d'analyser l'importance des activités de R&D dans une région (ou un secteur) et la place relative de certaines composantes (recherche publique vs organisation professionnelle par exemple). Enfin, elle permet d'effectuer des comparaisons et de repérer des correspondances avec des variables économiques. La deuxième approche étudie les connexions, les collaborations ou les réseaux entre les acteurs de la recherche et du monde professionnel. La prise en compte de ces deux dimensions suggère que l'importance des activités de recherche ou de l'infrastructure de recherche dans une région donnée est, certes, une condition de performance des clusters, mais qu'elle n'est pas suffisante. L'agencement interne du Système d'Innovation et la proximité relationnelle entre la recherche et le monde des entreprises jouent un rôle capital. Ces conclusions sont très importantes pour l'adaptation au CC. La pertinence ou la performance d'un Système d'Innovation dédié à l'adaptation au CC réside non seulement dans sa capacité à générer des connaissances et des innovations dédiées, mais aussi dans sa capacité à construire des réseaux de façon à faciliter l'apprentissage interactif, à promouvoir, à diffuser et à partager des informations climatiques et des méthodes de lutte contre les effets du CC. Il s'agit bien in fine de construire des capacités d'adaptation, car une partie des effets du CC sont encore

largement inconnus et la meilleure façon de s'y préparer, en particulier dans le secteur vitivinicole, est de construire des réseaux de coopération, prêts à être activés sur de nouvelles questions.

1-6- Le rôle des stagiaires dans les liens U-I

Nos travaux se sont plus particulièrement intéressés aux liens Université-Industries dans les Système d'Innovation, avec des contributions à des débats existants (proximité géographique non suffisante, rôle d'intermédiaires, de parcours personnels...), mais aussi la mise en évidence d'un point nouveau. Si la littérature sur les liens Universités-entreprises pointe le rôle de la recherche à partir des liens directs, des collaborations dans des projets publics-privés, des séminaires de formations, des consultations, du recrutement des salariés qualifiés sortant des universités, des échanges d'informations informelles... (Cohen *et al.*, 2002; D'Este and Patel, 2007; Slaughter *et al.*, 2002) notre travail précise le rôle des *stagiaires hébergés dans les entreprises et encadrés par des chercheurs*. Sans pouvoir trancher sur le sens de la causalité, nous avons montré que les viticulteurs qui ont pris des stagiaires ont plus de probabilité de mieux percevoir ou d'innover pour s'adapter au CC. En effet, pour des entreprises familiales ou des PME qui n'ont pas beaucoup de moyens pour financer la recherche ou d'avoir des services de R&D interne, ces stagiaires constituent des acteurs à travers lesquels peuvent transiter des informations techniques ou scientifiques. C'est une stratégie gagnant-gagnant qui peut faire émerger de nouvelles questions de recherche à partir des préoccupations des professionnels et aussi transmettre aux entreprises des connaissances et des réflexions scientifiques que ces stagiaires ont apprises à l'université.

2- CONTRIBUTIONS METHODOLOGIQUES

Notre travail renforce les cadres d'analyse des Systèmes d'Innovation comme référentiels pour étudier les conditions d'impact de la recherche et propose surtout un cadre méthodologique d'analyse des stratégies d'adaptation.

2-1- Systèmes d'Innovation : référentiel d'analyse d'impact de la recherche

Nous avons mobilisé les cadres d'analyse des Système d'Innovation pour tenter d'étudier l'impact de la recherche sur l'adaptation au CC, à l'échelle de différents systèmes productifs régionaux. Cela dépasse les considérations quantitatives pour prendre en compte le capital institutionnel et cognitif que la recherche contribue à générer pour l'adaptation au CC. Le système de recherche et académique fait partie de l'environnement institutionnel et organisationnel de l'adaptation au CC. En France, le MEEDDM s'appuie sur des centres de

recherche comme le CNRS, l'INRA et des universités, pour la conception et la mise en œuvre des politiques d'adaptation au CC (Plan Climat 2004-2012, loi POPE, PNACC 2011-2015, le Grenelle de l'environnement). Dans le secteur vitivinicole, l'INAO et les interprofessions participent à cet environnement institutionnel par leur implication dans les réglementations favorables à l'adaptation de l'industrie vitivinicole au CC. La production de connaissances sur le CC et leur diffusion renforcent globalement les capacités d'adaptation individuelles ou collectives des agents économiques et facilitent le développement des stratégies d'adaptation. Nous avons montré que plus les responsables des domaines vitivinicoles nourrissent des relations avec les Chambres d'agriculture et hébergent des stagiaires de niveau supérieur, mieux ils perçoivent les effets du CC et plus ils innovent pour s'adapter. L'adaptation au CC ne se résume donc pas seulement dans une démarche cout/bénéfices, mais se joue dans la capacité à prendre des décisions importantes et pertinentes qui minimisent les incertitudes et les menaces climatiques, et ceci de manière dynamique. Ces décisions s'opèrent en mobilisant des connaissances, des réseaux et des institutions qui se structurent aux échelles régionales et sectorielles, structurations que l'on peut représenter avec les approches des Systèmes d'Innovation. Celles-ci font bien le lien entre recherche et entreprises et sont importantes pour évaluer et questionner l'impact de la recherche pour un enjeu comme le CC.

2-2- Méthodologie d'analyse des stratégies d'adaptation

Nous avons développé et appliqué au secteur vitivinicole une matrice d'analyse des stratégies d'adaptation au CC en trois dimensions, prenant en compte le domaine d'action, la temporalité et l'échelle de l'action. Cette matrice constitue d'une part un cadre pour définir ce qu'est l'adaptation au CC, pour construire des connaissances scientifiques pertinentes en prenant soin de traduire les effets du CC sur des activités ou des segments d'activités dans le processus de production. Elle est aussi un outil d'aide à la décision. Elle peut être utilisée par des instances politiques, réglementaires et des acteurs économiques pour diagnostiquer la situation, pour analyser un ensemble de pistes en vue de faire un choix ou de hiérarchiser les priorités. Ce travail rejoint ainsi l'exercice de prospective initié dans le projet de recherche LACCAVE ((Ollat and Touzard, 2014a) et annexe G) auquel nous avons contribué.

Mais au-delà d'un cadre analytique de l'adaptation, notre apport méthodologique se situe surtout sur l'enchaînement de différentes opérations scientifiques pour dévoiler, analyser et interroger les stratégies d'adaptation. En partant du cadre et des références générales des Systèmes d'Innovation, nous avons commencé par une étude structurelle et institutionnelle qui a permis de poser la question des liens entre recherche et entreprises. Nous avons alors

ensuite étudié de manière plus fine aux niveaux des chercheurs et des producteurs les perceptions et actions engagées (dans la production scientifique et dans la production vitivinicole) pour l'adaptation, avec des informations plus précises sur la nature des liens pertinents, et le rôle de certaines organisations. Pour ce travail nos enquêtes ont dû associer, sur trois régions, des questions visant à capturer des informations de nature très différente (données structurelles et économiques, perceptions, liens). C'est à travers cette démarche à plusieurs niveaux complémentaires et capturant différentes catégories d'information, que la question de l'adaptation peut sans doute être mieux étudiée.

3- CONTRIBUTIONS EMPIRIQUES

Les contributions empiriques de notre travail de thèse ont rapport avec la structuration des Systèmes d'Innovation des vignobles français, le rôle des interprofessions et des laboratoires œnologiques, et la perception du CC des viticulteurs.

3-1- Les Systèmes d'Innovation des vignobles français : l'existence de fortes convergences

L'analyse structurelle ou de l'infrastructure institutionnelle des Système d'Innovation des vignobles régionaux français révèle l'existence de fortes convergences. En effet, les régions viticoles possèdent une configuration institutionnelle quasi-semblable, au moins pour la présence des différentes organisations. Ceci résulte d'une histoire sectorielle commune dans un pays marqué par le rôle de l'Etat, et, dans une certaine mesure, de la déclinaison des politiques nationales de recherche et d'innovation au niveau territorial. Cependant, ces vignobles diffèrent les uns des autres par rapport au rôle de certains acteurs comme les interprofessions et l'agencement d'autres éléments du SI.

3-2- Le rôle des interprofessions et des labos d'œnologie

Si toutes les interprofessions, dans leur format classique, remplissent un rôle officiel de défense et de promotion des vins et intérêts commerciaux des producteurs et négociants, certaines remplissent des fonctions moins « conventionnelles » (ou obligatoires) mais importantes. Nous avons montré que plus l'interprofession s'implique dans la R&D, plus le vignoble auquel elle appartient a des chances d'être compétitif ou de s'adapter au CC. Le fait que cette structure porte des intérêts et préoccupations professionnelles, et soit capable de les traduire en enjeux (ou attentes) scientifiques, apparaît favorable à un rapprochement entre les chercheurs et les acteurs économiques de la vigne et du vin. Une organisation interprofessionnelle (qui peut prendre d'autres formes ou appellations dans d'autres pays)

peut faire office d'un intermédiaire idéal pour la transmission de connaissances des chercheurs aux entreprises viticoles et les préoccupations techniques de ces derniers aux chercheurs. C'est un acteur possible d'une co-construction de connaissances et d'innovations utiles pour l'adaptation, et cette fonction, développée de manière volontaire dans chaque vignoble régional (à l'image du CIVC en Champagne), mériterait d'être renforcée, encore plus reconnue dans les politiques nationales, régionales ou européennes.

Notre travail de recherche a permis également de montrer le rôle important que peuvent jouer d'autres acteurs comme les labos œnologiques dans les Systèmes d'Innovation des vignobles régionaux. Dans le domaine œnologique ces acteurs constituent l'interlocuteur privilégié des viticulteurs ou des responsables de caves coopératives pour des questions techniques, mais aussi plus stratégiques, et ceci quel que soit le vignoble. Sur la question du CC, les viticulteurs envisagent de construire ou de renforcer les réseaux avec ces acteurs pour s'adapter. On peut penser que ces relations privilégiées sont liées à la nature même du service rendu et de son lien au CC. Les pratiques œnologiques rentrent davantage dans le domaine de stratégies « réactives », permettant de corriger, parfois dans l'urgence, un effet du CC, comme une augmentation du taux d'alcool, une baisse d'acidité, une oxydation trop forte ou un changement de profil aromatique du vin. Cela rejoint des réflexions sur l'importance que conserve les actions à court-terme dans l'adaptation et les proximités entre des actions (services) déjà établis pour gérer les risques ou les variations climatiques (Viguié *et al.*, 2014).

3-3- La perception du changement climatique des viticulteurs

Notre étude empirique a permis aussi d'étudier les perceptions du CC en essayant d'étudier leurs émergences et la façon dont elles jouent dans la décision d'innover pour s'adapter au CC. Nous avons montré que la majorité des viticulteurs enquêtés se sentent aujourd'hui concernés par le changement climatique (en 2014 et 2015, années des enquêtes). Ils sont capables de repérer ses effets sur les activités viticoles et sur la qualité du vin. S'il n'existe pas de différence significative en termes de nombre de viticulteurs qui perçoivent les effets du CC entre les régions, la nature des effets du CC sur l'activité et les vins est bien régionalisée. On retrouve ici le fait que le secteur de la vigne et du vin est globalement très concerné par le CC, dont les effets sont visibles partout (en premier lieu les dates de vendanges, si importantes pour chaque viticulteur), avec une forte médiatisation de cette question dans les médias professionnels ou dans le milieu de la recherche qui lui est dédié (Ollat and Touzard, 2014a). Cette perception semble toutefois être relativement récente et notre thèse s'est déroulée pendant la montée en puissance de cet enjeu du CC. Il ne faut

toutefois pas occulter les liens avec les autres enjeux du secteur, comme l'adaptation au marché (préférences des consommateurs et concurrence) et l'environnement (réduction de l'usage des pesticides). Nous avons travaillé dans nos enquêtes sur des domaines d'actions, posés comme pertinents au regard des enjeux du CC, mais à chaque fois se posait aussi la question de leur contributions aux autres enjeux, avec parfois des oppositions ou effets de discours (justifiant une action par le CC alors qu'il ne s'agissait pas de sa motivation principale). Dans ce sens un travail de recherche pour l'innovation pour le CC dans les vignobles français ne peut être séparé des autres enjeux, ce que nous n'avons pas pu prendre toujours en compte, du côté des institutions, des chercheurs ou des viticulteurs. Nous pensons toutefois que l'enjeu climatique va continuer à se renforcer et à structurer les relations entre chercheurs et viticulteurs.

PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Les résultats de notre thèse et ses limites ouvrent la voie à de nouvelles perspectives de recherche. Celles-ci peuvent être envisagées dans la poursuite de travaux systémiques de l'adaptation au CC associée à l'innovation.

4-1- Vers l'émergence des Systèmes d'Adaptation au Changement climatique

Nous avons montré dans quelle mesure l'adaptation s'appuie sur un Système d'Innovation ayant des composantes territoriales et sectorielles. Cependant, les enjeux et les spécificités de l'adaptation aux changements climatiques vont au-delà des considérations relatives au SI. L'adaptation est fonction des négociations internationales, des politiques nationales et à des implications intersectorielles et interrégionales fortes. Si l'innovation, comme défendue dans cette thèse, est au cœur de l'adaptation au CC, elle n'est pas la seule variable qu'il faut considérer pour s'adapter. L'adaptation au CC s'appuie sur des stratégies spatiales, sur des changements institutionnels mais peut aussi exiger de changer d'activité productive, d'abandonner un territoire ou une localité. Ces spécificités et d'autres posent les conditions d'émergence de Systèmes d'Adaptation au Changement Climatique (SACC).

Le concept de SACC s'appuie sur l'approche des Système d'Innovation sans toutefois être synonyme ou en être prisonnière. Nous définissons le SACC comme l'ensemble des acteurs, des organisations, des infrastructures, des institutions et des réseaux impliqués dans le processus d'adaptation au CC, c'est-à-dire dans la production des connaissances, dans la veille et la diffusion des informations climatiques, dans le renforcement des capacités des

acteurs économiques (chefs d'entreprises, acteurs institutionnels, politiques...) et dans la définition et coordination des actions permettant l'adaptation. Comme un Système d'Innovation, un SACC a des dimensions cognitives, relationnelles et institutionnelles, et des composantes politico-administratives. Il intègre donc des informations/connaissances nouvelles (sur le climat notamment), des d'actions (spatiales notamment) et des stratégies explicitement climatiques (plans climats). Nous pouvons aussi parler de Système Technologique d'Adaptation au Changement Climatique (STACC). Celui-ci peut se définir comme l'ensemble des acteurs, institutions et réseaux engagés dans l'émergence, le développement, la diffusion et l'utilisation de technologies dédiées à l'adaptation au niveau territorial ou sectoriel. Il peut s'agir du développement des nouvelles technologies de l'information et de communication (NTIC) dédiées à l'adaptation comme les systèmes de veille climatique, de l'imagerie aérienne, de drones, de réseaux de capteurs intelligents, de stations météo équipées en lien avec le développement de « Big data » climatiques... Le STACC se rapproche dans le cas de l'agriculture de la notion de « Climate Smart Agriculture » (FAO, 2010), avec des débats entre deux approches : une approche centrée sur les fournisseurs de ces technologies et des connaissances auxquelles elles sont associées, dans un processus finalement très « top down » ou « technology push » ; une approche qui met en avant le rôle des agriculteurs et entrepreneurs, de leurs perceptions, actions (partages d'expériences) et connaissances, pouvant intégrer des innovations plus technologiques. Notre travail de recherche, mobilisant les Systèmes d'Innovation à partir des entrées complémentaires institutionnelles et relationnelles (producteurs et chercheurs) trouverait ici une perspective intéressante. Nous proposons alors le SACC et le STACC comme des nouveaux champs d'investigation de la recherche.

4-2- Des limites sur l'approche institutionnelle et relationnelle des Systèmes d'Innovation

Dans notre travail sur la lecture institutionnelle des Systèmes d'Innovation, nous nous sommes concentrés sur l'infrastructure institutionnelle, des arrangements institutionnels formels, des organisations de recherches et de développement. Cependant d'autres formes d'institutions peuvent être étudiées, par exemple celles qui jouent sur la médiatisation des questions liées au CC (y compris liées à internet), ou des institutions informelles qui influencent l'adaptation et peuvent être associées à différentes cultures professionnelles au sein du secteur ou à différents milieux sociaux et territoires.

Dans notre analyse relationnelle des Systèmes d'Innovation, nous nous sommes limités à une première analyse sur des réseaux égocentrés ne permettant pas une approche structurale des réseaux, généralement réalisée sur des « réseaux fermés » dans lesquels les positions des différents acteurs (producteurs, intermédiaires, chercheurs...) peuvent être plus clairement identifiées (Chiffolleau and Touzard, 2014). De plus nous n'avons pas fait une analyse historique des réseaux d'adaptation qui aurait permis de voir leur émergence et leur développement.

De manière générale, notre recherche peut être complétée par des analyses plus sociologiques, historiques ou dynamiques sur l'innovation, par exemple en termes de Système d'Innovation Technologique ou de filières d'innovation dédiée à l'adaptation au niveau du secteur vitivinicole. Ce type d'analyse supposerait des collaborations en sociologie et une analyse plus centrée sur quelques processus particulier d'innovation, comme le font les travaux sur les réseaux sociotechniques. L'importance de l'enjeu climatique et de la vigne et du vin en France, mais aussi l'intérêt des premières questions scientifiques posées à partir notamment de nos recherches, font penser que d'autres travaux sur l'innovation et l'adaptation au CC vont se développer, dans différentes disciplines, offrant à termes un vision plus complète des changement adaptatifs en cours et de leurs conditions.

4-3- Des perspectives empiriques

Sur le plan d'investigations empiriques cette étude ouvre également d'autres perspectives, en lien avec les attentes repérées par les acteurs du secteur ou avec des questions soulevées par nos enquêtes.

Premièrement, nous nous sommes attelés à étudier les domaines viticoles en AOC. D'autres travaux peuvent être faits pour étudier l'adaptation des coopératives viticoles, des domaines hors AOC, des négociants ou des grandes maisons de vins. Il peut s'agir également de recherches menées sur l'adaptation des syndicats d'appellation d'origine ou d'indication géographique par rapport aux normes qu'elles établissent, à l'évolution de leurs cahiers de charges, aux démarches volontaires qu'elles pourraient mettre en œuvre en lien avec la recherche et d'autres institutions. Des études à l'échelle de territoires (terroirs) ou de chaînes de valeur du vin (circuits d'exportation ou locaux) pourraient aussi mieux saisir les formes d'actions collectives qui jouent à ces niveaux pour l'adaptation, avec des démarches comparatives.

Par ailleurs, nous avons travaillé essentiellement sur des PME. D'autres recherches peuvent analyser les stratégies de grandes entreprises dans le secteur viticole, et faire des comparaisons avec les PME sur la nature des stratégies d'adaptation mises en place (rôle d'une R&D internalisée en partie), et leurs conditions. Ces recherches peuvent intégrer aussi les multinationales vinicoles et des entreprises qui ont plusieurs domaines d'activités stratégiques (Pernod-Ricard, LVMH...). La démarche que nous avons suivie, devrait alors être revue, pour tenir compte de la dimension internationale et pluri sectorielle des actions engagées, mais aussi de la nature de ces firmes, soumises par exemple à une gouvernance d'actionnaires qui peuvent être sensibles aux risques et enjeux climatiques.

Enfin, des analyses plus poussées peuvent être faites sur d'autres filières agricoles ou d'autres secteurs sensibles aux effets du CC.

Dans un contexte où l'ampleur des effets du changement climatique s'intensifie, où l'éveil de la conscience au niveau mondial sur ces effets est à son plus haut niveau, où des grands pays émetteurs de CO₂, autrefois hostiles à toutes idées de réduire leurs émissions, s'engagent à le faire, où les négociations internationales sur le climat se trouvent dans un carrefour incontournable, où la COP 21 se veut être un tournant dans les négociations internationales sur le climat... notre thèse peut apporter des éclaircissements et pistes de réflexions dans le débat politique et scientifique. Elle peut servir aux autorités compétentes pour avoir une vision plus précise de l'adaptation, comprendre comment implémenter des actions pertinentes, quels sont les acteurs clés qu'il faut impliquer et comment construire des réseaux et des collaborations dédiés à l'adaptation entre différents acteurs. Cela implique de comprendre comment améliorer la connexion des acteurs de la recherche avec le monde professionnel, dans un secteur ou un territoire. Cette thèse peut servir, enfin, aux entreprises, dans leurs initiatives individuelles et collectives pour faire face aux menaces ou profiter des opportunités du changement climatique.

BIBLIOGRAPHIE

- Adger, W. N. (1999). Social vulnerability to climate change and extremes in coastal Vietnam. *World Development* 27(2): 249-269.
- Adger, W. N. (2001). Scales of governance and environmental justice for adaptation and mitigation of climate change. *Journal of International Development* 13(7): 921-931.
- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change* 16(3): 268-281.
- Adger, W. N., Arnell, N. W. & Tompkins, E. L. (2005). Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change* 15(2): 77-86.
- Aghion, P., David, P. A. & Foray, D. (2009). Science, technology and innovation for economic growth: linking policy research and practice in 'STIG Systems'. *Research Policy* 38(4): 681-693.
- Agrawal, A. (2010). Local institutions and adaptation to climate change. In *Social Dimensions of Climate Change: equity and vulnerability in a warming world*, 173-198 (Eds R. Means and A. Norton). The World Bank.
- Amable, B. (2000). Institutional complementarity and diversity of social systems of innovation and production. *Review of International Political Economy* 7(4): 645-687.
- Amable, B. (2003). Les systèmes d'innovation. In *Encyclopédie de l'innovation*, 367-382 (Eds P. Mustar and H. Penan). Economica.
- Annamaria, L., Emilie, D. & Elisa, G. G. (2012). L'apport de la psychologie cognitive à l'étude de l'adaptation aux changements climatiques : la notion de vulnérabilité cognitive. *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement* 12(1).
- Antle, J. M., Capalbo, S. M., Elliott, E. T. & Paustian, K. H. (2004). Adaptation, spatial heterogeneity, and the vulnerability of agricultural systems to climate change and CO₂ fertilization: an integrated assessment approach. *Climatic Change* 64(3): 289-315.
- Arena, R. & Lazaric, N. (2003). *La théorie évolutionniste du changement économique de Nelson et Winter*. Presses de Sciences Po (PFNSP).
- Arnell, N. W. (1999). Climate change and global water resources. *Global Environmental Change* 9: S31-S49.
- Arnold, E. & Bell, M. (2001). Some new ideas about research for development. *Partnerships at the leading edge: a Danish vision for knowledge, research and development*: 279-319.
- Arthur, W. B. (1989). Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events. *The economic journal* 99(394): 116-131.
- Asheim, B. & Gertler, M. (2005). The geography of innovation. In *The Oxford handbook of innovation*, 291-317 (Eds J. Fagerberg, D. C. Mowery and R. R. Nelson). Oxford University Press.
- Asheim, B. T. & Coenen, L. (2005). Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing Nordic clusters. *Research Policy* 34(8): 1173-1190.
- Assefa, A., Waters-Bayer, A., Fincham, R. & Mudahara, M. (2009). Comparison of frameworks for studying grassroots innovation: Agricultural Innovation Systems (AIS) and Agricultural Knowledge and Innovation Systems (AKIS). In *Innovation Africa: Enriching farmers livelihoods*, 35-56 (Eds P. C. Sanginga, A. Waters-Bayer, S. Kaaria, J. Njuki and C. Wettasinha). Earthscan.

- Babiker, M. H. (2005). Climate change policy, market structure, and carbon leakage. *Journal of International Economics* 65(2): 421-445.
- Baden-Fuller, C. (1995). Strategic Innovation, Corporate Entrepreneurship and Matching Outside-in to Inside-out Approaches to Strategy Research. *British Journal of Management* 6(s1): S3-S16.
- Barbault, R. (1997). Biodiversité. *Hachette, Paris*.
- Barbeau, G., Goulet, E., Neethling, E., Ollat, N. & Touzard, J.-M. (2014). Les méthodes d'adaptation au changement climatique. In *Changement climatique et terroirs viticoles* (Ed H. Quénot). Paris Lavoisier.
- Barge-Gil, A. & Modrego, A. (2011). The impact of research and technology organizations on firm competitiveness. Measurement and determinants. *The Journal of Technology Transfer* 36(1): 61-83.
- Bartoli, P. (1989). Dynamique et régulation de la sphère agro-alimentaire: l'exemple viticole. Montpellier 1.
- Battaglini, A., Barbeau, G., Bindi, M. & Badeck, F.-W. (2009). European winegrowers' perceptions of climate change impact and options for adaptation. *Regional Environmental Change* 9(2): 61-73.
- Bell, R., Blankenship, D., Finn, C., Morse, D., Scambos, T., Brozena, J. & Hodge, S. (1998). Influence of subglacial geology on the onset of a West Antarctic ice stream from aerogeophysical observations. *Nature* 394(6688): 58-62.
- Bennadji, A. (1999). Adaptation climatique ou culturelle en zones arides. Cas du sud-est algérien. Université de Provence-Aix-Marseille I.
- Bergek, A. & Jacobsson, S. (2003). The emergence of a growth industry: a comparative analysis of the German, Dutch and Swedish wind turbine industries. In *Change, transformation and development, 197-227* (Eds J. S. Metcalfe and U. Cantner). Springer.
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S. & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy* 37(3): 407-429.
- Berriet-Sollic, M. (1999). *Interventions décentralisées en agriculture*. Harmattan.
- Betz, F. (2003). *Managing technological innovation: competitive advantage from change*. John Wiley & Sons.
- Biemans, W. G. (1992). *Managing innovation within networks*. Routledge.
- Biesbroek, G. R., Swart, R. J., Carter, T. R., Cowan, C., Henrichs, T., Mela, H., Morecroft, M. D. & Rey, D. (2010). Europe adapts to climate change: comparing national adaptation strategies. *Global Environmental Change* 20(3): 440-450.
- Blumenthal, D., Campbell, E. G., Causino, N. & Louis, K. S. (1996). Participation of life-science faculty in research relationships with industry. *New England journal of medicine* 335(23): 1734-1739.
- Boardman, P. C. (2009). Government centrality to university–industry interactions: University research centers and the industry involvement of academic researchers. *Research Policy* 38(10): 1505-1516.
- Boardman, P. C. & Ponomariov, B. L. (2009). University researchers working with private

- companies. *Technovation* 29(2): 142-153.
- Boschma, R. & Martin, R. (2010). *The handbook of evolutionary economic geography*. Edward Elgar Publishing.
- Boschma, R. A. & Frenken, K. (2006). Why is economic geography not an evolutionary science? Towards an evolutionary economic geography. *Journal of Economic Geography* 6(3): 273-302.
- Bostrom, A., Morgan, M. G., Fischhoff, B. & Read, D. (1994). What do people know about global climate change? 1. Mental models. *Risk Analysis* 14(6): 959-970.
- Boyer, J. (2015). Rôle de la recherche et de l'innovation dans la compétitivité des vignobles français/ Une analyse structurelle et institutionnelle des Systèmes d'Innovation. *économie et Sociétés* Soumis.
- Boyer, J., Temple, L. & Scutt, R. (2014). Etude de cas: La technique Miniset en Haïti, une innovation co-construite entre chercheurs et producteurs dans le respect des conditions locales et des enjeux agro-écologiques. *Field Actions Science Reports. The journal of field actions* (Special Issue 9).
- Boyer, J., Touzard, J.-M. & Bruciamacchie, M. (2015). Les conditions d'émergence des stratégies d'adaptation au changement climatique des entreprises. Cas des viticulteurs de trois régions de France. *The Journal of Wine Economics* Soumis.
- Boyer, R., Amable, B. & Barré, R. (1997). Les systèmes d'innovation à l'ère de la globalisation. *Economica, Paris*.
- Breschi, S., Malerba, F. & Edquist, C. (1997). Systems of innovation: technologies, institutions and organizations. *Systems of innovation: technologies, institutions and organizations*.
- Briche, É. (2011). Changement climatique dans le vignoble de Champagne: Modélisation thermique à plusieurs échelles spatio-temporelles (1950-2100). Université Paris-Diderot-Paris VII.
- Burger, N., Grant, A., Kups, S., Rana, Y. & Wodon, Q. (2014). Focus countries for the study on climate change and migration in the MENA region. In *Climate Change and Migration: Evidence from the Middle East and North Africa*, 39-64 (Eds Q. Wodon, A. Liverani, G. Joseph and N. Bougnoux). The World Bank.
- Burton, I., Huq, S., Lim, B., Pilifosova, O. & Schipper, E. L. (2002). From impacts assessment to adaptation priorities: the shaping of adaptation policy. *Climate Policy* 2(2-3): 145-159.
- Capet, M., Causse-Broquet, G. & Meunier, J. (1983). *Diagnostic, organisation, planification d'entreprise*. Economica.
- Carbonneau, A. & Ojeda, H. (2012). Ecophysiologie et gestion de l'eau en viticulture. *Le Progrès Agricole et Viticole* 129(21): 508-512.
- Carlsson, B. (1995). *Technological systems and economic performance: the case of factory automation*. Springer.
- Carlsson, B. (2006). Internationalization of innovation systems: A survey of the literature. *Research Policy* 35(1): 56-67.
- Carlsson, B. (2012). *Technological systems and economic performance: the case of factory automation*. Springer Science & Business Media.

- Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M. & Rickne, A. (2002). Innovation systems: analytical and methodological issues. *Research Policy* 31(2): 233-245.
- Carlsson, B. & Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economics* 1(2): 93-118.
- Chang, Y.-C. & Chen, M.-H. (2004). Comparing approaches to systems of innovation: the knowledge perspective. *Technology in Society* 26(1): 17-37.
- Chesbrough, H. (2003). The logic of open innovation: managing intellectual property. *California management review* 45(3): 33-58.
- Chevassus-Lozza, E. & Galliano, D. (2001). Les déterminants territoriaux de la compétitivité des firmes agro-alimentaires. *Cahiers d'économie et sociologie rurales* (58-59): 193-222.
- Chiffolleau, Y. & Touzard, J.-M. (2014). Understanding local agri-food systems through advice network analysis. *Agriculture and Human Values* 31(1): 19-32.
- Chuine, I. & Thuiller, W. (2005). Impact du changement climatique sur la biodiversité. *Le Courrier de la nature* 223: 20-26.
- Cohen, W. M. & Levinthal, D. A. (1989). Innovation and learning: the two faces of R & D. *The economic journal* 99(397): 569-596.
- Cohen, W. M., Nelson, R. R. & Walsh, J. P. (2002). Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D. *Management science* 48(1): 1-23.
- Cooke, P. (1992). Region Innovation Systems - Competitive regulation in the new Europe. *Geoforum* 23(3): 365-382.
- Cooke, P. & Morgan, K. (1994). The Regional Innovation System in Baden-wurttemberg. *International Journal of Technology Management* 9(3-4): 394-429.
- Cooke, P., Uranga, M., Gomez. & Etxebarria, G. (1997). Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. *Research Policy* 26: 475-491.
- Cramer, W., Bondeau, A., Woodward, F. I., Prentice, I. C., Betts, R. A., Brovkin, V., Cox, P. M., Fisher, V., Foley, J. A. & Friend, A. D. (2001). Global response of terrestrial ecosystem structure and function to CO₂ and climate change: results from six dynamic global vegetation models. *Global Change Biology* 7(4): 357-373.
- Crawford, J. & Davoudi, S. (2009). *Planning for climate change: strategies for mitigation and adaptation for spatial planners*. Routledge.
- Cronin, M. J. (2014). *Top down innovation*. Springer.
- Cyert, R. M. & March, J. G. (1963). A behavioral theory of the firm. *Englewood Cliffs, NJ* 2.
- D'Este, P. & Patel, P. (2007). University–industry linkages in the UK: What are the factors underlying the variety of interactions with industry? *Research Policy* 36(9): 1295-1313.
- Dalmedico, A. D. & Guillemot, H. (2006). Changement climatique: dynamiques scientifiques, expertise, enjeux géopolitiques. *Sociologie du travail* 48(3): 412-432.
- De Perthuis, C., Hallegatte, S. & Lecocq, F. (2010). Économie de l'adaptation au changement climatique. In *Rapport du Conseil Economique pour le Développement Durable*.
- Décamps, H. (2007). La vulnérabilité des systèmes socioécologiques aux événements extrêmes: exposition, sensibilité, résilience. *Natures Sciences Sociétés* 15(1): 48-52.

- Delgado, M., Ketels, C., Porter, M. E. & Stern, S. (2012). The determinants of national competitiveness. National Bureau of Economic Research.
- Denevan, W. M. (1983). Adaptation, variation, and cultural geography. *The Professional Geographer* 35(4): 399-407.
- Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (2009). Qualitative research. *Yogyakarta: PustakaPelajar*.
- Di Maggio, P. J. & Powell, W. W. (1997). Le néo-institutionnalisme dans l'analyse des organisations. *Politix* 10(40): 113-154.
- Dollfus, O. (2001). *La mondialisation*. Presses de sciences po.
- Doloreux, D. & Bitard, P. (2005). Les systèmes régionaux d'innovation: discussion critique. *Géographie, économie, société* 7(1): 21-36.
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy* 11(3): 147-162.
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. & Soete, L. (1988). *Technical change and economic theory*. Pinter London.
- Drouet, A. (2009). Financer l'adaptation aux changements climatiques. *Étude Climat* 17.
- Duchêne, E., Huard, F., Dumas, V., Schneider, C. & Merdinoglu, D. (2010). The challenge of adapting grapevine varieties to climate change. *Climate Research* 41(3): 193.
- Dupuis, J. & Knoepfel, P. (2013). The adaptation policy paradox: the implementation deficit of policies framed as climate change adaptation. *Ecology and society* 18(4): 31.
- Duvat, V. & Magnan, A. (2012). *Ces îles qui pourraient disparaître*. Le Pommier, Paris.
- Edquist, C. (1997). *Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations*. Psychology Press.
- Edquist, C. & Johnson, B. (1997). Institutions and organizations in systems of innovation. In *Systems of Innovation: Technologies, Institutions, and Organizations*, 41-63 (Ed C. Edquist). Routledge.
- Egidi, M., Marengo, L. & Narduzzo, A. (1994). On the origin and nature of organizational routines: some evidence from experiments. In *Communication à la Conférence EUNETIC, Strasbourg*, 6-7.
- Ellul, J. & Neugroschel, J. (1980). *The technological system*. Continuum New York.
- Engler, R., Randin, C. F., Thuiller, W., Dullinger, S., Zimmermann, N. E., Araújo, M. B., Pearman, P. B., Le Lay, G., Piedallu, C. & Albert, C. H. (2011). 21st century climate change threatens mountain flora unequally across Europe. *Global Change Biology* 17(7): 2330-2341.
- Eriksen, S. & Brown, K. (2011). Sustainable adaptation to climate change. *Climate and development* 3(1): 3-6.
- Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy* 29: 109–123.
- Evan, W. M. & Freeman, R. E. (1988). *A stakeholder theory of the modern corporation: Kantian capitalism*.
- Fagerberg, J. (1988). International competitiveness. *The economic journal* 98(391): 355-374.

- Fagerberg, J. & Verspagen, B. (2002). Technology-gaps, innovation-diffusion and transformation: an evolutionary interpretation. *Research Policy* 31(8): 1291-1304.
- FAO (2010). Climate-Smart agriculture: policies, practice and financing for food security, adaptation and migration.
- Feinsterseifert, J. (2007). The emerging Brazilian wine industry. *International Journal of Wine Business Research* 19(3): 187-216.
- Feldman, M. P. (1999). The new economics of innovation, spillovers and agglomeration: A review of empirical studies. *Economics of Innovation and New Technology* 8(1-2): 5-25.
- Feldman, M. P. & Florida, R. (1994). The geographic sources of innovation: technological infrastructure and product innovation in the United States. *Annals of the Association of American Geographers* 84(2): 210-229.
- Fensterseifer, J. E. (2007). The emerging Brazilian wine industry: challenges and prospects for the Serra Gaúcha wine cluster. *International Journal of Wine Business Research* 19(3): 187-206.
- Field, C. B. (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: special report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press.
- Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. Addison-Wesley.
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P. & Norberg, J. (2005). Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources* 30: 441-473.
- Foray, D. (2010). *L'économie de la connaissance*. La découverte.
- Foray, D. & Lundvall, B. (1997). The knowledge based economy. *OCDE, Paris*.
- Foray, D., Mowery, D. C. & Nelson, R. R. (2012). Public R&D and social challenges: What lessons from mission R&D programs? *Research Policy* 41(10): 1697-1702.
- France-Agrimer (2014). Les chiffres de la filière viti-vinicole 2002-2012. Données et bilan.
- Freeman, C. (1989). *Technology policy and economic performance*. Pinter Publishers Great Britain.
- Freeman, C. & Perez, C. (1986). *The diffusion of technical innovations and changes of techno-economic paradigm*. Science Policy Research Unit University of Sussex.
- Füssel, H.-M. (2007). Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons. *Sustainability Science* 2(2): 265-275.
- Galbreath, J. (2015). To cooperate or compete? Looking at the climate change issue in the wine industry. *International Journal of Wine Business Research* 27(3): 220-238.
- Gallaud, D. (2005). Réseaux d'innovation et relations de proximité. In *Proximités et changements socio-économiques dans les mondes ruraux*, 143-161 (Eds M. Filippi and A. Torre). Quae.
- Gallaud, D. & Nayaradou, M. (2012). Open innovation and co-operation: which choice of means of protection for innovation? *Journal of Innovation Economics & Management* 10(2): 167-190.
- Galliano, D. & Orozco, L. (2011). Les déterminants industriels et spatiaux du processus

- d'adoption de technologies: Le cas des systèmes de traçabilité dans les firmes industrielles françaises. *Géographie, économie, société* 13(2): 135-163.
- Geels, F. W. & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy* 36(3): 399-417.
- Ghini, R., Hamada, E., Angelotti, F., Costa, L. B. & Bettioli, W. (2012). Research approaches, adaptation strategies, and knowledge gaps concerning the impacts of climate change on plant diseases. *Tropical Plant Pathology* 37(1): 5-24.
- Giuliani, E. & Arza, V. (2009). What drives the formation of 'valuable' university–industry linkages? *Research Policy* 38(6): 906-921.
- Giuliani, E. & Bell, M. (2005). The micro-determinants of meso-level learning and innovation: evidence from a Chilean wine cluster. *Research Policy* 34(1): 47-68.
- Giuliani, E., Morrison, A., Pietrobelli, C. & Rabellozzi, R. (2010). Who are the researchers that are collaborating with industry? An analysis of the wine sectors in Chile, South Africa and Italy. *Research Policy* 39(6): 748-761.
- Godin, B. (2006). The knowledge-based economy: conceptual framework or buzzword? *The Journal of Technology Transfer* 31(1): 17-30.
- Goulden, M., Conway, D. & Persechini, A. (2009). Adaptation to climate change in international river basins in Africa: a review/Adaptation au changement climatique dans les bassins fluviaux internationaux en Afrique: une revue. *Hydrological Sciences Journal* 54(5): 805-828.
- Goulet, F. & Chiffolleau, Y. (2006). Réseaux d'agriculteurs: autour de l'agriculture de conservation en France: échange de savoirs et identités. *Options Méditerranée* (65): 177-181.
- Goutouly, J.-P. (2009). Impacts du changement climatique sur la vigne et le raisin. *Revue française d'oenologie* (235): 23-26.
- Grin, J. (2010). Acting locally, developing knowledge globally: a transitions perspective on designing climate change adaptation strategies. In *From climate change to social change: perspectives on science-policy Interactions* (Eds J. Driessen, P. Leroy and W. Van Vierssen).
- Gronning, T. (2008). Institutions and innovation systems: The meanings and roles of the institution concept within systems of innovation approaches. In *DRUID conference on Entrepreneurship and Innovation—Organizations, Institutions, Systems and Regions, Copenhagen, June 17-20*.
- Grossetti, M. (2008). Proximities and embedding effects. *European Planning Studies* 16(5): 629-642.
- Grübler, A., O'Neill, B., Riahi, K., Chirkov, V., Goujon, A., Kolp, P., Prommer, I., Scherbov, S. & Slentoe, E. (2007). Regional, national, and spatially explicit scenarios of demographic and economic change based on SRES. *Technological Forecasting and Social Change* 74(7): 980-1029.
- Guilhon, B. & Gianfaldoni, P. (1990). Chaînes de compétences et réseaux. *Revue d'économie industrielle* 51(1): 97-112.
- Gulbrandsen, M. & Smeby, J.-C. (2005). Industry funding and university professors' research performance. *Research Policy* 34(6): 932-950.

- Hallegatte, S. (2009). Strategies to adapt to an uncertain climate change. *Global Environmental Change* 19(2): 240-247.
- Hallegatte, S. & Lecocq, F. (2010). Économie de l'adaptation au changement climatique.
- Hannah, L., Roehrdanz, P. R., Ikegami, M., Shepard, A. V., Shaw, M. R., Tabor, G., Zhi, L., Marquet, P. A. & Hijmans, R. J. (2013). Climate change, wine, and conservation. *PNAS* 110(17): 6907-6912.
- Hawkins, E. & Sutton, R. (2009). The potential to narrow uncertainty in regional climate predictions. *Bulletin of the American Meteorological Society* 90(8): 1095-1107.
- Hawkins, E. & Sutton, R. (2012). Time of emergence of climate signals. *Geophysical Research Letters* 39(1).
- Heine, B. & Petersen, L. (2008). Adaptation and cooperation. *Forced migration review: Climate change and displacement* 31: 48-50.
- Helfat, C. E., Finkelstein, S., Mitchell, W., Peteraf, M. A., Singh, H., Teece, D. J. & Winter, S. G. (2007). *Dynamic capabilities: understanding strategic change in organizations*. Blackwell.
- Heltberg, R., Siegel, P. B. & Jorgensen, S. L. (2010). Social policies for adaptation to climate change. In *Social Dimensions of Climate Change: equity and vulnerability in a warming world*, 259-275 (Eds R. Mearns and A. Norton). The World Bank.
- Hinnewinkel, J.-C. (2007). Le vignoble bordelais à l'épreuve du changement de climat. In *Actes du colloque Réchauffement climatique, quels impacts probables sur les vignobles, Dijon-Beaune, 28-30 mars 2007*.
- Holland, T. & Smit, B. (2010). Climate change and the wine industry: current research themes and new directions. *Journal of Wine Research* 21(2/3): 125-136.
- IPCC (2001a). *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- IPCC (2001b). *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- IPCC (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Jacobsson, S. & Johnson, A. (2000). The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research. *Energy Policy* 28(9): 625-640.
- Jaffe, A. B. (1989). Real effects of academic research. *The American Economic Review* 79(5): 957-970.
- Jones, A. & Clark, J. (2000). Of vines and policy vignettes: sectoral evolution and institutional thickness in the Languedoc. *Transactions of the Institute of British Geographers* 25(3): 333-357.
- Jones, G. V. (2007). Climate change: observations, projections, and general implications for viticulture and wine production.
- Jouan, J. (2014). Les AOC viticoles face au changement climatique: Exploration des voies d'adaptation par la prospective et l'analyse économique. Agrocampus Ouest.

- Karpik, L. (2008). De l'existence et de la portée de l'économie des singularités. *Revue française de sociologie* 49(2): 407-421.
- Kirtman, B. P. & Schopf, P. S. (1998). Decadal variability in ENSO predictability and prediction. *Journal of Climate* 11(11): 2804-2822.
- Kitano, H. (2002). Systems biology: a brief overview. *Science* 295(5560): 1662-1664.
- Klerkx, L., Hall, A. & Leeuwis, C. (2009). Strengthening agricultural innovation capacity: are innovation brokers the answer? *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology* 8(5/6): 409-438.
- Klerkx, L., Mierlo, B. & Leeuwis, C. (2012). Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions. In *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*, 457-483 (Eds I. Darnhofer, D. Gibbon and B. Dedieu). Springer.
- Klofsten, M. & Jones-Evans, D. (2000). Comparing academic entrepreneurship in Europe—the case of Sweden and Ireland. *Small Business Economics* 14(4): 299-309.
- Koepp, R. (2003). *Clusters of creativity: enduring lessons on innovation and entrepreneurship from Silicon Valley and Europe's Silicon Fen*. Wiley.
- Kontoudakis, N., Esteruelas, M., Fort, F., Canals, J. M., De Freitas, V. & Zamora, F. (2011). Influence of the heterogeneity of grape phenolic maturity on wine composition and quality. *Food Chemistry* 124(3): 767-774.
- Krugman, P. (1990). Increasing returns and economic geography. National Bureau of Economic Research.
- Krugman, P. R. (1991). *Geography and trade*. MIT press.
- Landry, R., Amara, N. & Ouimet, M. (2007). Determinants of knowledge transfer: evidence from Canadian university researchers in natural sciences and engineering. *The Journal of Technology Transfer* 32(6): 561-592.
- Latour, B., Mauguin, P. & Teil, G. (1992). Pour une cartographie des innovations. Le graphe socio-technique. In *Gestion de la recherche, nouveaux problèmes, nouveaux outils*, 419-480 (Ed D. Vinck). De Boeck.
- Lazaric, N. (2010). *Les théories économiques évolutionnistes*. La Découverte.
- Le Treut, H. (2003). Global scenarios of climate change and associated uncertainties. *Comptes rendus Geoscience. Academie des Sciences, Paris* 335(6): 525-533.
- Leary, N., Baethgen, M., Barros, V., Burton, I., Canziani, O., Downing, T. E., Klein, R., Malpede, D., Marengo, J. A. & Mearns, L. O. (2006). A plan of action to support climate change adaptation through scientific capacity, knowledge and research. *AIACC Report 23*.
- Leary, N., Dougherty, B., Adejuwon, J., Barros, V., Batimaa, P., Biagini, B., Burton, I., Chinvanno, S., Cruz, R. & Dabi, D. (2007). A stitch in time: General lessons from specific cases.
- Lee, S., Park, G., Yoon, B. & Park, J. (2010). Open innovation in SMEs—An intermediated network model. *Research Policy* 39(2): 290-300.
- Leeuwis, C., Leeuwis, C. & Ban, A. (2004). *Communication for rural innovation*. Wiley.
- Leydesdorff, L. & Meyer, M. (2006). Triple Helix indicators of knowledge-based innovation

- systems. *Research Policy* 35(10): 1441-1449.
- Leydesdorff, L. & Strand, Ø. (2012). Triple-Helix Relations and Potential Synergies Among Technologies, Industries, and Regions in Norway. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 52: 1-4.
- Locatelli, B. (2010). Local, global: intégrer atténuation et adaptation. *CIRAD, Perspective: Forêts/changement climatiques* (3): 4.
- Lorenzoni, G. & Baden-Fuller, C. (1995). Creating a strategic center to manage a web of partners. *California management review* 37: 146-146.
- Lorius, C. (2003). Effet de serre: les lacunes du savoir et de la perception. *Comptes Rendus Geoscience* 335(6): 545-549.
- Lundvall, B.-Å. (2010). *National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning*. Anthem Press.
- Lundvall, B.-Å. & Johnson, B. (1994). The learning economy. *Journal of industry studies* 1(2): 23-42.
- Lung, Y. & Bouneau, C. (2009). Les dynamiques des systèmes d'innovation: logiques sectorielles et espaces de l'innovation.
- Madelin, M., Bois, B. & Chabin, J.-P. (2010). Modification des conditions de maturation du raisin en Bourgogne viticole liée au réchauffement climatique. L'exemple des vignobles de la Côte et des Hautes-Côtes de Beaune. *EchoGéo* (14).
- Magnan, A. (2009). Proposition d'une trame de recherche pour appréhender la capacité d'adaptation au changement climatique. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement* 9(3).
- Mailhot, C., Matt, M. & Mesny, A. (2013). University-industry knowledge transfer as practice. *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation* 12(4): 173-192.
- Maillat, D., Quévit, M. & Senn, L. (1993). Réseaux d'innovation et milieux innovateurs. *Réseaux d'innovation et milieu innovateurs: un pari pour le développement régional*. Paris: GREMI/EDES.
- Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy* 31: 247-264.
- Malerba, F. (2004). *Sectoral Systems of Innovation: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe*. Cambridge University Press.
- Malerba, F. (2006). Innovation and the evolution of industries. *Journal of Evolutionary Economics* 16(1-2): 3-23.
- Markard, J. & Truffer, B. (2008). Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework. *Research Policy* 37(4): 596-615.
- Marquet, V. & Salles, D. (2014). L'adaptation au changement climatique en France et au Québec. Constructions institutionnelles convergentes et diffusions contrastées. *Critique internationale* 62(1): 73-91.
- Martin, B. R. (2012). The evolution of science policy and innovation studies. *Research Policy* 41(7): 1219-1239.
- Matt, M., Robin, S. & Wolff, S. (2009). How do Public Programmes Shape Strategic R & D

- Collaborations? Project-Level Evidence from the 5th and 6th EU Framework Programmes. Bureau d'Economie Théorique et Appliquée, UDS, Strasbourg.
- Maxim, L., Arnold, G. & Moukarzel, J. (2012). *Les chercheurs au cœur de l'expertise*. CNRS Éditions.
- Mazzoleni, R. & Nelson, R. R. (2007). Public research institutions and economic catch-up. *Research Policy* 36(10): 1512-1528.
- McMichael, A. J. (1996). *Climate change and human health*. World Health Organization Geneva.
- Meehl, G. A., Stocker, T. F., Collins, W. D., Friedlingstein, P., Gaye, A. T., Gregory, J. M., Kitoh, A., Knutti, R., Murphy, J. M. & Noda, A. (2007). Global climate projections. In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*: Cambridge University Press.
- Molina-Morales, F. X. (2005). The territorial agglomerations of firms: A social capital perspective from the Spanish tile industry. *Growth and Change* 36(1): 74-99.
- Montaigne, E. (1992). Les techniques à membranes en oenologie: Une approche évolutionniste. *Innovation, changement technique et agro-alimentaire. Economie et sociologie rurales: Actes et Communications* 8: 127-140.
- Montaigne, E. (1997). Transformation of viticulture in the Languedoc-Roussillon seen from the perspective of two centuries of history. In *Acts of Canadian Conference on Economic History, Niagara on the Lake*, 4-6.
- Montaigne, É. (1988). Enjeux et stratégies dans la filière d'innovation du matériel végétal viticole: un essai d'analyse économique du changement technique. Montpellier 1.
- Moran, E. F. (1982). *Human adaptability. An introduction to ecological anthropology*. Westview Press.
- Morel, R., Cochran, I., Hubert, R., Dequesne, J. & Hervé-Mignucci, M. (2014). Panorama des financements climatiques en France en 2011. *CDC Climate Recherche*.
- Morin, E. (1994). Sur l'interdisciplinarité. *Bulletin interactif du centre international de recherches et études transdisciplinaires* 2.
- Morrison, A. & Rabellotti, R. (2007). The role of research in wine: the emergence of a regional research area in an Italian wine production system. *International Journal of Technology and Globalisation* 3(2-3): 155-178.
- Neil Adger, W., Arnell, N. W. & Tompkins, E. L. (2005). Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change* 15(2): 77-86.
- Nelson, R. R. (1993). National innovation systems: a comparative analysis. *University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship*.
- Nelson, R. R. & Sampat, B. N. (2001). Making sense of institutions as a factor shaping economic performance. *Revista de Economía Institucional* 3(5): 17-51.
- Nelson, R. R. & Winter, S. G. (1977). In search of a useful theory of innovation. In *Innovation, Economic Change and Technology Policies*, 215-245: Springer.
- Neuman, W. L. (2005). *Social research methods: Quantitative and qualitative approaches*. Allyn and Bacon Boston.
- Nori, M., Sensi, M. N. T., Taylor, M. & Sensi, A. (2008). *Droits pastoraux, modes de vie et*

adaptation au changement climatique. IIED.

- Nyong, A., Adesina, F. & Elasha, B. O. (2007). The value of indigenous knowledge in climate change mitigation and adaptation strategies in the African Sahel. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 12(5): 787-797.
- Oberthür, S. & Ott, H. E. (1999). *The Kyoto Protocol: international climate policy for the 21st century*. Springer Science & Business Media.
- O'Brien, M. J. & Holland, T. D. (1992). The role of adaptation in archaeological explanation. *American Antiquity* 57(1): 36-59.
- OCDE (2014). Examens de l'OCDE des politiques d'innovation: France 2014. (Eds D. Guellec, S. Vincent-Lancrin, P. Llerena, P. Mustar, E. Arnold, M. Benaïm, M. Matt and G. Ajmone-Marsan).
- Ollat, N. & Touzard, J.-M. (2014a). Adaptation à long terme au changement climatique pour la viticulture et l'œnologie: un programme de recherche sur les vignobles français. *Revue des oenologues et des techniques vitivinicoles et oenologiques* 41(152): 11-12.
- Ollat, N. & Touzard, J.-M. (2014b). Long-term adaptation to climate change in viticulture and enology: the LACCAVE project. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* (special issue on the Laccave project): 1-7.
- Orlove, B. (2005). Human adaptation to climate change: a review of three historical cases and some general perspectives. *Environmental Science & Policy* 8(6): 589-600.
- Othniel Yila, J. & Resurreccion, B. P. (2013). Determinants of smallholder farmers' adaptation strategies to climate change in the semi arid Nguru Local Government Area, Northeastern Nigeria. *Management of Environmental Quality: An International Journal* 24(3): 341-364.
- Ottati, G. D. (1994). Trust, interlinking transactions and credit in the industrial district. *Cambridge Journal of Economics* 18(6): 529-546.
- Ouédraogo, M., Dembélé, Y. & Somé, L. (2010). Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements des précipitations: cas des paysans du Burkina Faso. *Science et changements planétaires/Sécheresse* 21(2): 87-96.
- Pachauri, R. K. & Reisinger, A. (2008). *Bilan 2007 des changements climatiques: Rapport de synthèse*. GIEC.
- Panigai, L., Vacavant, M.-P. & Moncomble, D. (2014). Les réseaux en viticulture. Une pépite méconnue de la Champagne. *Le Vigneron champenois* 135(4): 39-61.
- Parmesan, C. & Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421(6918): 37-42.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy* 13(6): 343-373.
- Pennesi, K., Arokium, J. & McBean, G. (2012). Integrating local and scientific weather knowledge as a strategy for adaptation to climate change in the Arctic. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 17(8): 897-922.
- Piaget, J. (1967). *Biologie et connaissance; essai sur les relations entre les regulations organiques et les processus cognitifs*. Gallimard.
- Porter, M. E. (1990). The competitiveness advantage of nations. *The Free Press, New York*.

- Porter, M. E. (1998). Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review* 76(6): 77-90.
- Powell, W. W., Koput, K. W. & Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. *Administrative science quarterly*: 116-145.
- Quéno, H. (2014). *Changement climatique et terroirs viticoles*. Lavoisier Tec&doc.
- Reedy, D., Savo, V. & McClatchey, W. (2014). Traditional Climatic Knowledge: Orchardists' perceptions of and adaptation to climate change in the Campania region (Southern Italy). *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 148(4): 699-712.
- Resilience-Alliance (2010). Assessing resilience in social-ecological systems: Workbook for practitioners.
- Rhodes, E. & Wield, D. (1994). *Implementing new technologies: innovation and the management of technology*. Wiley Blackwell.
- Risbey, J., Kandlikar, M., Dowlatabadi, H. & Graetz, D. (1999). Scale, context, and decision making in agricultural adaptation to climate variability and change. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 4(2): 137-165.
- Rodima-Taylor, D., Olwig, M. F. & Chhetri, N. (2012). Adaptation as innovation, innovation as adaptation: An institutional approach to climate change. *Applied Geography* 33: 107-111.
- Rodrigo, C. (2015). Evaluating the adaptive capacity to climate change: a case from rural agriculture of Sri Lanka. *Wudpecker Journal of Agricultural Research* 4(1): 1-5.
- Röling, N. (1992). The emergence of knowledge systems thinking: a changing perception of relationships among innovation, knowledge process and configuration. *Knowledge and policy* 5(1): 42-64.
- Röling, N. (1996). Towards an interactive agricultural science. *European journal of agricultural education and extension* 2(4): 35-48.
- Rosenzweig, C. & Wilbanks, T. J. (2010). The state of climate change vulnerability, impacts, and adaptation research: strengthening knowledge base and community. *Climatic Change* 100(1): 103-106.
- Santha, S. D., Fraunholz, B. & Unnithan, C. (2010). A societal knowledge management system: harnessing indigenous wisdom to build sustainable predictors for adaptation to climate change. *International journal of climate change: impacts and responses* 2(1): 49-64.
- Saxenian, A. (1996). *Regional advantage: Culture and competition in Silicon Valley and Route 128*. Harvard University Press.
- Schipper, E. L. F. (2006). Conceptual history of adaptation in the UNFCCC process. *Review of European Community & International Environmental Law* 15(1): 82-92.
- Schipper, E. L. F. & Burton, I. (2009). Understanding adaptation: origins, concepts, practice and policy. In *The Earthscan reader on adaptation to climate change*, 1-8 (Eds E. L. F. Schipper and I. Burton). Earthscan.
- Schultz, H. (2000). Climate change and viticulture: A European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects. *Australian Journal of grape and wine research* 6(1):

2-12.

- Schultz, H. & Stoll, M. (2010). Some critical issues in environmental physiology of grapevines: future challenges and current limitations. *Australian Journal of grape and wine research* 16(s1): 4-24.
- Schultz, H. R. & Jones, G. V. (2010). Climate induced historic and future changes in viticulture. *Journal of Wine Research* 21(2-3): 137-145.
- Sebillotte, M., Aigrain, P., Hannin, H. & Sebillotte, C. (2003). *Prospective: Vignes et vins*. Edition INRA.
- Seguin, B. (2003). Adaptation des systèmes de production agricole au changement climatique. *Comptes Rendus Geoscience* 335(6): 569-575.
- Seguin, B. (2010a). *Coup de chaud sur l'agriculture*. Delachaux et Niestlé.
- Seguin, B. (2010b). Le changement climatique: conséquences pour l'agriculture et la forêt. *Rayonnement du CNRS* 54: 36-47.
- Seneviratne, S., Nicholls, N., Easterling, D., Goodess, C., Kanae, S., Kossin, J., Luo, Y., Marengo, J., McInnes, K. & Rahimi, M. (2012). Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation a special report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press.
- Sgourev, S. V. & Zuckerman, E. W. (2012). Improving capabilities through industry peer networks. *Image*.
- Shivamurthy, M., Shruthi, P. & Nataraju, M. (2014). A critical analysis on adaptation of climate change among farm women in the production of red gram. *Environment and Ecology* 32(2): 561-565.
- Silverberg, G. & Verspagen, B. (1995). *Evolutionary theorizing on economic growth*. International Institute for Applied Systems Analysis.
- Simonet, G. (2010). Le concept d'adaptation : polysémie interdisciplinaire et implication pour les changements climatiques. *Natures Sciences Sociétés* 17(4): 392-401.
- Slaughter, S., Campbell, T., Holleman, M. & Morgan, E. (2002). The "traffic" in graduate students: Graduate students as tokens of exchange between academe and industry. *Science, Technology & Human Values* 27(2): 282-312.
- Smit, B., Burton, I., Klein, R. J. & Wandel, J. (2000). An anatomy of adaptation to climate change and variability. *Climatic Change* 45(1): 223-251.
- Smit, B. & Pilifosova, O. (2003). Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. *Sustainable Development* 8(9): 9.
- Smit, B. & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change* 16(3): 282-292.
- Smith, B. & Pilifosova, O. (2003). From adaptation to adaptive capacity and vulnerability reduction. In *Climate change, adaptive capacity and development*, 9-28 (Eds J. B. Smith, S. Huq and R. J. T. Klein). Imperial College Press.
- Smith, J. M. (1982). *Evolution and the Theory of Games*. Cambridge university press.
- Solomon, S., Daniel, J. S., Neely, R., Vernier, J.-P., Dutton, E. G. & Thomason, L. W. (2011). The persistently variable "background" stratospheric aerosol layer and global climate

- change. *Science* 333(6044): 866-870.
- Soussana, J.-F. (2013). *S'adapter au changement climatique: Agriculture, écosystèmes et territoires*. Editions Quae.
- Spielman, D. J. & Birner, R. (2008). *How innovative is your agriculture? Using innovation indicators and benchmarks to strengthen national agricultural innovation systems*. World bank.
- Stern, N. (2008). The Economics of Climate Change. *American Economic Review* 98(2): 1-37.
- Stern, N. H. & Treasury, H. M. s. (2006). *Stern Review: The economics of climate change*. HM treasury London.
- Strand, Ø. & Leydesdorff, L. (2013). Where is synergy indicated in the Norwegian innovation system? Triple-Helix relations among technology, organization, and geography. *Technological Forecasting and Social Change* 80(3): 471-484.
- Stuart, T. E. (2000). Interorganizational alliances and the performance of firms: A study of growth and innovation rates in a high-technology industry. *Strategic management journal* 21(8): 791-811.
- Stuart, T. E., Hoang, H. & Hybels, R. C. (1999). Interorganizational endorsements and the performance of entrepreneurial ventures. *Administrative science quarterly* 44(2): 315-349.
- Supriyadi, R. E. (2012). Local Economic Development And Triple Helix: Lesson Learned From Role of Universities In Higher Education Town of Jatinangor, West Java, Indonesia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 52: 299-306.
- Szeto, E. (2000). Innovation capacity: working towards a mechanism for improving innovation within an inter-organizational network. *The TQM Magazine* 12(2): 149-158.
- Tabariés, M. (2005). Les apports du GREMI à l'analyse territoriale de l'innovation ou 20 ans de recherche sur les milieux innovateurs. *Cahiers de la Maison des Sciences Economiques* (18).
- Tatry, M. V., Fournier, D. & Moulliet, C. (2010). Analyse bibliométrique des publications scientifiques vigne et vin sur la période 1999-2008.
- Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic management journal* 28(13): 1319-1350.
- Teil, G. (2013). Peut-on garantir un objet pluriel? Analyse de la récente controverse au sujet des «refusés» dans les AOC viticoles en France. *Droit et société* 84(2): 433-452.
- Temple, L., Touzard, J. M., Kwa, M., Boyer, J. & Requier-Desjardins, D. (2015). Comparaison des trajectoires d'innovation pour la sécurisation alimentaire des pays du Sud. *Base* 19(1): 53-61.
- Temple, L., Touzard, J.-M. & Jarrige, F. (1996). La restructuration des cooperatives vinicoles en Languedoc-Roussillon: du module communal a la diversite des adaptations actuelles. *Revue de l'économie méridionale* 44: 73-94.
- Torquebiau, E. (2015). *Changement climatique et agricultures du monde*. Editions Quae.
- Touzard, J.-M. (2008). Construction des marchés et actions publiques : l'exemple de la

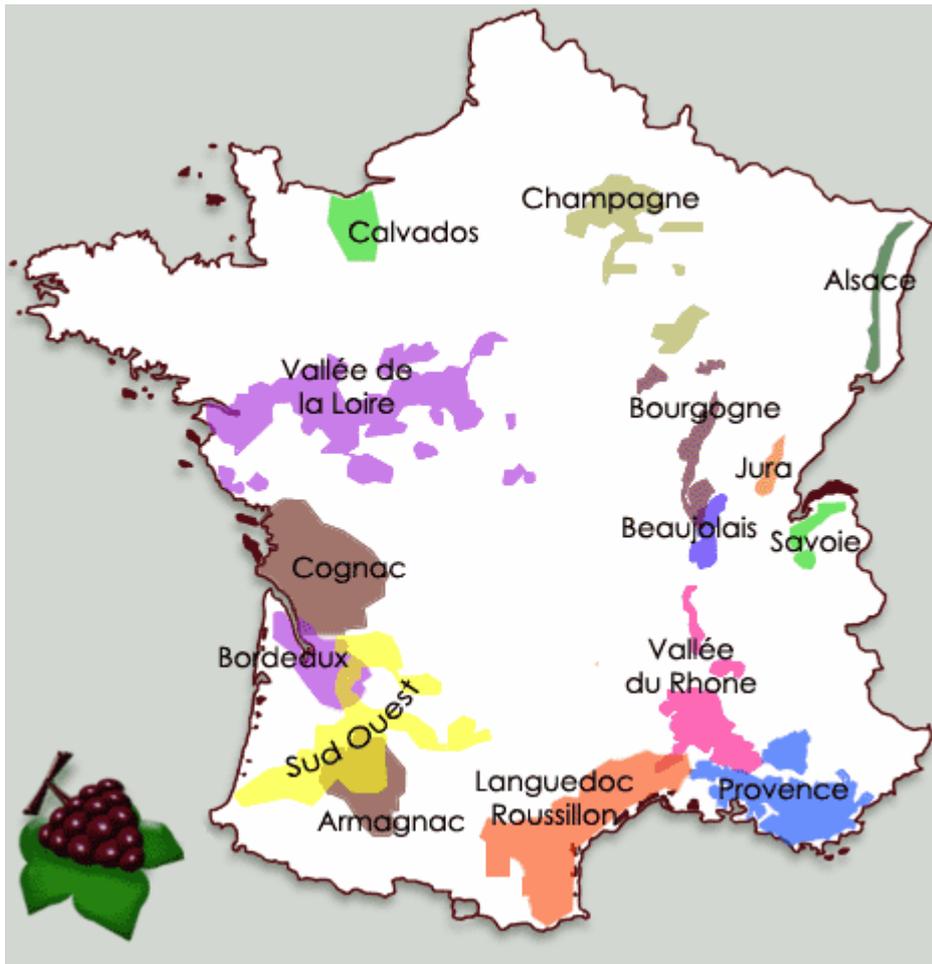
- reconversion viticole en Languedoc Roussillon. *Les cahiers du CEVIPOF* 48: 113-140.
- Touzard, J.-M. (2010). Innovation systems and the competition between regional vineyards. *Innovation and Sustainable Development in Agriculture and Food*.
- Touzard, J.-M. (2011). Les réseaux professionnels : facteur clé pour l'innovation dans le secteur vitivinicole? *Revue française d'oenologie* (249): 47-50.
- Touzard, J.-M. (2014). Les approches sectorielles de l'innovation. In *Principes d'économie de l'innovation, Bruxelles, Peter Lang*, 235-245.
- Touzard, J.-M., Chiffolleau, Y. & Dreyfus, F. (2008). Analyser l'innovation dans un Système agroalimentaire localisé: construction interdisciplinaire en Languedoc. *Cahiers Agricultures* 17(6): 526-531.
- Touzard, J.-M. & Laporte, J.-P. (1998). Deux décennies de transition viticole en Languedoc-Roussillon: de la production de masse à une viticulture plurielle. *Pôle Sud* 9(1): 26-47.
- Touzard, J.-M., Temple, L., Faure, G. & Triomphe, B. (2014). Systèmes d'innovation et communautés de connaissances dans le secteur agricole et agroalimentaire. *Innovations* 43(1): 13-38.
- Uzunidis, D. (2010). Milieu innovateur, relations de proximité et entrepreneuriat. Analyse d'une alchimie féconde. *Revue Canadienne de Science Regionale* 33: 91-106.
- Uzzi, B. (1996). The sources and consequences of embeddedness for the economic performance of organizations: The network effect. *American sociological review* 61(4): 674-698.
- Van Dijn, E. A., Grogan, K. A. & Borisova, T. (2015). Determinants of adoption of drought adaptations among vegetable growers in Florida. *Journal of Soil and Water Conservation* 70(4): 218-231.
- Van Duinen, R., Filatova, T., Geurts, P. & van der Veen, A. (2015). Coping with drought risk: empirical analysis of farmers' drought adaptation in the south-west Netherlands. *Regional Environmental Change* 15(6): 1081-1093.
- Van Gameren, V. & Zaccai, E. (2015). Private forest owners facing climate change in Wallonia: Adaptive capacity and practices. *Environmental Science & Policy* 52: 51-60.
- Van Leeuwen, C., Schultz, H. R., de Cortazar-Atauri, I. G., Duchêne, E., Ollat, N., Pieri, P., Bois, B., Goutouly, J.-P., Quénot, H. & Touzard, J.-M. (2013). Why climate change will not dramatically decrease viticultural suitability in main wine-producing areas by 2050. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110(33): E3051-E3052.
- Van Rijnsoever, F. J., Hessels, L. K. & Vandeberg, R. L. (2008). A resource-based view on the interactions of university researchers. *Research Policy* 37(8): 1255-1266.
- Vescovi, L., Bourque, A., Simonet, G. & Musy, A. (2009). Transfer of climate knowledge via a regional climate-change management body to support vulnerability, impact assessments and adaptation measures. *Climate Research* 40(2-3): 163-173.
- Vidal, F. (2000). Les districts italiens. Un modèle de développement local exemplaire. *Futuribles* (256): 5-21.
- Viguié, V., Hallegatte, S. & Rozenberg, J. (2014). Downscaling long term socio-economic scenarios at city scale: A case study on Paris. *Technological Forecasting and Social*

Change 87: 305-324.

- Von Hippel, E. A. (2005). *Democratizing innovation*. MIT Press.
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R. & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and society* 9(2): 5.
- Watson, R., Albritton, D. & Barker, T. (2001). *Changements climatiques 2001: Rapport de synthèse, résumé à l'intention des décideurs*. GIEC.
- Weibull, J. W. (1997). *Evolutionary game theory*. MIT press.
- Weibull, J. W. (1998). Evolution, rationality and equilibrium in games. *European Economic Review* 42(3): 641-649.
- Williamson, O. E. (1975). *Markets and hierarchies*. Free Press.
- Wilsford, D. (1994). Path dependency, or why history makes it difficult but not impossible to reform health care systems in a big way. *Journal of public policy* 14(03): 251-283.
- Winter, S. G. & Nelson, R. R. (1982). An evolutionary theory of economic change. *University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship*.
- Winterhalder, B. (1980). Environmental analysis in human evolution and adaptation research. *Human Ecology* 8(2): 135-170.
- Wodon, Q., Burger, N., Grant, A., Joseph, G., Liverani, A. & Tkacheva, O. (2014). Climate Change, Extreme Weather Events, and Migration: Review of the Literature for Five Arab Countries. In *People on the Move in a Changing Climate*, 111-134 (Eds E. Piguet and F. Laczko). Springer.
- WorldBank (2006). *Enhancing Agricultural Innovation: How to go Beyond the Strengthening of Research Systems*. The World Bank Washington.
- Yegbemey, R. N., Yabi, J. A., Boris, G. & Paraïso, A. (2014). Modélisation simultanée de la perception et de l'adaptation au changement climatique: cas des producteurs de maïs du Nord Bénin (Afrique de l'Ouest). *Cahiers Agricultures* 23(3): 177-187.
- Yildizoglu, M. (2009). Approche évolutionniste de la dynamique économique. *Cahiers du GREThA* 16.
- Zeng, S. X., Xie, X. & Tam, C. M. (2010). Relationship between cooperation networks and innovation performance of SMEs. *Technovation* 30(3): 181-194.

ANNEXES

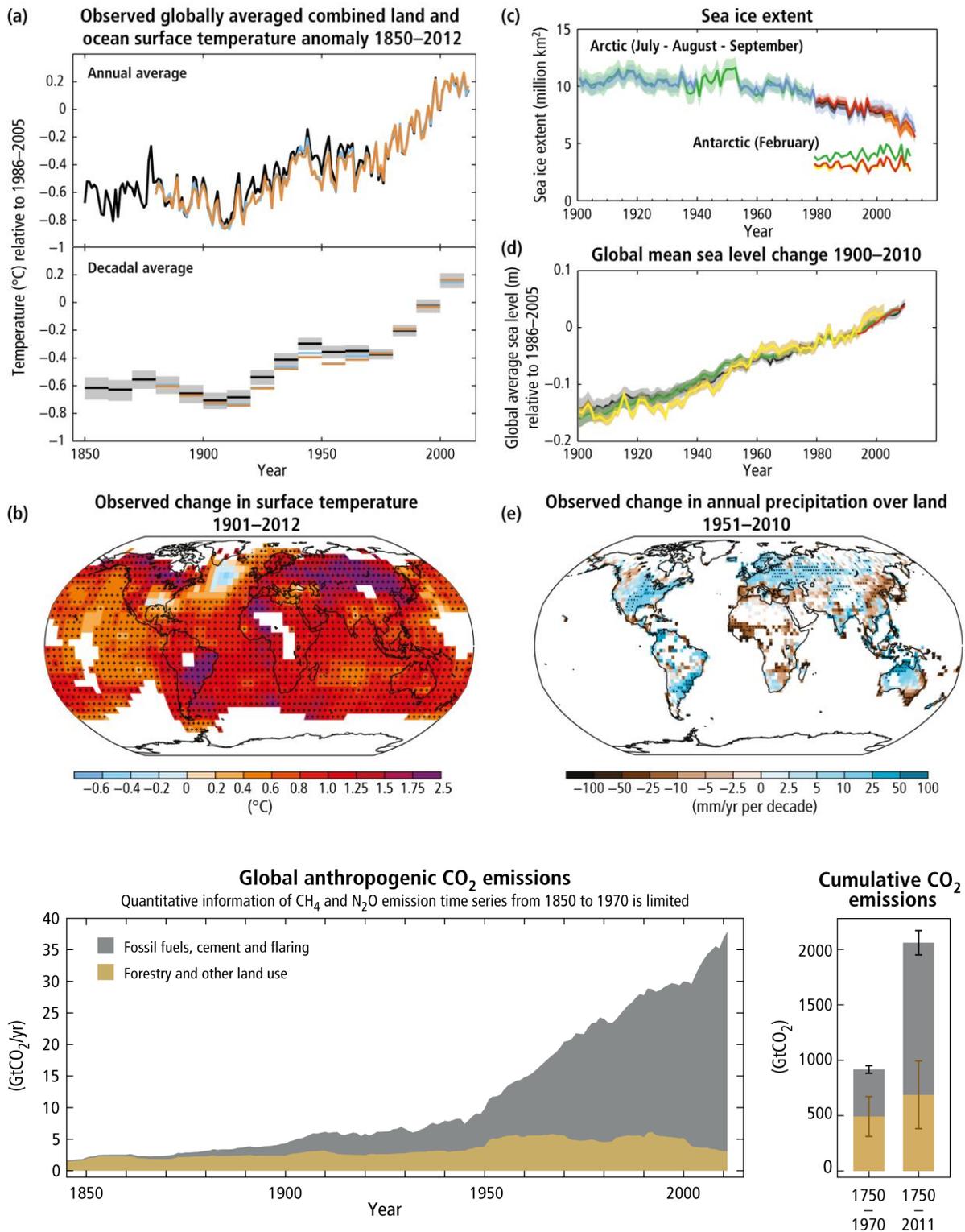
ANNEXE A : Vignobles régionaux de France



Source : <http://www.lesannuaires.com/annuaire-vin-vignobles.html>

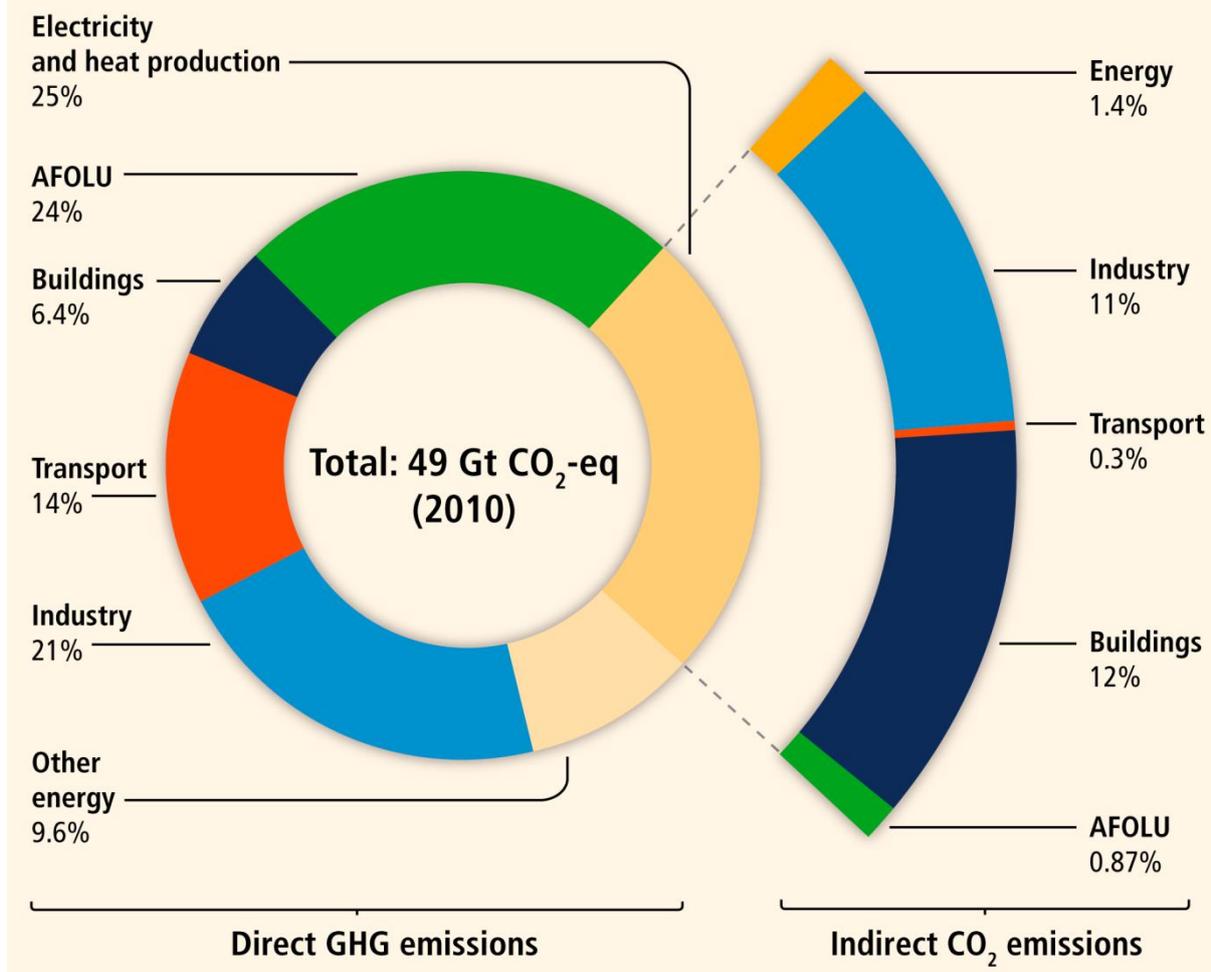
ANNEXE B : Schémas et scénarios climatiques réalisés par le GIEC

Les schémas suivants sont issus des rapports du GIEC 2014



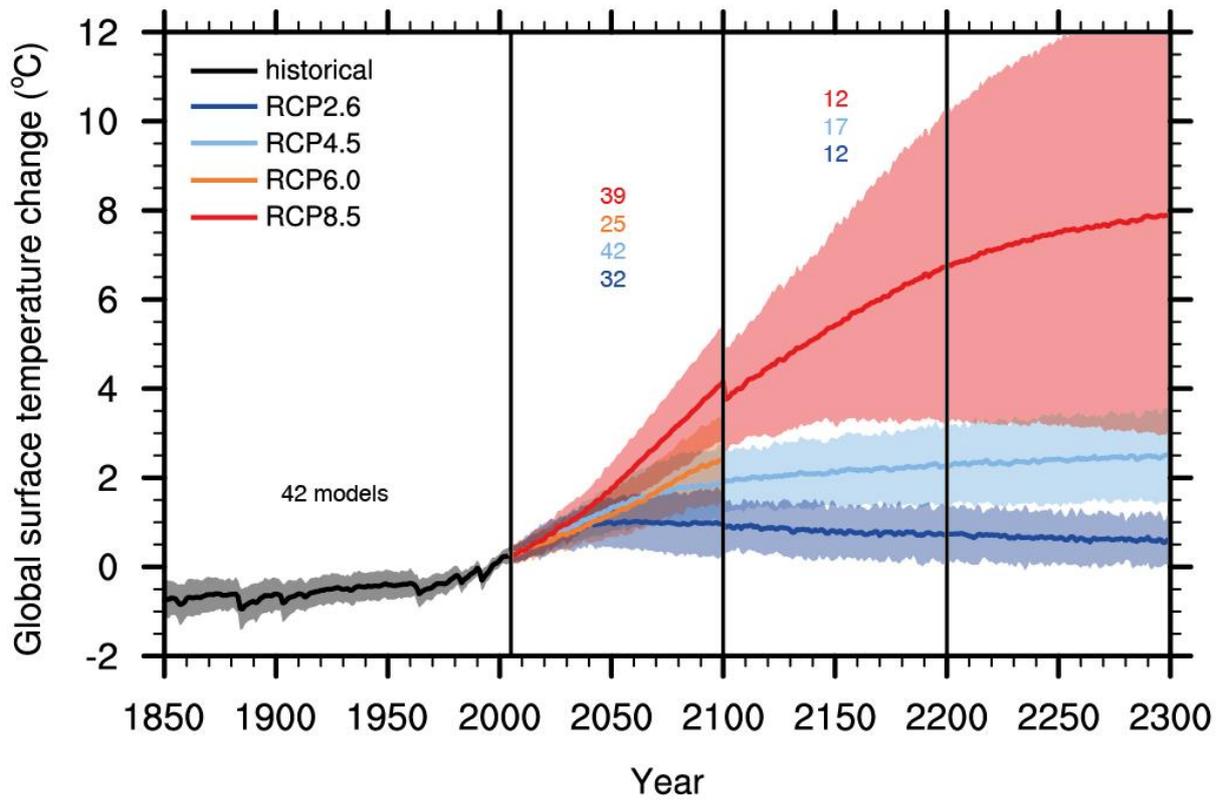
Source : IPCC 2014

Greenhouse gas emissions by economic sectors



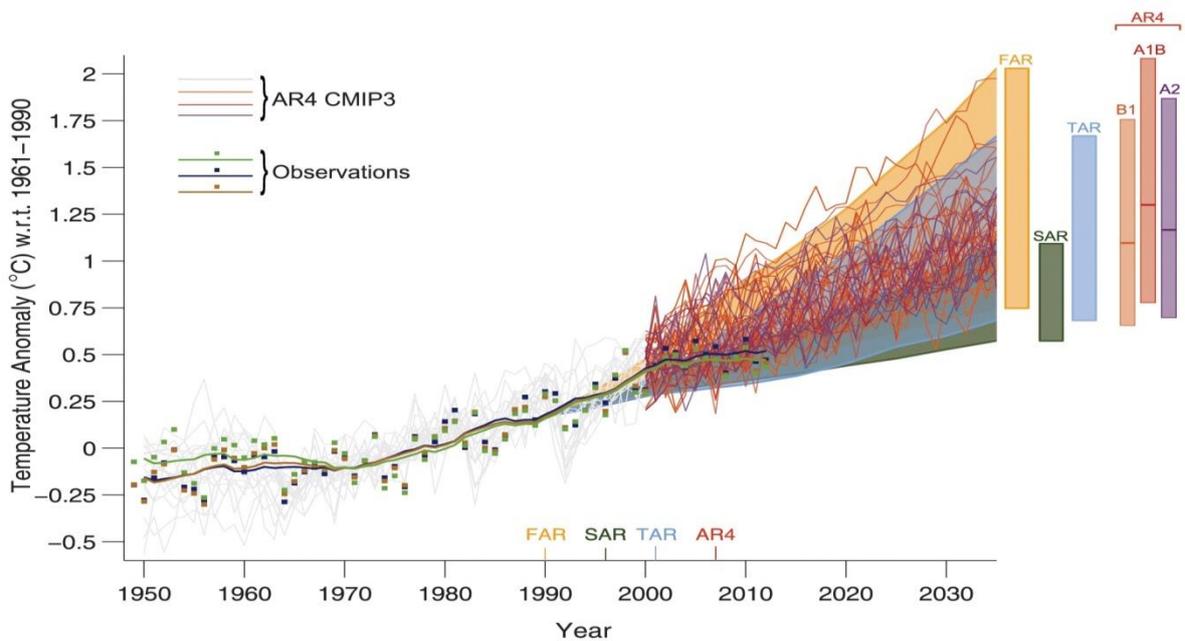
Source : IPCC 2014

Les scénarios du GiEC 2014



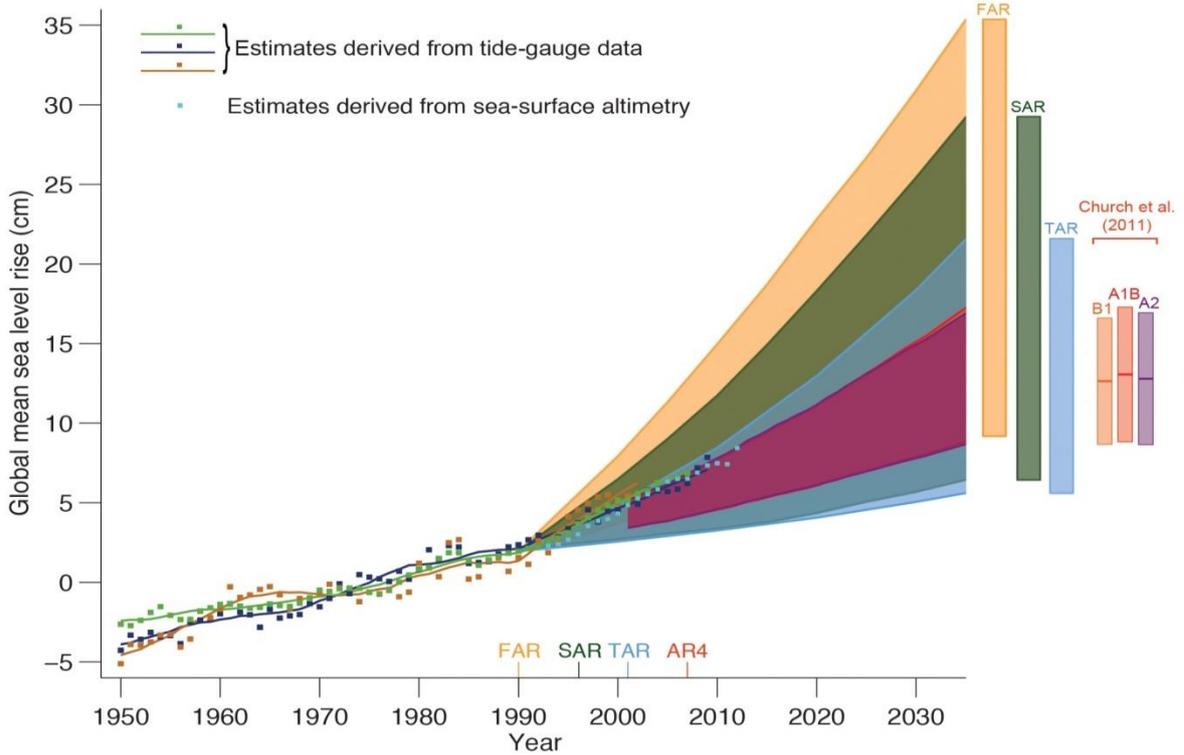
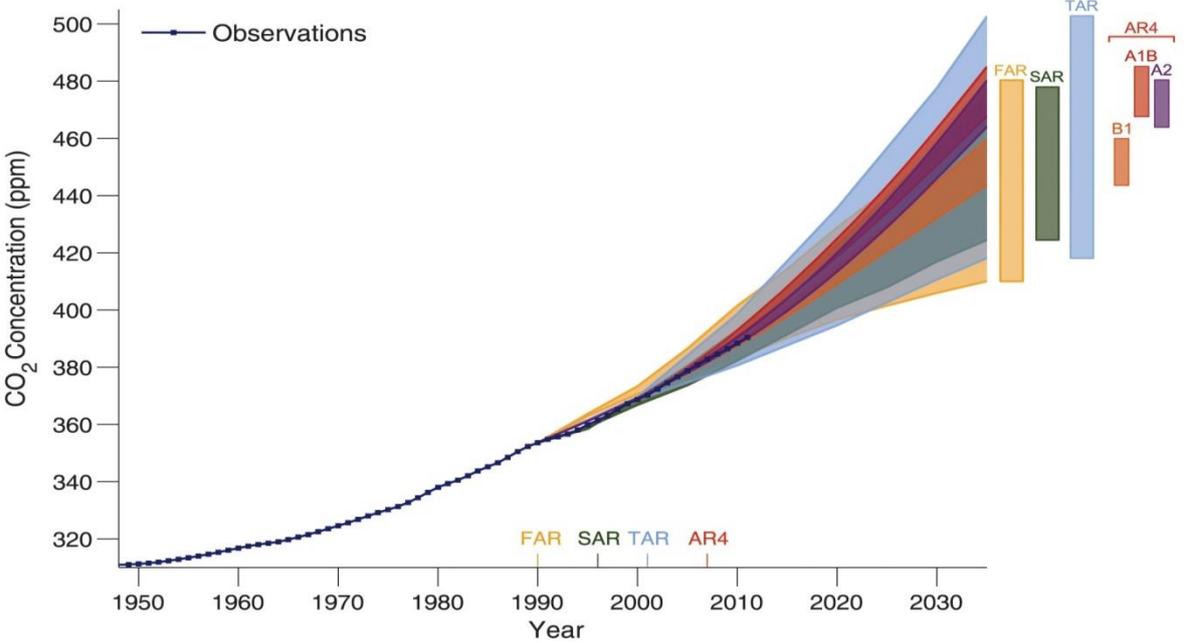
Source : IPCC 2014

Observation sur l'évolution de la température moyenne de l'air depuis 1950 et scénarios du GIEC



Source : IPCC 2014

Observation sur l'évolution de la température moyenne de l'air depuis 1950 et scenarios du GIEC



Source : IPCC 2014

ANNEXE C : Adaptation au changement climatique et compétitivité

L'adaptation au CC et la compétitivité sont théoriquement liées. La compétitivité d'une entreprise renvoie à sa capacité à faire face à la concurrence, c'est-à-dire à maintenir ou accroître durablement ses parts de marché. Cette définition peut être transposée à un secteur, un cluster ou une nation (Porter, 1990). La relation entre compétitivité et adaptation au CC peut être mise en évidence à travers les différentes approches de l'adaptation.

Adaptation au changement climatique : composante de la compétitivité

L'adaptation au CC peut être considérée comme une composante de la compétitivité. Les approches de l'adaptation en termes de capacité (adaptation-capacité) et de stratégie (adaptation-stratégie) nous enseignent que dans les secteurs qui sont très touchés par les effets du CC, le niveau de compétitivité des entreprises ou du secteur résulte d'un ensemble de paramètres dont l'adaptation au CC.

Capacité adaptative au changement climatique et compétitivité

L'adaptation-capacité au CC traduit la capacité d'une entreprise, d'une filière, ou d'un cluster à absorber les chocs du CC sans altérer significativement sa situation économique. Elle renvoie à la notion de résilience (Smit and Wandel, 2006; IPCC, 2001b). Elle implique aussi le fait de profiter au maximum des opportunités qu'offre l'évolution climatique. Elle repose sur les différentes formes de capital qui vont lui permettre de s'adapter : capital humain (connaissances), social (réseaux), financier, institutionnel ou même naturel (sol, biodiversité). Dans une situation où les chocs climatiques menacent la survie des entreprises ou d'une filière, la construction de ce capital est nécessaire si on veut rester compétitif.

Adaptation stratégique et compétitivité

Dans une perspective stratégique, la compétitivité est liée à l'adaptation anticipative ou réactive au CC. Les firmes compétitives sont celles qui ont su anticiper les dynamiques de l'environnement concurrentiel, les préférences des consommateurs, et tirer profit de l'évolution des conditions de l'offre et des opportunités d'affaires. De nombreux travaux scientifiques montrent que l'évolution des conditions climatiques influencerait de manière significative la compétitivité des secteurs, des industries et des firmes (Hallegatte and Lecocq, 2010; Hannah *et al.*, 2013). Dans un secteur très sensible au réchauffement climatique, les entreprises compétitives du futur seront celles qui auront su formuler des stratégies, en vue d'anticiper ou de répondre aux enjeux du CC, de manière à diminuer les chocs ou à profiter

des bénéfices de l'évolution climatique. L'adaptation-stratégie fait donc partie d'un ensemble de stratégies (compétition, coopération) qui permettent aux entreprises (cluster, région, secteurs) de maintenir ou d'améliorer leurs parts de marché.

Adaptation au changement climatique : condition de compétitivité

L'adaptation peut aussi être vue comme une condition de la compétitivité des firmes (cluster, secteur, région, nation). L'adaptation-Policy, l'adaptation-trajectoire et l'adaptation processus nous aident à mieux appréhender cette conception.

Adaptation-Policy et compétitivité

L'environnement institutionnel dans lequel baignent les entreprises conditionne à un certain niveau leur dynamique économique. Dans le cas d'activités économiques sensibles au réchauffement climatique, les politiques sectorielles dédiées à l'adaptation au CC conditionnent l'aptitude des entreprises à renforcer ou à maintenir leur niveau de compétitivité. Il en va de même pour la législation, pour la réglementation et les formes de régulation sectorielle, ainsi que pour la mise en place d'infrastructures destinées à aider les entreprises à faire face aux chocs climatiques.

Adaptation trajectoire et compétitivité

Au-delà des considérations génériques et qualitatives de l'adaptation aux CC et de son lien avec la compétitivité, se pose la question pour les entreprises des effets attendus dans la zone de production, et du choix à faire parmi un ensemble de voies possibles d'adaptation. Ces voies d'adaptation impliquent des analyses coûts-bénéfices pour faire un arbitrage parmi les alternatives technologiques ou de délocalisation existantes, leur complémentarité, leur substituabilité et leurs limites. L'adaptation est donc tributaire des choix antérieurs, des ressources et des compétences disponibles ou mobilisables. Elle prend aussi en compte les segments de marchés où l'on se positionne. En résumé l'adaptation aux CC se raisonne aussi à travers la trajectoire, empruntée ou à emprunter, en fonction de plusieurs paramètres qu'il faut moduler (Dosi, 1982; Nelson and Winter, 1977). La trajectoire d'adaptation conditionne alors les dynamiques des entreprises, et plus largement les trajectoires technologiques de celles-ci.

Adaptation-processus et compétitivité

L'adaptation vue en tant que processus fait intervenir des actions intentionnelles, mais aussi des actions non intentionnelles. Cela renvoie à des mécanismes non maîtrisables par les

entreprises ou les agents du système productif qui sont susceptibles de jouer directement ou indirectement un rôle important sur l'adaptation et par extension sur la compétitivité des entreprises. L'évolution des préférences des consommateurs, de la perception des signes de qualité peut avoir des répercussions sur la réputation d'un type de vin ou d'une AOC. Des externalités de connaissances ou technologiques d'autres secteurs peuvent avoir des répercussions sur l'adaptation des agents économiques dans un secteur donné, laquelle peut jouer sur la dynamique économique des entreprises de ce secteur. De nouvelles conditions propices liées au réchauffement climatique peuvent également affecter le niveau de compétitivité des entreprises.

Compétitivité : un nouvel indicateur de l'adaptation (adaptation-état)

Dans une situation où les effets du CC conditionneraient la survie des entreprises (filiale, cluster, etc.), le niveau de compétitivité d'une entreprise pourrait permettre de déduire si cette entreprise est adaptée ou non. Il pourrait permettre d'évaluer son degré d'adaptation au CC. Les entreprises les plus compétitives seraient celles qui se seraient adaptées le mieux. La compétitivité est donc, dans une approche « adaptation-état », un indicateur de l'adaptation.

Tableau : Adaptation au changement climatique et lien avec la Compétitivité

Approches de l'adaptation au CC	Éléments pris en compte	Lien avec compétitivité
Adaptation-état	Vision factuelle de l'adaptation, traduit le fait d'être adapté ou non à l'environnement, à un moment donné ou à un temps T.	Compétitivité : Indicateur de l'adaptation
Adaptation-capacité	L'aptitude ou l'habileté d'un système à répondre à l'évolution climatique en fonction de ses ressources et de ses compétences.	Composante de la compétitivité
Adaptation-stratégie	Actions préparées, raisonnées et planifiées en vue de faire face aux contraintes ou de profiter des opportunités (actuelles ou futures) du CC.	
Adaptation-Policy	Actions matérielles et immatérielles (la législation, la réglementation, des infrastructures, des mesures incitatives) réalisées par les états, les responsables territoriaux pour réduire la vulnérabilité des entreprises aux chocs climatiques.	Condition de compétitivité
Adaptation-trajectoire	Cheminement suivant lequel on tente de s'adapter au CC en fonction des ressources et compétences disponibles, des choix techniques ou technologiques existants ou possibles, et des actions déjà entamées.	
Adaptation-processus	Différents dynamiques, mécanismes, formes et étapes de transformation de l'adaptation, y compris des actions non intentionnelles.	

Source : J. Boyer 2016

ANNEXE D : Infrastructure institutionnelle dédiée à la lutte contre le changement climatique

Introduction

L'infrastructure institutionnelle dédiée au CC renvoie à un ensemble d'institutions et d'organisations qui s'impliquent dans i) l'observation de l'évolution du climat, ii) la construction des scénarios climatiques au niveau global et régional, iii) l'encadrement des négociations internationales sur le climat, iv) la production et la diffusion des connaissances sur les méthodes de lutte contre le réchauffement climatique au niveau sectoriel et local, v) l'élaboration et l'implémentation des politiques climatiques. Cette infrastructure se matérialise d'abord par des institutions internationales, puis des institutions nationales et régionales. Nous montrons dans cette annexe, qu'au niveau du secteur vitivinicole, des institutions et des organisations spécifiques à ce secteur s'engagent déjà dans la lutte contre les effets du CC et que la recherche participe à la définition des politiques climatiques.

Dans cette annexe nous caractériserons l'infrastructure institutionnelle dédiée à la lutte contre le CC en identifiant les différents éléments qui la composent et leur fonction aux niveaux international, national, régional et sectoriel. Pour analyser la composante sectorielle vigne et vin de cette infrastructure, nous reproduirons la méthode utilisée dans le chapitre 2. Toutefois, nous nous sommes ici concentrés sur la problématique du CC. Au niveau des 7 régions viticoles sous études (Languedoc-Roussillon, Aquitaine-Bordeaux, Vallée-de-la-Loire, Vallée-du-Rhône, Champagne, Bourgogne, Alsace), nous avons analysé l'implication des institutions et des organisations, y compris des institutions de R&D, dans le processus de lutte contre le CC.

Ce travail se base essentiellement sur des recherches bibliographiques et webographiques, des entretiens auprès des responsables de laboratoires de recherche, de pôles d'IFV, d'interprofessions, de services viticoles des Chambres d'agriculture, de l'INAO, et d'une analyse bibliométrique sur les publications scientifiques qui abordent en même temps les thématiques vitivinicoles et le CC. Contrairement au chapitre 2, au lieu de proposer une analyse quantitative sur les moyens humains et financiers mobilisés dans la R&D, nous avons préféré ici nous orienter vers une étude plus thématique. Cette analyse nous permet de comprendre comment les acteurs de la R&D dans chaque vignoble régional traitent la question climatique et avec quelle porte d'entrée.

Les institutions internationales

Au niveau international la problématique du CC est gérée par des organes politiques, scientifiques et techniques.

La Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques

La Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), entité de l'ONU, est l'organe politique international qui assure la gestion de la problématique de l'évolution climatique. Elle crée un cadre institutionnel global pour les négociations climatiques et facilite l'effort intergouvernemental pour faire face à l'enjeu climatique. Elle est l'instigatrice des conférences internationales qui ont pour but de déboucher sur des engagements ou des accords des états concernant la réduction des Gaz à Effets de Serre (GES) et sur des politiques d'adaptation. Parmi les conférences internationales, on peut citer entre autres : le Sommet de la terre à Rio (1992), la première Conférence des parties à Berlin (1995), la troisième Conférence des parties qui a donné naissance au protocole de Kyoto (1997), la conférence de Bali (2007), le Sommet de Copenhague (2009), la conférence de Durban (2011) et la COP21²⁷ en décembre 2015. Lors de ces conférences les considérations scientifiques proposées par le GIEC occupent une place importante.

Le GIEC

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) ou IPCC est l'organisme international de référence en rapport à l'étude et à l'évaluation scientifique du CC. Il a pour mission de présenter les mises à jour des connaissances scientifiques et techniques sur les scénarios climatiques, sur les impacts des émissions de GES, sur les effets du CC dans les écosystèmes physiques et socio-économiques, sur les avancées des efforts de mitigation et sur des pistes de solution et d'adaptation au niveau global. Les rapports du GIEC constituent une base scientifique pour les débats et les négociations dans les conférences climatiques. Pour l'observation climatique, le GIEC exploite particulièrement les données de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM).

²⁷ On parle aussi de « CMP11 ». Le sigle CMP désigne les États de la réunion des parties au protocole de Kyoto. Le nombre 11 renvoie à la 11^{ème} session.

L'OMM

L'Organisation météorologique mondiale (OMM) est une entité des Nations Unies « spécialisée dans la météorologie, l'hydrologie opérationnelle et les sciences géophysiques connexes ». Elle a pour rôle d'observer et d'étudier l'état et le comportement de l'atmosphère terrestre, son interaction avec les océans et l'évolution du climat. Elle permet la collaboration entre les services météorologiques et hydrologiques nationaux ou régionaux, ainsi que les échanges d'informations et de données. Elle compte 191 États et territoires membres dont des organismes au niveau européen.

Les ONG et autres organisations de la société civile

Les ONG et des organisations de la société civile jouent un rôle considérable dans la lutte contre le CC. Elles participent fortement à la diffusion des informations climatiques et à la sensibilisation des populations par rapport aux enjeux du CC. Elles s'activent aussi pour faire pression sur les dirigeants politiques et dénoncer les lobbies des grosses entreprises industrielles lors des négociations internationales. Elles étaient d'ailleurs présentes à la COP21. Pour faire entendre leurs exigences et leurs préoccupations, elles utilisent tous les moyens à leur disposition, allant de l'humour jusqu'à des actions spectaculaires et violentes. Ces organisations se regroupent au sein de réseaux, de coalitions pour accroître leur force de pression. Nous pouvons citer entre autres le Climate Action Network (CAN) qui regroupe plus de 950 ONG dans plus de 110 pays (dont le Réseau Action Climat – France (RAC-F), Greenpeace, Global Change, Amis de la terre...), ou la Coalition Climat 21 qui rassemble plus de 130 organisations de la société civile...

Les institutions européennes

Au niveau européen plusieurs organisations et institutions font partie de l'infrastructure institutionnelle dédiée au CC.

Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen-terme (CEPMMT)

Le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen-terme (ECMWF) est une organisation intergouvernementale dont le rôle consiste en la production, la diffusion des prévisions numériques grâce à des services météorologiques nationaux.

EUMETSAT

L'Organisation européenne pour l'exploitation de satellites météorologiques est une organisation intergouvernementale et une agence spatiale connue pour ses satellites Météosat et METOP. Sa mission comporte le recueil en continu des données satellitaires précises sur la météorologie, sur le climat et sur l'environnement, l'exploitation des données sous formes d'images et de produits satellitaires, et enfin la transmissions de ces données aux services météorologiques des Etats européens membres. Au cours des 30 dernières années, les observations satellitaires issues des données cumulées des satellites météorologiques tels que Météosat ont été déterminantes dans la compréhension du CC au niveau européen.

GIE Eumetnet

Le GIE Eumetnet est un organisme, au niveau européen, dont le rôle est de favoriser la coopération entre les services météorologiques nationaux. Il fournit un cadre qui permet à ces différents services météorologiques de partager leurs données, leurs informations, leurs compétences, leurs produits et leurs résultats de recherche sur le climat. Il se donne comme mission d'améliorer la capacité de ses Etats membres pour optimiser leurs politiques climatiques et leurs réponses coordonnées de gestion des aléas climatiques.

Les politiques climatiques au niveau européen

Deux types de politiques climatiques parallèles sont à l'œuvre au niveau européen : le Système d'échange de quotas et l'Ecotaxe.

Système d'échange de quotas européens

Le Système d'échange de quotas européens constitue le principal outil de lutte contre le CC dans cette région. A travers ce système, les États membres fixent une limitation des émissions de gaz et un marché du carbone. Ce système couvre environ 12 000 installations dans les secteurs industriels et énergétiques, qui représentent plus de 40% des émissions européennes de GES. Les entreprises de ces secteurs se voient attribuer un quota d'émissions de GES, autrement dit un droit de polluer. Au-delà de cette quantité elles doivent recourir au marché de carbone, appelé « bourse du carbone » pour acheter la quantité nécessaire auprès d'autres entreprises en vertu du principe pollueur-payeur. Cependant, les entreprises qui émettent moins que leur allocation ont le droit de revendre leur quota non utilisé et d'en tirer

des bénéfices financiers pour réinvestir, par exemple, dans des technologies plus sobres en carbone.

Ecotaxe

L'écotaxe est fondée également sur le principe de « pollueur-payeur » ou de « taxe pigouvienne » de l'économiste Arthur C Pigoux, qui consiste à internaliser les externalités négatives des entreprises par la fixation d'une taxe. L'écotaxe constitue un outil de contrôle des émissions industrielles à côté des marchés de quotas de carbone. Elle fait partie de la stratégie européenne de lutte pour la réduction des GES. Cependant, elle n'est appliquée que dans 6 pays européens (Allemagne, Autriche, Pologne, Portugal, Slovaquie, République Tchèque).

Les politiques européennes de recherche et d'innovation sur le CC

Au sein de la direction générale de la recherche et de l'innovation de la Commission Européenne, plusieurs programmes ont été mis en place pour inciter les chercheurs à produire de nouvelles connaissances sur la mitigation ou l'adaptation au CC. Cela se traduit dans la stratégie de recherche H2020 par plusieurs appels à projets sur ces thèmes. Cela se traduit aussi par des initiatives conjointes (JPI) associant des pays voulant avancer sur ces thèmes, en particulier le JPI FACCE²⁸ qui concerne l'agriculture et fait le lien entre les enjeux de sécurité alimentaire et le CC. Par ailleurs au sein de l'EIT (Institut Européen pour l'Innovation et la Technologie) une « communauté de connaissance et d'innovation » (KIC) associant des organismes de recherche et des entreprises a été constituée sur la thématique du CC, avec différentes plateformes, dont l'une concerne l'agriculture, l'eau et la gestion des sols. Chaque plateforme soutient des actions envers l'innovation (entreprise, R&D, enseignement), sous forme de projet. L'un des projets, Climate Smart Agriculture booster, s'intéresse notamment à la viticulture en soutenant des entreprises (start ups par exemple) offrant des solutions pour l'adaptation.

Les institutions au niveau français

Les Etats ont, selon la CCNUCC, trois missions principales en rapport avec la problématique climatique. Ils ont tout d'abord l'obligation de rassembler les informations sur les émissions de GES et d'assurer leur diffusion. Ils ont ensuite pour tâche de mettre en place des politiques nationales d'atténuation des GES et d'adaptation aux impacts climatiques

²⁸ <https://www.faccejpi.com/>

prévus. Finalement, ils ont pour devoir de contribuer à la mise en place d'un fond pour soutenir financièrement et technologiquement des pays en voie de développement dans leur lutte contre le CC.

En France, plusieurs institutions et organisations sont chargées d'intervenir dans le domaine climatique. Le principal acteur est le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM).

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer

Le MEEDDM est l'organe officiel qui gère la politique climatique du gouvernement ou de l'Etat français. Il est associé aux négociations européennes et internationales sur le climat. De plus, ce ministère élabore et met en œuvre la politique de lutte contre le réchauffement climatique. Il est enfin l'organe de tutelle de Météo-France, de l'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC), et de l'Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie (ADEME), principales structures publiques dédiées à la cause climatique.

Météo-France

Météo-France est un service météorologique et climatologique français au niveau national. Par rapport à la problématique du CC, cet organisme possède tout d'abord une mission préventive, assurant la prévision du temps. Cette mission consiste à communiquer aux citoyens les informations sur le climat au jour le jour. Pour cela, elle utilise une carte de vigilance météorologique et des bulletins météo pour signaler « les phénomènes dangereux, leurs conséquences et les précautions à prendre pour se protéger ». Elle participe aussi à l'élaboration des projections climatiques au niveau national et régional. Enfin, elle s'implique dans la recherche autour du CC, tout comme le fait l'ONERC.

Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC)

Créé en 2001, l'ONERC constitue le « point focal » du GIEC pour la France. Il joue un rôle d'interface scientifique entre le MEEDDM et les organismes scientifiques, tels que le CNRS, l'IRD, l'INRA, le CIRAD, etc. Contrairement à d'autres structures, son champ d'action porte essentiellement sur la question du CC. Sa mission consiste d'une part à collecter les informations sur le CC, sur les risques qui y sont liés et sur les méthodes de luttes pertinentes, et les conclusions issues d'études et de la recherche sur ce domaine. D'autre part,

il assure la diffusion de ces informations au MEEDDM, aux collectivités territoriales et auprès du grand public. Il fournit aux acteurs économiques et aux décideurs des outils d'aide à la décision (indicateurs, simulations du climat futur et documentation) leur permettant de lutter contre les effets climatiques et de formuler des stratégies d'adaptation. De plus, il émet des recommandations sur des pistes d'adaptations possibles et sur les mesures de prévention existantes pour réduire les risques climatiques. Enfin, dans une perspective plutôt internationale, elle participe au dialogue et aux négociations sur le CC avec les pays en développement.

Service de l'observation et des statistiques (SOeS)

Le Service de l'observation et des statistiques (SOeS) est l'autorité nationale statistique pour les domaines du « logement et de la construction, des transports, de l'énergie, du climat, de l'environnement et du développement durable ». Par rapport au CC, il collecte et exploite les informations statistiques puis assure leur diffusion. Il réalise, au nom de l'État, des enquêtes concernant ces domaines. Le SOeS est l'un des acteurs du système statistique européen, de l'Eurostat (service statistique de la Commission européenne), de l'Agence internationale de l'énergie et de l'Agence européenne pour l'environnement.

L'ADEME

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie est un organisme d'accompagnement à la transition énergétique, y compris pour la réduction des GES. Elle est l'opérateur de l'Etat dans l'accompagnement des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public. Elle participe aussi au financement de projets de recherche et de développement relatifs au CC.

Les institutions de recherche

La recherche sur le CC est assurée par les organismes de recherche classiques en France. L'Agence Nationale de la Recherche (ANR) est notamment chargée de financer des projets de recherche, qui sont menés par le CNRS, l'INRA, le CIRAD, l'IRD, les universités et les grandes écoles, regroupés dans des laboratoires de recherche ou des Unités de recherche (UMR). Environ 261 projets de recherche sur le CC ont été répertoriés par l'ONERC²⁹. A

²⁹ <http://onerc.developpement-durable.gouv.fr/recherche-projets>

l'INRA, il existe même un méta-programme, ACCAF, sur le CC. Au niveau du secteur vigne et vin ce programme est représenté par le programme LACCAVE (Ollat and Touzard, 2014c). Ces projets de recherche ont pour but, d'observer scientifiquement les effets du CC sur les écosystèmes naturels terrestres et marins, ainsi que sur les activités économiques. Ils essaient aussi de proposer aux acteurs des stratégies de lutte et de fournir des bases scientifiques pour l'élaboration et la mise en œuvre des politiques climatiques.

Les politiques climatiques

Les politiques climatiques en France sont notamment les plans sur le climat et le Grenelle de l'environnement.

Plan climat

Depuis 2000, la France, au nom de ses engagements pris dans le cadre du protocole de Kyoto (1997), commence à mettre en œuvre un certain nombre de politiques climatiques claires. Le Programme National de Lutte contre les Changements Climatiques (PNLCC - 2000) fut la première politique au niveau national visant à réduire les émissions de GES sur la période 2000–2010. En 2004 ce programme a été remplacé par le Plan Climat (2004-2012) qui poursuit la même vision, c'est-à-dire atteindre les objectifs du protocole de Kyoto. Toutefois, depuis 2006, ce dernier permet de transposer les directives européennes au niveau national. Enfin, le Plan Climat prévoit de diviser par quatre ces émissions à l'horizon 2050. Cette dernière disposition a reçu le soutien d'une loi en juillet 2005, la « loi POPE », fixant du même coup les orientations de la politique énergétique.

Contrairement à ces deux premières politiques, qui œuvraient dans une logique d'atténuation, le Plan National d'Adaptation au CC (PNACC 2011-2015), se donne pour mission de développer l'adaptation comme réponse à l'enjeu du réchauffement climatique. Il a pour objectif de générer des mesures concrètes et des recommandations opérationnelles pour faire face et/ou tirer profit de nouvelles conditions climatiques. Il a pour fondement l'article 42 de la loi du 3 août 2009 sur la programmation du Grenelle de l'environnement.

Le Grenelle de l'environnement

Le Grenelle de l'environnement s'apparente à une démarche participative qui a permis, autour d'une série de tables-rondes ou de réunions, des discussions entre l'Etat, les collectivités territoriales, les organisations de la société civile (comme les syndicats), les ONG

et les entreprises, sur la définition d'une feuille de route « en faveur de l'écologie, du développement et de l'aménagement durable ».

L'un des six groupes thématiques de travail du Grenelle était consacré au CC et a donné lieu aux propositions suivantes :

1. La réduction importante de la consommation d'énergie dans tous les domaines, notamment les secteurs les plus consommateurs d'énergie (industrie, bâtiment, transport) ;
2. Le développement des énergies renouvelables avec pour objectif une part de 20% - 25% dans la consommation finale d'énergie en 2020 ;
3. L'obligation pour les collectivités territoriales d'élaborer des "Plans climat-énergie territoriaux" et la mise en place de "schémas régionaux climat et énergie" pour assurer la cohérence territoriale des politiques climatiques nationales ;
4. La création d'une "contribution climat énergie" sur les produits avec fort contenu en carbone (carburants, combustibles).

Au-delà de ces politiques climatiques, l'Etat français transpose au niveau national, des dispositions et des stratégies européennes en matière de lutte contre le CC, comme les mesures relatives au marché des quotas d'émissions de CO₂.

Le financement des politiques climatiques

Selon le rapport « Panorama des financements climatiques en France en 2011 » (Morel *et al.*, 2014), le financement de la lutte contre le CC en France est assuré principalement par le secteur privé, le secteur public, les intermédiaires publics et privés, et, de manière subsidiaire, par les fonds européens. Les investissements climatiques sont alloués, par ordre de grandeur, au secteur du bâtiment, au secteur du transport et de l'énergie, au secteur de l'industrie et au secteur de l'agriculture. Ces investissements sont utilisés pour le développement des énergies renouvelables, des infrastructures de transport et la recherche de l'efficacité énergétique. Sur un total de 22,2 milliards d'euros d'investissement climatique en 2011, 60% provenait du privé et 40% du public. Si on introduit les dettes détenues par ces acteurs privés auprès d'acteurs publics (caisses de dépôt, épargne des ménages via le livret A et le livret de développement durable...), le secteur privé fournirait environ 77% des fonds mobilisés dans les investissements climatiques. Les acteurs du secteur privé sont notamment les entreprises, qui constituent une source majoritaire de financement (dont les industriels et

les développeurs de projets), et les ménages, principal financeur du secteur du bâtiment. Le financement du secteur privé se fait soit directement soit par des intermédiaires. Ces intermédiaires sont les banques commerciales, comme les banques de détail, les banques de financement et d'investissement (BFI) et les investisseurs institutionnels. Ces acteurs utilisent les marchés financiers ou les dépôts de leurs clients pour investir dans des projets climatiques.

Les sources de financement publics sont les budgets de l'État, des collectivités, et de manière plus marginale les fonds européens.

En 2011, les fonds issus du budget de l'Etat français totalisaient 4.9 milliard d'euros distribués sous forme de subventions pour des projets « bas-carbone ». Environ 80% de ce fond était alloué au secteur du bâtiment, pour la rénovation énergétique ou pour la production d'énergies renouvelables, et au secteur des transports. Les intermédiaires publics sont les ministères, les agences gouvernementales (l'ADEME ou l'ANAH...), les collectivités locales, les Etablissements Publics à caractère Industriel ou Commercial (EPIC), les bailleurs sociaux et les institutions financières publiques, principalement la Caisse de Dépôts et l'Agence Française de Développement.

Les fonds européens passent à travers des fonds FEDER et de subventions de la Commission européenne. Le secteur du bâtiment, des transports et de l'énergie recevaient l'essentiel des investissements européens en 2011. Nous pouvons aussi signaler la Banque Européenne d'Investissement (BEI) comme acteur du financement de la lutte contre le CC.

Les medias et le changement climatique

Les medias jouent un rôle important dans la lutte contre le CC. Ils sensibilisent les populations à ce phénomène, aux risques qui y sont liés et à la vulnérabilité de certaines régions. L'intérêt des medias pour l'enjeu CC devient de plus en plus important ces dernières années. Les reportages et les sollicitations auprès des chercheurs sur cette problématique se multiplient aussi. Ils introduisent les enjeux du CC chez nous, dans nos salons, à travers la télévision, la radio, les journaux et les revues. Ils en présentent les effets déjà visibles dans certaines régions du monde, comme la fonte des glaciers ou l'élévation du niveau de la mer qui rendent inhabitables certaines zones, autrefois habités, etc...

Les institutions de la filière vin et le changement climatique

Du fait que le secteur vigne et vin soit très sensible au CC, l'adaptation de la filière vitivinicole dépend, non seulement des stratégies des acteurs de cette filière (viticulteurs, négoce, interprofessions, domaines, caves coopératives...), mais aussi d'une infrastructure institutionnelle dédiée au CC. Cette infrastructure est représentée en premier lieu par les institutions et les organisations spécifiques à la filière vitivinicole qui prennent en compte l'enjeu du CC. Elle est aussi issue de la déclinaison sectorielle des politiques climatiques, des réglementations et des normes fixées à l'échelle nationale, régionale et européenne.

Implication des organisations de recherche dédiées à la vigne et le vin

La plupart des unités de recherche qui travaillent sur la vigne et le vin s'impliquent aussi dans la production de connaissances autour du CC et des méthodes de lutte possibles. Le projet LACCAVE (Long term Adaptation to Climate ChAnge in Viticulture and Enology) qui mobilise une centaine de chercheurs, issu du méta-programme ACCAF (Adaptation to Climate Change for Agrosystems and Forests) de l'INRA constitue un exemple clair de la déclinaison sectorielle de la recherche scientifique sur l'évolution climatique. Ce projet de recherche permet de traduire les conséquences du CC dans le secteur vigne et vin, de proposer des pistes de solution pour l'atténuation ou pour l'adaptation.

Si les unités de recherche travaillant sur la vigne et le vin dans toutes les régions viticoles de France développent des travaux sur le CC, leur poids dans les recherches régionales diffère selon les régions.

Les résultats de l'étude bibliométrique que nous avons faite, analysant la production scientifique sur le CC en lien avec la thématique vigne et vin, classe le Languedoc-Roussillon en première position avec 65 publications, suivi de Bordeaux avec 48 articles, la Champagne est en dernière position sur les 7 vignobles étudiés. Cependant en termes de part des publications sur le CC dans les publications sur la vigne et le vin totales, si le Languedoc-Roussillon conserve sa première place, Bordeaux n'est que 5^{ème} sur les 7 vignobles étudiés. La Vallée-de-la-Loire et la Vallée-du-Rhône occupent respectivement la deuxième et troisième place. Champagne et Alsace restent en dernière position. On peut déduire que dans les vignobles méditerranéens (Languedoc-Roussillon, Vallée-du-Rhône) la recherche régionale s'intéresse plus à l'enjeu CC que les autres. L'analyse du nombre d'unités de recherche par région impliquées dans le projet LACCAVE met en évidence la prédominance

des unités de recherche du Languedoc-Roussillon et de Bordeaux. Ceci peut être expliqué par le fait que ce programme de recherche est un programme de l'INRA qui concentre ses recherches sur la vigne et le vin principalement dans deux pôles de recherche : le Languedoc-Roussillon et Bordeaux. Ce n'est pas sans raison d'ailleurs que les deux coordinateurs de ce programme de recherche soient issus de ces deux régions. Les tableaux suivants détaillent le nombre de publications par région viticole et les unités de recherche qui s'impliquent dans le programme LACCAVE.

En termes de domaines de recherche, les publications scientifiques sur le changement climatique sont polarisées sur trois principaux thèmes : la conduite du vignoble, citée dans 75% des publications, l'œnologie, dans 62% et l'irrigation ou stress hydrique dans 61%. Il existe toutefois des spécificités régionales. Les vignobles méditerranéens (Languedoc-Roussillon, Vallée-du-Rhône) publient particulièrement sur des thématiques en rapport avec la conduite du vignoble et l'irrigation ; les vignobles septentrionaux (Champagne, Alsace, Bourgogne) sur les maladies de la vigne ; et les vignobles atlantiques (Bordeaux, Vallée-de-la-Loire) sur l'œnologie et la conduite du vignoble.

Tableau 1: Nombre d'articles scientifiques publiés par région viticole (2008-2014)

Régions viticoles	Nb. Publis Changement climatique	Nb total publications sur la vigne et le vin	Poids des publis Changement climatique
Languedoc-Roussillon	65	443	14,7%
Aquitaine(Bordeaux)	48	535	9,0%
Bourgogne	16	164	9,8%
Vallée-du-Rhône	16	126	12,7%
Vallée-de-la-Loire	15	114	13,2%
Alsace	13	176	7,4%
Champagne	10	133	7,5%
Autres_régions	56	565	9,9%
TOTAL OBS.	175	1721	10,2%

Source : Analyse bibliométrique réalisée par J. Boyer et D. Fournier (2015)

Tableau 2: Unités de recherche impliquées dans le projet LACCAVE

Régions	Partenaire scientifiques et Techniques	Unités de recherche
Languedoc Roussillon	IHEV-Supagro	Innovation, LEPSE, SPO, LISAH, AGAP, Système, IATE, Mistea UE Pech Rouge UE Vassal
Aquitaine (Bordeaux)	ISVV	EGFV, SAVE, GAIA, UE Œnologie, UE Viticulture
Vallée-du-Rhône	Inter-Rhône	Agroclim
Vallée-de-la-Loire		UVV (Angers)
Bourgogne	URC U Bourgogne (Dijon)	UMR Biogeosciences
Champagne	-	-
Alsace	-	SVQV (Colmar)
Autres	Costel-CNRS(Rennes) Geolab (Limoge), IFV, INAO, FranceAgrimer	Sadapt et Aliss (Paris)

Source : document projet LACCAVE

Tableau 3 : Poids des différents thèmes traités dans les publications en lien avec le changement climatique par région

	Non réponse	Œnologie	Maladies vigne	Matériel végétal	Conduite Vignoble	Econ consom	Plantation localisation	irrigation	total
Autres régions	7%	48%	11%	4%	48%	14%	11%	38%	100%
Bordeaux	8%	50%	23%	33%	44%	4%	6%	42%	100%
Languedoc-Roussillon	3%	43%	5%	20%	83%	3%	11%	78%	100%
Alsace	8%	46%	46%	38%	38%	0%	8%	0%	100%
Bourgogne	19%	50%	13%	19%	25%	19%	13%	25%	100%
Champagne	10%	20%	50%	10%	40%	0%	0%	10%	100%
Val-Rhône	19%	25%	13%	25%	50%	13%	6%	50%	100%
Val-Loire	0%	60%	7%	7%	53%	7%	13%	13%	100%
TOTAL	10%	62%	21%	26%	75%	10%	13%	61%	100%

Implication de L'IFV dans la lutte contre le changement climatique

Le CC constitue un axe de recherche pour l'Institut Français de la Vigne et du vin (IFV) qui, classiquement, a pour mission de conduire de la recherche appliquée pour l'industrie vitivinicole. Le ciblage du CC comme axe de recherche se fait explicitement au niveau de plusieurs pôles³⁰ notamment le pôle du matériel végétale, le pôle du développement

³⁰ <http://www.vignevin.com/linstitut/recherches-regionales.html>

durable, le pôle Rhône-Méditerranée et le pôle Bordeaux-Aquitaine. Les principales thématiques de recherches sont : l'identification de matériels végétaux pouvant s'adapter au CC, les techniques correctives de diminution du taux d'alcool ou d'augmentation de l'acidité dans le vin, l'adaptation des pratiques culturales et la gestion de la contrainte hydrique.

Implication des Chambres d'Agriculture dans la lutte contre le changement climatique

Les Chambres d'agriculture dans certaines régions s'impliquent aussi dans la lutte contre le CC. Sur les Chambres d'agriculture des 7 vignobles régionaux que nous avons étudiés, celles de 5 régions développent des expérimentations relatives à la problématique du CC en rapport avec le secteur vigne et vin et accompagnent les acteurs pour faire face à cet enjeu. Les Chambres d'agriculture de Champagne et d'Alsace déclarent ne pas travailler directement sur la question du CC en rapport avec des expérimentations sur la vigne et le vin. Cette situation peut être expliquée du fait que le CC ne constitue pas encore, pour les viticulteurs et les entreprises vitivinicoles de ces régions, une menace suffisante pour contraindre ces organismes à prioriser cette question dans leurs expérimentations ou pour accompagner les viticulteurs.

Par ailleurs, partout où les Chambres d'agriculture intègrent la problématique du CC dans leurs travaux, l'adaptation des pratiques culturales aux effets du CC constitue un thème important. Les travaux sur l'irrigation sont réalisés dans les vignobles méditerranéens. Ceci s'explique par le fait que ces vignobles sont plus exposés à la contrainte hydrique et à la sécheresse. La thématique lutte contre la pression parasitaire en rapport avec le CC est fléchée par les Chambres d'agriculture au niveau de la Bourgogne. En effet, selon les informations des professionnels au niveau des vignobles septentrionaux (Champagne, Alsace, Bourgogne), la question de l'impact du CC sur l'apparition ou la recrudescence de certaines maladies constitue une problématique qui est en train d'être posée. Enfin, d'autres thématiques sur le CC sont travaillées au sein des Chambres d'agriculture. Citons entre autres l'identification des matériels végétaux (nouveaux cépages, nouveaux clones, nouveaux porte-greffes) adaptés à la sécheresse ou plus tardifs (Languedoc-Roussillon et Bordeaux), et les techniques œnologiques correctives qui réduisent le taux d'alcool ou augmentent l'acidité dans le vin pour contrer l'augmentation du taux d'alcool et la perte d'acidité imputés en grande partie aux effets du CC.

Le tableau ci-dessous récapitule les régions et les thèmes fléchés par les responsables des services viticoles des Chambres d'agriculture.

Tableau 4 : Thématiques de recherche sur le changement climatique travaillées par les Chambres d'agriculture

Régions	Thèmes de recherche	Détails
Languedoc Roussillon	<ol style="list-style-type: none"> 1. Matériel végétal 2. Conduite du vignoble 3. Œnologie 	<ul style="list-style-type: none"> - Sélection variétale - Gestion de la contrainte hydrique, pilotage de l'irrigation - Observatoire des stades phénologiques et arrêt de croissance - Réduction de la teneur en alcool, augmentation de l'acidité dans les vins
Aquitaine (Bordeaux)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Matériel végétal 2. Conduite du vignoble 3. Œnologie 4. Stratégies spatiales et économiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Sélection de clones moins précoces de Sauvignon blanc et de Merlot - Gestion durable des sols, optimisation de la concurrence hydro-azotée - Réduction de la teneur en alcool, augmentation de l'acidité dans les vins - Etude de la variabilité des potentialités œnologiques en fonction du terroir et du climat
Valée-du- Rhône	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conduite du vignoble 2. Œnologie 	<ul style="list-style-type: none"> - Gestion de vendange - Suivi phénologique et de l'évolution de la précocité - Essais sur des doses d'irrigation - Etude sur l'effet des techniques culturales sur les arômes du syrah - Installation d'un réseau de postes météos automatiques
Vallée-de-la- Loire	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conduite du vignoble 2. Œnologie 3. Stratégies spatiales et économiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Essai sur l'enherbement - Caractérisation des consommations énergétiques - Veille technique - Détermination du stade optimum de vendange - Acquisition et diffusion de connaissances sur le CC
Bourgogne	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conduite vignoble 2. Lutte contre les maladies 	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptation des stratégies de protection du vignoble - Compréhension du lien entre CC et pression parasitaire
Champagne	-	-
Alsace	-	-

Source : entretiens de l'auteur en 2012-2013

Implication des interprofessions dans le changement climatique

Les interprofessions, au-delà de leur fonction première qui consiste en la défense des intérêts économiques des acteurs de la filière, s'impliquent aussi dans la lutte contre le CC. Elles s'impliquent soit en finançant des travaux de recherche sur des thématiques, soit en

faisant des recherches appliquées au sein de leur propre service technique. Par rapport aux thématiques de recherche, il n'existe pas beaucoup de différences avec celles traitées par les Chambres d'agriculture au niveau des régions viticoles. Cependant, il convient de souligner qu'il y a des interprofessions qui financent ces recherches (Bordeaux, Languedoc-Roussillon) et celles qui font aussi de l'expérimentation (Inter-Rhône, BIVB). De plus, au niveau de l'Alsace, l'interprofession ne finance ni ne réalise aucun des travaux qui abordent directement la question du CC.

Tableau 5 : Thématiques de recherche sur le changement climatique travaillées par les interprofessions

Régions	Interpro		Détails
Languedoc Roussillon	CIVL	Financement	<ul style="list-style-type: none"> - Etude sur les nouveaux cépages (clones, variétés) résistants ou tardifs - Gestion de la contrainte hydrique/ pilotage d'irrigation - Travaux sur desalcoolisation et acidification du vin
	CIVR		
Bordeaux	CIVB	Financement	<ul style="list-style-type: none"> - Etudes sur les nouveaux cépages, clones variétés résistants ou tardifs - Adaptation des pratiques culturales - Travaux sur desalcoolisation et acidification du vin
Vallée du Rhône	InterRhône	Expérimentation et financement	<ul style="list-style-type: none"> - Etudes sur les nouveaux cépages (clones variétés) résistants ou tardifs - Travaux sur desalcoolisation et acidification du vin - Essai sur l'irrigation - Travaux sur des possibles modifications des cahiers de charges
Vallée de-la-Loire	Interloir	Expérimentation et financement	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptation des pratiques viticoles - Travaux sur les systèmes règlementaires par rapport au CC - Stratégies de délocalisation à intra aire d'appellations - Travaux sur desalcoolisation et acidification du vin - Recherche de cépages adaptés
Bourgogne	BIVB	Expérimentation et financement	<ul style="list-style-type: none"> - Participation au projet bilan carbone 2008 - Travaux sur matériel végétal sur deux cépages : chardonay et pinot noir - Travaux sur le lien entre le CC et la recrudescence de l'oïdium et la flavescence dorée - Travaux sur adaptation des pratiques culturales - Travaux sur desalcoolisation et acidification du vin
Champagne	CIVC	Expérimentation et financement	<ul style="list-style-type: none"> - Bilan Carbone de la filière vigne et vin en Champagne
Alsace	CIVA	Expérimentation et financement	<ul style="list-style-type: none"> - pas de projet précis sur le CC

Source : entretiens J. Boyer 2013-2014

Le Système d'Appellation d'Origine et le changement climatique

Les institutions qui fondent le système d'appellation d'origine ou d'indication géographique font de l'adaptation au CC une question épineuse pour le secteur vigne et vin. Rappelons que la notion d'AOC, dans le cas des vins, comme pour des produits agroalimentaires, exprime les liens étroits et symboliques entre le produit et le terroir. Elle met en évidence la combinaison des facteurs du milieu physique (caractéristiques géologiques, agronomiques, climatiques et historiques) et des facteurs humains (savoir-faire, compétences, traditions). Ces facteurs, qui sont donc liés, fondent la typicité du produit et le rend non reproductible et « inimitable » hors de son terroir (concurrence monopolistique). La compétitivité de la filière du vin français est d'ailleurs liée à ce système de valorisation du vin. Ces institutions limitent les possibilités d'adaptation pour au moins deux raisons : d'une part leur rigidité et d'autre part le fait que les impacts du CC influenceront sur les conditions du milieu physique, lesquelles participent à la définition même de la typicité du terroir.

Rigidité institutionnelle du système d'appellation

Les inerties des systèmes socio-économiques par rapport à l'évolution des conditions climatiques sont mises en évidence comme facteur limitant pour des secteurs à s'adapter au CC (De Perthuis *et al.*, 2010a). La rigidité du système d'Appellation d'Origine s'explique premièrement par rapport aux difficultés liées aux modifications des cahiers des charges. Les spécificités de l'adaptation au CC (l'incertitude et le caractère dynamique) supposent d'anticiper, d'innover et de corriger en permanence des actions prises. Or, l'adoption d'une innovation comme l'utilisation de nouveaux cépages plus adaptés ou tardifs, l'usage des techniques correctives de diminution du taux d'alcool ou l'acidification des vins, la redéfinition des aires d'appellation pour faciliter la migration des viticulteurs vers des zones plus appropriées ; exigent inéluctablement une flexibilité dans le processus de modification des cahiers de charges. Ce processus nécessite environ 10 étapes³¹ toutes aussi difficiles les unes que les autres, après une socialisation de l'innovation ou l'acceptation des changements par les membres de l'aire d'appellation.

Les considérations pédoclimatiques pour l'adaptation des AOC

³¹ <http://www.inao.gouv.fr/Espace-professionnel-et-outils/Les-procedures-d-instruction-pas-a-pas/AOP-AOC-IGP-IG/AOP-AOC-IGP-IG-schema-de-modification/Examen-par-la-commission-permanente-de-l-opportunité-du-lancement-de-l-instruction#step1>

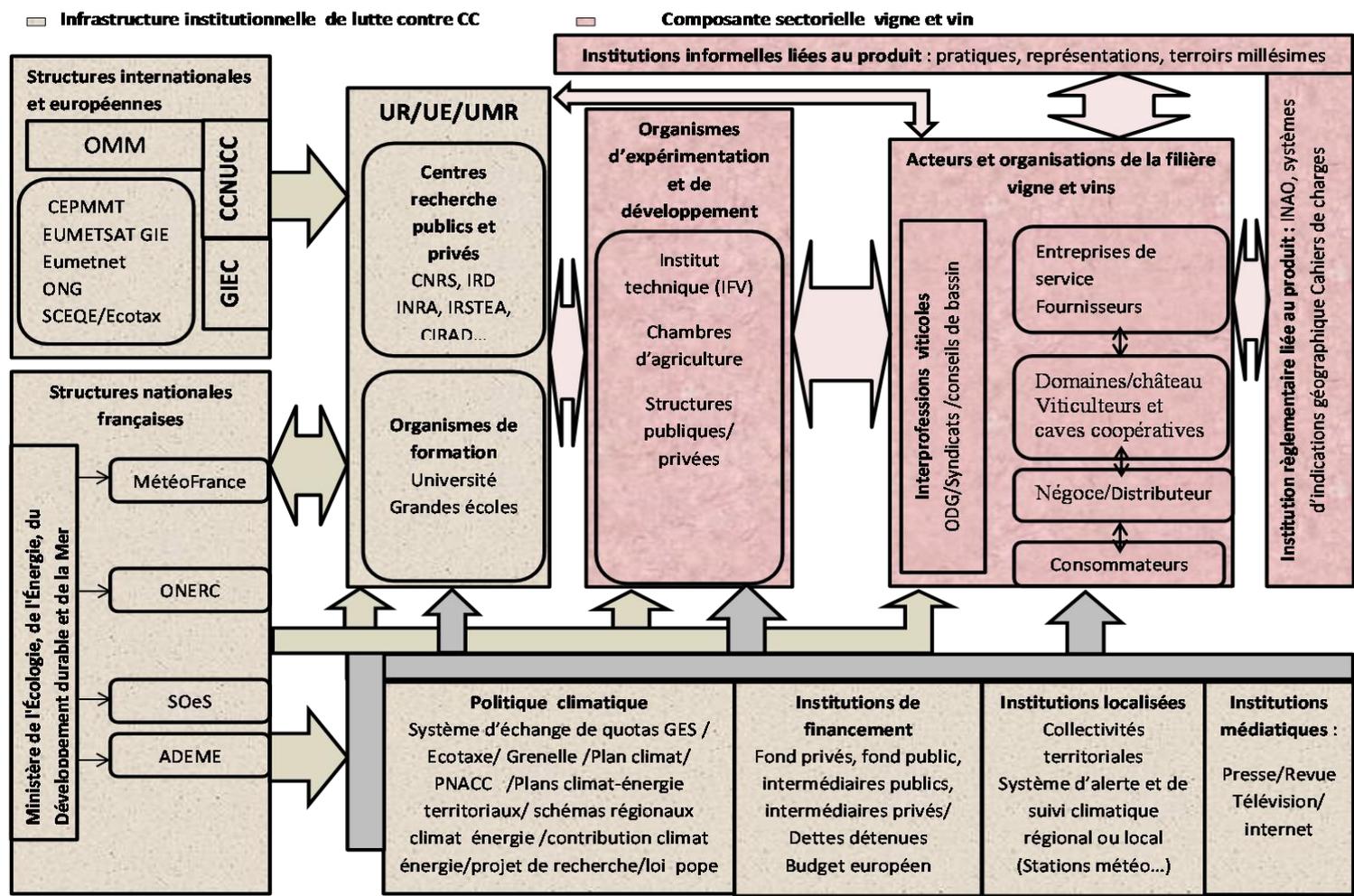
Les conséquences du CC influenceront les conditions du milieu physique. Et comme le plus souvent les savoir-faire et les autres facteurs humains sont liés avec le milieu dans le cas des AOC, on peut supposer que la typicité de ces vins reposant sur la combinaison de ces facteurs ne sera pas épargnée en absence des stratégies d'adaptation. Cela interroge la capacité de ces producteurs à adapter leur savoir-faire, leurs compétences aux nouvelles conditions pédoclimatiques du milieu physique, de les ajuster pour maintenir la typicité ou la faire évoluer. Cela questionne aussi leur capacité à construire d'autres formes de typicité dans le but de renforcer ou d'améliorer leur position sur les marchés ou les segments de marché.

Les acteurs du système d'Appellation d'Origine et changement climatique

Les responsables de l'INAO, d'organisations de gestion et de défense de l'appellation (ODG), et de syndicats d'appellation se disent concernés par le CC. Si ces derniers s'accordent sur les principaux enjeux du CC pour la viticulture, ils mettent toutefois en évidence un ensemble de blocages qui limitent leurs marges de manœuvre pour développer des stratégies d'adaptation. Ces blocages diffèrent suivant les acteurs du système. Il y a un décalage entre les visions des responsables des syndicats et de l'INAO sur les formules à utiliser. Les premiers présentent l'INAO comme source de blocage dans la mise en place d'innovations en général. Les derniers voient de la part des responsables des syndicats un manque de volonté d'innover. De plus il existe des divergences de position entre la région viticole et les aires d'appellation par rapport à la perception des impacts du CC et les actions à entreprendre (Jouan, 2014). Ces divergences s'expliquent par rapport à l'opposition d'une vision plus régionale à une vision localisée. Dans une région, les aires d'appellation ne subissent pas de la même façon les effets du CC, par rapport à des conditions pédoclimatiques différentes (types de sol, altitude...). Tout ceci contribue à l'inaction, l'absence d'initiatives concrètes pour adapter le système d'Appellation d'Origine aux effets du CC.

En résumé, les principaux éléments de l'infrastructure institutionnelle dédiée à la lutte contre le CC sont mis en évidence dans la figure suivante.

Figure Infrastructure institutionnelle dédiée à la lutte contre le changement climatique



Source : J. Boyer 2015

Conclusion

Cette étude nous a permis de mettre en évidence les principaux éléments qui constituent l'infrastructure institutionnelle dédiée à la lutte contre le CC, à l'échelle internationale, à l'échelle européenne et à l'échelle de la France. Nous avons ensuite montré comment la composante sectorielle s'imbrique dans cette infrastructure. La CCNUCC encadre les négociations internationales autour du CC, le GIECC fournit des bases scientifiques pour les négociations et les Etats prennent des engagements par rapport à leurs émissions de GES et leur contribution au fond qui financera l'adaptation surtout dans les pays en voie de développement. Les institutions européennes, sur la base des résultats des travaux scientifiques, permettent la formulation des engagements à l'échelle européenne et des actions coordonnées pour gérer la problématique du CC. Elles participent aussi à la production, la diffusion des connaissances et des données sur l'évolution climatique, et à l'élaboration des outils de lutte contre le CC au niveau européen, dont le principal est le Système d'échange de quotas de carbone. Ce système organise un marché de carbone. Il permet d'allouer, d'abord, des quotas d'émissions à des entreprises, celles qui auront dépassé leur plafond d'émission devront aller sur le marché pour en acheter. En France le MEEDDM constitue l'acteur officiel pour la gestion de la question du CC. Il a sous sa tutelle l'ONERC, météo-France et l'ADEME, des organismes qui travaillent de concert avec des centres de recherche comme le CNRS, l'INRA. Les institutions et les organisations du secteur vigne et vin, s'impliquent déjà dans la lutte contre le CC. Toutefois, au niveau des vignobles régionaux, elles ne réagissent pas de la même manière dans les réponses à la problématique du CC. Non seulement elles ne s'impliquent pas de la même manière, mais encore, elles traitent cette problématique différemment. Ces résultats permettent de confirmer la thèse de la dimension sectorielle et territoriale de l'adaptation au CC. Ils permettent aussi de démontrer le rôle des travaux de recherche dans les négociations internationales, la définition des politiques climatiques au niveau européen, territorial et sectoriel.

ANNEXE E : Analyse bibliométrique des publications 2008-2014 sur la vigne et le vin (V&V)

Objectif de l'étude

- 1- Mise à jour de l'étude V&V réalisée par D Fournier (Inra) sur la période 2008-2012
- 2- Une analyse des publications relatives au CC (projet LACCAVE) permettra d'identifier les principales institutions qui publient sur cette thématique au niveau mondial et au niveau de la France.
- 3- Pour les publications françaises, une analyse des institutions de recherche se fera par régions viticoles.

Constitution du corpus

- 1- Interrogation du Web of science® (Séries SCIE et SSCI + Conférence Proceedings Citation Index- Science (CPCI-S) et Social Science & Humanities (CPCI-SSH)) sur la période 2008-2012 à partir de l'équation de recherche suivante :

Encadré 1 : Formules et mots clés utilisés pour interroger la base WOS

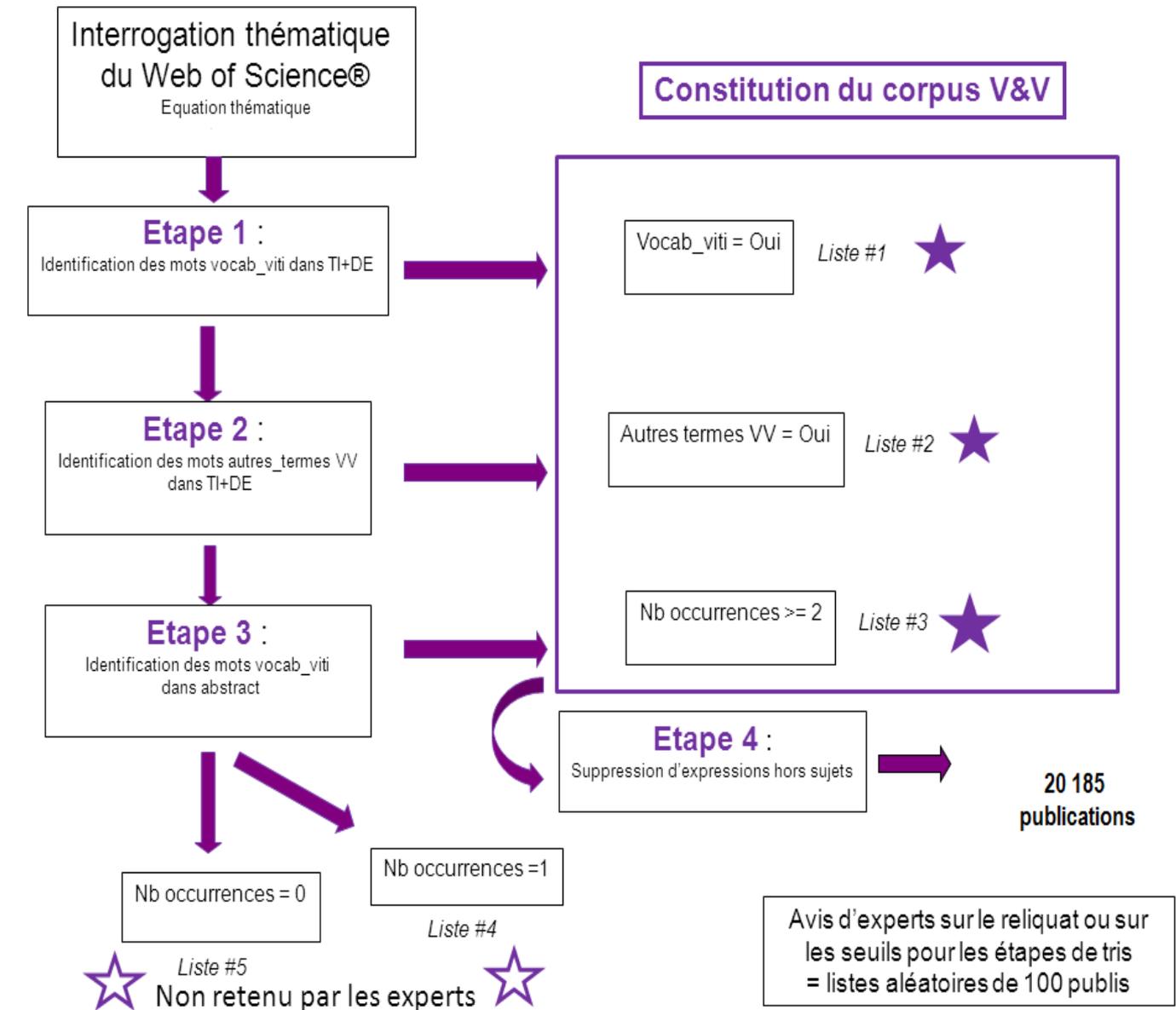
```
TS=((viticult* or vinicult* or vitivini* or oenolog* or enolog* or winemak* or winery or wineries or vitis or "V. vinifera" or viticol*)
OR
((wine or wines) not ("port wine stain*" or "port wine stain*" or "port wine lesion*" or "port wine birthmark*" or "palm wine*" or "wine glass mode" or "wine haven" or ("old Wine" near/3 ("new bottle*" or "new glass*" or "old glass*" or "new tube*" ) or ("new wine" near/3 "old bottle*" ) )
OR
( ((grape or grapes or grapevine*) not ("ray grape*" or "grapes 3" or "sour grape*" or "grape project" ) ) or (vineyard* not ("martha vineyard" or "vineyard peach*")) or ( (vineland or vinelands) not ((vineland adapt* behavio* scale*) or "Vineland Training School"))
OR
((vine or vines) not ("vine deloria"))
OR
(raisin or raisins or brandy or brandies or cooperage or ((barrel* or cask*) near/3 (oak*)))
AND PY=(2013-2014)
```

- 2- Téléchargement des 9 908 références dans Sphinx pour un nettoyage des références hors sujets (interrogation le 02/04/2015)
➔ 6 605 publications après tri
+ 14 380 publications 2008-2012

Au total : 20 185 publications

Le schéma suivant explique la méthodologie suivie

Figure 1 : Méthodologie d'analyses des références bibliographiques



Source : Tartry et al.,2010

Principaux acteurs (pays et institutions) au niveau mondial

Tableau 1 : Répartition des publications sur la vigne et le vin par pays

Principaux pays	Nb. Cit.
USA	3780
Espagne	2821
Italie	2399
France	1721
Chine	1665
Australie	1050
Brésil	983
Allemagne	860
Non réponse	804
Portugal	683
Turquie	523
Canada	477
Corée du Sud	451
Chili	436
Inde	414
Royaume-Unis	409
Japon	391
Afrique du Sud	376
Nouvelle-Zélande	293
Grèce	291
Roumanie	266
Argentine	253
Autriche	233
Iran	231
Suisse	220
Hongrie	214
Pays-Bas	179
République Tchèque	162
Taïwan	156
Pologne	156
Israël	155
Croatie	154
Serbie	136
Tunisie	121
Slovénie	117
Belgique	108
Slovaquie	107
Mexique	100

Tableau 2 : Principales institutions publiant sur la vigne et le vin

Principales institutions publiantes (> 100)	Nb. cit.	Principales institutions publiantes (> 100)	Nb. Cit
Inra – FR	650	CNRS – FR	138
Univ Calif Davis – US	565	Univ Porto UP – PT	135
CSIC Spanish Natl Res Council - ES	503	Univ Napoli Federico II – IT	134
USDA ARS Agr Res Serv – US	427	Univ Bologna – IT	128
Univ Bordeaux – FR	388	Univ Fed Rio Grande do Sul UFRGS – BR	126
Cornell Univ – US	314	Oregon State Univ – US	125
CNR Natl Res Council – IT	301	Univ Firenze – IT	123
NW Agr & Forest Univ – CN	261	Univ Strasbourg – FR	122
Stellenbosch Univ – ZA	255	Univ Calif Berkeley – US	120
China Agr Univ CAU – CN	242	Univ Sevilla – ES	119
AWRI Australian Wine Res Inst - AU	227	Univ Sao Paulo USP – BR	117
Univ Adelaide – AU	215	Univ Verona – IT	115
Univ La Rioja UR – ES	214	Univ Cordoba UCO – ES	114
CRA Agr Res Council – IT	211	Pontificia Univ Catolica Chile - CL	113
Embrapa Brazilian Agr Res Corp - BR	209	CAAS China Acad Agr Sci - CN	112
Washington State Univ – US	209	Univ Zaragoza UNIZAR – ES	112
Fdn Edmund Mach – IT	205	ICAR Indian Council Agr Res - IN	111
Univ Torino – IT	191	Univ Santiago de Compostela USC – ES	110
Univ Rovira & Virgili URV – ES	190	Univ Politecn Valencia UPV - ES	110
Univ Milan – IT	189	Univ Reims Champagne Ardenne – FR	109
Univ Castilla La Mancha UCLM - ES	187	Univ Valencia UV – ES	106
CSIRO – AU	173	AAFC Agr & Agri Food Canada – CA	106
Univ Lisboa ULisboa – PT	159	Univ Cattolica S Cuore – IT	105
Univ Vigo UVIGO – ES	154	Univ Bari Aldo Mauro – IT	103
CAS Chinese Acad Sci – CN	152	Univ Tras Os Montes & Alto Douro UTAD – PT	102
Univ Padova UNIPD – IT	151	Montpellier Supagro – FR	101
Univ Florida – US	149		

Principaux acteurs (régions, institutions de recherche) au niveau France

Analyse des adresses françaises

A partir des 3 669 lignes d'adresses françaises

- ➔ Identification des départements
- ➔ Identification des régions viticoles à partir des départements identifiés

Encadré 2 : Dictionnaire pour les régions viticoles étudiées

#Alsace=67=68
 #Bordeaux=33
 #Bourgogne=71=21=89
 #Champagne=77=10=51=52=02
 #Languedoc-Roussillon=11=30=34=66
 #Vallée-de-la-Loire=44=49=72=85=18=36=37=41=45=58
 #Vallée-du-Rhône=42=69=07=84=26
 #Autres_régions=31=63=78=80=13=75=73=91=74=86=60=971=94=35=92=25=93=64=81=32=87=16=76=14=06=57=54=88=65=38=40=82=56=29=46=17=59=974=22=987=972=04=27=24=83=47=62=19

Tableau 3 : Répartition des publications suivant les 7 vignobles régionaux étudiés

Principales régions françaises publiantes	Nb. cit.	Fréq.	Principales régions françaises publiantes	Nb. cit.	Fréq.
Autres régions	565	32,8%	Bourgogne	164	9,5%
Bordeaux	535	31,1%	Champagne	133	7,7%
Languedoc-Roussillon	443	25,7%	Vallée-du-Rhône	126	7,3%
Alsace	176	10,2%	Vallée-de-la-Loire	114	6,6%

Tableau 4 : Principales institutions françaises publiantes

Principales institutions françaises publiant en V&V (> 10 publications)	Nb. Publications 2008-2014	Principales institutions françaises publiant en V&V (> 10 publications)	Nb. Publications 2008-2014
Inra	650	AP HParis	22
Univ Bordeaux	388	AgroParisTech	22
CNRS	138	Univ Technol Compiègne	19
Univ Bourgogne	129	Grp ESA Angers	19
Univ Strasbourg	122	Univ Lyon 1 Claude Bernard	17
Univ Reims Champagne Ardenne	109	Cirad	17
Montpellier Supagro	101	Univ Aix Marseille	16
Univ Montpellier	73	AgroSup Dijon	16
IFV Inst Français Vigne & Vin	63	INP ENSAT de Toulouse	14
Bordeaux Sciences Agro	46	Univ Paris 07 Paris Diderot	13
INSERM	45	Lallemand Inc	13
Univ Haute Alsace	39	Pernod Ricard	13
Laffort	37	CIVC Comité Champagne	12
Irstea	31	Nomacorc SA	12
IRD	29	Univ Paris 06 Pierre et Marie Curie	12
Univ Paris 11 Paris Sud	27	Seguin Moreau	11
Univ Toulouse 3 Paul Sabatier	26	Univ Avignon & Pays Vaucluse	11
Univ Poitiers	25	Univ Clermont Ferrand 2 B. Pascal	10
Univ Lorraine	24	InterLoire	10
Univ Paris 05 Paris Descartes	23		

Tableau 5 : Répartition des publications françaises par axe thématique

Axes Thématiques	Nb. cit.	Fréq.
Œnologie	917	53,30%
Maladies vigne	377	21,90%
Matériel végétal	300	17,40%
Conduite vignoble	299	17,40%
Economie consommation	171	9,90%
Plantation localisation	102	5,90%
Irrigation et contrainte hydrique	97	5,60%
Non réponse	259	15,10%
TOTAL OBS.	1721	

Tableau 6 : Répartition géographique des publications par axes thématiques

Régions françaises	Non réponse	œnologie	maladies vigne	matériel végétal	conduite vignoble	économie consommation	plantation localisation	irrigation
Autres régions	107	289	127	78	96	56	31	21
Bordeaux	42	338	136	112	85	59	27	23
Languedoc-Roussillon	44	211	67	113	114	43	45	59
Alsace	40	55	94	50	22	10	3	0
Bourgogne	24	94	41	16	20	20	8	4
Champagne	16	70	41	17	19	11	3	1
Vallée-du-Rhône	23	54	36	14	34	17	4	9
Vallée-de-la-Loire	24	62	9	12	25	12	15	6

Tableau 7 : Répartition relative géographique des publications par axes thématiques

Régions françaises	Non réponse	œnologie	maladies vigne	matériel végétal	conduite vignoble	économie consommation	plantation localisation	irrigation
Autres régions	19%	51%	22%	14%	17%	10%	5%	4%
Bordeaux	8%	63%	25%	21%	16%	11%	5%	4%
Languedoc-Roussillon	10%	48%	15%	26%	26%	10%	10%	13%
Alsace	23%	31%	53%	28%	13%	6%	2%	0%
Bourgogne	15%	57%	25%	10%	12%	12%	5%	2%
Champagne	12%	53%	31%	13%	14%	8%	2%	1%
Vallée-du-Rhône	18%	43%	29%	11%	27%	13%	3%	7%
Vallée-de-la-Loire	21%	54%	8%	11%	22%	11%	13%	5%

Tableau 8 : Principaux vignobles français décrits dans les résumés des articles (1999-2008)

Vignoble français décrit dans le résumé des articles	Nbre articles
Bordelais (Pauillac, Medoc, Graves...)	60
Bourgogne (Burgundy, Beaujolais...)	32
Val de Loire (Loire Valley...)	13
Sud Ouest (Midi-Pyrénées...)	12
Région Alsace (Alsace, Colmar...)	10
Cognac Charentes	10
Languedoc-Roussillon	7
Champagne (Champagne vineyard, area, region...)	7

Tartry et al 2010

Tableau 9 : Corpus de concepts pour les publications sur le changement climatique

Principales expressions / concepts	Principales expressions / concepts	Principales expressions / concepts	Principales expressions / concepts
irrigation	heat_stress	climatic_variables	climate_factors
irrigated	environmental_stress	carbon_footprint	climatic_risk
water_stress	effects_of_temperature	climate_models	effects_of_elevated_temperature
Climate_Change	climatic_factors	climate_changes	heat_tolerance
drought	warm_climate	Dealcoholised	climate_patterns
environmental_conditions	climate_variability	N2O_emissions	climatic_indices
climatic_conditions	Mitigation	climatic_changes	climatic_scenarios
water_deficit	future_climate	climatic_classification	effect_of_elevated_temperature
abiotic_stress	greenhouse_gas	CO2_emissions	climatic_adaptation
abiotic_stresses	increasing_temperature	effect_of_climate	climatic_events
solar_radiation	effects_of_climate	atmospheric_conditions	Dealcoholisation
high_temperature	climate_model	carbon_sequestration	greenhouse_gases
water_balance	climate_warming	climatic_variability	N2O_emission
climate_conditions	Dealcoholization	Climatology	nitrous_oxide_emissions
dealcoholized	global_change	climate_trends	climate_evolution
global_warming	climatic_change	future_scenarios	climate_modelling
effect_of_temperature	climatic_characteristics	carbon_storage	Influence_of_environment_and_climate
CO2_emission	low_carbon_economy	climate_pattern	phenological_advancement
effect_of_climatic	methane_emissions	climatic_conditons	sequestering_carbon
extreme_climatic_events	water_stresses	climatic_gradients	temperature_elevation
future_climates	atmospheric_warming	climatic_perspective	warmer_futures
future_temperature	carbon_trading_system	climatic_resistance	
hydric_stress	climate_gradient	Effect_of_Light_Intensity_and_Temperature	
Influence_of_climatic	climate_induced_changes	increasing_solar_radiation	

Tableau 10 : Principaux pays publiant sur la thématique : changement climatique

Principaux pays publiants CC	Nb publis	%	Principaux pays publiants CC	Nb publis	%
USA	331	17,8%	Grèce	27	1,5%
Espagne	286	15,4%	Hongrie	27	1,5%
Italie	270	14,5%	Suisse	24	1,3%
Australie	189	10,2%	Japon	23	1,2%
France	175	9,4%	Israël	22	1,2%
Chine	121	6,5%	Non réponse	19	1,0%
Brésil	94	5,1%	Tunisie	17	0,9%
Allemagne	76	4,1%	Corée du Sud	15	0,8%
Portugal	69	3,7%	Iran	14	0,8%
Chili	61	3,3%	Roumanie	13	0,7%
Canada	46	2,5%	Autriche	13	0,7%
Afrique du Sud	39	2,1%	Finlande	12	0,6%
Royaume-Unis	39	2,1%	Pologne	11	0,6%
Turquie	34	1,8%	Belgique	11	0,6%
Nouvelle-Zélande	33	1,8%	Pays-Bas	10	0,5%
Argentine	30	1,6%	Croatie	10	0,5%
Inde	29	1,6%			

Tableau 11 : Principales institutions publiant sur la thématique du changement climatique

institutions CC (> 9 publications)	Nb. cit.	institutions CC (> 9 publications)	Nb. cit.
Inra – FR	87	NW Agr & Forest Univ – CN	31
Univ Calif Davis – US	84	China Agr Univ CAU – CN	30
USDA ARS Agr Res Serv – US	60	Univ Bordeaux – FR	29
CSIC Spanish Natl Res Council – ES	57	Charles Sturt Univ – AU	29
CSIRO – AU	55	Univ Lisboa ULisboa – PT	29
CNR Natl Res Council – IT	43	Univ Talca – CL	29
CRA Agr Res Council – IT	40	Washington State Univ – US	27
Univ Adelaide – AU	38	Univ La Rioja UR – ES	27
Univ Torino – IT	37	Stellenbosch Univ – ZA	26
Montpellier Supagro – FR	33	Cornell Univ – US	26
SARDI S Australian Res & Dev Inst – AU	32	Fdn Edmund Mach – IT	26
Embrapa Brazilian Agr Res Corp – BR	31	Univ Tras Os Montes & Alto Douro UTAD – PT	25

Tableau 12 : Principales régions françaises qui publient sur le changement climatique

Régions viticoles	Nb. Publis Changement climatique	Nb total publications sur la vigne et le vin	Poids des publis Changement climatique
Languedoc-Roussillon	65	443	14,7%
Aquitaine	48	535	9,0%
Bourgogne	16	164	9,8%
Vallée-du-Rhône	16	126	12,7%
Vallée-de-la-Loire	15	114	13,2%
Alsace	13	176	7,4%
Champagne	10	133	7,5%
Autres_régions	56	565	9,9%
TOTAL OBS.	175	1721	10,2%

Tableau 13 : Occurrence des thèmes traités dans les publications en lien avec le changement climatique par région

	Non réponse	Œnologie	Maladies vigne	Matériel végétal	Conduite Vignoble	Econ consom	Plantation localisation	irrigation	total
Autres régions	4	27	6	2	27	8	6	21	56
Bordeaux	4	24	11	16	21	2	3	20	48
Languedoc-Roussillon	2	28	3	13	54	2	7	51	65
Alsace	1	6	6	5	5	0	1	0	13
Bourgogne	3	8	2	3	4	3	2	4	16
Champagne	1	2	5	1	4	0	0	1	10
Val-Rhône	3	4	2	4	8	2	1	8	16
Val-Loire	0	9	1	1	8	1	2	2	15
TOTAL	18	108	36	45	131	18	22	107	175

Tableau 13 : Poids des différents thèmes traités dans les publications en lien avec le changement climatique par région

	Non réponse	Œnologie	Maladies vigne	Matériel végétal	Conduite Vignoble	Econ consom	Plantation localisation	irrigation	total
Autres régions	7%	48%	11%	4%	48%	14%	11%	38%	100%
Bordeaux	8%	50%	23%	33%	44%	4%	6%	42%	100%
Languedoc-Roussillon	3%	43%	5%	20%	83%	3%	11%	78%	100%
Alsace	8%	46%	46%	38%	38%	0%	8%	0%	100%
Bourgogne	19%	50%	13%	19%	25%	19%	13%	25%	100%
Champagne	10%	20%	50%	10%	40%	0%	0%	10%	100%
Val-Rhône	19%	25%	13%	25%	50%	13%	6%	50%	100%
Val-Loire	0%	60%	7%	7%	53%	7%	13%	13%	100%
TOTAL	10%	62%	21%	26%	75%	10%	13%	61%	100%

ANNEXE F : La notion de réseau d'innovation

Les réseaux d'innovation renvoient à un ensemble d'acteurs ou d'organisations reliés par des interactions relatives à l'émergence, au développement et à la diffusion d'innovations ou de technologies. Les réseaux se construisent dans un milieu territorial ou topologique et décrivent généralement des relations durables basées sur des règles de confiance, de connaissance mutuelle, de réciprocité et de priorité. Sur le plan économique, le réseau peut être considéré comme « un mode d'organisation hybride » qui se justifie par rapport à la volonté de diminuer les coûts de transaction (Williamson, 1975). Sur le plan cognitif, les réseaux peuvent être vus comme un moyen efficace pour les entreprises d'accéder à des ressources externes, d'accumuler des compétences technologiques et de contribuer à la constitution d'un savoir-faire collectif supérieur à la somme des savoir-faire individuels des acteurs (Guilhon and Gianfaldoni, 1990). Ils peuvent aussi se définir par des liens résultant d'un ensemble d'obligations et de contraintes pour les acteurs, visant à créer ou gérer un environnement propice à l'innovation.

Dans la deuxième partie de notre thèse nous avons concentré notre attention sur la dimension relationnelle des Systèmes d'Innovation. Tout en considérant la vision systémique qui constitue le socle conceptuel commun des travaux autour des SI, nous suggérons qu'on peut reconstituer, caractériser et analyser un Système d'Innovation sous le prisme des réseaux. Cette approche est complémentaire à une approche institutionnelle, utilisée dans la première étape de ce travail de thèse. Cette hypothèse générique s'alimente de trois types d'approches de réseaux d'innovation qui se confrontent et se juxtaposent. Une approche longitudinale, une approche transversale et une approche « hybride » des réseaux d'innovation.

L'approche longitudinale ou historique

Cette approche s'intéresse aux interactions suscitées par l'émergence et le développement d'une technologie ou d'un ensemble de technologies. Cette approche intègre une dimension temporelle et dynamique de l'action et expose les grands points de transition. Elle rejoint les travaux en termes de « Technological Innovation System », de filière d'innovation, etc.

Le système technologique renvoie à un ensemble d'acteurs ou d'institutions en interaction dans un domaine technologique spécifique, participant non seulement à la création de nouvelles technologies mais aussi à leur diffusion et à leur utilisation (Carlsson, 1995). La question du réseau transparait à travers la notion de filière d'innovation, qui se définit comme

« un ensemble de firmes et d'organisations privées ou publiques (en connexion), participant au processus de constitution d'une technologie, c'est-à-dire à la solution d'un paradigme, à son évaluation technico-économique dans les entreprises concernées et donc à la définition d'une trajectoire technologique agrégeant celles des firmes élémentaires » (Montaigne, 1992).

Les travaux sur les graphes sociotechniques permettent de suivre une innovation en mettant en relief les différentes transformations des réseaux d'acteurs. Ils s'intéressent à la fois aux acteurs pionniers, à l'apparition de nouveaux acteurs et à la rétractation d'autres dans le processus d'innovation. Ces travaux analysent l'évolution, la forme, la déformation, la transformation de ces réseaux d'acteurs (Latour *et al.*, 1992).

L'approche transversale

L'approche transversale se propose de faire une photographie à un moment donné de l'ensemble des relations ou des collaborations formelles et informelles entre les acteurs. Elle prend en compte les relations entre les entreprises, les institutions et les organisations de recherche et de développement et les médiateurs autour de plusieurs secteurs ou domaines technologiques. Cette approche intègre non seulement la dimension organisationnelle associée à la démarche d'innovation, mais aussi la dimension politico-administrative. Dans ce sens, elle participe aux réflexions sur l'analyse territorialisée de l'innovation et s'inspire du postulat qui veut que le milieu soit un déterminant du processus d'innovation. L'approche transversale des réseaux d'innovation nourrit et enrichit les communautés de connaissance autour des clusters, des liens universités-entreprises (liens U-I), de la théorie du Triple Hélix, des Systèmes d'Innovation vus sur l'angle politico-administratif (Système Régional d'innovation SRI, Système Sectoriel d'Innovation SSI, Système National d'Innovation SNI), et d'autres communautés issues de la sociologie et de l'économie rurale (Agricultural Knowledge Innovation System, AKIS...) (Cooke *et al.*, 1997; Etzkowitz and Leydesdorff, 2000; Giuliani and Arza, 2009; Röling, 1996; Assefa *et al.*, 2009; Röling, 1992; Leeuwis *et al.*, 2004).

Les critiques apportées à cette approche se rapportent souvent au fait que les spécificités technologiques disparaissent et que « les concepts, les partitions, les divisions et les outils de l'économie, de l'histoire et de la sociologie, sont remplacés par des réseaux hétérogènes et indifférenciés » (Latour *et al.*, 1992). Ces critiques mettent aussi en relief l'absence d'une analyse dynamique (temporalité) et la difficulté à traiter la question de l'attribution de l'impact de la recherche et de l'innovation. De ce constat découle une autre approche que nous caractérisons comme une approche dynamique et territoriale.

L'approche dynamique et territoriale

Cette approche des réseaux se trouve au cœur des travaux du Groupe de Recherche Européen sur les Milieux Innovateurs (GREMI) sur les réseaux d'innovation (Maillat *et al.*, 1993). Ces travaux essaient de mettre en évidence l'évolution des réseaux, leur construction, leur déformation et leur transformation à l'intérieur des territoires eux-mêmes en mutation. Ces travaux accordent une place de choix aux dynamiques territoriales, leur organisation, leur développement et leurs différenciations (Tabariés, 2005). Le GREMI définit le réseau d'innovation comme un « mode évolutif d'organisation des processus d'innovation, non issu des processus du marché et non structuré selon une forme hiérarchique rigide, qui permet le développement continu de processus d'apprentissage collectifs reposants sur des combinaisons nouvelles de types synergique des savoir-faire apportés par les différents partenaires. De la sorte, le réseau d'innovation possède une dimension organisationnelle appropriée à la complexité de la démarche d'innovation. Il détermine un espace territorial adéquat à la combinaison créatrice de savoir-faire interne et externes à la firme ».

Tableau : Approches sur des réseaux mobilisées dans le champ de l'économie d'innovation.

	Approche transversale	Approche longitudinale	Approche dynamique et territoriale
Objet d'étude	Processus d'innovation	Processus d'innovation	Processus d'innovation
Méthode d'exploration par les réseaux	Analyse structurale des réseaux	Analyse dynamique des réseaux	Analyse spatio-temporelle des réseaux
Unités d'analyse	Relations science et entreprises au niveau sectoriel ou territorial	Une technologie, un domaine technologique	Technologies et Relations science et entreprises au niveau sectoriel ou territorial
Dimensions spatiales	interactions entre institutions de recherche et firmes à l'intérieur des cadres politico-administratifs établis	Interactions dynamiques entre institutions de recherche et firmes au-delà des cadres politico-administratifs établis	Interactions dynamiques entre institutions de recherche et firmes à l'intérieur des cadres politico-administratifs établis
Dimensions temporelle	Court terme	Moyen et long terme	Moyen terme
Différents courants	Cluster, pôle de compétitivité, SNI, SSI, SRI	ST, Filière d'innovation, Réseaux sociotechnique	Milieu Innovateur
Avantages	Vue globale des relations Firmes, institutions de recherche au niveau sectoriel ou territorial	Vue dynamique d'une technologie, ses différentes versions et des réseaux	Vue dynamique et spatiale des liens entre recherche et entreprise
Limites	Réseaux hétérogène indifférencié, problème de spécificités technologique	Problèmes dans la prise en compte des interactions entre différentes technologies ou domaines technologiques	Limites méthodologiques de capter tous les liens, la complexité de ces liens et la dynamique de ces liens

Source : J.Boyer 2016

Dans la partie 2, nous avons utilisé une démarche transversale des réseaux, plus précisément l'analyse des réseaux de conseil, pour étudier les liens entre les chercheurs et les entreprises. Nous avons étudié également des liens construits par les différents acteurs du Système d'innovation à partir d'événements scientifiques réguliers, de programmes de recherche communs, des consultations scientifiques. Nous avons engagé une analyse territorialisée du Système d'Innovation dans la continuité de ce que nous avons initié avec la lecture institutionnaliste du SI.

ANNEXE G : Investigating adaptation to climate change in the French vineyards

VDQS - EuAWE - SQG - Enometrica

2014 LYON – France

XXI ENOMETRICS CONFERENCE

Investigating adaptation to climate change in the French vineyards

James Boyer, UMR Innovation, Montpellier : james.boyer@supagro.fr

Nathalie Ollat, INRA, UMR EGFV, Bordeaux ollat @bordeaux.inra.fr

Jean Marc Touzard, INRA, UMR Innovation, Montpellier : touzard@supagro.inra.fr

Vincent Viguié, CIRED, Nogent sur Mar ne , viguie@centre-cired.fr

Abstract

The aim of this chapitre is to lay out a series of questions that are currently occupying Social Science researchers, concerning the impact of climate change on the vine and wine sector. The challenge lies in evaluating the cost of the transition from one system to another through an integration of the direct and indirect effects of climate change. This adaptation, whether reactive or anticipatory, combines technical and organizational innovation with localisation strategies and institutional changes. Such actions could either try to maintain as much as possible the existing situation or could try to bifurcate towards deep changes, entailing very different costs. Owing to the multitude of uncertainties at play, not to mention the necessity for continuous adaptation to an ever changing climate, these costs are not easy to specify. This chapitre will illustrate two sets of measures for wine cultivation adaptation: measures with 'no regrets', which offer immediate benefits, and 'reversible and flexible' measures, which limit the inertia of wine-cultivating systems. In spite of the difficulties, however, what stands out is the evident re-enforcement resulting from the collaboration between researchers and political and economic actors. In the field of wine cultivation, these collaborations can follow two paths: a study of the diversity of existing wine-growing systems and genetic resources, and the possibility of more radical technological and social experimentation.

Introduction

The activity of wine cultivation depends heavily on climate, which influences both the development of the vine and the quality of the wine that is produced from it, and for this reason, wine cultivation has become a point of reference in the study of the effects of climate change (Jones et al., 2010; Seguin, 2010). On top of this, it can also act as a laboratory of sorts for the analysis of adaptation strategies prompted by this change. The many levers that have helped to evolve grape and vine production have indeed combined with technical innovations, localisation strategies and institutional changes (Holland et al., 2010; Ollat, Touzard, 2014). To pursue these issues further, we will here consider a series of questions raised by the social sciences concerning adaptation to climate change, and will apply them to climate change and the vine. After a brief summary of the characteristics of climate change and its impact on human activities, we will present the lessons learned from research into this adaptation, and the questions it could raise for wine cultivation. We will then outline how different types of robust measures could be applied appropriately to wine cultivation.

A major change

Climate change will result in a rapid evolution in the French climate, an evolution that can be evaluated with the aid of national and international climatic projections (Jouzel et al. 2012). As it is not possible to predict future greenhouse gas (GHG) emissions, projections are based on scenarios, that is to say possible changes in global emissions up until 2100. Following this method, in the 1990's, the IPCC constructed the collection of contrasting scenarios for emissions known as the SRES, to serve as a basis for international exercises in simulating the climate (Nakicenovic et al. 2000)². For the end of the XXIst century, the various simulations predict atmospheric CO₂ concentrations between 540 and 950 ppm. According to the GIEC expertise, temperature would increase from 1.8 to 4°C over one century. With higher uncertainties, precipitations would increase slightly, with a decrease in summer in temperate zones, especially in Mediterranean countries. In addition to these average evolutions, climate change may increase the spatial and temporal variability, as well as a higher probability for extreme events.

This increase in the temperature could initially appear to be relatively small. It is small, indeed, if we compare it to variations in daily temperatures or the variation in temperatures between seasons. We must not, however, be fooled by these figures, as the variation in

climate associated with this variation in temperature leads to profound changes in precipitations and meteorological extremes, which do not show up on this one indicator.

A good illustration can be found in the work of Hallegatte et al. (2007), who researched the similarities between a selection of large European cities in terms of temperatures and precipitations projected by two climatic models of the A2 emissions scenario. Using this methodology, it can be conjectured that in 2100, Paris will have the same climate as Cordoba and Bordeaux have now. The climate of Marseilles might also approach that of Cordoba, or the Greek climate. This approach makes it easier to envisage the adaptation France needs to make, based on this climate forecast.

Why is the movement towards new climate regimes serious? In fact, putting aside certain extreme cases (desert climates, for example) it would be hard to argue that some climates are better adapted to man than others, and it is difficult to justify the claim that new climates will be more detrimental than current climates. To take again the example above, there is no real reason to suppose that the climate of Cordoba would be worse for Parisians than Paris's current climate.

On the other hand, modes of life and infrastructure differ greatly in these two cities, as do production and agricultural techniques in the regions that surround them. They are adapted to their respective local climates. The situation becomes serious when, for one reason or another, people are not well adapted to their climate. The heat wave of 2003 is a very good illustration: the damage was extremely significant in Paris (Hémond and Jouglé 2004), whereas the temperatures corresponded to normal summer temperature in the south of Spain, where each year they do not provoke such tragic consequences (Hallegatte, Hourcade, and Ambrosi 2007).

There are some further difficulties: if it is never simple to adapt human activities, it should not be forgotten that it is not humanity alone that will have to adapt. Flora and fauna, and more generally the ecosystems that surround us, are equally having to change, and it is by no means sure that they will survive unscathed, in view of the high speed of climate change when compared to geological climate changes. Ecosystems operate in a very integrated manner, and the disappearance of certain species may set off a chain reaction amongst other species. These changes, which may be very wide-ranging, and are extremely difficult to predict (IPCC 2007a), will also have an impact on human society, in addition to the direct impact of

variations in the climate. We must therefore adapt to this double change: the change in the climate, and the change in the environment caused by climate change.

There are two ways of approaching adaptation to all these changes (Smit et al. 2000). Adaptation can be reactive, that is to say an ex-post response to an observed impact of climate change. It can equally be anticipative, that is to say planned for and put in place before adverse impacts occur, with the aim of limiting the vulnerability of existing productive, social and ecological systems. Anticipative management is often more difficult to put in place politically than reactive management, but the associated gains are generally much greater (Hallegatte, Lecocq, and De Perthuis 2011; Hallegatte 2010).

What do we know about grapevine?

Since grapevine has been cultivated, specific growing regions were established, whose climatic conditions played a decisive role in the development of typical wines from specific varieties and cultural practices (Schultz et al., 2010). Together with other environmental characteristics, climate traits were used over time to delimitate practically and legally these regions or “terroirs”. In France, the Appellation system went further adding regulations for practices and varieties to the legal definition of wine regions. Among other agricultural crops, viticulture has developed very specific and codified relationships with geographical spaces and technologies, which make it emblematic. This is the reason why viticulture for wine production appears to be a “model agricultural system” allowing the investigation of both the impacts of climate change and the implementation of adaptation strategies (Seguin, 2010).

Temperature plays a major role in regulating the plant phenology and there is a general agreement that all the phenological stages will be advanced in the future. Budbreak should be 3 to 18 days earlier in the second half of the XXIst century and an advance of 20 to 40 days has been predicted for the period of ripening in comparison to the last 30 years (Duchêne et al., 2010; Garcia de Cortazar Atauri, 2006; Pieri, 2010). This modification of the ripening period towards warmer periods will increase the impact of temperature on ripening process. Due to changes in grapevine phenology, Garcia de Cortazar Atauri (2006) has shown that a temperature increase up to 4-6° C in the south of France and 6 -8° C in the north half of France may be observed during the ripening period. Most climatic indices show that some new regions in the North of France will become more suitable for viticulture (Malheiro et al., 2010).

The impacts of climatic changes on biomass production and fruit development (yields) are more difficult to predict, because of the combined effects of several parameters and the varietal differences. Despite the fact that photosynthetic activity will be enhanced by a higher CO₂ content in the atmosphere, plant respiration will also be intensified (Schultz, 2000). A FACE experiment with the Sangiovese (Webb et al., 2007) showed that leaf area and total vegetative dry weight were increased to a greater extent than reproductive dry weight. Reproductive responses of the grapevine to temperature depends the cultivar (Dunn, 2005). A more active vegetative development may also increase water consumption and affect canopy structure, which in turn will have negative effects on vegetative and reproductive growth. Hydric comfort of plants would be reduced after 2050, with negative impacts mainly in the South of France (Pieri, 2010). The control of grapevine water balance under modified climatic conditions (high CO₂, high temperature, low water content) will also be a key issue and water use efficiency has been reported to increase under these conditions (Schultz et al., 2010).

Grape ripening will be strongly affected directly by modified environmental parameters, and indirectly by the effects of these parameters on whole plant physiology, source/sink relationships and canopy microclimate. Ripening would occur under much warmer conditions than today, with major impacts on berry content and its suitability to elaborate the current types of wines (Duchêne et al., 2010). An increase in berry sugar content was already reported for the last decades of the XXth century. This is likely to be due to the progressive increases of solar radiations before and during ripening period. A considerable temperature effect on acidity has also been reported. Combined with an increase of potassium uptake, grape juice pH is strongly impacted (Coombe, 1987). Large varietal differences have been observed in the response of titratable acidity and pH to heating (Sadras et al., 2013). Polyphenolic and aroma compounds, which are crucial for quality, will be affected in quantity and quality as well (Mori et al., 2007). The interactions between various environmental parameters such as extreme temperatures and light intensities are determinant for this kind of compounds.

Moreover, climatic changes will also influence the prominence of various pests and diseases, affecting both the epidemiology of the pests and fungi and the susceptibility of cultivars to these pathogens (Pangga et al., 2011).

Most experts underline the complexity of the issue of climatic change at physical, biological, technical, social, economic and cultural levels, especially for viticulture and wine production

(Jones et al. 2010). So far there has been a lot of research on the impacts of climate change on the physical and biological aspects of viticulture. However the extent to which climate change represents a risk or opportunity depends also on the capacity of grape growers and wine makers to adapt to changing conditions and only few studies have investigated this capacity (Holland et al., 2010).

How can wine cultivation be adapted to the change in climate?

Broadly, approaches to climate change adaptation can be defined as 'the set of actions and processes (technical change, organisational change, localisation) which societies must utilise to limit the negative impacts of the changes, and maximize their beneficial effects' (De Perthuis 2010; Hallegatte 2010). In the case of wine cultivation, the different types of actions which allow its adaptation can be identified by reconsidering those human interventions that have shaped the current diversity of implantation of cultivated vines, sometimes in extreme conditions, for example, mountain and tropical vine cultivation.

Changes in technique are possible at different stages in the production chain: the choice of grape variety and its rootstock can improve its resistance to draught, hold back the advance of the dates of maturity and modify the sugar content of the fruit (Duchène et al. 2010); new methods of pruning can affect the exposure of the fruit and the micro-climate of the canopy (Jones et al. 2005); irrigation can optimise the water balance (Carboneau, Ojeda, 2012); oenological practices can limit the 'defects' associated with the effects of climate change (reduction in alcohol content, for example), or promote new aromatic flavours (Holland, Smit, 2010). There are potentially many variations of these technical innovations, with different costs and different levels of uncertainty regarding their effects on the wine production system and the quality of wines produced. One of the challenges is to anticipate their effects and to test them locally, which cannot be fully identified ex-ante.

These changes in technique are generally tied to organisational and localisation changes, which constitute other levers of adaptation (Ollat, Touzard, 2011). Thus, the management of work in the vineyard, the reorganisation of the grape harvest (depending on maturity and temperature conditions) or the adoption of new rules, for irrigation for example, can be decisive. Localisation strategies are also an integral part of the adaptation. They can take benefit from soil and climate heterogeneity within the region. They also can lead to the consideration of relocating vineyards on more important geographic scales (Hannah et al., 2013).

Technical, organisational and localisational changes fall within institutional transformations and cognitive processes, on which wine cultivators can also have leverage by means of collective or political actions. As wine cultivation practices and the localisation of the vineyard are codified through a system of geographical indications, the development of that system becomes a powerful lever in implementing and guiding adaptation. Behind these changes, the construction of new expertise and capacities for action are being effected. Training, access to information, public and private investment in R&D and the construction of cooperative ties between wine-growers and researchers are thus levers of adaptation (Giuliani and Bell 2005, Boyer and Touzard 2013), just as the development of consumer knowledge and preference are in the wine markets (Giraud-Heraud, 2013).

The greatest constraint on the choice of what technical responses to adopt is the consideration of which changes would be considered 'acceptable'. Changing the grape variety, re-locating the vineyards, even changing the economic model and abandoning wine cultivation can all be considered, or rejected, as measures of adaptation, depending on the point of view. Naturally, the larger the definition of adaptation is, the greater the number of levers that come into play, and the easier adaptation will be.

In general, an important question is the choice between adaptation 'at the margins', which endorses everything possible to maintain things as they are, and the 'bifurcation' towards new activities or new locations. For example this question is pressing for winter sports stations at low and medium altitude, that risk being unable to offer ski services in the future. (Hallegatte, Lecocq, and De Perthuis 2011). It is also at the heart of questions posed in traditional wine-growing regions and in regions that may become wine-producing (Hannah et al., 2013).

Every policy of adaptation carries, on the one hand, costs, (not just financial, but also cultural, social etc.), and, on the other hand, residual impacts of climate change, that is to say, impacts that the measures for adaptation will not be able to eliminate totally. The choice between different policies of adaptation, between the adaptations at the margins and bifurcations, in particular, is made by weighing up both sides of the question.

In the face of uncertainty and irreversibility, how can measures for adaptation be chosen?

A certain number of general problems, however, make this analysis extremely difficult. Firstly, the climate is evolving continuously. Consequently the objective is not to be

perfectly adapted to whatever climate there will be in 2050 or in 2100, but to be adapted to a ceaseless change. Wine-making practices, and more broadly, value chain organisation, cannot change overnight. The aim is, in the course of the coming century, to succeed in reaching the same rhythm as the climate, or to anticipate it. We must therefore be careful that measures for adaptation that are effective for moderate warming will not constrain future action and will not have negative consequences in the long-term, when warming will be greater. For example, the installation of a vineyard dependant on a plan of irrigation can hit a wall if the source of water is itself threatened by the change in the climate. Also, massive re-plantation of a variety of vine which is known to reach fruition later but which does not have resistance reinforced against summer dryness could prove to be catastrophic.

These examples come under the title of 'mal-adaptation', or measures of adaptation that result in exacerbating vulnerability, rather than reducing it (IPCC 2007).

A second difficulty is the fact that it is not known precisely what the future climate will be. This uncertainty has two very different points of origin: our incomplete knowledge of climate on the one hand, and on the other, the impossibility of predicting what exactly GHG emissions will be in the future. These uncertainties in climatic projections increase as we consider local scales, or the intra-annual distribution of temperature and rainfall, which is crucial to wine cultivation and quality. A comparison between figures 1 and 2 gives a good idea of the uncertainty caused by our incomplete knowledge of the climate; it shows two different projections from two different climate models of the same emission scenario.

Faced with these uncertainties, how should methods of adaptation be chosen? Should they be radical, or at the margins? How can a decision be taken for an investment that will take many decades to pay off? One solution is to err on the side of caution and systematically consider the worst case scenario. There is sense in this choice, but is difficult to apply in practice because the costs are often extremely high, and there is the risk of paying too high a price for a result that does not justify it.

A more flexible approach involves limiting the number of scenarios possible to those in which the situation is considered to be unacceptable (Lempert, Collins 2007 ; Hallegatte et al. 2011), the norm of what is unacceptable being fixed by a political decision. This approach identifies uncertainty, and puts robust measures in place against it (Hallegatte 2009). Two important categories of such measures should be highlighted: 'no regrets' measures, and measures that are 'reversible and flexible'.

'No regrets' measures

Measures exist that are positive in a great number of scenarios, including the most extreme, and which incur only very moderate costs in the other scenarios (Barnett 2001 ; Heltberg et al. 2009; Wilby, Dessai 2010).

A first approach works with the fact that we are not perfectly adapted to our current climate, and are already vulnerable to a certain number of environmental problems: biodiversity is threatened by the consequences of numerous human activities, water is frequently consumed in a non-sustainable fashion, and a significant percentage of the population lives in zones that are prone to flooding. A significant fraction of projected climate change consequences will be a worsening of these already existing problems; for example, water resources will often diminish, due to climate change, in places where they are now often misused, and the frequency of floods will increase in a certain number of zones that are already flood-prone at the moment.

Consequently, one effective measure of adaptation is simply to start by managing the current situation better. This is what is called a 'No regrets' measure, that is to say, the co-benefits themselves justify putting the measures in place, and thus the impact will be positive, irrespective of the envisaged scenario. These measures are not easy to put in place (if they had been, it would have already been done), and they do not allow for adaptation for all the impacts of climate, but they constitute an effective first step. In the case of wine cultivation, an investment in technology that will help reduce alcohol content could fit into this category, at least in the case of the standardised wines of Mediterranean Europe. An increase in the percentage of alcohol is in fact already penalised in many markets, and being able to reduce alcohol content can already increase the saleability of wines in these markets, as well as anticipating a trend that will continue. Even those actions aimed at preserving the soil and increasing its level of organic matter are likely to have quite rapid beneficial effects on the vine, and will re-enforce the image of wine as natural, at the same time as limiting the effects on a regime where rainfall is becoming more and more irregular.

Another example of a measure consists in investing, when the occasion presents itself, in security margins. In some cases, adapting to worst scenarios, or at least to extreme scenarios, will not cost too much. It can therefore become useful to do it. Agronomic practices and landscaping that can limit erosion in the case of an episode of extreme rain illustrates this. The

cost in the case of an overestimation of the impacts of climate change would not be great, but the gain might be considerable (Hallegate 2009).

Flexible and reversible measures

In the face of any change, the great challenge is the management of inertia. We are vulnerable to change if we do not succeed in adapting ourselves to the same rhythm. A second approach gives preference to measures that limit this inertia, and which can be adjusted or annulled when there is new information, or in other words, flexible or reversible measures.

This could take the form of, for example, reducing the length of the life of investments, and as far as possible, trying to avoid those of long duration. An investment which is expected to be profitable in 10 years will in fact be less affected by the diverse changes possible in the climate than an investment that is expected to be profitable in 20 years or more. In the first case, at the end of 10 years, it is possible to take into account how climate has actually evolved during these 10 years, and to design the next 10-year investment accordingly. This would be impossible in the second case.

In the field of wine cultivation, a parallel can be made between the period of amortisation of a plantation, and the choice of oenological equipment, or irrigation, for which there are different technological options that are re-deployable to a greater or lesser extent. As one of the characteristics of climate change is also the escalation of inter-annual variability with its effects on vintage for a wine, the decisions aimed at reducing or endorsing these effects will promote flexibility in wine-growing systems. Investment in diversification of the vine varieties, as well as wine-making techniques and the wines themselves, increases the range of options, experiments and possible blends, in spite of vicissitudes of climate and in the market.

There are almost always a variety of different ways of adapting to climate change, situations with simply one solution being extremely rare. Another example would be, wherever possible, to favour reversible strategies, such as financial or institutional adaptation strategies, over investments in costly technological solutions. Reversible strategies can indeed be adapted, changed or cancelled for a cheap price and no money lost, whereas in the case of a costly investment, coming back means that the money invested is lost.

The most typical example of this type of approach is the increased risk of flooding that climate change has engendered in many areas. It is possible to protect against this risk, either by restricting land-use plans and banning setting up in zones that will potentially become

prone to flooding, or by constructing flood defences (dykes) (Hanson et al. 2011). The big advantage of the first solution is that land-use plans can be changed if it is seen that the risk has been overestimated, whereas once an oversized dyke has been built, the money is lost.

Conclusion

Over and above technological and agronomic problems, the conception and selection of measures of adaptation to climate change raise specific difficulties:

- Climate change is an evolving process: it is not enough to know how to adapt to a new climate, we need to know how to adapt to a climate that is continually changing;
- The exact characteristics of the future climate are not known with great precision, partly because it is not possible to predict what our future GHG emissions will be, and partly because its expression at a local scale, so critical to viticulture, is subject to multiple parameters which interact with each other;
- The indirect effects of climate change on the resources and ecosystems that condition an activity add another level of uncertainty. For example, in viticulture this applies to water supply and to pests and diseases;
- Political, institutional and even cultural conditions for vine adaptation are wide open and do not only encompass innovation or relocalisation but also the development of consumer preferences.

Strategies for adaptation to climate change must explicitly take into account these difficulties, that do not, however, make the task impossible. A number of means for planning ahead with robust strategies exist, robust enough to take on the continuing changes in the climate, as well as the range of possibilities for the climate of tomorrow. All these measures come at a price in the short term, and it is not necessarily simple to put them in place. Thus, among the measures that we have listed, reducing the duration of the lifespan of investments generally leads to less profitable choices of investments. Investing at the margins of security is not free, and does not come with short-term gains. Reversible strategies are not the easiest to put in place or to enforce. The cost, however, should be seen as an insurance which you pay initially, but which limits the possibility of future losses.

Because of the time-scale of climate change, it is unfortunately more and more difficult to hear much feedback after the event and to learn from experience, and so we are forced to

anticipate (Hallegate et al. 2011). Waiting to see which strategies for adaptation have worked elsewhere risks putting an action in place too late. Research and long-term planning, the exchange of ideas and collaborations between actors can, however, facilitate the process. For wine cultivation, two important lines of approach can direct the desired cooperation between scientists, wine-growers and political decision-makers: firstly, continue studying and comparing the great diversity of current wine-producing systems, as well as the existing genetic resources that have resulted from the historic adaptation of viticulture in different climates, as this diversity will in all probability cover the situations expected from now until the end of the 21st century, and secondly, conceive and experiment with more radical options, including for example, biotechnologies, agro-ecological and social innovations. The history of the vine and wine is precisely one of a succession of innovation movements which are part of technological and cultural evolution of societies.

ANNEXE H : Comparaison des trajectoires d'innovation pour la sécurisation alimentaire des pays du Sud

Temple L., Touzard JM., Boyer J., Requier Desjardins D (2015). Comparaison des trajectoires d'innovation pour la sécurisation alimentaire des pays du Sud. Revue, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 19(1), 53-61. <http://popups.ulg.ac.be/1780-4507/index.php?id=11824>

Version Pré Print

Comparaison des trajectoires d'innovation pour la sécurisation alimentaire des pays du sud

Comparison of innovation paths for food security in countries of the South

Résumé³²

Description du sujet. L'évolution du concept de sécurité alimentaire et celui de sécurisation alimentaire soulignent la « multi-dimensionnalité » des enjeux alimentaires (quantité, qualité, accessibilité, identité, stabilité, etc.). Elle implique de renforcer les capacités d'innovation des populations confrontées à l'insécurité alimentaire.

Objectifs. L'objectif est d'analyser comment le concept de Système d'innovation structure différentes trajectoires d'innovation pour la sécurité alimentaire des pays en développement.

Méthode. La méthode mobilise d'abord une revue de la littérature sur l'application de ce concept dans le secteur Agricole et alimentaire (SIA). Elle teste ensuite son utilisation dans deux études de cas.

Résultats. Un premier type de trajectoires productivistes pose pour hypothèses que la sécurité alimentaire impose d'abord d'accroître les disponibilités et que cet accroissement implique la mobilisation d'intrants industriels. Ce type de trajectoires relancées par la crise de 2008, est renouvelé par les potentialités des biotechnologies. Elle conserve une conception linéaire de l'innovation. Elle rencontre des limites liées à ses externalités environnementales et sociales mais également pour la sécurité alimentaire, notamment dans les Pays Moins Avancés (PMA) en transition démographique. Le deuxième type de trajectoires partant d'une posture multidimensionnelle et de la notion de sécurisation alimentaire propose d'innover pour une transition écologique de la fonction de production dans le secteur alimentaire. Elle se fonde sur la valorisation des ressources locales. Elle implique un changement de modèle d'innovation que nous illustrons par deux études de cas sur le plantain au Cameroun et l'igname en Haïti.

³² La version initiale de cet article a été améliorée en relation avec les demandes et les conseils des référés anonymes dont nous remercions la contribution.

Conclusion. Les résultats confirment le succès d'une démarche de co-construction de l'innovation. Le renforcement des capacités d'innovation locales permet de réaliser les potentialités des agro-systèmes pour la sécurité alimentaire.

Mots clés : Innovation – Sécurité alimentaire – Agroécologie – Banane plantain – Igname – Evaluation de l'impact – Cameroun - Haïti

Abstract

Description of the subject. The evolution of the concept of food security and of food securisation emphasises the multi-dimensionality of food challenges (quantity, quality, affordability, identity, stability, etc.). She implies strengthening the innovation capacity of populations confronted to food insecurity.

Objectives. The objective is to analyze how the concept of innovation system structures different trajectories of innovation for food security in developing countries.

Method. The method first mobilizes a literature review on the application of this concept in the agricultural and food sector (SIA). It then tests its use in two case studies.

Results. A first type of “productivist” paths hypothesises that food security necessitates increased availability and thus requires industrial inputs. This type of paths resurfaced during the 2008 crisis in a form that included biotechnological potentialities, and retained a linear conception of innovation. This type of paths is limited by environmental and social externalities as well as in terms of efficiency in relation to food security, in particular in the less developed countries undergoing demographic transition. The second type of paths is based on a multi-dimensional approach and on the notion of food securisation. Innovation will foster an ecological transition of the production function in the food sector. It is based on the promotion of local resources and involves a change in the innovation model. This change is illustrated in two case studies, one on plantain in Cameroon, the other on yam in Haiti.

Conclusions. The results confirm the success of a process of co-construction of innovation. The strengthening of local innovation capacities to realize the potentialities of agrosystems for food security.

Keywords: Innovation, food security, agroecology, plantains, yams, impact assessment, Cameroon, Haiti.

Introduction

L'évolution du concept de sécurité alimentaire questionne l'orientation des processus d'innovation dans le secteur agricole et alimentaire. La notion de sécurité alimentaire est passée d'une conception quantitative issue des travaux de l'Organisation Internationale du Travail (OIT) en 1935 à une définition polarisée par deux dimensions principales.

- Une dimension que l'on qualifie d'objective (c'est-à-dire pouvant faire l'objet de mesures ou de quantification) mettant en avant la disponibilité des aliments (produits ou importés), leur accessibilité physique et économique, leur qualité nutritionnelle et la régularité des approvisionnements et des prix.
- Une dimension plus subjective qui renvoie à des questions d'identité culturelle, de justice sociale et de souveraineté sur le plan politique, c'est-à-dire la possibilité d'un Etat, d'une collectivité, d'un peuple autochtone ou d'un ménage de décider de son alimentation et d'être moins dépendant des marchés internationaux.

En complément de cette vision fonctionnaliste, émerge dans la littérature la dimension procédurale de « sécurisation alimentaire » qui peut se définir comme « un ensemble de processus et d'actions visant à limiter les situations d'insécurité alimentaire » (Touzard et Temple, 2012).

Cette dimension invite à analyser, dans les situations d'insécurité alimentaire localisées avant tout dans les Pays Moins Avancés (PMA) et les zones rurales, les trajectoires d'innovation dans l'agriculture, dans la mesure où elles peuvent influencer les capacités des agriculteurs à faire face à des situations d'insécurité alimentaire. La question est donc de savoir comment orienter les processus d'innovation (conception, implémentation, adoption...) dans le secteur agricole et alimentaire pour contribuer à la sécurisation alimentaire des PMA (Francis, 2010).

Pour y répondre nous proposons dans les deux premières parties d'explorer en quoi le renouvellement du concept de système d'innovation permet de qualifier les principales trajectoires technologiques et les modèles d'innovation qui orientent ces trajectoires dans l'agriculture et l'agroalimentaire en Afrique et dans les Caraïbes. Nous analyserons à partir de la littérature leurs conséquences sur l'enjeu de sécurisation alimentaire. Nous verrons ensuite dans une troisième partie comment un changement de modèle d'innovation permet de mieux accompagner une transition écologique dans le secteur agricole et alimentaire pour répondre aux enjeux de sécurité alimentaire respectivement en Haïti sur l'igname et au Cameroun sur la

banane plantain. La notion de transition écologique qualifie dans notre propos des changements techniques qui reposent sur la mobilisation des ressources que proposent les écosystèmes localisés. Ceci par différence avec des intrants standardisés produit par l'industrie.

Renouvellement du concept de « Système d'Innovation» et caractérisation des trajectoires technologiques.

Le concept de système d'innovation est devenu aujourd'hui central pour l'économie de l'innovation. Ce concept vise à saisir comment « un ensemble d'institutions, d'organisations, de réseaux et d'acteurs peuvent interagir pour favoriser l'innovation dans un espace donné national, régional ou sectoriel, ou dans un espace construit par des entreprises ou autour du développement d'une technologie » (Touzard et al. 2014). Pour explorer les conditions de mise en œuvre ou d'utilisation du concept de Système d'Innovation (SI) dans l'Agriculture et l'agro-alimentaire (SIA) nous mobilisons une analyse bibliométrique réalisée sur les bases CAB, Web of Science et Scopus. Cette revue a identifié 150 articles (1995-2012) qui utilisent la notion de Systèmes d'Innovation dans l'agriculture et l'agro-alimentaire, elle met en évidence les faits suivants :

- le caractère structurant de ce concept qui émerge dans le secteur industriel et dont l'usage est en forte croissance dans les travaux sur l'innovation dans l'agriculture et l'agro-alimentaire : depuis 2009 (Figure 1) ;
- l'utilisation croissante de ce référentiel dans les Pays Moins Avancés (près du tiers des publications recensées) en relation avec sa mobilisation au sein des centres du « Consultative Group on International Agricultural Research » (Cgiar) ou de la Banque Mondiale (Figure 1).

L'analyse de cette littérature identifie quatre « communautés de connaissances » utilisant différemment les SI. Les communautés les plus importantes s'opposent notamment au niveau de leur analyse des trajectoires technologiques dans les pays émergents et moins avancés.

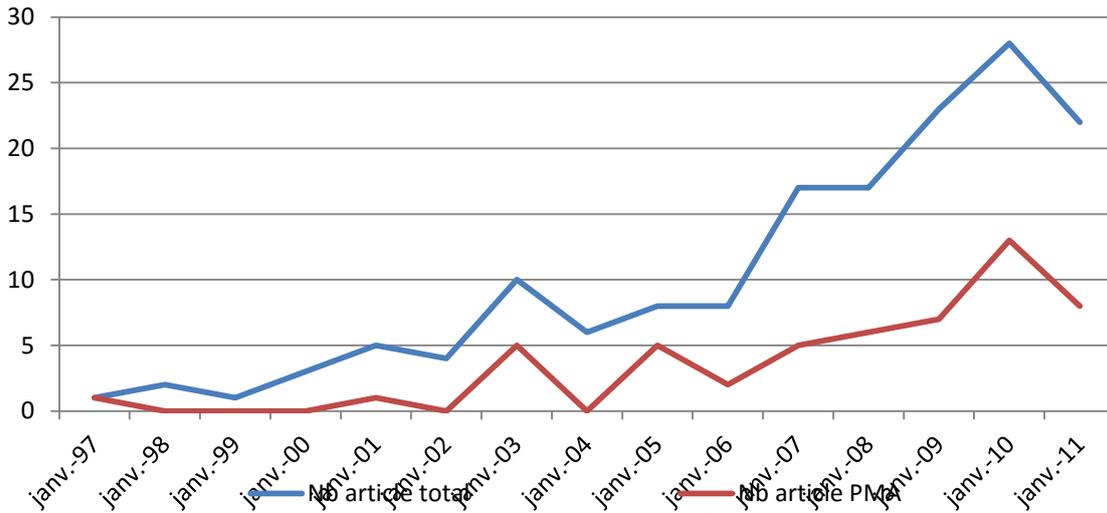


Figure 1. Nombre d'articles sur Système d'Innovation dans le secteur Agricole et alimentaire

La première communauté met en avant le rôle des connaissances scientifiques dans l'activation des processus d'innovation, avec une conception qui reste très technologiste et diffusionniste : c'est la recherche scientifique qui joue le rôle clé. Le concept de Systèmes d'Innovation est alors utilisé pour expliquer les « conditions d'acceptabilité sociale » ou de diffusion des innovations qui concernent notamment les biotechnologies, les OGM, les bioénergies (Carlson, 2006). Elle associe principalement des universitaires, des acteurs des politiques de l'innovation, des ingénieurs d'organismes de développement et des firmes de biotechnologies ou agroalimentaires.

La deuxième communauté est issue d'une tradition de recherche constituée autour de l'agriculture dans les systèmes nationaux de recherche agronomiques et des approches « Farming System ». Elle s'interroge sur la manière selon laquelle les institutions de R&D de l'agriculture peuvent contribuer aux enjeux de réduction de la pauvreté, de sécurité alimentaire, de gestion de ressources naturelles. Elle réunit des sociologues ou économistes du développement agricole, des responsables d'organisations de la recherche, des agronomes et acteurs impliqués dans les « projets de développement ». Les deux autres communautés moins présentes dans les pays du sud concernent respectivement des recherches sur les déterminants macro-économiques et sur le management de l'innovation.

En concentrant l'analyse sur le sous-échantillon des 55 articles couvrant le groupe des PMA principalement localisés en Afrique sub-saharienne et dans les Caraïbes, nous avons réparti ces articles selon leur appartenance dominante à l'une ou l'autre des deux premières

communautés. Dans un deuxième temps nous avons analysé en quoi chacun des deux groupes d'articles caractérise une trajectoire d'innovation à partir de variables relatives à : la nature de l'intensification et des innovations, les indicateurs d'efficacité ou d'évaluation mobilisés (dont ceux concernant l'impact sur la sécurité alimentaire), enfin le modèle et les politiques d'innovation mobilisés.

Les trajectoires d'industrialisation agricole et agro-alimentaire

Le premier type de trajectoire (qui concentre 45% des articles du sous-échantillon observé) correspond à une intensification industrielle de la production agricole et s'inscrit dans le prolongement de la révolution verte des années 70 (Gérard et Marty 1995), focalisée sur l'augmentation des disponibilités alimentaires par celle de la production et des rendements.

Ce type de trajectoires est structuré par 3 postulats dominants :

- L'industrialisation de la fonction de production basée sur l'utilisation d'intrants : semences hybrides, engrais, pesticides. Cette utilisation est notamment renouvelée par les biotechnologies (Hall, 2005) : OGM, bio-fertilisants, ou nouvelles molécules de la «chimie doublement verte » (Garnier et Debref, 2014);
- La recherche d'efficience par l'exploitation d'économies d'échelle au niveau des firmes agro-chimiques et des exploitations qui a pour principales conséquences :
 - la pratique de cultures ou plantations mono-spécifiques qui renforce les spécialisations des exploitations et des bassins de production, ce qui accroît les pressions des bio-agresseurs et la sensibilité positive des rendements à l'utilisation de pesticides
 - la mécanisation des opérations culturales qui implique des investissements en capital élevé (bulldozers, tracteurs, avions).
 - la concentration de l'activité de production dans un nombre de plus en plus réduit d'exploitations (augmentation de leur taille) ce qui sous-entend soit un mode de production agro-industriel, soit une transition de l'agriculture familiale vers une agriculture d'entreprise ou contractuelle recourant à une main d'œuvre salariée permanente.
- Un modèle d'innovation linéaire et diffusionniste qui a deux caractéristiques principales.
 - La phase de conception se localise dans le laboratoire de recherche (privé ou public). La recherche est présentée comme autonome de la sphère sociale et la notion de « paquet technologique » est fréquemment utilisée.

- Le processus d'innovation est réduit pour l'essentiel à la diffusion de l'invention ce qui focalise l'analyse sur les organisations de transfert technologique: du « laboratoire » aux « clients de la recherche » et de « l'entreprise agro-chimique globalisée » aux agriculteurs.

Les politiques d'innovation préconisées selon ce modèle ont pour finalité d'adapter l'environnement institutionnel, les structures productives et les compétences aux conditions nécessaires à la mise en œuvre des technologies élaborées par la recherche. En effet les investissements (publics ou privés) dans ces technologies impliquent de pouvoir amortir les outputs (molécules, OGM) grâce à des échelles d'utilisation suffisamment larges. La mise au point de ces outputs étant liés à des conditions de production (fonction de production) précises, il est dès lors nécessaire de standardiser ces conditions pour assurer la diffusion des outputs considérés. L'hypothèse de l'inadaptation des propositions technologiques aux conditions productives n'est généralement pas abordée. La définition des « conditions d'adoption de l'innovation » permet de cibler les usagers potentiels ou d'orienter les politiques de développement pour promouvoir l'innovation. Ce type de trajectoires est aujourd'hui remis en cause à la fois par la croissance d'externalités négatives et par une diminution d'efficacité pour la réalisation des objectifs globaux de sécurité alimentaire et nutritionnelle (Fournier, Touzard 2014).

- La croissance d'externalités négatives génère des coûts cachés sociopolitiques et environnementaux.

Les coûts sociopolitiques sont liés à deux dimensions principales : la première concerne les conséquences sur la santé des populations du fait de l'utilisation massive d'intrants chimiques, principalement les pesticides (Peto et Nagy 2013). Ces coûts cachés touchent en priorité les salariés des entreprises (Wilson et Otsuki, 2004), les normes sociales conduisant à la reconnaissance des maladies professionnelles liées à ces usages étant inopérantes dans de nombreux pays. Ils peuvent aussi toucher les populations environnantes, consommatrices de produits contaminés ou d'eau polluée par les pesticides, comme l'a révélé la crise du chlordécone dans les Caraïbes (Jannoyer et al. 2012). La deuxième dimension des coûts sociopolitiques est liée à la concentration foncière, entraînant des exclusions dans des sociétés agraires où les droits fonciers sont peu stabilisés et les flux migratoires de main d'œuvre plus ou moins maîtrisés (Iyebi Mandjek, 2013).

Les coûts cachés environnementaux portent sur les relations de causalités aujourd'hui établies entre l'intensification agricole et la diminution de la biodiversité végétale et animale, dans un contexte où les ressources de biodiversité peuvent être déterminantes des capacités d'innovation futures des communautés rurales, notamment face aux enjeux du changement climatique. Ils concernent aussi la ressource en eau, dont la disponibilité se réduit à des usages de consommation humaine et animale. Ces coûts environnementaux portent également sur les émissions de gaz à effets de serre (CO₂ et méthane), à la fois pour les activités à la production et de transports.

- La diminution d'efficacité pour la réalisation de la sécurité alimentaire.

A ce niveau, des travaux réalisés dans des situations géographiques différentes aboutissent trois constats :

- La déconnexion entre l'accroissement des disponibilités alimentaires et la sécurité nutritionnelle :
 - Elle est notamment révélée par le paradoxe de Sikasso au Mali (Dury et Boucom 2012) montrant une augmentation de l'insécurité nutritionnelle de la population infantile dans les zones d'accroissement de la production agricole.
 - Elle s'observe aussi dans la croissance des maladies non transmissibles (obésité..) liées à l'accroissement de la consommation alimentaire dans les pays en transition.
- La stagnation des rendements est un autre indicateur de la diminution d'efficacité des systèmes agroindustriel au regard des enjeux de sécurisation alimentaire. Elle concerne principalement le maïs (USA), le blé (Europe), le riz (Asie) qui assurent la sécurité alimentaire mondiale (Petit 2011).
- La faible adoption de la révolution verte en Afrique et dans les Caraïbes. De nombreux travaux (Nyemeck et Nkamleu 2006, Dorin et al. 2013) soulignent la lenteur ou l'échec du transfert de la révolution verte en Afrique et dans les Caraïbes. L'explication dominante apportée dans cette littérature pointe :
 - l'inadaptation des conditions institutionnelles et des structures productives à la mise en œuvre des innovations que propose la recherche scientifique. L'environnement institutionnel des politiques d'innovation serait défaillant pour assurer l'accès aux intrants, mais également maîtriser les connaissances et disposer des bonnes informations pour utiliser ces intrants.

- L'atomisation des structures agricoles familiales limiterait les innovations pour l'intensification, du fait de risques trop élevés. Elle induirait aussi des coûts de commercialisation et de transaction qui limiteraient la production de volumes importants avec une qualité homogène pour répondre aux demandes des marchés urbains.

Les conditions de transition sociodémographique sont par ailleurs considérées de manière générale comme peu favorables à une mécanisation à grande échelle en Asie et en Afrique. L'augmentation continue de la population active agricole malgré les flux migratoires vers les villes (Dorin et al., 2013) exerce une pression sur les terres les plus fertiles, conduisant dans certaines régions à une diminution des superficies cultivables par actif agricole. Par ailleurs, le développement limité de l'industrie ou des services ne favorise pas les migrations intersectorielles et la diminution de la population active agricole.

Enfin, la dépendance des capacités d'innovation des agricultures africaines aux firmes agro-chimiques soulève des contestations (Reecen, 2007). Par exemple les conditions juridiques de l'utilisation des semences améliorées dépossèdent les agricultures locales de la maîtrise de leur source d'approvisionnement. Le verrouillage technologique (Vanloqueren et Barret, 2009) qu'implique l'utilisation de semences améliorées est aussi critiqué pour l'utilisation d'intrants chimiques dédiés à ces semences. Ainsi 80% de la production des semences des 5 filières clés de la sécurité alimentaire mondiale (maïs, blé, riz, pomme de terre, soja) sont contrôlés par moins d'une dizaine d'entreprises multinationales (Tansey et al., 2008.). Ces firmes maximisent avant tout des objectifs de rentabilité financière qui ne répondent pas forcément aux besoins d'innovations des agriculteurs pour faire face à des situations d'insécurité alimentaire (Ghosch, 2010).

L'émergence de trajectoires d'innovation agro-écologique

Un autre type de trajectoires d'innovation a été «réactivé» et renouvelé à partir les années 1980 dans différents contextes géographiques et en fonction de problématiques différentes (Griffon, 2006, Altieri et al., 2012). Les trajectoires d'innovation agro-écologique (Figure 2) se sont affirmées au nord comme au sud, portées par différents enjeux sociopolitiques. Dans les pays industrialisés (USA) ou émergents comme le Brésil et l'Argentine (Goulet et al., 2012), ce type de trajectoires est mis en œuvre surtout pour tenter d'enrayer la décroissance des rendements. Dans certains pays en transition, elle a pour objectif l'autonomie du système productif pour faire face à des difficultés d'approvisionnement externe, voire même à un

blocus économique comme à Cuba. En Europe, les déterminants répondent plus à des enjeux de protection environnementale et de construction de systèmes alternatifs à la production agroindustrielle, en jouant sur l'évolution des préférences alimentaires de certaines catégories de la population. En Afrique, elle tend à répondre plutôt à l'objectif de réhabiliter le rôle de l'agriculture comme secteur créateur d'emplois.

Ce type de trajectoires agro-écologiques répond à 4 postulats dominants :

- En premier lieu, l'écologisation de la fonction de production serait possible en utilisant les potentialités des écosystèmes pour diminuer ou éviter le recours aux intrants de synthèse. L'écologisation conditionne alors l'utilisation d'intrants chimiques à une optimisation du fonctionnement des écosystèmes (Wezel et al., 2009). Elle renvoie à une gamme large d'innovations autour des concepts d'agriculture de conservation (Scopel et al., 2013), d'agroforesterie et de production intégrée. La figure 2 propose une représentation graphique des deux trajectoires. Elle positionne les principaux concepts qui structurent l'innovation en agriculture selon le type d'intensification dominante de la fonction de production.

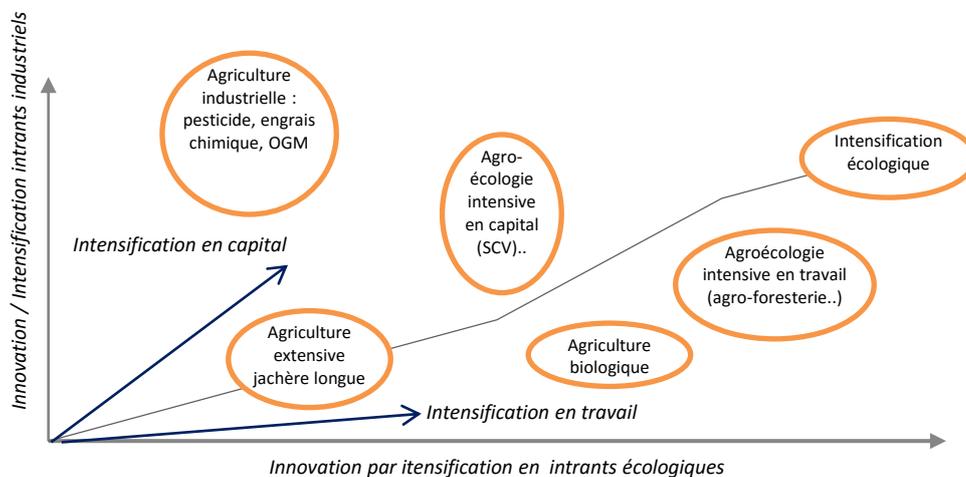


Figure 2. Trajectoires d'intensification de la fonction de production des systèmes agricoles et alimentaires. *Trajectories intensification function of production in agricultural .*

- En second lieu, l'intensification en connaissances sur les écosystèmes et la conduite des plantes implique d'investir dans le capital humain, de développer des compétences modifiant les bases de connaissance et faire de chaque agriculteur un « ingénieur agronome ».
- Le troisième postulat avance que la recherche d'efficacité peut se réaliser par des économies de gamme, la proximité entre producteurs et consommateurs (circuits courts),

les Systèmes agroalimentaires localisés (Muchnik et al., 2007) qui mobilisent l'investissement des agricultures familiales dans la transformation des produits.

- Enfin, le quatrième concerne la structure même de l'exploitation agricole qui reste familiale, mais devient de plus en plus diversifiée.

Le développement de ce type de trajectoires agro-écologiques s'appuie sur un changement de modèle d'innovation qui met en avant la nécessité d'hybrider différentes sources de connaissance, de faire échanger et participer une diversité d'acteurs et de mener des expérimentations locales partagées en réseau. La recherche devient un acteur parmi d'autres. Elle contribue à structurer les cadres institutionnels qui activent les interactions entre acteurs (Klerkx et al, 2010). L'innovation pour une transition écologique de l'agriculture industrielle exige ainsi de modifier les méthodes de conception de l'innovation dans l'agriculture des pays en développement (Spielman et al, 2010).

Les limites des trajectoires agro-écologiques

Ce type de trajectoires fait aussi l'objet de controverses (Pretty et al., 2011, Sumberg et al., 2013).

Fondée sur une intensification en travail (en terme quantitatif et qualitatif), les conditions d'activation d'innovations agro-écologiques posent la question de la rémunération du travail des agriculteurs au regard de sa pénibilité. Cette intensification doit tenir compte du coût d'opportunité du travail qui dépend du développement intersectoriel et des migrations humaines.

Des controverses sont formulées sur l'efficacité technique des systèmes agroécologiques en termes de rendement qui sont variables selon les spéculations, mais souvent inférieurs pour les principales productions céréalières des pays industrialisés (20% pour le blé par exemple). Cette efficacité technique moindre et des exigences de rémunération plus importante du travail impliqueraient la nécessité de prix plus élevés réduisant l'accessibilité de ces produits aux consommateurs et donc la sécurité alimentaire.

Les controverses portent également sur les conditions du soutien des politiques publiques, à la fois en termes de recherche, d'enseignement et d'appui à la mise en œuvre des innovations (par exemple les aides à la conversion en agriculture biologique) mais aussi sur les coûts de transition vers une agriculture plus intensive en connaissances agronomiques. Enfin le maintien d'une agriculture familiale atomisée pose la question des innovations

organisationnelles et des actions collectives permettant aux agriculteurs de répondre aux exigences logistiques des systèmes d'approvisionnement des marchés urbains (Temple et al., 2014). Le fonctionnement, la réactivité et le coût d'une telle organisation ranime notamment les débats sur les fondements et l'évolution des coopératives agricoles.

Evaluation d'impact sur la sécurité alimentaire des deux types de trajectoires.

La caractérisation de ces deux grands types de trajectoires technologiques conduit dans un deuxième temps à analyser et questionner leur impact sur la sécurité alimentaire. Dans les deux types de trajectoires, cet impact est généralement évalué au regard des conséquences sur l'accroissement des disponibilités alimentaires, les rendements, la diminution des pertes et la production de nutriments spécifiques. On note toutefois que les travaux prennent de plus en plus compte des indicateurs relatifs à l'accessibilité, notamment en évaluant l'impact des innovations agroalimentaires sur la pauvreté. Implicitement, la réalisation de la sécurité alimentaire apparaît comme une dérivée de la diminution de la pauvreté. On note alors une spécificité méthodologique d'évaluation d'impact sur la sécurité alimentaire selon chaque grand type de trajectoires.

Les travaux se référant aux trajectoires issues de la révolution verte utilisent plus fréquemment des indicateurs relatifs à la création de valeur ajoutée ou à l'augmentation des revenus monétaires. Les travaux se référant aux trajectoires agro-écologiques utilisent par contre des indicateurs voulant montrer l'inclusion des petits producteurs dans la société et la réduction des inégalités. A notre connaissance très peu d'évaluations ont abordé les conséquences des innovations technologiques sur la sécurité nutritionnelle ou sur le renforcement des capacités d'innovation des acteurs face aux nouveaux enjeux d'insécurité alimentaire.

Changement de modèle d'innovation : l'innovation agro-écologique pour la sécurité alimentaire sur l'igname en Haïti et le plantain au Cameroun

Des travaux menés en Haïti sur la production d'igname et au Cameroun sur la banane plantain montrent comment un changement de modèle d'innovation a permis de réaliser une écologisation de la fonction de production en agriculture.

La première situation montre comment la tentative d'introduction en Haïti des technologies de production de minisets sur l'igname, mises au point au Nigeria, a échoué dans le cadre de démarches de transfert technologiques diffusionnistes conventionnelles entre les années 1990-

2000. Le changement de modèle d'innovation a été alors au centre de changements technologiques basés sur le couplage entre l'usage par les sociétés agraires de connaissances fondamentales jusqu'alors sans impact productif et l'adaptation de la technologie aux intrants produits à partir de l'écosystème local (par différence avec des technologies conçues pour être optimales avec des intrants standardisés industriels) . Ce changement s'est opéré en deux temps (Temple et al., 2014, Boyer et al 2014).

- Dans un premier temps, il y a eu une intégration des connaissances des agriculteurs sur la production d'ignames (cycle de production); cela a conduit à une série de réglages, touchant par exemple à la taille appropriée des plants à distribuer.
- Dans un deuxième temps, on a assisté à une écologisation de la technologie de multiplication de plants d'igname. Le recours à des intrants chimiques peu accessibles (dépenses monétaires) étant un facteur limitant à la mise en œuvre de la technologie concernée, la recherche agronomique a accompagné les agriculteurs dans la production d'intrants locaux se substituant aux intrants externes.

Le passage d'un modèle d'innovation diffusionniste à un modèle participatif et constructiviste a débloqué le processus de développement de l'innovation considérée. En 10 ans, le taux d'adoption de la nouvelle technologie a cru de 70% après la reformulation du modèle d'innovation. Ce changement se traduit par une forme de « démocratisation » de la production de semences d'ignames, autrefois réservée aux seuls grands producteurs. Les indicateurs d'impacts micro-économiques sur les producteurs révèlent une augmentation de 15% de la productivité du travail et de 10% des revenus monétaires générés par la production d'ignames. Au niveau national on constate en Haïti une croissance exponentielle de la production d'ignames qui atteint 123.000 tonnes en 2011. En utilisant les données nationales (certes imparfaites) on constate que la productivité du travail a augmenté plus rapidement que les rendements en Haïti ce qui contribue à l'augmentation significative de la production d'ignames (Figure 3).

Nous avons comparé ce développement de l'igname en Haïti avec la production d'ignames en Côte d'Ivoire (Ouatara et al., 2012) (Figure 3), pour vérifier si d'autres variables plus globales (structurelles ou technologiques) pouvaient expliquer l'accroissement constaté en Haïti. Cette comparaison confirme que l'accroissement de la productivité est spécifique en Haïti. Il intervient de manière significative à l'issue de la mise au point locale de la technique des minisets en 2008 et non de son introduction (Boyer et al. 2014). La convergence entre les

résultats micro et macro renforce l'hypothèse d'une relation de causalité entre l'adoption de cette innovation et l'activation des potentialités d'accroissement de la productivité et des revenus à partir d'une trajectoire technologique fondée sur l'hybridation des connaissances scientifiques et paysannes ainsi que la valorisation des intrants locaux en relation avec les potentialités des écosystèmes.

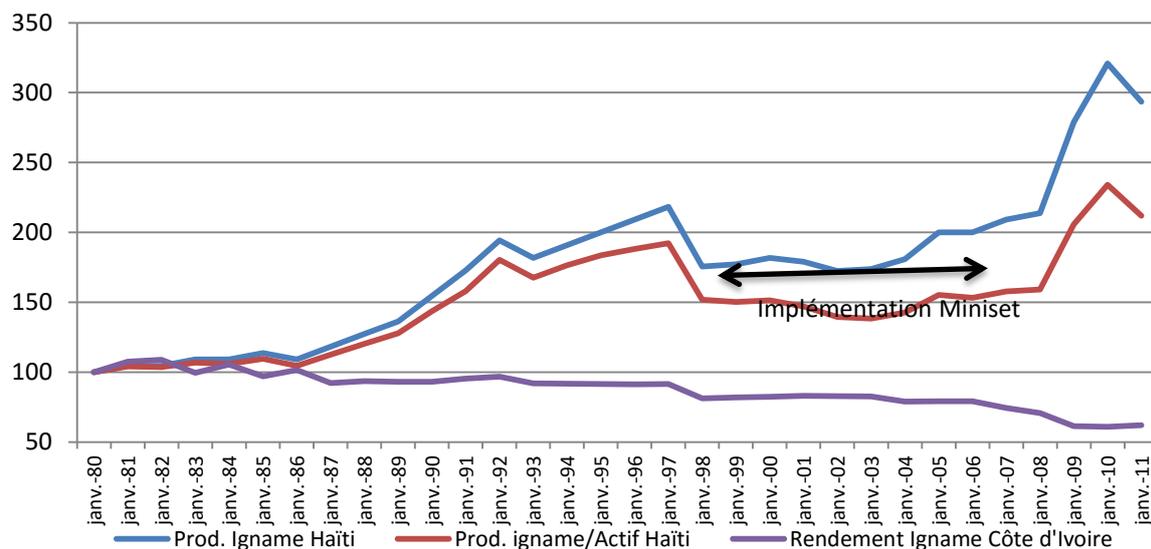


Figure 3. Productivité Igname Igname (Côte ivoire). *Productivity Yam, (Haïti) and Yam (Coast-ivory).*

Source : données FAO-STAT - Calculs L.Temple 2013

Dans le cas de la banane plantain au Cameroun, les travaux de diagnostic sur les blocages des processus d'innovation ont identifié entre les années 90-00 un goulet d'étranglement de la production liée à la pénurie quantitative et qualitative du matériel végétal de plantation, en relation avec les méthodes de multiplication mobilisables. Ce diagnostic a structuré la mise au point d'une nouvelle méthode de multiplication de rejets *in vivo* appropriable par les agriculteurs intitulée « Plants issus de Fragmentation de Tiges » (Kwa, 2003). La procédure de mise au point c'est faite entre 1998 et 2002 dans des plateformes d'expérimentation délocalisées dans différentes zones de production faisant interagir différentes disciplines et différents acteurs : groupement de producteurs, ONG, vulgarisation publique (Temple et al., 2011). Un axe central de ce processus concerne la prise en compte des capacités d'investissements des petites exploitations pour mettre en œuvre de cette technologie grâce à l'autoproduction des intrants nécessaires à celle-ci (rejets, sciures). Un autre a porté sur la structuration de projets de formation à l'échelle nationale. Depuis 2002 le taux d'adoption de cette nouvelle technologie n'a cessé d'augmenter. Sur la base des échantillons d'adoptants suivi par la recherche, les rendements du plantain ont augmenté de

20% et la productivité du travail de 15%. Cette augmentation se réalise par une augmentation des rendements liée à l'accroissement des densités de plantation, l'amélioration de la durée de vie des parcelles du fait de l'assainissement du matériel de plantation, l'adaptation des choix variétaux aux différents écosystèmes. A l'échelle nationale depuis 2005 la production de plantain au Cameroun connaît une croissance exponentielle référencée par le couplage entre l'augmentation des superficies et l'augmentation de la production par actif.

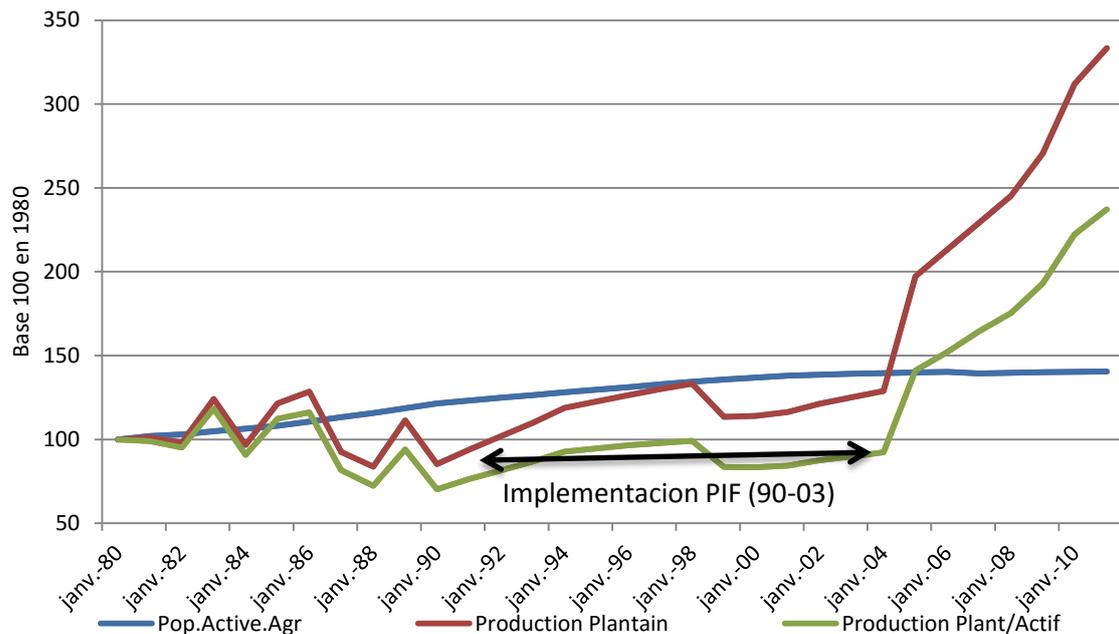


Figure 4. Productivité Plantain Cameroun (1980-2001). *Productivity plantain Cameroon*
 Source : Données FAO-STAT- Calculs Temple L. 2013

Les deux exemples traités montrent que les avancées de connaissances scientifiques sont des conditions nécessaires mais pas suffisantes des processus d'innovation. Des conditions supplémentaires doivent être remplies pour permettre l'hybridation du savoir des chercheurs avec celui des agriculteurs. Cette hybridation impose des modèles d'innovation qui font interagir les acteurs dans les différentes phases du processus. Les deux exemples montrent que l'implication des utilisateurs dans le processus de recherche est nécessaire pour adapter l'innovation technologique aux conditions locales qui sont hétérogènes en fonction des écosystèmes ou des conditions socio-économiques de production. Cette démarche est différente de celle qui adapte les conditions de production aux spécificités de l'invention que peut proposer la recherche. Dans les deux cas, caractérisés par des difficultés d'accès aux intrants industriels, le renforcement des capacités à autoproduire les intrants à partir des potentialités des écosystèmes a été une condition clé de l'adoption à grande échelle des technologies promues.

Conclusion

L'évolution du concept de sécurité alimentaire interroge la capacité des trajectoires technologiques d'intensification industrielle de l'agriculture à apporter des réponses satisfaisantes. Les controverses que soulève ce type de trajectoires concernent les effets sociaux, environnementaux ou économiques des technologies développées, mais aussi la pertinence du modèle d'innovation qui lui est associé. Celui-ci repose sur une distanciation entre l'activité de recherche au sein d'entreprises multinationales ou de laboratoires, et les utilisateurs finaux, plus particulièrement les agriculteurs des pays du sud.

Comme le prouve les deux exemples présentés concernant la mise au point locale de méthode de production de semences d'ignames (en Haïti) et de plantains (au Cameroun), l'émergence de trajectoires fondées sur l'écologisation de la fonction de production et la valorisation des ressources locales constitue une alternative pour lever des « verrous technologiques ». De telles approches contribuent à la transition écologique de la fonction de production tout en permettant un accroissement de la productivité. Le renforcement des capacités d'autoproduction de semences est en effet dans les deux cas un moyen pour favoriser des capacités d'innovation endogène fondées sur l'agro-biodiversité (Mc Guire et Sperling 2011; Pautasso et al., 2013). L'affranchissement ou la diminution de la dépendance aux intrants extérieurs, grâce à la (re) production d'intrants locaux, a été un facteur d'accélération du mécanisme d'adoption. L'adaptation des choix variétaux à la diversité des écosystèmes et des conditions de production diffère d'une logique de standardisation de ces conditions. Le renforcement des capacités lié à cette écologisation de la fonction de production joue sur plusieurs dimensions de la sécurisation alimentaire, même si les impacts nutritionnels ne peuvent être démontrés dans nos deux exemples (absence d'indicateurs).

Les conditions de réalisation de ce type de trajectoires alternatives s'appuient sur une construction conjointe de savoirs innovateurs locaux et de connaissances scientifiques, permettant d'optimiser les potentialités des écosystèmes. Elles supposent un changement de modèle d'innovation en associant le partage de ces différents savoirs aux différentes étapes du processus, depuis la conception et l'implémentation jusqu'à la dissémination et l'évaluation. De nouvelles bases de connaissances hybrides se constituent à partir de l'interaction entre une plus grande diversité d'acteurs, incluant des chercheurs et des agriculteurs. Les deux études de cas montrent le rôle central des interactions entre institutions de recherche, sociétés agraires et

acteurs du développement dans la genèse de connaissances partagées nécessaires à un changement de trajectoire technologique.

Bibliographie

Altieri MA., Funes-Monzote FR., Petersen P., 2012. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development*, 32 (1), 1-13.

Boyer J., Temple L., Scutt R., 2014. La technique Minisett en Haïti, une innovation co-construite entre chercheurs et producteurs dans le respect des conditions locales et des enjeux agro-écologiques ». *Field Actions Science Reports*, Special Issue 9. <http://factsreports.revues.org/2779>.

Carlson B., 2006. Internationalization of innovation systems: A survey of the literature. *Research Policy*, 35(1), 56–67.

Dorin B., Hourcade JC., Benoit-Cattin M., 2013. A World Without Farmers? The Lewis Path Revisited. WORKING PAPERS, no 47, CIRAD, Paris.

Dury S., Bocoum I., 2012. Le "paradoxe" de Sikasso (Mali) : pourquoi "produire plus" ne suffit-il pas pour bien nourrir les enfants des familles d'agriculteurs ? *Cahiers agricultures*, 21 (5) : 324-336.

Fournier S., Touzard J.-M., 2014. La complexité des systèmes alimentaires : un atout pour la sécurité alimentaire ? *VertigO*, 14 (1). DOI : 10.4000/vertigo.14840.

Francis J.A., 2010. Innovation systems, food security and economic development: lessons from the ACP region. *Acta Horticulturae* (879), 681-693.

Garnier E., Debref R., 2014. Les divergences au sein de la composante technico-scientifique du nouveau système sectoriel d'innovation de la chimie doublement verte. *Innovations* n° 43, 39-59.

Gérard F., Marty I., 1995. Les politiques d'accompagnement de la révolution verte en Asie. *Revue d'économie du développement*, 2, 93-114.

Ghosch J., 2010. The Unnatural Coupling: Food and Global Finance. *Journal of Agrarian Change*, Vol 10 (2), DOI: 10.1111/j.1471-0366.2009.00249

Goulet F., Magda D., Girard N., Hernandez V., 2012. *L'agroécologie en Argentine et en France : regards croisés*. L'Harmattan, Paris, 251 p.

Griffon M., 2006. *Nourrir la planète pour une révolution doublement verte*. Edition Odile Jacob (Sciences), Paris, 456 p.

Hall A., 2005. Capacity development for agricultural biotechnology in developing countries: An innovation systems view of what it is and how to develop it. *Journal of International Development*, 17 (5), 611-630.

Iyebi Mandjek O., 2013. *Mobilités, Migrations, Territoires et Identités au Nord Cameroun*. Rapport Habilitation à diriger des recherches en Géographie, Université Paris 1, 74 p.

- Jannoyer-Lesueur M., Cattan P., Monti D., Saison C., Voltz M., Woignier T., Cabidoche Y.M., 2012. Chlordécone aux Antilles : évolution des systèmes de culture et leur incidence sur la dispersion de la pollution. *Agronomie, environnement et sociétés*, 2 (1) : 45-58.
- Klerkx L., Aarts N., Leeuwis C., 2010. Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. *Agricultural Systems*, 103 (6), 390-400.
- Kwa M., 2003. Activation of latent buds and use of banana stem fragments for the in vivo mass propagation of seedlings. *Fruits* (58), 315-328. DOI: 10.1051/fruits:2003018.
- Mc Guire S., Sperling L., 2011. The links between food security and seed security: facts and fiction that guide response. *Development in Practice*, 21 (4-5).
- Muchnik J., Requier-Desjardins D., Sautier D., Touzard J.-M., 2007. Systèmes agroalimentaires localisées. *Economies et Sociétés, série AG, n°29, p.1465-1484*.
- Nyemeck BJ., Nkamleu GB., 2006. Potentiel de productivité et efficacité technique du secteur agricole en Afrique. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 54 (3).
- Ouatarra Y., Kouadio KE., 2012. Les recherches sur l'igname en Cote d'Ivoire. Bilan et perspective. In Kipré P. Ngbo A. *Agriculture sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest*. Harmattan, Paris, 265-277.
- Pautasso M., Aistara G., Barnaud A., 2013. Seed exchange networks for agrobiodiversity conservation. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 33(1), 151-175. DOI 10.1007/s13593-012-0089-6.
- Petit M., 2011. *Pour une agriculture mondiale, productive et durable* - Éditions Quæ, Paris 112 p. Peto K., Nagy J., 2013. Pesticide productivity and food security. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(1), 243-255.
- Pretty J., Toulmin C., Williams S., 2011. Sustainable intensification in African agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 9 (1), 5-24.
- Reece J.D., 2007. Does genomics empower resource-poor farmers? Some critical questions and experiences. *Agricultural system*, 94 (2), 553-565.
- Scopel E., Triomphe B., Affholder F. et al. 2013. Conservation agriculture cropping systems in temperate and tropical conditions, performances and impacts. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(1), 113-130. DOI 10.1007/s13593-012-0106-9.
- Spielman DJ., Davis K., Negash M., Ayele, G., 2010. Rural innovation systems and networks: findings from a study of Ethiopian smallholders. *Agriculture and Human Values*, 28(2), 195-212
- Sumberg J., Thompson J., Woodhouse P., 2013. Why agronomy in the developing world has become contentious. *Agricultural Human Values*, 30 (1), 71-83.
- Tansey G., Rajotte T., 2008. *The future control of food. A Guide to International Negotiations and Rules on Intellectual Property, Biodiversity and Food Security*. IDRC 288 p.

- Temple L., Boyer J., Briend A., Daméus A. 2014. Les conditions socio-économiques de l'innovation agro-écologique pour la sécurisation alimentaire dans les jardins agroforestiers en Haïti. *Field Actions Science Reports*. Special Issue 9. <http://factsreports.revues.org/2817>.
- Temple L., Kwa M., Tetang J., Bikoi A., 2011. Organizational determinant of technological innovation in food agriculture and impacts on sustainable development. *Agronomy for Sustainable Development*, 31 (4), 745-755.
- Touzard J.M., Temple L., Faure G., Triomphe B., 2014. Systèmes d'innovation et communautés de connaissances dans le secteur agricole et agroalimentaire ». *Innovations*, n° 43, p. 13-38.
- Touzard J.M., Temple L., 2012. Sécurisation alimentaire et innovations dans l'agriculture et l'agroalimentaire : vers un nouvel agenda de recherche ? *Cahiers Agricultures*, 4 (21).
- Vanloqueren G., Baret P.V. 2009. How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. *Research Policy* 38 (6).
- Wezel A., Bellon S., Doré S., Francis C., Vallod D., David C., 2009. Agroecology as a science, a movement and a practice, *A review*, *Agron. Sustain. Dev.* 29 (1), 503-515. DOI: 10.1051/agro/2009004.
- Wilson J.S., Otsuki T., 2004. To spray or not to spray : pesticides, banana exports and food safety. *Food policy* 29(1), 131-146.

ANNEXE I : Modèles économétriques et tests statistiques

Modèle 1 Chapitre 3

```
. reg perc sal sex form anc UTH pca stajsup
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	87
Model	170.385103	7	24.3407289	F(7, 79) =	10.53
Residual	182.603403	79	2.31143548	Prob > F =	0.0000
				R-squared =	0.4827
				Adj R-squared =	0.4369
Total	352.988506	86	4.10451751	Root MSE =	1.5203

perc	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
sal	1.853435	.3434412	5.40	0.000	1.169832	2.537038
sex	.0274373	.482074	0.06	0.955	-.932107	.9869816
form	.1089559	.1531901	0.71	0.479	-.1959613	.4138732
anc	.0323399	.014835	2.18	0.032	.0028117	.0618682
UTH	-.0058572	.0110779	-0.53	0.598	-.0279072	.0161929
pca	1.437866	.3581861	4.01	0.000	.7249146	2.150818
stajsup	.6709893	.3595861	1.87	0.066	-.0447489	1.386727
_cons	-.2075371	.5647173	-0.37	0.714	-1.331579	.9165046

```
. hettest
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance
Variables: fitted values of perc

chi2(1) = 0.21
Prob > chi2 = 0.6498

```
. quietly reg perc sal sex form anc UTH pca stajsup
```

```
. predict residu_1, resid
```

```
. sktest residu_1
```

Variable	Obs	Skewness/Kurtosis tests for Normality			
		Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	joint Prob>chi2
residu_1	87	0.3423	0.7592	1.02	0.6007

Modèle 2 chapitre 3

. logit inovcc anc form sex stajsup pca UTH evolca

Iteration 0: log likelihood = -59.004217
 Iteration 1: log likelihood = -46.187733
 Iteration 2: log likelihood = -45.981839
 Iteration 3: log likelihood = -45.981419
 Iteration 4: log likelihood = -45.981419

Logistic regression	Number of obs	=	87
	LR chi2(7)	=	26.05
	Prob > chi2	=	0.0005
Log likelihood = -45.981419	Pseudo R2	=	0.2207

inovcc	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
anc	.0540123	.0255841	2.11	0.035	.0038684	.1041561
form	.7898735	.2785195	2.84	0.005	.2439854	1.335762
sex	-.758496	.7487802	-1.01	0.311	-2.226078	.7090863
stajsup	1.267073	.5666807	2.24	0.025	.1563991	2.377746
pca	1.064256	.5419272	1.96	0.050	.0020979	2.126414
UTH	.0084802	.0169207	0.50	0.616	-.0246838	.0416442
evolca	-.3596205	.2893097	-1.24	0.214	-.926657	.207416
_cons	-1.109016	1.254501	-0.88	0.377	-3.567793	1.349762

. logistic inovcc anc form sex stajsup pca UTH evolca

Logistic regression	Number of obs	=	87
	LR chi2(7)	=	26.05
	Prob > chi2	=	0.0005
Log likelihood = -45.981419	Pseudo R2	=	0.2207

inovcc	Odds Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
anc	1.055498	.0270039	2.11	0.035	1.003876	1.109774
form	2.203118	.6136111	2.84	0.005	1.276326	3.802891
sex	.4683703	.3507064	-1.01	0.311	.107951	2.032134
stajsup	3.550444	2.011968	2.24	0.025	1.169293	10.78058
pca	2.898681	1.570874	1.96	0.050	1.0021	8.384741
UTH	1.008516	.0170648	0.50	0.616	.9756183	1.042524
evolca	.6979411	.2019211	-1.24	0.214	.3958749	1.230494

Tableau Statistiques descriptives sur les variables explicatives et test de dépendances avec les variables PERC et INOVCC

		Bordeaux	Champagne	Hérault	total /moy	PERC	INNOVCC
Région	Nbre d'individu	29	28	30	87	NS	NS_
UTH	Moyenne	13	5	10	9	-0.007	1.012
EVOLCA	Moyenne	3.45	3.18	4.1	3.59	-0.048	0.949
Bio/biodynamie	% de l'ech	34%	25%	53%	38%	0.409	2.667**
Niveau d'étude	Moyenne	1.34	1.18	1.03	1.18	0.183	1.797***
Sal	% de l'ech	72%	61%	50%	61%	2.153****	1.203
Age	Moyenne	46	45	48	47	0.0213	1.006
Sexe	-	-	-	-	-	0.619	0.867
Ancienneté	Moyenne	17	18	21	19	0.037**	1.037 *
Pexp	% de l'ech	86%	68%	80%	78%	0.659	3.142**
Pcha	% de l'ech	62%	64%	70%	65%	1.916****	3.25**
Pfour	% de l'ech	72%	39%	73%	61%	-0.702	1.072
Pcol	% de l'ech	62%	54%	73%	63%	0.328	1.428
Pint	% de l'ech	21%	57%	20%	33%	0.438	1.136
Prech	% de l'ech	24%	11%	20%	18%	0.167	1.705
Stajsup	% de l'ech	62%	50%	77%	63%	1.168***	3.266**
PERC	--	-	-	-	-	-	0.374****

Significativité 10% *, 5% **, 1% ***, 0,1% ****, NS= non significatif

Tableau : Statistiques descriptives test de dépendances avec les variables de réseaux envisagés

	Fcham		Fint		Fcol		Frech		Ffour		Fexp	
	coef	odd-Ratio	coef	odd-Ratio	Coef	odd-Ratio	Coef	odd-Ratio	coef	odd-Ratio	coef	odd-Ratio
BX	1.108**	3.029**	-4.631****	0.010	0.635	1.888	1.584**	4.875 **	2.896***	18.117***	_	_
LR	1.529***	4.615***	-2.146***	0.116	1.752***	5.769***	.602	1.826	0.754	2.126	_	_
CHP	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_
BX	-0.421	0.656	-2.484**	0.083	-1.116*	0.327*	0.981*	2.670*	2.142*	8.522*	_	_
LR	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_
CHP	-1.529**	0.216	0.146****	8.555****	-1.752***	0.173***	-0.602	0.548	-0.7542	0.470	_	_
AGE	0.002	1.002	0.021	1.021	-0.019	0.981	0.007	1.007	-0.0281	0.972	-0.057	0.944
SEX	-0.0590	0.554	-1.203*	0.300*	-0.707	0.493	1.688	5.411	0.559	1.748	_	_
FORM	0.014	1.014	-0.077	0.925	0.113	1.120	0.449**	1.568**	0.265	1.304	1.487	4.422
ANC	-0.004	0.996	0.009	1.009	-0.009	0.990	0.019	1.019	-0.020	.0980	-0.054	0.947
SAL	0.144	1.155	0.532	1.703	-0.679	0.507	0.340	1.405	0.161	1.175	0.466	1.594
Bio	0	1	-0.241	0.785	0.840*	2.319*	0.693	2.000	-0.223	0.799	_	_
UTH	-0.017	0.983	-0.070*	0.931*	-0.008	0.991	0.018	1.018	0.057	1.059	0.163	1.178
EVOLCA	0.571**	1.771**	-0.285	0.752	0.132	1.141	0.066	1.069	0.550**	1.732**	-0.229	0.794
STAJSUP	0.293	1.341	-0.259	0.771	-0.087	0.916	0.207	1.230	0.003	1.003	0.569	1.766
PCA	1.590****	4.904****	0.228	1.257	0.069	1.071	0.333	1.396	-0.487	0.614	0.675	1.964
PINT	0.579	1.784	2.281****	9.791****	-0.904	0.405	-0.476	0.621	-0.842	0.430	0.369	1.446
PCOL	1.783**	2.584**	-0.469	0.625	1.897****	6.667****	0.468	1.598	0.288	1.333	1.720	5.586
PRECH	0.116	1.123	0.038	1.038	-0.420	0.656	3.162****	23.636****	-1.341**	0.261**	-0.413	0.662
PFOUR	0.650	1.916	-.804*	0.447*	0.894*	2.447*	0.534	1.706	1.648***	5.200***	-0.632	0.531
PEXP	-.102	0.903	-1.124**	0.324**	0.632	1.882	0.868	2.382	0.320	1.377	1.356	3.882

Modèle 1 Chapitre 4

```
. reg icc strucf ifv ca eno lut condit stratloc pro INTERN age sexe
```

Source	SS	df	MS			
Model	71.6876211	11	6.51705646	Number of obs =	94	
Residual	72.9187619	82	.889253194	F(11, 82) =	7.33	
				Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.4957	
				Adj R-squared =	0.4281	
Total	144.606383	93	1.55490734	Root MSE =	.943	

icc	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
strucf	1.392718	.4137833	3.37	0.001	.5695713	2.215865
ifv	1.413594	.4929379	2.87	0.005	.4329839	2.394205
ca	.9428703	.4964203	1.90	0.061	-.0446679	1.930408
eno	-1.057846	.364917	-2.90	0.005	-1.783782	-.3319095
lut	-.9281136	.3417076	-2.72	0.008	-1.607879	-.2483482
condit	-.4299683	.3446654	-1.25	0.216	-1.115617	.2556809
stratloc	-1.155668	.395087	-2.93	0.004	-1.941621	-.3697137
pro	1.503295	.2269594	6.62	0.000	1.0518	1.954789
INTERN	-.2550503	.2200305	-1.16	0.250	-.6927611	.1826605
age	.0117592	.0119827	0.98	0.329	-.0120781	.0355965
sexe	.0954171	.2185924	0.44	0.664	-.3394329	.530267
_cons	1.475265	.7124283	2.07	0.042	.0580184	2.892512

```
. hettest
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: fitted values of icc

chi2(1) = 0.29

Prob > chi2 = 0.5899

```
. quietly reg icc strucf ifv ca eno lut condit stratloc pro INTERN age sexe
```

```
. predict residu_1, resid
```

```
. sktest residu_1
```

Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	joint Prob>chi2
residu_1	94	0.3459	0.6243	1.15	0.5615

```
.
```

Modèle 2 chapitre 4

```
. reg icc strucf eno lut condit stratloc pro INTERN age sexe
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	94
Model	64.3735426	9	7.15261584	F(9, 84) =	7.49
Residual	80.2328404	84	.955152862	Prob > F =	0.0000
Total	144.606383	93	1.55490734	R-squared =	0.4452
				Adj R-squared =	0.3857
				Root MSE =	.97732

icc	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
strucf	.4803001	.2393345	2.01	0.048	.0043572	.9562429
eno	-1.170378	.3759449	-3.11	0.003	-1.917986	-.4227705
lut	-1.133834	.3461982	-3.28	0.002	-1.822287	-.4453809
condit	-.5687403	.3523416	-1.61	0.110	-1.26941	.1319297
stratloc	-1.272333	.3971964	-3.20	0.002	-2.062201	-.4824641
pro	1.273572	.2085205	6.11	0.000	.858906	1.688238
INTERN	-.1670666	.2254035	-0.74	0.461	-.6153062	.2811729
age	.0121727	.0122389	0.99	0.323	-.0121658	.0365112
sexe	.2603259	.2170657	1.20	0.234	-.1713331	.6919849
_cons	2.451608	.6046574	4.05	0.000	1.249181	3.654036

```
. hettest
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: fitted values of icc

chi2(1) = 1.06

Prob > chi2 = 0.3027

```
. quietly reg icc strucf eno lut condit stratloc pro INTERN age sexe
```

```
. predict residu_2, resid
```

```
. sktest residu_2
```

Variable	Obs	Skewness/Kurtosis tests for Normality			
		Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	joint Prob>chi2
residu_2	94	0.5750	0.0823	3.43	0.1797

```
.
```

Modèle 3 chapitre 4

```
. reg icc eno lut condt stratloc pro INTERN age sexe nar if strucf>0
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	62
Model	60.0906238	9	6.67673598	F(9, 52) =	7.53
Residual	46.1029246	52	.886594704	Prob > F =	0.0000
Total	106.193548	61	1.74087784	R-squared =	0.5659
				Adj R-squared =	0.4907
				Root MSE =	.94159

icc	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
eno	-1.24059	.4295677	-2.89	0.006	-2.102581	-.3785994
lut	-1.170604	.4237988	-2.76	0.008	-2.021018	-.320189
condt	-.4874622	.4265822	-1.14	0.258	-1.343462	.3685376
stratloc	-1.199063	.486853	-2.46	0.017	-2.176005	-.2221209
pro	1.67504	.2653873	6.31	0.000	1.142502	2.207579
INTERN	-.2752133	.2627325	-1.05	0.300	-.8024247	.2519981
age	.0192406	.0178335	1.08	0.286	-.016545	.0550262
sexe	.0277201	.2726061	0.10	0.919	-.5193041	.5747443
nar	-.005673	.0042605	-1.33	0.189	-.0142224	.0028764
_cons	2.804179	.8449327	3.32	0.002	1.108697	4.49966

```
. hettest
```

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of icc
chi2(1) = 1.00
Prob > chi2 = 0.3183
```

```
. quietly reg icc eno lut condt stratloc pro INTERN age sexe nar if strucf>0
```

```
. predict residu_, resid
```

```
. sktest residu_
```

Variable	Obs	Skewness/Kurtosis tests for Normality				joint Prob>chi2
		Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)		
residu_	94	0.2742	0.1031	3.97	0.1374	

```
.
```

Modèle 4 chapitre 4

```
. reg cavix strucf ifv ca eno lut cond t mat RESO sexe INTERN age
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	94
Model	64.4273725	11	5.85703386	F(11, 82) =	7.92
Residual	60.6790105	82	.739987933	Prob > F =	0.0000
				R-squared =	0.5150
				Adj R-squared =	0.4499
Total	125.106383	93	1.34522992	Root MSE =	.86023

cavix	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
strucf	-1.519774	.3621012	-4.20	0.000	-2.240109	-.7994399
ifv	-.8651925	.4262047	-2.03	0.046	-1.713049	-.0173357
ca	-.4442699	.4031125	-1.10	0.274	-1.246189	.3576494
eno	-.2518803	.3159032	-0.80	0.428	-.8803124	.3765519
lut	-.6454936	.2930466	-2.20	0.030	-1.228457	-.0625306
condt	-.5169038	.2996069	-1.73	0.088	-1.112917	.0791098
mat	-.63932	.3577654	-1.79	0.078	-1.351029	.0723894
RESO	1.169108	.2268995	5.15	0.000	.7177323	1.620483
sexe	.1751584	.1968897	0.89	0.376	-.2165179	.5668347
INTERN	.1250857	.1995999	0.63	0.533	-.2719821	.5221535
age	.0130563	.0109702	1.19	0.237	-.0087669	.0348795
_cons	2.885183	.6447778	4.47	0.000	1.602515	4.167852

```
. hettest
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: fitted values of cavix

chi2(1) = 0.13

Prob > chi2 = 0.7227

```
. quietly reg cavix strucf ifv ca eno lut cond t mat RESO sexe INTERN age
```

```
. predict residu_5, resid
```

```
. sktest residu_5
```

skewness/kurtosis tests for Normality						
Variable	obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj	joint chi2(2)	Prob>chi2
residu_5	94	0.1222	0.4497		3.05	0.2180

Modèle 5 chapitre 4

```
. reg cavix strucf mat eno lut condit RESO INTERN age sexe
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	94
Model	61.3666609	9	6.81851788	F(9, 84) =	8.99
Residual	63.7397221	84	.758806215	Prob > F =	0.0000
				R-squared =	0.4905
				Adj R-squared =	0.4359
Total	125.106383	93	1.34522992	Root MSE =	.87109

cavix	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
strucf	-.9914114	.2193323	-4.52	0.000	-1.427578	-.5552452
mat	-.7590557	.3525061	-2.15	0.034	-1.460053	-.0580586
eno	-.2997036	.3139922	-0.95	0.343	-.9241115	.3247043
lut	-.6595986	.2920465	-2.26	0.027	-1.240365	-.0788321
condit	-.5454673	.3003947	-1.82	0.073	-1.142835	.0519005
RESO	1.239553	.2269196	5.46	0.000	.7882982	1.690807
INTERN	.0935561	.2006721	0.47	0.642	-.3055025	.4926146
age	.0123312	.0109869	1.12	0.265	-.0095175	.0341798
sexe	.092382	.1937423	0.48	0.635	-.2928958	.4776598
_cons	2.49189	.5735183	4.34	0.000	1.351386	3.632394

```
. hettest
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: fitted values of cavix

chi2(1) = 0.25

Prob > chi2 = 0.6168

```
. quietly reg cavix strucf mat eno lut condit RESO INTERN age sexe
```

```
. predict residu_6, resid
```

```
. sktest residu_6
```

Variable	Skewness/Kurtosis tests for Normality				
	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	joint Prob>chi2
residu_6	94	0.0979	0.4779	3.34	0.1883

```
.
```

Modèle 6 chapitre 4

```
. reg cavix mat eno lut condit RESO INTERN age sexe nar if strucf>0
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	62
Model	26.839871	9	2.98220789	F(9, 52) =	4.11
Residual	37.7569032	52	.726094292	Prob > F =	0.0005
Total	64.5967742	61	1.05896351	R-squared =	0.4155
				Adj R-squared =	0.3143
				Root MSE =	.85211

cavix	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
mat	-1.127109	.4391391	-2.57	0.013	-2.008307	-.2459123
eno	-.4971168	.3733446	-1.33	0.189	-1.246288	.2520538
lut	-.9859459	.3744108	-2.63	0.011	-1.737256	-.2346356
condit	-1.091813	.3835779	-2.85	0.006	-1.861518	-.3221073
RESO	1.332798	.3197084	4.17	0.000	.691256	1.97434
INTERN	.2165806	.229856	0.94	0.350	-.2446592	.6778204
age	.0194012	.0161157	1.20	0.234	-.0129373	.0517398
sexe	.0261301	.2463276	0.11	0.916	-.4681623	.5204225
nar	-.0040867	.003898	-1.05	0.299	-.0119087	.0037352
_cons	1.576942	.8166707	1.93	0.059	-.0618273	3.215712

```
. htest
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

H0: Constant variance

Variables: fitted values of cavix

chi2(1) = 0.02

Prob > chi2 = 0.8913

```
. quietly reg cavix mat eno lut condit RESO INTERN age sexe nar if strucf>0
```

```
. predict residu_7, resid
```

```
. sktest residu_7
```

Variable	Obs	Skewness/Kurtosis tests for Normality			
		Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	joint Prob>chi2
residu_7	94	0.0283	0.7724	4.88	0.0872

ANNEXE J : Questionnaires d'enquêtes et guides d'entretien

Enquêtes pour chapitre 2 et annexe D

Guide d'entretiens semi-directifs pour les responsables d'UMRs

UMRNoms.....Prénoms.....

Statut.....Date.....tel

- 1- Les principales évolutions dans l'histoire de votre institution en rapport aux dynamiques de la filière viti-vinicole dans la région (compétitivité et ou changement climatique) :
 - a) Changement d'orientation,
 - b) Mise en œuvre d'axe prioritaire
 - c) Développement d'axe prioritaire

- 2- Si il y a une équipe ou des emplois dédiés aux secteurs viti-vinicole ou une équipe dédiée
 - a) Nombre
 - b) Budget alloué

- 3- Projet de recherche ou de transfert d'innovation ou de connaissances exécutés sur des thématiques vitivinicole (compétitivité) ou vitiviculture et changement climatique

- 4- S'il y a Les emplois dédiés au changement climatique et vigne ou une équipe dédiée

- 5- Des stations de recherche ou des matériels de recherche
 - a) date de leur implantation
 - b) Cout de leur installation,
 - c) Valeur actuelle
 - d) budget de fonctionnement

- 6- Les innovations technologiques ou stratégiques générées (nouvelles variétés, nouvelles méthodes d'élaboration du vin, nouvelles stratégies, nouvelles spécificités envisagés)

- 7- Activité (animation, vulgarisation, transfert des innovations) réalisé thématiques vins et changement climatiques (initiateur, leader, suiveurs)

- 8- Participation au montage des projets (initiateur, leader, suiveurs, type de partenariat)

Guide d'entretiens semi-directifs pour les responsables d'interprofessions ou d'autres organismes de R&D

InstitutionNoms.....Prénoms.....

Statut.....Date.....tel

- 1- Les principales évolutions dans l'histoire de votre institution en rapport aux dynamiques de la filière viti-vinicole dans la région (compétitivité et ou changement climatique) :
 - a) Changement d'orientation,
 - b) Mise en œuvre d'axe prioritaire
 - c) Développement d'axe prioritaire

- a) Existence d'une section ou d'une cellule spécifique de R et D Si oui :
 - b) Date de création,
 - c) Budget alloué
 - d) Personnel mobilisé.

- 2- Projet de recherche réalisés sur la filière vin (compétitivité) ou en partenariat / ou appui au projet

- 3- Projet de recherche réalisé sur la thématique vins et changements climatiques ou en partenariat / ou appui au projet

- 4- Activités de promotion et de transfert d'innovation réalisées sur les thématiques vins et/ou changement climatiques,

- 5- Participation aux activités de transfert des innovations (vitiviniculture et changement climatique) (seul, initiateur, leader, suiveurs)

- 6- Participation au montage des projets (initiateur, leader, suiveurs, type de partenariat)

- 7- Cofinancement ou financement des projets (de recherche, autres) budget alloué

- 8- Participation/Financement des innovations générées (innovation stratégique, nouvelles variétés, nouvelles méthodes d'élaboration du vin, nouvelles spécificités envisagés par rapport au changement), le processus d'adoption

- 9- Financement d'infrastructure de connaissances (labo, stations de recherche, matériels etc.)

Guide d'Entretiens semi-directifs pour les responsables de Chambre d'agriculture et de pôles régionaux d'IFV

OrganismeNoms.....Prénoms.....

Région.....Date.....tel

- 1- Les principales évolutions dans l'histoire de votre institution en rapport aux dynamiques de la filière viti-vinicole dans la région (compétitivité et ou changement climatique) :
 - a) Changement d'orientation,
 - b) Mise en œuvre d'axe prioritaire
 - c) Développement d'axe prioritaire

- 2- Existence d'une section ou d'une cellule spécifique de R et D Si oui :
 - a) Date de création,
 - b) Budget alloué
 - c) Personnel mobilisé.

- 3- Projet de recherche réalisés sur la filière vin en générale ou en partenariat / ou appui au projet
 - a) Type de projet
 - b) Budget alloué
 - c) Personnel mobilisé

- 4- Projet de recherche réalisé sur la thématique vins et changements climatiques
 - a) Type de projet
 - b) Budget alloué
 - c) Personnel mobilisé

- 5- Participation aux activités de transfert des innovations (vitiviniculture et changement climatique) (seul, initiateur, leader, suiveurs)
 - a) Budget alloué
 - b) Personnel mobilisé

- 6- Participation au montage des projets (initiateur, leader, suiveurs, type de partenariat)

- 7- Cofinancement ou financement des projets (de recherche, autres) budget alloué

- 8- Participation/Financement des innovations générées (innovation stratégique nouvelles variétés, nouvelles méthodes d'élaboration du vin, nouvelles spécificités envisagés par rapport au changement), le processus d'adoption

- 9- Financement d'infrastructure de connaissances (labo, stations de recherche, matériels etc.)

Fiches d'enquêtes complémentaires

		
Chambre d'agriculture:/Interprofession/ IFV/autres Nom, Prenom		
Fiche d'enquête:		
Nom de l'organisme/region:		
Estimation ETP		Estimation Budget
Nbre de salariés exprimé en ETP dédiés à l'experimentation viticole ou œnologique	Nbre de salariés exprimé en ETP dédiés à la recherche viticoles ou œnologiques	Total ETP
		Budget annuel moyen de fonctionnement alloué aux activités viticoles et œnologiques
Activités en lien avec le changement climatique (vitiviniculture)	Details	

		
Date : Nom, Prenom :		
Fiche d'enquete: thèse James Boyer		
Estimation ETP		Estimation Budget
Nbre de salariés exprimé en ETP dédiés à la recherche et l'innovation viticole ou œnologique	Nbre de thèse et de post-doc	Budget annuel moyen de fonctionnement alloué aux activités viticoles et œnologique
Activités en lien avec le changement climatique (vitiviniculture)		

Questionnaire pour les viticulteurs en cave particulière

1-Présentation générale du domaine

Quel est le nom de l'exploitation

Quelle est l'adresse de l'exploitation

Quelle est la date de création ou de reprise de l'exploitation

Est-ce que vous avez agrandi votre exploitation ces 5 dernières années ? (achat ha, regroupement...) Comment ?

.....

Quel type de viticulture pratiquez-vous ?.....

Combien y a-t-il d'emplois sur l'exploitation ? (en distinguant approximativement permanents et temporaires).....

Quel est le nombre d'UTH familial ?

Quelle est votre surface en hectare ?

2- Présentation générale de la personne enquêtée

Fonction sur le domaine ?

Quelle est votre formation de départ ?

Depuis quand êtes-vous viticulteur (ou gérant du domaine) ?

Avez-vous suivi d'autres formations depuis votre installation ?

Si oui, de quel type ? Quel organisme a été à l'origine de cette (ces) formation(s) ?

.....

Quelle était votre activité avant d'être viticulteur ?

Avez-vous une autre activité en dehors de la viticulture ? Si oui, laquelle ?

.....

Etes-vous issu du milieu viticole ?

3- Engagement dans la vie sociale

Est-ce que vous adhérez à des syndicats d'appellations ? Si oui, le(s)quel(s) ?

Si oui, est-ce que vous y avez des responsabilités ?

.....

Est-ce que vous faites partie d'une association liée à la viticulture ou à la vie locale ?

Si oui, quelle association ?

Si oui, est-ce que vous êtes un membre actif ?

4-Activité viticole et commercialisation

Quel est votre volume de production pour la récolte de l'année 2013 ?

Quel type de vins produisez-vous ?

Rouge

Blanc

Rosé

Effervescent

Si Appellation, ou IGP, donnez le nom

Bouteilles Bag in Box Vrac Petit vrac

Quels sont vos circuits de commercialisation ou de distribution ?

Quelle a été l'évolution de votre chiffre d'affaire sur les 5 dernières années ?

1) En forte baisse 2) En baisse 3)Stable 4)En hausse 5) En forte hausse

Avez-vous l'habitude de participer régulièrement dans des salons ou d'autres évènements pour présenter vos produits.....

5-Relations avec les différents acteurs du système d'innovation

Est-ce que vous prenez des stagiaires ?

Si oui, quel est leur niveau d'étude ?.....

Si oui, combien de stagiaires prenez-vous ? (en moyenne par année).....

Est-ce que vous participez à des salons viticoles, En tant que exposant ?.....

Si oui, le(s)quel(s) ??

.....

Est-ce que vous êtes abonné à un journal agricole ou viticole ? Si oui, le(s)quel(s) ?

.....

6-Perception du changement climatique par le viticulteur

Est-ce que vous pensez que les effets du changement climatique se font déjà ressentir sur vos vignes ?

.....

Quels sont, selon vous, les effets du changement climatique sur la vigne et le vin ?

.....

.....

Pour vous, quelle sera l'influence du changement climatique sur vos vignes et votre vin ?

.....

.....

.....

7-Innovations et impact économique

Quels ont été les changements importants sur votre exploitation durant les 5 dernières années ?

.....

.....

.....

.....

.....

a) Condition de plantation/localisation

Est-ce que vous avez changé de pratiques durant les 5 dernières années pour les conditions de plantation et de localisation de vos vignes ? (densité, orientation des rangs, altitude...)

.....
.....

Si oui, à qui avez-vous demandé conseil ? (Collègues, fournisseurs, clients, interprofession, chercheurs (INRA), techniciens, labo oeno Chambre d'agriculture, IFV)

.....

Si aujourd'hui vous étiez amené à changer les conditions de plantation et de localisation de votre vignoble, à qui demanderiez-vous conseil ?

(Collègues, fournisseurs, clients, interprofession, chercheurs (INRA), techniciens, chambre d'agriculture, IFV)

b) Choix du matériel végétal

Est-ce que vous avez changé de pratiques durant les 5 dernières années dans le choix de votre matériel végétal ? (Cépage, Clone, Porte Greffe) ? Si oui, à qui avez-vous demandé conseil ?

.....
.....
.....

Si aujourd'hui vous étiez amené à changer de cépage, à qui demanderiez-vous conseil ?

.....
.....

c) Conduite du vignoble

Est-ce que vous avez changé de pratiques durant les 5 dernières années dans le mode de conduite de votre vignoble ? (entretien du sol, palissage, taille, ébourgeonnage)

Si oui, à qui avez-vous demandé conseil ?

.....
.....

En dehors de ces conseils, où avez-vous eu accès à d'autres informations ?

- Revues • Formations • Salons • Internet Autre

Si aujourd'hui vous étiez amené à changer le mode de conduite de votre vignoble, à qui demanderiez-vous conseil ?

d) Irrigation

Est-ce que vous avez déjà testé l'irrigation sur vos parcelles ?

Si oui, à qui avez-vous demandé conseil ?

.....
.....

En dehors de ces conseils, où avez-vous eu accès à d'autres informations ?

- Revues • Formations • Salons • Internet Autre

Si aujourd'hui vous étiez amené à changer votre mode de gestion de l'eau, à qui demanderiez-vous conseil ?

.....
.....
Est-ce qu'on vous a demandé conseil sur l'irrigation ?

Si oui, à qui avez-vous donné des conseils ? (ou échanges d'informations ?)

e) Lutte contre les maladies

Est-ce que vous avez changé de pratiques durant les 5 dernières années dans votre mode de lutte contre les maladies ?

Si oui, à qui avez-vous demandé conseil ?

.....
.....
En dehors de ces conseils, où avez-vous eu accès à d'autres informations ?

• Revues • Formations • Salons • Internet Autre

Si aujourd'hui vous étiez amené à changer vos pratiques de lutte contre les maladies, à qui demanderiez-vous conseil ?

f) Gestion de la vendange

Est-ce que vous avez changé de pratiques durant les 5 dernières années pour la gestion de la vendange ? A qui avez-vous demandé conseil ?

.....
.....
En dehors de ces conseils, où avez-vous eu accès à d'autres informations ?

• Revues • Formations • Salons • Internet Autre

Si aujourd'hui vous étiez amené à changer de pratiques concernant la gestion de la vendange, à qui demanderiez-vous conseil ?

g) Pratiques œnologiques

Est-ce que vous avez changé de pratiques œnologiques durant les 5 dernières années ? (Levures, équipements au chai, acidification, désalcoolisation, assemblage, élevage...) Si oui, à qui avez-vous demandé conseil ?

.....
.....
En dehors de ces conseils, où avez-vous eu accès à d'autres informations ?

• Revues • Formations • Salons • Internet Autre

Si oui, lesquelles ? Si aujourd'hui vous étiez amené à changer de pratiques en œnologie, à qui demanderiez vous conseil ?

8- Changement climatique, adaptation et gestion des risques

Parmi les innovations citées, est-ce que vous en avez réalisé pour faire face au changement climatique ?

.....
.....

Avez-vous réalisé d'autres changements pour faire face au changement climatique ?

.....
.....

Parmi les domaines d'innovation suivants, quels sont selon vous, les plus pertinents pour s'adapter au changement climatique ?

- Conditions de plantation/localisation
- Choix du matériel végétal
- Conduite du vignoble
- Irrigation
- Lutte contre les maladies
- Gestion de la vendange
- Pratiques œnologiques

Comment envisagez-vous de faire face à une accentuation des risques climatiques ? (risques (grêle, évènements climatiques extrêmes...) ; stratégie anti-risque (assurance, mode de conduite de la vigne, gestion inter millésime...)

.....
.....

9- Perceptions des acteurs du SI par le viticulteur

Pour l'innovation, que pensez-vous du rôle de l'INRA dans la filière viticole ?

Est-ce que vous connaissez des chercheurs de l'INRA ? Oui Non Si oui, qui ?

Pour l'innovation, que pensez-vous du rôle de l'IFV dans la filière viticole ?

Est-ce que vous connaissez des personnes de l'IFV ? Oui Non Si oui, le(s)quelle(s) ?

Pour l'innovation, que pensez-vous du rôle des chambres d'agriculture dans la filière viticole ?

Est-ce que vous connaissez des personnes de la chambre d'agriculture ? Si oui, lesquelles ?

Pour l'innovation, que pensez-vous du rôle de l'interprofession ?

Est-ce que vous connaissez des personnes de l'interprofession ? Si oui, lesquelles ?

Pour l'innovation, que pensez-vous du rôle des fournisseurs ?

Pour l'innovation, que pensez-vous du rôle des négociants ?

Enquêtes sur les liens entre chercheurs et acteurs de la filière viti-vinicole
Chercheurs : Universités/centre de recherche

A Caractéristiques et trajectoire personnelles du chercheur

I- Identité :

1-Nom..... Prénoms.....

Age.....Sexe M F

2-Ancienneté dans la recherche sur la filière vigne et vin.....

3- Expériences internationales sur la filière vigne et vins ou expériences qui peuvent être valorisées en viti-oenologie (séjour de plus de 1 mois, pays, Domaines, Nombre d'années)

.....
.....

4- Avez-vous participé à des projets de recherche ou de développement en lien avec le changement climatique Oui Non

Ancrage institutionnel

5- Type d'organisme de recherche

Universités Organisation de recherche

6- Nom de l'organisation.....

Laboratoire/ UMR affilié.....

Adresse du centre.....Date d'intégration.....

Activités avant intégration.....

7- Responsabilité

CD D U DU adjoint Chef d'équipe Responsable de

Autres

B-Excellence académique

8-Niveau d'étude

Diplôme de technicien Master 2 Doctorat Hdr

Date d'obtention du dernier diplôme.....

9- Statut dans la recherche

DR CR IR Professeur Maître de conférences autres

10- Nombre de publications

Articles Livres..... Chapitre d'ouvrages.....

C-Domaine de recherche

11- Décrivez vos domaines de recherche

.....
.....
.....

12- Précisez votre niveau d'implication dans la recherche sur le changement climatique.

- Je ne travaille pas du tout
- Je travaille indirectement sur le changement climatique
- Je travaille sur le changement climatique
- Le changement climatique est l'un de mes principaux axes de recherche
- Le changement climatique est mon principal axe de recherche

B- Collaboration et relations avec le monde professionnel

13- Quels sont les principaux acteurs avec qui vous collaborez

.....
.....
.....
.....

14- Citez les interprofessions avec qui vous travaillez

.....
.....

15- Pendant les 5 dernières années avez-vous été impliqué

- a) Etudes commandités (expertises, consultations) par les entreprises ou institutions d'une des régions viticoles
- b) Projets de développement dans lesquels vous êtes évaluateur
- c) Des séminaires ou colloques tournés vers les acteurs de la région
 - Très souvent souvent, quelques fois rarement pas du tout
- d) Assemblée générale de syndicat d'appellation, organisation professionnelle
 - Très souvent souvent, quelques fois rarement pas du tout
- e) Encadrement des stages (moyenne par année) dans les entreprises de la région
- f) Encadrement des thèses (moyenne par année) dans les entreprises de la région
- g) Missions avec des pouvoirs publics
 - Très souvent souvent, quelques fois rarement pas du tout

Enquêtes sur les liens entre chercheurs et acteurs de la filière viti-vinicole CA/IFV/Interpro

A Caractéristiques et trajectoire personnelles du chercheur

I- Identité :

1-Nom..... Prénoms.....

Age..... Sexe M F

2-Ancienneté dans la recherche sur la filière vigne et vin.....

3- Expériences internationales sur la filière vigne et vins ou expériences qui peuvent être valorisées en viti-oenologie (séjour de plus de 1 mois, pays, Domaines, Nombre d'années)

.....
.....

4- Avez-vous participé à des projets de recherche ou de développement en lien avec le changement climatique Oui Non

Ancrage institutionnel

5- Type d'organisme

Chambre d'agriculture Interprofession IFV

6- Nom de l'organisme.....

Adresse du centre..... Date d'intégration.....

Activités avant intégration.....

7- Responsabilité

.....
.....

B-Excellence académique

8-Niveau d'étude

Diplôme de technicien Master 2 Doctorat Hdr

Date d'obtention du dernier diplôme.....

9- Nombre de publications scientifiques

Articles Livres..... Chapitre d'ouvrages.....

C-Domaine de recherche

10- Décrivez vos domaines de recherche ou d'expérimentation

.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

15- Expliquez les moyens de communication des innovations ou des résultats de recherche que vous avez l'habitude d'utiliser (media, réunion, salon, effort marketing)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

16- Pouvez-vous estimer le nombre de vos publications dans des revues professionnelles

17- Avez-vous participé au dépôt de brevets en rapport à la vitiviniculture, si oui, combien

.....
18- Etes-vous dans le cadre de vos missions professionnelles en lien direct (régulièrement) avec des réseaux formels d'acteurs de la filière.....

19- Avez-vous été sollicités pour conseiller des acteurs (viticulteurs, responsables de coopérative)

Si oui précisez (dans quels domaines, le nom de la personne si possible et l'institution ou l'entreprise dont elle est affiliée, précisez si ce sont des conseils pour l'adoption ou l'utilisation d'une innovation)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....

20- Vous arrive-t-il parfois de contacter des acteurs dans le but d'approfondir certains questionnements de recherche
Si oui précisez (dans quels domaines, le nom de la personne si possible et l'institution ou l'entreprise dont elle est affiliée)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

21- Vous arrive-t-il d'échanger régulièrement des informations techniques avec des viticulteurs ou chefs de coopérative, si oui pourriez-vous estimer le nombre

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Définition du concept adaptation dans certaines disciplines.....	30
Tableau 2: Grille d'analyse de la stratégie de maintien dans l'espace avec innovation	45
Tableau 3: Grille d'analyse de la stratégie de délocalisation sans innovation	46
Tableau 4: Délimitation des vignobles	56
Tableau 5: Caractéristiques économiques des principaux vignobles régionaux (2011-2012) .	58
Tableau 6: Evaluation synthétique de l'évolution de la compétitivité des vignobles régionaux	60
Tableau 7: Repérage des institutions et des organisations du Système d'Innovation dédié à la vigne et le vin	62
Tableau 8: Répartition géographique et thématique des publications (2008-2013).....	65
Tableau 9: Moyens humains et financiers des interprofessions pour la R&D 2013	67
Tableau 10 : Variables qui renvoient aux réseaux d'adaptation	88
Tableau 11: Variables explicatives des stratégies d'adaptation	89
Tableau 12 : Statistiques descriptives sur les variables PERC et INOVCC	91
Tableau 13 : Modèle économétrique sur la variable PERC	92
Tableau 14 : Estimation du modèle économétrique logistique	94
Tableau 15: Répartition des personnes enquêtées dans les organismes.....	113
Tableau 16: Variables caractérisant la propension des acteurs de la R&D à contribuer à l'adaptation.....	114
Tableau 17: Variables explicatives de la propension des acteurs de la R&D à contribuer à l'adaptation.....	115
Tableau 18: Statistiques descriptives pour les acteurs de la R&D	119
Tableau 19: Statistiques descriptives pour les chercheurs	120
Tableau 20 : Résultats des modèles économétriques sur l'implication à l'adaptation.....	121
Tableau 21: Résultats des modèles économétriques sur la proximité avec les entreprises....	121

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Schémas conceptuel du processus d'adaptation au changement climatique	37
Figure 2: Représentation de la MASAC	41
Figure 3: Evolution de la part de la valeur de la production du vignoble	59
Figure 4: Evolution de la productivité en valeur à l'hectare	59
Figure 5: Evolution du prix moyen par hectolitre	60
Figure 6: Diagramme de l'infrastructure institutionnelle du Système d'Innovation vigne et vin en France	63
Figure 7: Répartition des unités de recherche (UR) selon les vignobles.....	64
Figure 8: ETP en R&D mobilisés par vignoble	64
Figure 9: Formations dédiées Vigne et Vins	65
Figure 10: ETP totaux par millier d'hectares mobilisés dans la recherche par vignoble.....	66
Figure 11: ETP total par millions d'hectolitre mobilisé dans la recherche par vignoble.....	67
Figure 12 : Relation entre Valorisation du vin et l'intensité de R&D globale et de R&D des interprofessions	67
Figure 13: Acteurs du Système d'Innovation et de production	87
Figure 14: Rôle des acteurs du Système d'Innovation dans l'adaptation au changement climatique	91
Figure 15: Perception du changement climatique par vignoble régional.....	93
Figure 16 : Demande de Conseils pour plantation	95
Figure 17: Demande de conseil pour la conduite vignoble	96
Figure 18: Demande de conseil pour la lutte contre maladies	96
Figure 19: Demande de conseil pour la gestion du Matériel végétal	96
Figure 20 : Demande de conseil pour la gestion de vendanges.....	97
Figure 21: Demande de conseil pour les pratiques œnologiques	97

LISTE DES ABREVIATIONS ET DES ACRONYMES

ACCAF	: Adaptation to Climate Change for Agrosystems and Forests
ADEME	: Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie
AIS	: Agricultural Innovation System
AKIS	: Agricultural Knowledge Innovation System
ANAH	: Agence Nationale de l'Habitat
ANR	: Agence Nationale de la Recherche
AOC	: Appellation d'Origine Contrôlée
AVC	: Association Viticole Champenoise
BEI	: Banque Européenne d'Investissement
BFI	: Banques de Financement et d'Investissement
BIVB	: Bureau Interprofessionnel des Vins de Bourgogne
CA	: Chambre d'Agriculture
CAN	: Climate Action Network
CC	: Changement Climatique
CCNUCC	: Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CEE	: Communauté économique européenne
CIRAD	: Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CIVA	: Comité Interprofessionnel des Vins d'Alsace
CIVB	: Comité Interprofessionnel des Vins de Bordeaux
CIVC	: Comité Interprofessionnel des Vins de Champagne
CIVL	: Comité Interprofessionnel des Vins du Languedoc
CIVR	: Comité Interprofessionnel des Vins du Roussillon
CNRS	: Centre National de la Recherche Scientifique
COP 21	: 21 ^{ème} Conférence des parties de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques de 2015
CRECEP	: Coordination des REcherches sur Chardonnay et Pinot noir
DISAR	: Diffusion Interactive des Statistiques Agricoles de Référence
DNO	: Diplôme National d'Œnologie
DRAAF	: Directions Régionales de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt
ECMWF	: Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme
EPIC	: Etablissements Publics à caractère Industriel ou Commercial

ETP	: Equivalent Temps Plein
EUMETSAT	: Organisation européenne pour l'exploitation de satellites météorologiques
Eurostat	: Service statistique de la Commission européenne
FEDER	: Fonds Européen de Développement Régional
GES	: Gaz à effet de Serre
GIEC	: Groupe d'Expert Intergouvernemental sur l'évolution du Climat
GIST	: Groupement d'Intérêt Scientifique de la Vigne et du Vin
IFV	: Institut Français de la Vigne et du vin
IG	: Indication Géographique
IGP	: Indication Géographique Protégé
IH	: Institutionnalisme Historique
INAO	: Institut National de l'Origine et de la qualité
INRA	: Institut National de la Recherche Agronomique
Inter Rhône	: Interprofession des Vins d'AOC Côtes du Rhône et de la Vallée du Rhône
InterLoire	: Interprofession des Vins du Val de Loire
IPCC	: International Panel on Climate Change
IR	: Institutionnalisme du choix Rationnel
IRD	: Institut pour la Recherche et le Développement
	: Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour
IRSTEA	l'Environnement et l'Agriculture
IS	: Institutionnalisme Sociologique
ISVV	: Institut de la Science de la Vigne et du Vin
LACCAVE	: Long term impacts and Adaptations to Climate ChAnge in Viticulture and Enology
Liens U-I	: Liens entre Universités et Industries
MASAC	: Matrice d'Analyse Stratégique d'Adaptation au Changement climatique
MEEDDM	: ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer
NTIC	: Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication
OCM	: Organisation Commune du Marché
ODG	: Organismes de Défense et de Gestion des appellations
OMM	: Organisation Météorologique Mondiale
ONERC	: Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique

ONG	: Organisation Non Gouvernementale
ONU	: Organisations des Nations Unis
PMB	: Produit mondial brut
PNACC	: Plan National d'Adaptation au Changement Climatique
PNLCC	: Le Programme National de Lutte contre les Changements Climatiques
R&D	: Recherche et Développement
RAC-F	: Réseau Action Climat – France
SACC	: Système d'Adaptation au Changement Climatique
SI	: Système d'Innovation
SKM	: Societal Knowledge Management System
SNI	: Système National d'Innovation
SOeS	: Service de l'observation et des statistiques
SRI	: Système Régional d'Innovation
SSI	: Système sectoriel d'Innovation
SSP	: Service de la Statistique et de la Prospective
STACC	: Système Technologique d'Adaptation au Changement Climatique
TIS	: Technological Innovation System
UE	: Unités expérimentales
UMR	: Unité Mixte de Recherche
UR	: Unité de Recherche

Résumé

Les enjeux du changement climatique interrogent la capacité des acteurs économiques à pouvoir s'adapter au niveau des secteurs et des territoires. Le secteur viticole, très sensible aux effets du changement climatique, peut être considéré comme un secteur modèle pour étudier l'adaptation. Cette thèse vise à analyser le rôle de la recherche et de l'innovation dans l'adaptation au changement climatique des vignobles régionaux français. La démarche générale s'appuie sur une confrontation des approches structurelle et relationnelle des Systèmes d'Innovation (Innovation Studies). Nous avons étudié différentes dimensions de l'adaptation, développées en sciences sociales et en économie, pour proposer une grille d'analyse qui fait le lien entre innovation et adaptation. Nous avons ensuite identifié, dans les 7 principales régions viticoles françaises, les différents acteurs, institutions et organisations qui s'impliquent dans les processus d'adaptation, leur rôle et leur agencement au sein d'un Système d'Innovation. Pour préciser l'analyse des réseaux dédiés à l'adaptation, nous avons ensuite retenu 3 régions viticoles dans lesquelles a été réalisée une double enquête : d'une part auprès des acteurs de la R&D (94 chercheurs et ingénieurs), d'autre part auprès des entreprises viticoles (87 domaines en AOC). Cette double enquête a permis de décrire comment les viticulteurs et les chercheurs sont concernés par le changement climatique, engagent (ou non) des actions et créent (ou non) des liens qui contribuent à l'adaptation. Ces stratégies pour l'adaptation ont ensuite été analysées au regard de différents facteurs liés aux caractéristiques personnelles des acteurs, à leur activité professionnelle ou à leur région. Les résultats de ce travail nous ont permis de défendre la thèse selon laquelle, au-delà des considérations personnelles des acteurs, l'adaptation au changement climatique s'inscrit bien dans un Système d'Innovation ayant des composantes régionales et sectorielles. Ce travail de recherche met l'innovation au cœur de l'adaptation au changement climatique, en soulignant les conditions cognitives, sectorielles, institutionnelles et territoriales de l'innovation. Le rôle de la recherche est important pour la constitution d'un capital institutionnel et d'un capital cognitif qui, à travers des réseaux, des collaborations et de la médiation, renforcent la capacité adaptative des acteurs économiques et facilitent l'innovation. Enfin, ces résultats posent les bases pour l'émergence de « Systèmes d'Adaptation au Changement Climatique » comme nouvel outil politique pour gérer l'adaptation et comme nouveau cadre conceptuel pour l'étude de ce processus.

Mots clés : Changement climatique, Adaptation, Systèmes d'Innovation, Viticulture, Réseaux, Institutions.

Abstract

Climate change issues question the adaptation capacity of economic actors across sectors and territories. Wine sector is highly sensitive to effects of climate change and global warming, and is seen as being a good model to study climate change adaptation. The aim of this thesis is to analyze the role of research and innovation in climate change adaptation of the French vineyards. This study is based on a comparison of structural and relational approaches of Innovation Systems (Innovation Studies). We investigated different dimensions of adaptation, which are developed in the social and economic sciences, in order to provide an analytical framework that links innovation and adaptation. We then identified, in the 7 major French wine regions, different actors, institutions and organizations involved in the adaptation process, their role and their arrangement into an Innovation System. To analyse the relational dimension of adaptation process, we selected three wine regions in which was conducted a double survey: firstly addressed to actors in R&D (94 researchers and engineers), secondly addressed to wineries (87 producers in AOC). These surveys allow us to describe how winemakers and researchers i) are concerned about climate change, ii) undertake (or not) actions and iii) create (or not) links for adaptation. These strategies for adaptation were then analyzed according different factors related to personal characteristics of the actors, their profession, their resources or their region. The results allowed us to defend the thesis that, beyond personal characteristics of actors, adaptation to climate change is embedded in an Innovation System with regional and sectoral components. This research sets innovation at the heart of a climate change adaptation process, highlighting cognitive, sectoral, institutional and regional components of innovation. The role of research is important for building institutional and cognitive capital which, through networks, collaborations and mediations, enhance the adaptive capacity of economic actors and facilitate innovation. Finally, this work lays the foundation for the emergence of "Climate Change Adaptation Systems" as a new policy tool to manage adaptation, and as a new conceptual framework for studying this process.

Keywords: Climate Change, Adaptation, Wine industry, Innovation System, Institutions, Network