



HAL
open science

Prospective participative sur l'agriculture du Roussillon face au changement climatique

Patrice Garin, Dominique Rollin, Laure Maton, Jean-Daniel Rinaudo, Audrey
Richard-Ferroudji, Yvan Caballero

► **To cite this version:**

Patrice Garin, Dominique Rollin, Laure Maton, Jean-Daniel Rinaudo, Audrey Richard-Ferroudji, et al.. Prospective participative sur l'agriculture du Roussillon face au changement climatique. *Agronomie, Environnement & Sociétés*, 2015, 5 (1), pp.77-86. halshs-02962130

HAL Id: halshs-02962130

<https://shs.hal.science/halshs-02962130v1>

Submitted on 10 Oct 2022

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NoDerivatives 4.0 International License

Juin 2015
volume n° 5 / numéro n° 1
www.agronomie.asso.fr

Agronomie

environnement & sociétés

La revue de l'association française d'agronomie

Changement climatique et agriculture
comprendre et anticiper, ici et ailleurs.



Agronomie, Environnement & Sociétés est une revue à comité de lecture et en accès libre éditée par l'Association Française d'Agronomie (AFA) sous le numéro ISSN 1775-4240. Plus d'informations www.agronomie.asso.fr/aes. L'AFA est une association à but non lucratif qui publie des travaux en accès libre.



Les articles sont publiés sous la licence Creative Commons 2.0. La citation ou la reproduction de tout article doit mentionner son titre, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue AE&S et de son URL, ainsi que la date de publication.

Prospective participative sur l'agriculture du Roussillon face au changement climatique

Participatory foresight on Roussillon Agriculture to address Climate Change

GARIN P^{1*} - ROLLIN D¹ - MATON L²

RINAUDO JD³

RICHARD-FERROUDJI¹ A - CABALLERO Y³

*Contact : garin@irstea.fr

Résumé

Le changement climatique augmente l'incertitude liée aux activités agricoles car il constitue un aléa qui vient s'ajouter aux nombreux facteurs de l'environnement dont dépend l'agriculture. C'est particulièrement vrai en zone méditerranéenne. Une démarche de prospective participative a été engagée dans le Roussillon. Différents acteurs du monde agricole du Roussillon ont débattu impact du changement climatique et adaptation à ce changement au cours d'ateliers de prospective participative réalisés en petits groupes homogènes (jeunes, agriculture biologique, représentants des agriculteurs) pratiquant les principales cultures de la région (arboriculture fruitière, vigne, maraîchage). Le contexte de l'agriculture de la région et la démarche adoptée sont présentés. Il s'est avéré que les indicateurs généraux du changement climatique fournis par les scientifiques (températures et précipitations mensuelles moyennes, etc.) ne sont pas celles qui intéresseraient les agriculteurs pour adapter leurs pratiques (vitesse du vent, risque du gel, amplitude journalière et seuils de température, etc.). Mais ces modifications du climat n'effraient pas le monde agricole, confiant dans l'adaptation du matériel végétal, des calendriers et méthodes culturales. Les agriculteurs craignent beaucoup plus, à court et moyen terme, une forte régression de l'agriculture en Roussillon par l'exacerbation des concurrences internationales et par l'effacement progressif des enjeux agricoles dans les politiques environnementales et d'aménagement du territoire

Mots-clés

Eau, changement climatique, Roussillon, Irrigation, Prospective.

Summary

Climate change increases the uncertainty associated with agricultural activities as hazard in addition to many factors of the environment affecting agricultural activities. This is particularly true in the Mediterranean area. A participatory foresight process was initiated in Roussillon (South of France). Various agricultural stakeholders from Roussillon discussed the impact of climate change and adaptation to this change in participatory foresight workshops conducted in small and homogeneous

groups (youth, organic farming, farmers representatives) practicing the main crops of the region (fruits, vine, vegetables). The context of agriculture in the region and the approach are presented before the main results of the workshops and lessons that can be learnt for the future of agriculture in this region. General indicators of climate change provided by scientists (average monthly temperatures and precipitation, etc.) are not those that would interest farmers to adapt their practices (wind speed, risk of frost and daily range temperature thresholds, etc.). But these changes do not scare the agricultural world, confident in the adaptation of plant material, calendars and farming methods. Farmers fear much in the short and medium term, a sharp decline of agriculture in Roussillon by the exacerbation of international competition and the phasing-out of agricultural issues in environmental policies and land use.

Key-words

Water, Climate Change, Roussillon, Irrigation, Prospective.

Introduction

L'agriculture est un des secteurs les plus sensibles au climat (Parry and Carter, 1989, Reilly, 1995, Meinke et al., 2009). Le bassin méditerranéen est une des régions où les évolutions des températures et des précipitations seront les plus sensibles (Giorgi, 2008; Magnan, A. et al., 2009, IPCC, 2014.). Or la variabilité de ces deux facteurs climatiques a, de très longue date, joué un rôle prépondérant dans les systèmes agraires méditerranéens. La frontière symbolique de l'agriculture méditerranéenne dessinée par le risque de gel des oliviers et les aménagements hydrauliques pour l'irrigation sont deux exemples illustratifs d'un impact crucial de la température et d'une stratégie d'adaptation séculaire aux sécheresses. Des chercheurs évoquent, dans cette zone, des prémisses de l'impact du réchauffement global sur les dates de floraison des arbres fruitiers, les dates de vendanges, le degré en alcool des vins (Seguin, 2003) etc., effets que l'on peut comparer aux informations de l'observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC). D'autres s'efforcent de préciser les impacts à venir et les stratégies d'adaptation (Magnan et al., 2009 ; Smit et al., 2000), depuis le choix des plantes cultivées (espèce, génétique), les techniques culturales, au paysage (changement d'étagement des productions selon l'altitude cf., par exemple, Brisson et Levraut, 2010). L'adaptation relèvera donc de décisions prises par les agriculteurs eu égard aux caractéristiques de leurs systèmes de production (Reidsma et al., 2010), mais aussi de choix opérés dans les filières amont et aval et par des décideurs publics à d'autres échelles (Burton et Lim, 2005 ; Smit et Skinner, 2002). Explorer des stratégies ad hoc doit donc intégrer l'ensemble de ces acteurs potentiellement impliqués (Lim et al., 2005). Dans le même esprit, le livre blanc de la commission européenne sur l'adaptation au changement climatique préconise que les résultats des travaux de recherche soient confrontés aux connaissances locales des agriculteurs (CEE, 2007). L'objet du présent article est de rendre compte d'un tel exercice prospectif participatif impliquant une pluralité d'acteurs du monde agricole dans la plaine du Roussillon, un espace bien circonscrit d'un point de vue hydrologique avec ses bassins versants et ses aquifères, afin de qualifier les évolutions sur différents compartiments du cycle de l'eau. Plus précisément, il s'agit de

¹ UMR G-EAU, IRSTEA - 361, rue J.F Breton - 34000 Montpellier - France

² SMBT Thau - 328, quai des Moulins - 34200 Sète - France

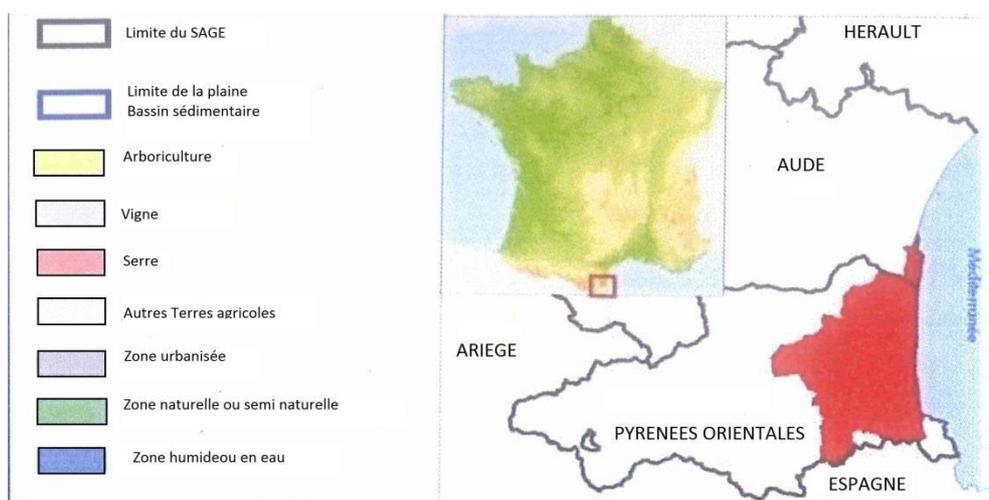
³ BRGM - 1034, rue de Pinville - 34000 Montpellier - France

présenter comment des agriculteurs et leurs porte-paroles ont reçu ces discours scientifiques sur le changement climatique, quels indicateurs leur paraîtraient pertinents, quelles voies d'adaptation ils peuvent imaginer, selon quelles échelles spatio-temporelles.

Ce travail constitue une des étapes d'un programme de recherche interdisciplinaire sur 3 régions de 3 pays méditerranéens sur l'adaptation de la gestion de l'eau agricole au changement climatique (projet Era-Net Circle/MEDDTL AQUIMED; Bento *et al.*, 2009; Rinaudo *et al.*, 2012, Faysse *et al.* 2014). Il a bénéficié des résultats du projet VULCAIN (ANR-VMC 2007) pour l'évaluation des paramètres climatiques et hydrologiques aux horizons 2020-2040 et 2040-2060, en comparaison au passé récent (Caballero *et al.* 2008). Lors d'enquêtes préalables, pas plus la gestion de l'eau que le changement climatique à de tels horizons temporels ne sont apparus comme des sujets de préoccupation suffisants pour mobiliser le monde agricole. Nous avons alors opéré un parcours prospectif en trois étapes: une première phase « Agriculture » de scénarisation de ce que pourrait être l'agriculture de ces régions en 2030, sans évoquer le changement climatique; une seconde « Climat » centrée sur les caractéristiques climatiques en 2030-2060 et leurs conséquences sur cette agriculture future; une troisième « Eau » sur des politiques de l'eau à instaurer dans ce contexte. La conception de l'ensemble de la démarche est discutée par Richard-Ferroudji *et al.* (2011). Le présent article se limite à l'analyse des ateliers « Climat » de cette prospective participative dans le Roussillon, mettant en débat la vulnérabilité de l'agriculture au changement climatique.

L'article présente tout d'abord le contexte, la démarche et les données présentées lors des ateliers « Climat ». La partie suivante retrace le dialogue recherche-monde agricole sur les paramètres climatiques les plus pertinents pour l'agriculture en Roussillon, puis les impacts probables ou craints du changement climatique sur ce secteur d'activité. Une synthèse des adaptations imaginées est présentée ensuite, selon les échelles d'intervention, avant une discussion sur les enseignements de cet exercice, notamment sur le rôle tenu par les agronomes.

Contexte, méthodes et données



Un contexte agricole marqué par une forte déprise

La zone d'étude couvre le Roussillon (Figure 1), qui comptait encore un grand nombre d'exploitations, 4 150 en 2010, mais ce chiffre est en baisse de 40 % en 10 ans et près de 2/3 depuis 1988. La SAU (74 700 ha) est également en recul de 19 % de 2000 à 2010, comme la Production Brute Standard (-28.5%) et l'emploi agricole (-39%). Ces dynamiques affectent plus les petites exploitations dont la PBS est inférieure à 25000€ (Agreste 2011). Elles s'expliquent par la conjonction des crises viticoles (58% des exploitations ont des vignes), amplifiées en région par les sécheresses « exceptionnelles » et quasi successives de 2003, 2005, 2006, la concurrence exacerbée du Maroc, de l'Espagne et de l'Italie sur les fruits et légumes (respectivement 28 % et 14% des exploitants concernés), les difficultés des filières ovines et bovines en montagne ainsi que par la forte pression péri-urbaine sur le foncier. L'agriculture biologique connaît un essor significatif (9.5% des exploitants actuels, auxquels s'ajoutent les 7.5 % qui l'envisagent à 5 ans) de même que la vente en circuits courts (25% des agriculteurs).

Le climat est typiquement méditerranéen, avec une forte radiation solaire, des températures douces en hiver et élevées en été, un vent sec important (Tramontane) et une pluviométrie limitée, la pluie pouvant prendre la forme d'épisodes intenses. Les cours d'eau présentent un régime saisonnier contrasté avec des crues importantes et des étiages marqués, parfois très secs (Caballero, 2008). L'irrigation (14 % de la SAU), indispensable pour l'arboriculture et le maraîchage, se développe pour la vigne. Des aménagements d'hydraulique agricole du 8^{ème} siècle sont encore visibles et des institutions collectives d'irrigation ont sans cesse été remaniées pour faire face à des crises de l'eau ou des transformations sociales (Ruf, 2001). Mais l'irrigation est de plus en plus une affaire de stratégie individuelle, facilitée par les progrès technologiques et l'abaissement des coûts des forages, permettant d'exploiter les aquifères complexes de la plaine du Roussillon, avec en corollaire des transformations des tensions sur l'eau (prélèvements diffus difficiles à contrôler, valeur patrimoniale des aquifères destinés à l'eau potable, risque d'intrusion saline, concurrence avec le tourisme... Montginnoul et Rinaudo, 2009).

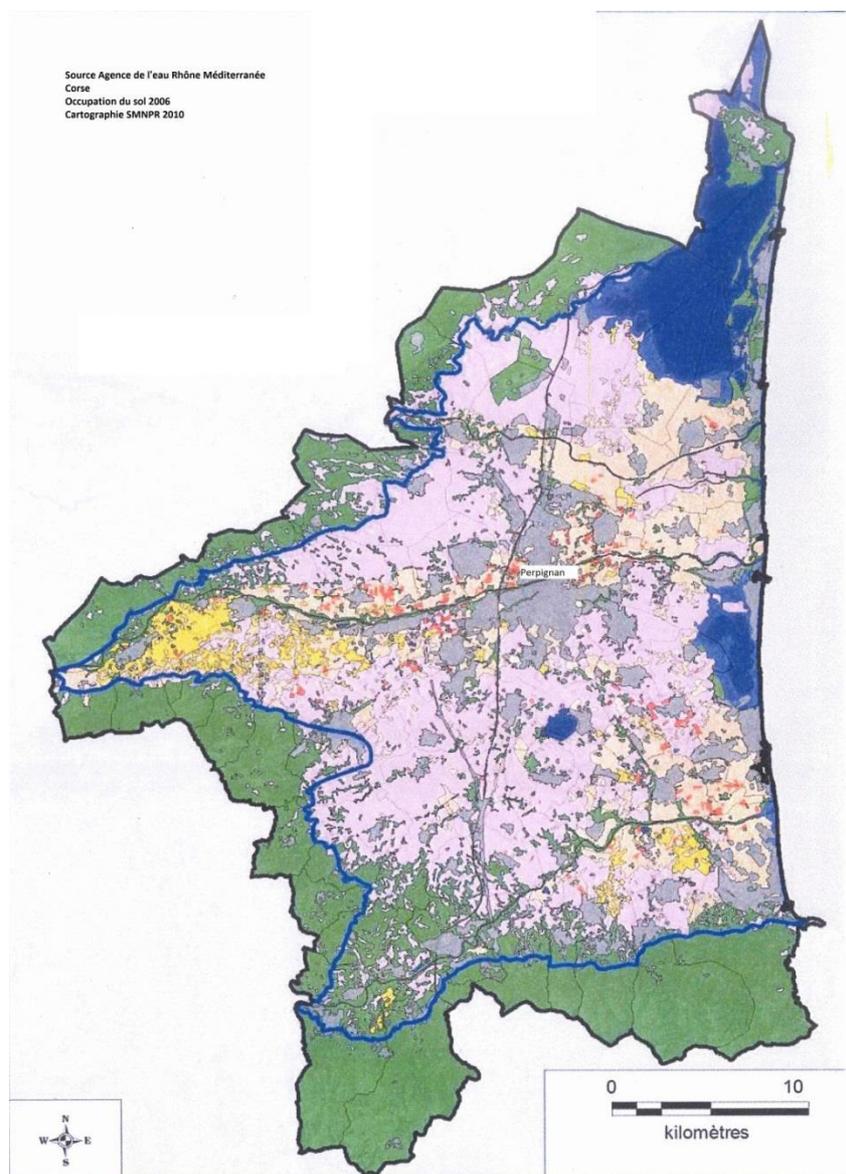


Figure 1 : Carte d'occupation du sol de la plaine du Roussillon. D'après Syndicat mixte de la plaine du Roussillon, Etat initial du SAGE, 2012

Une démarche de prospective participative

Lancer une démarche participative pour explorer des enjeux de gestion de l'eau aux horizons 2030 et 2050 dans un tel contexte de déprise agricole et de dépendance avérée ou potentielle à l'irrigation nous a incité à une démarche par étape. Nous avons d'abord organisé une phase de prospective sur l'agriculture en 2030, hors considération climatique, afin de familiariser les participants à l'exercice de projection et construire une relation de confiance à partir d'un sujet de préoccupation majeur pour eux. Le changement climatique a été abordé dans une 2e phase, la seule détaillée dans cet article, avant une 3e sur la gestion de l'eau et une restitution générale (Rinaudo *et al.*, 2013 ; Faysse *et al.*, 2014).

Les trois phases ont été organisées sur la même logique : préparation de supports sur la thématique à discuter en atelier et envoi aux participants 15 jours avant de les réunir puis discussion de 3 heures en groupes, d'abord avec des agriculteurs entre eux, puis avec des institutionnels entre eux également, avec un questionnaire final individuel et enfin synthèse des discussions envoyée pour validation aux participants. Les participants ont été scindés en 4 groupes, avec les mêmes participants tout au long de la démarche.

Constitution de groupes professionnels diversifiés

Trois groupes de 10 agriculteurs ont été constitués : un groupe d'agriculteurs proches de la chambre d'agriculture, un groupe d'agriculteurs en production biologique et un groupe de « jeunes » installés depuis moins de 10 ans sur le territoire. Chaque groupe comportait un nombre quasi équivalent d'arboriculteurs, de maraîchers et de viticulteurs, répartis sur l'ensemble du territoire. Tous étaient irrigants afin de discuter de l'évolution de la gestion de l'eau dans la 3^e phase. Nous nous sommes inspirés des principes des focus group (Krueger et Casey, 2000). Pour favoriser le dialogue, nous avons associés dans un même groupe des personnes qui partagent certaines normes, proximité professionnelle ou classe d'âge, tout en intégrant de la diversité par les systèmes de production et les lieux de résidence pour de la controverse (Duchesnes et Haegel 2005) sur les relations agriculture-terroir-climat. Nous supposons que le groupe « agriculture biologique » explorerait le potentiel d'adaptation du matériel végétal, des terroirs, d'un panel de pratiques culturelles ; que les jeunes agriculteurs seraient plus attentifs aux enjeux d'anticipation de

leur plan d'investissements ; et que les producteurs réfractaires de la chambre d'agriculture privilégieraient les voies conventionnelles de l'intensification (irrigation, soutiens publics à l'évolution des filières, voire génie génétique) (Richard-Ferroudji, 2010). Le groupe d'institutionnels était constitué de 14 habitués des arènes publiques sur l'eau : représentants de la chambre, des syndicats agricoles, des techniciens de la filière, des collectivités et des services de l'Etat. Les participants ont été recrutés après enquêtes individuelles en mobilisant les réseaux de connaissance, sans prétendre être représentatif de la population, mais avec une attention à la diversité.

Nous présentons les synthèses des discussions avec les agriculteurs aux institutionnels, les invitant à les compléter sous l'angle des effets et des adaptations à des échelles des territoires ou des filières, quand les exploitants étaient plus centrés sur les cultures et les exploitations. Il s'agissait d'identifier ce qui relevait d'une adaptation autonome des agriculteurs (échelle de l'exploitation) de celle relevant de décisions collectives ou publiques qui pourraient être planifiées, à l'échelle du territoire (IPCC, 2001).

La préparation des ateliers sur le changement climatique

Une synthèse des impacts potentiels du changement climatique par type de culture (arboriculture, viticulture, maraîchage) issue d'une revue de littérature et d'interviews d'experts a été présentée dans chaque groupe. Elle distinguait les éléments relatifs à la sensibilité des cultures au climat, aux impacts observés du climat passé sur la production agricole, aux résultats de simulation du climat futur avec ses impacts potentiels sur la production et aux adaptations possibles. La situation climatique sur la zone d'étude est issue du projet VULCAIN, avec les tendances observées sur les 35 dernières années, les scénarios climatiques 2020-2040 et 2040-2060, leurs impacts projetés sur les ressources en eau (Caballero, 2008) et sur la demande en eau d'irrigation, en utilisant aussi les coefficients culturaux de la FAO (Allen *et al.*, 1998).

Ces éléments ont été rassemblés dans deux 4 pages envoyés par courrier aux participants 15 jours avant de les réunir. Ils ont été présentés oralement avec support graphique (posters) par les agronomes au démarrage des ateliers « climat ».

Le déroulement des ateliers

Les ateliers se sont déroulés suivant 4 séquences de présentation et débat, en portant une attention particulière à ce que chaque participant ait les mêmes opportunités d'exprimer son point de vue :

- i) Analyse des interactions entre climat et agriculture locale d'après les agriculteurs ; identification des conditions climatiques favorables ou défavorables aux cultures en mettant en relation les différents stades de croissance des plantes avec des événements climatiques ;
- ii) Présentation des analyses rétrospectives sur le climat et des scénarios climatiques et les gammes d'incertitudes (Caballero 2008) ; présentation d'une synthèse bibliographique sur les impacts potentiels du changement climatique sur l'agriculture locale ; discussion sur les

indicateurs proposés par les scientifiques pour qualifier l'évolution du climat au regard des indicateurs des agriculteurs pour qualifier les interactions climat-agriculture ; recherche de convergence sur les indicateurs et les impacts ;

iii) Élaboration d'actions d'adaptation envisageables, en ayant préalablement illustré la notion d'adaptation en agriculture à partir des travaux de Smit et Skinner, (2002).

iv) Classement des scénarios agricoles de 2030 issus des premiers ateliers en fonction de leur vulnérabilité au changement climatique.

Les discussions ont été enregistrées et les argumentaires retranscrits classés par thème, sans souci de comptage des occurrences de tels ou tel verbatim, mais avec l'ambition de relever la diversité des points de vue, conformément au choix opéré pour la composition des groupes. Si l'on ne veut pas organiser un vote pour chaque énoncé, on ne peut présager du degré de partage d'un avis par le groupe. Nous ne présentons donc pas d'analyse quantitative des argumentaires, mais la diversité de leur nature. Nous avons pu observer avec le troisième groupe d'agriculteurs des redondances dans les arguments par rapport aux deux premiers, signe d'une saturation du matériau empirique (Duchesnes et Haegel, 2005). Nous aurions gagné peu d'information en multipliant les groupes.

Principaux résultats issus des ateliers

Nous évoquerons d'abord les réactions des participants à la synthèse sur le changement climatique, avant de présenter les indicateurs climatiques pertinents aux yeux des participants. Nous exposerons ensuite les impacts possibles du changement climatique, sous forme de craintes, plus rarement d'opportunités, avant d'analyser les stratégies d'adaptations évoquées.

Une certaine indifférence à l'énoncé des dynamiques de températures, précipitations et débits moyens mensuels

Schématiquement, l'énoncé des dynamiques climatiques récentes évoquait entre 1971 et 2006, une augmentation des températures moyennes annuelles sur l'ensemble du département des Pyrénées Orientales de l'ordre de 1,5° C. Concernant les précipitations (pluie + neige) et la durée des périodes de sécheresse (nombre de jours consécutifs sans pluie), aucune évolution significative n'était observée en valeur moyenne annuelle. Quelques tendances saisonnières peu significatives complétaient le tableau.

Cette brève rétrospective n'a pas provoqué de réaction particulière chez les institutionnels, tandis qu'elle était accueillie par les agriculteurs avec un certain scepticisme. Ils avaient en majorité l'impression qu'il pleuvait plus dans le passé, mais n'arrivent pas à se prononcer sur l'évolution des températures. En fait, les agriculteurs ont eu tendance à s'appuyer sur leur vécu et celui rapporté par leurs aïeux pour discuter (sans forcément les nier) les résultats à l'échelle de leur territoire, en discutant la variabilité climatique naturelle et le changement climatique. Ceci est particulièrement vrai pour les agriculteurs les plus âgés qui ont plus de vécu sur la variabilité du climat et qui ont tenu à souligner

sa non-stationnarité dans la zone (par ex : *il y a toujours eu des sécheresses, à partir de 1906 il n'a pas plu pendant 6 ans, ce qui a obligé les habitants à quitter le territoire*). Ils ont évoqué des cycles de grande amplitude (20 à 30 ans) et ses particularités très locales. Ils ont suggéré aux scientifiques de travailler sur des séries temporelles plus longues que 35 ans, issues, si possible, d'une multitude de stations météorologiques dispersées sur leur territoire plutôt qu'avec des données reconstituées à partir de 2 ou 3 sites.

La présentation du changement climatique a laissé les agriculteurs encore plus froids. Elle est synthétisée comme suit :

- Une augmentation de la température moyenne annuelle de 1,5 °C d'ici 2030 est prévue. Le réchauffement se poursuivra ensuite au cours de la période 2040-2060. Il ne concernera cependant que l'été, les températures hivernales cessant d'augmenter après 2040.

- L'évapotranspiration et le besoin en eau des cultures augmenteront de 7% en moyenne annuelle au cours de la période 2020-2040, cette hausse étant plus sensible en hiver (+15%).

- Sur les précipitations, aucune évolution significative n'est anticipée pour la période 2020-2040 par rapport à la situation actuelle. Elles devraient baisser de 15% au cours de la période 2040 - 2060. Cette baisse s'observera surtout en été et de manière très modérée en hiver.

- Le débit du Tech baisserait de 20% en moyenne entre mai et septembre et de 30% en octobre et novembre. La baisse du débit pourrait être encore plus marquée sur la Têt où les apports d'eau liés à la fonte des neiges diminueront au printemps. Le niveau de la nappe quaternaire pourrait baisser (de l'ordre de 50 cm pour le Tech). Il est possible que l'impact du changement climatique ne soit visible qu'à très long terme sur la nappe profonde (pliocène) qui se recharge en plusieurs milliers d'années.

- Globalement, la baisse des volumes prélevables en étiage, en nappe et rivière, correspond au volume prélevé en année moyenne, aujourd'hui, alors que tous les besoins (végétation naturelle, agriculture, eau domestique) devraient augmenter significativement.

En fait, ces indicateurs de valeurs moyennes mensuelles (température, pluviométrie, débit, niveaux piézométriques) ne sont pas ceux que les agriculteurs utilisent au quotidien. Même l'évocation d'une baisse drastique des volumes disponibles en rivière ou en nappe ne les a pas effrayés, alors que certaines années sont déjà marquées par des mesures de restriction de l'irrigation. Les agriculteurs renvoient la question à « la société » et « aux pouvoirs publics », qui doivent prendre leur responsabilité quant à la construction de barrage puisque de l'eau continue d'arriver à la mer et sur les règles de partage de l'eau entre usages économiques directs et environnement.

Le groupe des institutionnels a plus réagi, car concerné en premier chef par ces questions d'aménagements et de partage de l'eau sur le bassin. Ils ont aussi manifesté un grand intérêt à l'analyse des incertitudes et aux probabilités de réalisation effective de cette tension annoncée sur l'eau. En outre, ils ont exprimé un besoin de comparaison avec les régions avec lesquelles le territoire est en concurrence.

Indicateurs climatiques pertinents aux yeux du monde agricole

Les indicateurs que les agriculteurs auraient aimé voir modélisés se réfèrent à des règles de décision de type « dès qu'un seuil est atteint, alors action », à des besoins spécifiques de certaines cultures ou parasites ou à des seuils de résistance des plantes à certains phénomènes (Cf. Tableau 1). Ils ont aussi évoqué des états ressentis de la nature lors de périodes symboliques qui rythment leurs activités : les flaques d'eau gelées en début de vendanges, l'état de la végétation à l'ouverture de la chasse à la palombe.

	Arboriculture	Maraîchage	Viticulture
Indicateurs liés à la température	1) si moins de 500 - 800h de froid (T < 7°C) alors problème de développement végétatif 2) si les températures sont basses tardivement alors problèmes de commercialisation 3) si gel tardif de printemps alors perte de production 4) si T > 35°C au printemps et en été alors augmentation des parasites et blocage de la photosynthèse 5) si T élevées en été alors augmentation des ventes	1) si T élevées en automne alors la production est décalée et concentrée et donc une partie de la récolte est perdue 2) si gel excessif (T < 3°C) alors perte (aialades) 3) si alternance (T > 20°C) et T négatives en automne/hiver/printemps alors apparition de nécroscs (salades, artichauts) et donc pertes 4) si T élevées l'été (comme en 2003: T > 45°C le jour et T > 30°C la nuit) alors chute de fleurs (aubergines et tomates) apparition de parasites, donc : réduction du créneau de production pour le maraîchage d'été	1) si le gel est tardif (>20 avril) alors baisse du rendement 2) si T printemps et été est "trop" élevée alors multiplication du "ver de grappe" 3) si absence de T nocturnes froides alors blocage du développement des anthocyanes et des tanins et chute de l'acidité du vin 4) si réduction de l'amplitude thermique en été alors limitation de l'autoutement et modification de la qualité des vins
Indicateurs liés à la précipitation	1) si faible pluviométrie en hiver alors manque de réserves en eau pour irrigation 2) si pluviométrie trop régulière en automne et printemps, alors développement de maladies fongiques	1) si pluies importantes en automne (pendant 10 jours) alors asphyxie des plantes et maladies	1) si pluviométrie < 400 mm l'hiver alors "incertitudes sur la qualité de la vendange" 2) si pluviométrie régulière automne et printemps alors développement de champignons 3) si faible pluviométrie en été alors stress hydrique suivi de baisse de rendement et blocage de la maturation, compaction des sols et problèmes d'ensauvagement et mort progressive des ceps de vigne
Indicateurs liés à d'autres phénomènes	VENT: 1) si absence de tramontane à la floraison alors développement de problèmes phytosanitaires 2) si trop de tramontane alors inefficacité de traitements donc casse provoquant 30% de pertes	LUMINOSITE: 1) si faible luminosité pendant l'automne avec humide alors développement de maladies fongiques	VENT: 1) si absence de tramontane alors traitements phytosanitaires plus importants 2) si absence de tramontane alors pas d'ensauvagement et donc baisse des T et hausse du risque de gel 3) si trop de tramontane alors inefficacité des traitements phytosanitaires donc casse

Tableau 1 : Indicateurs climatiques considérés comme pertinents par les agriculteurs

Parmi ces indicateurs, le vent, et en particulier la tramontane, apparaît revêtir une grande importance, aussi bien pour les viticulteurs que pour les maraîchers ou les arboriculteurs. Beaucoup d'entre eux considèrent que la Tramontane est un facteur clé de différenciation de leur territoire et un véritable avantage compétitif, dont le devenir est crucial pour l'agriculture locale, ce que confirme nombre d'institutionnels du monde agricole. La tramontane conditionne en grande partie l'ensoleillement du territoire et réduit la pression parasitaire, en particulier les maladies cryptogamiques, car c'est un vent violent, froid et sec. C'est un atout pour l'agriculture biologique, mais c'est aussi une contrainte pour l'agriculture conventionnelle : un vent supérieur à 20 km/h⁴ peut empêcher la pulvérisation de produits phytosanitaires. Il est une menace pour la production maraîchère s'il dure plus de 4-5 jours, du fait des faibles températures qui lui sont associées, et entrainer des problèmes d'organisation dans l'exploitation, des casses dans les vergers, avec des conséquences sur la commercialisation.

Une vulnérabilité au changement climatique différenciée selon les modes de production et les systèmes de cultures

Les scientifiques n'ont pas pu répondre aux questions sur les évolutions attendues des indicateurs climatiques jugés pertinents par les agriculteurs. Les participants aux ateliers ont cependant accepté de proposer leurs visions des impacts du changement climatique par filière, en faisant l'hypothèse qu'elles soient encore toutes présentes après 2030 (point très discuté lors des ateliers de phase 1 – Ri-

⁴ Arrêté du 12 septembre 2006 relatif à la mise sur le marché et à l'utilisation des produits visés à l'article L. 253-1 du code rural et de la pêche maritime <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT00000425570>

chard Ferroudji *et al.*, 2014). Chaque producteur a pris soin de n'évoquer que les systèmes de production qu'il mène aujourd'hui, limitant le champ d'expertise qu'il ose exposer en public, en invitant ses collègues à prendre le relais sur leur propre champ de compétences. Quelques-uns ont préféré ne pas émettre d'hypothèse, et d'autres se sont bornés à répéter ce qui avait été énoncé avant eux. La référence à des années perçues comme très sèches ou très chaudes (2003, 2005...) a levé quelques inhibitions. Il y eut beaucoup de prudence dans les énoncés.

De façon générale, les agriculteurs et les institutionnels des ateliers identifient des impacts potentiels en accord avec la littérature scientifique. Un certain nombre d'impacts spécifiques au territoire sont cependant précisés (Tableau 2).

Filière		Impacts du climat futur
Viticulture	agriculteurs	- décalage des cycles phénologiques liés à la hausse des températures ; - stress hydrique non supportable, perte de qualité et de maturité (vins blancs et rosés) si baisse de 15% des pluies annuelles ; - appauvrissement et compaction des sols dus au stress hydrique qui limiteraient l'enracinement des souches
	institutionnels	- impact négatif du stress hydrique sur les rendements ; - impact positif du stress hydrique sur la production de vin doux naturel ;
Arboriculture	agriculteurs	- levée de dormance plus précoce et production limitée en automne/hiver ; - développement dans de nouvelles zones à plus haute altitude, du fait de la diminution du risque de gel tardif au printemps ; - augmentation des nécroses et des dommages causés par les parasites en été du fait d'une hausse de la fréquence de T>35° ; - limitation de l'aoutement à cause de la hausse de l'amplitude thermique ;
	institutionnels	- hausse de la demande pour la consommation de fruits, qui favoriserait le développement de nouvelles productions et un atout commercial (étalement) ; - augmentation du développement des champignons et de la pression parasitaire et mauvaises conditions de conservation des fruits, en lien avec la diminution de la Tramontane et des précipitations plus régulières.
Maraîchage	agriculteurs	- Des températures trop élevées en été pourraient provoquer des accidents sur les légumes d'été (tomates, aubergine, concombre...), voire l'impossibilité de cultiver si les accidents sont trop fréquents ; - la salade risquerait de grossir trop rapidement en automne
	institutionnels	- Des températures plus douces la nuit provoqueraient des problèmes de tenue des produits, qui nécessiteraient de réduire le cycle plantation-vente et bouleverseraient la commercialisation ; - pour le maraîchage sous serres, une augmentation des températures en hiver pourraient diminuer les besoins en chauffage ; - nécessité de modifier les pratiques de fertilisation et de gestion des adventices à cause de la hausse des températures ; - diminution des cultures d'été pourraient par ailleurs laisser des sols nus et poser des problèmes à l'automne et l'hiver (par exemple de remontée de sel)

Tableau 2 : Impacts du climat futur identifiés par les agriculteurs et les institutionnels par filière

Les participants ont anticipé des impacts à différents niveaux, de la parcelle à la place du Roussillon dans les filières internationales, avec des distinctions selon les systèmes de cultures et les modes de production :

- Parmi les types de production, le maraîchage est apparu comme le plus vulnérable à l'accroissement des températures, qui pourrait signer le déclin des productions en abris froids, réduire la gamme des espèces de plein champ et des périodes de culture, accroître les risques sanitaires, causer une baisse de la qualité des produits, renforcer la compétitivité des zones plus septentrionales qui, elles, bénéficieraient du changement climatique, surtout si des restrictions sur l'irrigation venaient en plus pénaliser le Roussillon.

- Le maintien ou non de la fraîcheur nocturne en été est une inquiétude forte des viticulteurs, car elle est un facteur clé de la qualité des vins. L'organisation des vendanges, plus précoces, sera à revoir, de même que les techniques de vinification et le positionnement dans la gamme des vins du fait de l'accroissement du taux d'alcool.

- L'anticipation des effets sur l'arboriculture est plus difficile, car elle est d'abord vulnérable aux concurrences des zones de productions étrangères dont le devenir n'a pu être précisé. De même, sans élément sur les évolutions conjointes de vent, de l'humidité de l'air et de la température, les agriculteurs pouvaient difficilement se prononcer sur les contraintes sanitaires, même si beaucoup d'entre eux soupçonnaient une pression accrue des parasites et maladies cryptogamiques.

- Pour toutes les productions, les impacts sur les systèmes de productions biologiques sont apparus plus problématiques que ceux de l'agriculture conventionnelle, du fait de cette crainte d'une pression accrue des ennemis des cultures et d'une altération de la protection naturelle due à la tramontane.

- Les institutionnels, plus habitués aux discussions sur le partage de l'eau sur le territoire, ont été beaucoup plus sensibles aux contraintes de stress hydriques. En effet, ils ont anticipé plus de difficultés économiques, sociales et politiques au développement de l'irrigation comme réponse possible, en écho aux débats houleux qui ont prévalu lors du refus du prolongement de l'adducteur « Aqua Domitia », venant du Rhône et s'arrêtant aux portes du Roussillon.

Des stratégies d'adaptation marquées par les normes socioprofessionnelles

En matière d'adaptation, les débats se sont focalisés sur les réponses à trois pressions jugées les plus probables : l'élévation de la température et en corolaire les modifications des calendriers de production, l'accroissement des besoins en eau en été dans un contexte de rareté aggravée et des modifications des conditions phytosanitaires. Comme attendu lors de la composition des groupes, les participants ont défendu des options différentes selon leurs logiques de production actuelles. Les producteurs en agriculture biologique comptent d'abord sur les adaptations de techniques culturales, réputées réduire les besoins en eau à la parcelle (non travail du sol ; paillage ou bois raméal fragmenté ; réduction de la densité, abandon du palissage et retour à la taille en gobelet pour la vigne) ou à l'échelle des unités de paysages (réintroduction des haies et réduction de la taille du parcellaire pour favoriser l'infiltration et un microclimat plus frais, moins séchant) alors qu'ils étaient plus réservés sur l'irrigation de la vigne. Les agriculteurs conventionnels voyaient dans l'irrigation au goutte-à-goutte et la ferti-irrigation le moyen de maîtriser le développement végétatif. Pour le maraîchage sous serre, le modèle d'Almería (serre plus haute et ventilée, écran d'ombrage, géothermie) a opposé aussi ces deux mondes. Tous espèrent beaucoup de la sélection / création variétale, mais par des voies différentes : importation à partir des zones aujourd'hui plus chaudes et sèches, création (besoin en froid, résistance à la sécheresse, aux parasites...), jusqu'à la manipulation génétique (pour l'agriculture conventionnelle). L'introduction de nouvelles cultures, comme les agrumes, ne présenterait aucune difficulté technique ou réticence particulière, mais ils sont tous circonspects sur les possibilités de diversification des productions, inféodées d'abord aux concurrences inter-régionales, donc à la manière dont le changement climatique et les dynamiques socio-économiques vont rebattre

les cartes sur les avantages compétitifs des unes et des autres.

L'éventail des réponses par les pratiques culturales et le matériel végétal a semblé plus large pour la viticulture et l'arboriculture que pour le maraîchage (plein champ et abri froid), plus vulnérable à une variation du complexe ensoleillement-température min/max journalière-humidité.

Au niveau des filières, les bouleversements des calendriers de productions vont modifier la saisonnalité des besoins en main-d'œuvre, les conditions de travail (vendanges de nuit, période chômée en heures très chaudes, concentration des périodes de récoltes) et les possibilités de vente directe aux touristes sans passer par les chambres froides. Les participants n'ont pu que s'interroger sur l'acceptabilité sociale et économique des réponses possibles.

Les participants, unanimes, ont rejeté l'idée d'un transfert en altitude des zones de production, la morphopédologie des versants ne s'y prêtant pas du tout (sols très superficiels, caillouteux, pentus), sauf pour quelques terroirs déjà occupés par des vignobles. Cette option nécessiterait en outre des investissements colossaux pour l'irrigation. Les agriculteurs ont plutôt suggéré l'introduction rapide par les pouvoirs publics de contraintes à l'urbanisation dont l'expansion se fait aujourd'hui sur les sols les plus profonds et fertiles en plaine, de reconquérir ou protéger les zones de friche délaissées par les agricultures en crises, quitte à revoir les aires d'appellation des AOC ; de délocaliser les serres près de nouvelles sources énergétiques, et plus généralement, de promouvoir un modèle agricole extensif.

Les transformations des rapports entre eau et agriculture ont donné lieu à des opinions contrastées. Le recours à du matériel végétal plus résistant à la sécheresse était promu par tous, en tant que solution partielle, de même que la promotion de matériels d'irrigation localisée et de pratiques de pilotage plus précises et plus économes de la ressource, pour l'arboriculture et le maraîchage. Par contre, les avis divergeaient au sein de chaque groupe sur les seuils de stress hydrique au-delà desquels la qualité des fruits (arboriculture) ou des baies (raisin) était affectée. Oppositions entre conventionnels et biologiques étaient alors moins claires. Faut-il irriguer et avec quel objectif de satisfaction des besoins en eau pour garantir une qualité standardisée (calibre pour des fruits, équilibre sucre / acidité pour la vigne) et un volume de production ? Quels risques de « sur-irriguer » (maladies pour les fruitiers, surproduction et perte de qualité pour la vigne) ? Les réponses semblaient dictées d'abord par les segments de marchés visés. L'opposition agriculteurs conventionnels- biologiques était plus nette sur les potentialités des techniques culturales pour réduire l'évaporation ou infiltrer l'eau de pluie. L'ensemble du monde agricole a évoqué des opportunités d'augmenter les stockages d'eau (par gestion active des nappes, des changements de règles de gestion des barrages réservoirs écrêteurs de crues, construction de retenues collinaires). Les acteurs de l'eau ont été plus circonspects, arguant que la résolution des tensions présentes va déjà largement mobiliser les solutions énoncées, bien avant 2030, pour celles qui sont économiquement réalistes et conformes aux directives sur les milieux aquatiques, ce qui restreint drastiquement le champ des possibles.

En bilan, le centrage sur les itinéraires techniques et le matériel végétal, sans rupture sur les orientations productives, est conforme à des options présentées dans la littérature scientifique pour d'autres contextes (Olesen *et al.*, 2011 ; Seguin, 2003 ; Amigues *et al.* 2006). Easterling (1996) présente ces changements comme des ajustements possibles à court terme, à l'échelle de l'exploitation agricole. Les agriculteurs comme les institutionnels ont privilégié les adaptations « tactiques », alors qu'ils ont soit réfuté les solutions stratégiques « classiques » (Smit and Skinner, 2002) comme le déplacement géographique des productions, soit refusé de se prononcer sur la pertinence de changements structurels dans les exploitations (acquisition de foncier, par exemple) et des régimes d'assurance (à la canicule, au manque d'eau), trop dépendants de facteurs externes (politiques agricoles et concurrences nationales /internationales), soit renvoyé leur réalisation à des négociations intersectorielles (devenir des friches agricoles, partage et création de réserves d'eau).

Discussion

Le changement climatique : un facteur de transformation de l'agriculture perçu comme très secondaire, en l'état actuel des connaissances

Grâce au projet VULCAIN (Caballero *et al.*, 2008), cet exercice de prospective a bénéficié de projections climatiques d'une rare granularité (maillage 8 km²) à l'échelle d'un territoire agricole, le Roussillon, auquel le monde agricole a l'habitude de se référer pour engager des actions collectives (organisation des filières, du partage de l'eau, etc.). Ces projections confirment que les températures moyennes et les besoins en eau des cultures vont très sensiblement augmenter alors que les ressources souterraines et superficielles mobilisables facilement avec les règles en vigueur se réduiront de l'équivalent de la somme de tous les prélèvements actuels en étiage, période qui connaît déjà des tensions entre usages, avec des sécheresses récentes très durement ressenties par les viticulteurs (2003, 2005 et 2006).

Ce tableau, inquiétant aux yeux des chercheurs impliqués, familiers des enjeux d'irrigation et de partage de l'eau, n'a pas alarmé outre mesure les participants, notamment les jeunes agriculteurs pour qui il n'y avait rien d'insurmontable dans ces perspectives, surtout en les comparant aux difficultés récentes des filières, responsables de la disparition de 2 exploitations sur 3 depuis 1988. La persistance à moyen terme de facteurs économiques menaçant les filières conventionnelles et la vulnérabilité des niches explorées par certains (agriculture biologique, circuits courts) font que beaucoup d'agriculteurs ont déclaré « *marcher à vue, au mieux au pas de temps annuel* ».

Cette relative indifférence au changement climatique annoncé est à mettre en relation avec plusieurs autres facteurs anesthésiant la mobilisation des participants sur cet enjeu :

- Malgré l'effort de régionalisation des indicateurs climatiques exposés par les chercheurs, ces derniers ne sont pas ceux dont les agriculteurs se servent pour prendre leurs décisions d'assolement et de variété (ensoleillement, tra-montane, somme des températures, amplitude thermique journalière à certaines saisons) voire d'itinéraire technique, dicté souvent par des effets seuils (nombre de jours consé-

cutifs avec des pluies, de la tramontane, risques de gel, température nocturne...). La complexité des raisonnements des agriculteurs vis-à-vis de multiples indicateurs climatiques en interaction s'accommode mal de modélisations encore trop frustes du climat à venir.

- Le soin apporté à présenter l'amplitude des incertitudes des modèles, qui sont du même ordre de grandeur que les évolutions moyennes des indicateurs de températures et précipitations, a rendu beaucoup plus floue la vision d'ensemble du climat futur. Beaucoup ont douté aussi de la pertinence d'une analyse rétrospective du climat sur 35 ans, alors qu'ils sont persuadés d'ondulations climatiques sur des pas de temps plus long, auxquelles les agriculteurs ont toujours fait face. Certains en sont venus à douter de l'intérêt de cette prospective tant que les scientifiques ne seront pas plus précis. Les « *adaptations (...) dépendront des conditions réelles dans le futur* », sous-entendant la futilité de ces conjectures.

- Les acteurs institutionnels ont jugé que la connaissance de l'évolution locale du climat ne suffisait pas à identifier les impacts du changement climatique sur les filières agricoles, considérant que ces conséquences et les réponses à y apporter dépendraient en grande partie de ce qu'il se passera dans les pays concurrents : « *pour raisonner à l'échelle de nos filières, il faudrait avoir des éléments de réponse sur les difficultés que rencontreront les filières agricoles concurrentes* ».

Malgré ces réserves, une majorité de participants a joué le jeu d'exploration des conséquences attendues et des réponses à apporter au changement climatique. L'intérêt des viticulteurs a été manifestement plus fort que celui des arboriculteurs et surtout que celui des maraîchers. Quel cépage et quelle mode de conduite choisir ? Faut-il d'ores et déjà équiper ces jeunes parcelles en goutte-à-goutte (enteré ou non) ? Ces décisions d'aujourd'hui auront des conséquences qui se feront sentir tout au long des 30 ans à venir. Cette anticipation est donc une préoccupation des viticulteurs d'aujourd'hui. Une des conséquences inattendues de notre exercice a été l'organisation ensuite par la profession agricole d'une réunion ouverte à tous les viticulteurs du département, pour débattre de l'opportunité de relancer des projets d'infrastructures collectives pour l'irrigation, au motif d'anticiper le changement climatique et la répétition des sécheresses récentes. Les promoteurs d'ajustement des modes de conduites ont été rejoints dans leur opposition à l'irrigation par la fédération des caves particulières, qui y voit une menace sur l'image de la qualité de leurs appellations, si chèrement acquise.

Pour les arboriculteurs, ces interrogations sur le matériel végétal et l'irrigation concerneront la génération suivante. Pour les maraîchers en serre, l'enjeu portera surtout sur la maîtrise des coûts énergétiques de la régulation thermique, question reportée également à la génération suivante pour des raisons de coût et de capacité de financement des infrastructures, les investissements récents n'ayant pas encore été entièrement amortis.

La constitution des groupes a fonctionné comme espéré pour l'expression des différences entre systèmes de production, tant pour les indicateurs que pour les impacts et les

adaptations. Le clivage agriculture biologique / conventionnelle est bien apparu sur les pistes agronomiques ou la génétique. Il a été moins systématique sur l'irrigation et son pilotage, où les divergences ont été dictées par les perceptions sur la demande des marchés. Par contre, le groupe de jeunes ne s'est pas démarqué par un intérêt plus aigü pour l'exercice, comme attendu. L'horizon temporel des investissements du changement climatique est trop éloigné pour les arboriculteurs et maraîchers, alors que les jeunes vigneron ne sont pas les plus enclins à replanter leurs vieilles vignes rapidement : ils ont d'autres investissements plus urgents.

Questionner les notions d'adaptation autonome et d'adaptation planifiée

Les impacts décrits convergent largement avec les impacts identifiés par les scientifiques. L'invitation de producteurs de différentes filières s'est avérée justifiée, car les agriculteurs répugnaient à évoquer des cultures qu'ils ne pratiquent pas. On relève peu de différences entre les agriculteurs conventionnels ou non, âgés ou plus jeunes, sur ces effets probables du changement climatique, mis à part sur la structure du sol et l'enracinement des cultures, auxquels les producteurs « bio » sont plus sensibles⁵. La lecture complémentaire à celle des scientifiques porte sur les effets indirects sur les exploitations et les filières, mettant en jeu leurs contraintes techniques, organisationnelles et financières (calendriers de production, gestion des salariés et commercialisation des productions).

Le monde agricole, dans sa diversité, partage en grande partie les mêmes grilles de lecture des interactions climat-agriculture. En revanche, la conception de stratégies d'adaptation fait appel à des normes socioprofessionnelles plus discriminantes, s'appuyant sur des savoir-faire et des références particulières. La réponse au risque hydrique par le changement de pratique et l'ajustement des objectifs de production avec l'irrigation en est un exemple typique. L'adaptation aux risques sanitaires est aussi clivante entre les agriculteurs conventionnels pour qui ce n'est pas un enjeu, la recherche y pourvoira, et les agriculteurs bio, qui s'inquiètent de la résilience de leur système de protection, inféodé à la Tramontane.

Tous se retrouvent sur la confiance en la science pour identifier une première réponse à toutes ces contraintes par la recherche variétale. D'autres stratégies d'adaptation planifiées sont rejetées, comme la délocalisation des cultures en altitudes, ou non évaluables, car trop dépendantes de facteurs externes, notamment le devenir des concurrences interrégionales et les politiques agricoles. Certaines propositions d'adaptation planifiées sont plus originales et ancrées dans une lecture des potentialités locales comme la reconquête des friches en périphérie urbaine pour l'agriculture, la recherche de nouveaux produits à forte valeur ajoutée à base de vin, la relocalisation des serres pour les réfrigérer par géothermie. La question de la refondation des politiques locales de l'eau pour faire face à des tensions exacerbées a réveillé les clivages traditionnels entre, d'une part, les promoteurs du renforcement des capacités de stockage et d'une remise en question des normes définissant les besoins

⁵Les analyses critiques sur la composition des groupes d'agriculteurs peuvent être trouvées dans Ferroudji et al., 2010

environnementaux dans un tel changement de contexte et, d'autre part, ceux qui privilégient l'évolution des pratiques et des besoins. Mais beaucoup de participants ont eu du mal à appréhender l'ampleur de la réduction des volumes mobilisables, malgré les relances des animateurs sur le sujet, l'utilisation de différents supports et illustrations. Sans doute faut-il y voir la difficulté des participants à concevoir un tel changement hydrologique, à partir d'évolutions jugées comme « mineures » des paramètres de bases (précipitation, température, évapotranspiration...).

Conclusions

La mise en mots et en chiffres du changement climatique par les scientifiques est loin de rencontrer l'analyse quotidienne du climat par le monde agricole. L'effort méritoire de régionalisation des résultats de modèles de changement climatiques du projet Vulcain n'a pas suffi pour donner aux agriculteurs les informations clés pour planifier une politique d'adaptation. Les moyennes mensuelles des températures, précipitations, besoins en eau et bilan hydrologique annuels, avec chacune leur courbe enveloppe d'incertitudes sont loin d'être jugées suffisantes. Il manque à la fois des paramètres locaux (vent, ensoleillement, ...), des indicateurs plus précis (amplitude journalière des températures, risque de gel...) et des informations concomitantes sur les zones concurrentes pour préciser les vulnérabilités et opportunités de chaque filière. En dépit de ces imprécisions, les participants ont cité des principes généraux d'adaptation conformes à ce que la recherche évoque. Tous comptent sur l'évolution rapide du matériel végétal et sur des calendriers agricoles ajustés. Les agriculteurs conventionnels y ajoutent l'irrigation et de nouvelles molécules pour les risques sanitaires, les producteurs « bio » un panel de stratégies de réduction de la vulnérabilité par des pratiques alternatives et une tendance à l'extensification. Faute de pouvoir les confronter aux seuils de validité de ces propositions par manque d'indicateurs climatiques ad hoc, il n'est apparu au cours de cette démarche de véritable rupture ni sur les systèmes de culture, ni sur les modes de production, sauf pour les serres froides dont l'avenir semble très incertain. Faute de projections sur les concurrents, l'analyse par filière a été limitée. Des interrogations sur la mise en cohérence des politiques de l'eau, d'urbanisme, agricoles et environnementales à l'échelle locale et nationale ont été ravivées.

Dans cet exercice de prospective, les agronomes ont opéré de nombreux allers et retours entre mondes scientifique et agricole, pour rendre intelligible les connaissances et incertitudes des chercheurs, interpréter les commentaires des participants et tenter des traductions simultanées sur les indicateurs mobilisés par les uns et les autres. Abordant les questions à différentes échelles, de la plante cultivée au bassin versant, ils apportent des traductions entre ces savoirs et facilitent les discussions. Endossant à la fois le rôle de traducteurs, d'observateur et d'animateur de la démarche, l'agronome aide à « construire un continuum de savoirs profanes et scientifiques, de savoir-faire, de pratiques locales, de technologies exogènes, et d'information, pour alimenter les chaînes décisionnelles mobilisées dans les processus d'adaptation des populations rurales, des exploitations agricoles et des politiques publiques » (Barreteau et al. 2015).

Références

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome, 300(9).
- Amigues, J. P., Debaeke, P., Itier, B., Lemaire, G., Seguin, B., Tardieu, F., & Thomas, A., 2006. Sécheresse et agriculture. Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA (France). *Expertise scientifique collective, Rapport, INRA (France)*, 380.
- Barreteau O., Farolfi S., Perret S., 2015. La gestion des territoires hydrologiques à l'épreuve du changement climatique in *Changement climatique et agricultures du monde*. E. Torquebiau, éditeur scientifique. Collection *Agricultures et défis du monde*, Cirad-AFD Ed. Quae.
- Bento, S., Fatima, D., Errahj, M., Faysse, N., Garin, P., Richard-Ferroudji A, Rinaudo J-D; Rollin De; Schmidt, L; Varanda, M., 2009. Farmers' relations to climate variabilities and changes: the case of groundwater users of coastal aquifers in France, Portugal and Morocco. In *9th Conference of the European Sociological Association*.
- Brisson, N., & Levrault, F., 2010. Livre vert du projet CLIMATOR. *Changement climatique, agriculture et forêt en France: simulations d'impacts sur les principales espèces*.
- Burton, I., & Development Programme United Nations, 2005. *Adaptation policy frameworks for climate change: developing strategies, policies and measures* (p. 258). B. Lim (Ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Caballero, Y., Chaouche, K., Neppel, N., Salas y Melia, D., Martin, E., Terrasson, I., ... & Pinault, J. L., 2008. Vulnerability of Mediterranean hydrosystems to climate changes and human activities: assessing potential impacts of likely future precipitation and temperature modifications for the 2020-2040 and 2040-60 periods over a Mediterranean basin. In *World Congress of the European Water Resources Association, Montpellier, France*.
- De Orduna, R. M., 2010. Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Research International*, 43(7), 1844-1855.
- Duchesnes S, Haegel F., 2005. L'enquête et ses méthodes, l'entretien collectif. Armand Colin.
- Easterling, W. E., 1996. Adapting North American agriculture to climate change in review. *Agricultural and Forest Meteorology*, 80(1), 1-53.
- Faysse, N., Rinaudo, J. D., Bento, S., Richard-Ferroudji, A., Errahj, M., Varanda, M., Imache A., Dionnet M., Rollin D., Garin P., Kuper M., Maton L., & Montginoul, M., 2014. Participatory analysis for adaptation to climate change in Mediterranean agricultural systems: possible choices in process design. *Regional Environmental Change*, 14(1), 57-70.
- Giorgi, F., & Lionello, P., 2008. Climate change projections for the Mediterranean region. *Global and Planetary Change*, 63(2), 90-104.

- Hallegatte, S., 2009. Strategies to adapt to an uncertain climate change. *Global Environmental Change*, 19(2), 240-247.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change., 2001. Climate change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability.
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group II., 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.
- Jones, G. V., & Webb, L. B., 2010. Climate change, viticulture, and wine: challenges and opportunities. *Journal of Wine Research*, 21(2-3), 103-106.
- Krueger, A. and M. A. Casey, 2000. Focus group a practical guide for applied research - 3rd Edition -. Thousand Oaks, California, Sage Publication.
- Lebon, E., 2002. Changements climatiques: quelles conséquences pour la viticulture. *CR 6ième Rencontres Rhodaniennes*, 31-36.
- Magnan, A., 2009. La vulnérabilité des territoires littoraux au changement climatique: mise au point conceptuelle et facteurs d'influence. *Analyse Iddri*, 1.
- Meinke, H., Howden, S. M., Struik, P. C., Nelson, R., Rodriguez, D., & Chapman, S. C., 2009. Adaptation science for agriculture and natural resource management-urgency and theoretical basis. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1(1), 69-76.
- Metzger, M. J., Rounsevell, M. D. A., Acosta-Michlik, L., Leemans, R., & Schröter, D., 2006. The vulnerability of ecosystem services to land use change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 114(1), 69-85.
- Montginoul, M., & Rinaudo, J. D., 2009. Quels instruments pour gérer les prélèvements individuels en eau souterraine? Le cas du Roussillon. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, (310), 40-56.
- Olesen, J. E., Trnka, M., Kersebaum, K. C., Skjelvåg, A. O., Seguin, B., Peltonen-Sainio, P., ... & Micale, F., 2011. Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy*, 34(2), 96-112.
- Parry, M. L., & Carter, T. R., 1989. An assessment of the effects of climatic change on agriculture. *Climatic Change*, 15(1-2), 95-116.
- Pieri, P., Lebon, E., & Brisson, N., 2010. Climate change impact on French vineyards as predicted by models. In *XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on the 931* (pp. 29-37).
- Reidsma, P., Ewert, F., Lansink, A. O., & Leemans, R., 2010. Adaptation to climate change and climate variability in European agriculture: the importance of farm level responses. *European Journal of Agronomy*, 32(1), 91-102.
- Reilly, J., 1995. Climate change and global agriculture: recent findings and issues. *American Journal of Agricultural Economics*, 77(3), 727-733.
- Richard-Ferroudji, A., 2011. Limits of the deliberative model: assembling several forms of participation. *POLITIX*, 24(96), 161-+.
- Richard-Ferroudji A., Garin P., Matignon M., Maton L., Rinaudo JD., Rollin D., 2010. Engager des agriculteurs à répondre à l'injonction d'adapter la gestion de l'eau au changement climatique. Discussion de la mise en œuvre d'ateliers de prospective avec des agriculteurs usagers des nappes du Roussillon (France). Ancey, V, Dedieu, B, Antona, M, Avelange, I, Azoulay, G, Darnhofer, I, Hubert, B, Lémyer, B (Eds), Acte du colloque agir en situation d'incertitude, 22-24 november 2010 Montpellier.
- Rinaudo, J. D., Bento, S., Varanda, M., Coreia, L., & Montginoul, M., 2011. Envisioning innovative groundwater management policies through scenario workshops in France and Portugal. In *Groundwater 2011-Conférence sur la gestion des ressources en eau souterraine* (pp. 4-p).
- Rinaudo, J. D., Maton, L., Terrason, I., Chazot, S., Richard-Ferroudji, A., & Caballero, Y., 2013. Combining scenario workshops with modeling to assess future irrigation water demands. *Agricultural Water Management*, 130, 103-112.
- Ruf, T., 2001. Droits d'eau et institutions communautaires dans les Pyrénées-Orientales. *Histoire & Sociétés Rurales*, 16(2), 11-44.
- 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., & Skinner, M. W., 2002. Adaptation options in agriculture to climate change: a typology. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 7(1), 85-114.
- Seguin, B., 2003. Adaptation des systèmes de production agricole au changement climatique. *Comptes Rendus Geoscience*, 335, 569-575.