

Évaluation, impacts et perceptions du changement climatique dans le Grand Ouest de la France métropolitaine : le projet CLIMASTER

Philippe Merot¹
Samuel Corgne²
Daniel Delahaye³
Philippe Desnos⁴
Vincent Dubreuil²
Chantal Gascuel¹
Jean-Luc Giteau⁵
Alexandre Joannon⁶
Hervé Quenol²
Jean-Baptiste Narcy⁷

¹ Inra
UMR SAS
Agrocampus Ouest
65 rue de Saint Brieu
35042 Rennes cedex
France
<philippe.merot@rennes.inra.fr>
<chantal.gascuel@rennes.inra.fr>

² CNRS LETG Rennes COSTEL
UMR 6554
Université de Rennes 2
Place du Recteur Henri Le Moal
35043 Rennes cedex
France
<samuel.Corgne@uhb.fr>
<vincent.dubreuil@uhb.fr>
<herve.quenol@uhb.fr>

³ Université de Caen Basse-Normandie
LETG Caen GEOPHEN
UMR 6554 CNRS
Esplanade de la Paix - CS 14032
14032 Caen cedex 5
France
<daniel.delahaye@unicaen.fr>

⁴ TRAME, Rennes,
ZAC Atalante Champeaux
35042 Rennes cedex
<p.desnos@trame.org>

⁵ Chambre d'agriculture de Bretagne
4, avenue du Chalutier Sans Pitié
BP 10540
22195 Plerin cedex
France
<jean-luc.giteau@bretagne.chambagri.fr>

Tirés à part : P. Merot

doi: 10.1684/agr.2014.0694

Résumé

Les principaux résultats obtenus dans le cadre du projet CLIMASTER visent à contribuer au débat sur le changement climatique dans le Grand Ouest de la France. Des analyses de différentes longues chroniques ont porté sur l'évolution climatique en cours. Les analyses sur les températures montrent qu'un degré a été « gagné » en moyenne sur les cinquante dernières années. Sur les précipitations, on note des tendances saisonnières opposées, avec une augmentation l'hiver et une diminution l'été, surtout au nord du Grand Ouest. Vis-à-vis de l'agriculture, des travaux originaux sur les jours agronomiquement disponibles ont été réalisés. Les tendances actuelles et passées des systèmes de culture ont été aussi abordées à partir des chroniques spatiales d'occupation du sol sur des données de télédétection innovantes, sur une décennie. La capacité des acteurs agricoles à prendre en compte l'impact du changement climatique a été caractérisée à partir d'enquêtes, de séminaires d'échanges et de réflexions prospectives au sein de groupes d'agriculteurs. En contrepoint, des enquêtes avec les acteurs de l'eau ont été également réalisées. En conclusion, l'ensemble des travaux de CLIMASTER, les méthodes choisies, le corpus de connaissances élaboré sont là pour « donner à penser » le changement climatique dans le Grand Ouest.

Mots clés : agriculture ; climat ; jours disponibles ; production laitière ; ressource en eau.

Thèmes : climat ; productions animales ; productions végétales.

Abstract

Assessment, impact and perception of climate change in the western part of France: The CLIMASTER project

We describe the methods and the main results obtained in the framework of the climaster project with the aim of contributing to the debate on climate change in the Grand Ouest (western part) of France. Concerning the climate, past long term series make it possible to analyse current climate change. One degree of temperature is the mean increase over a fifty-year period. The rainfall data show a seasonally contrasted trend, with an increase in winter and a decrease in summer, especially in the northern part of the Grand Ouest. Concerning agriculture: an original work has been carried out on the agronomic useful days. The current and past trends of land use and land cover concerning innovative remote sensing methods over a decade are discussed. The ability of agricultural stakeholders to take into account the impact of climate change has been approached by surveys, seminars of prospective studies

Pour citer cet article : Merot P, Corgne S, Delahaye D, Desnos P, Dubreuil V, Gascuel C, Giteau JL, Joannon A, Quenol H, Narcy JB, 2014. Évaluation, impacts et perceptions du changement climatique dans le Grand Ouest de la France métropolitaine : le projet CLIMASTER. *Cah Agric* 23 : 96-107. doi : 10.1684/agr.2014.0694

⁶ Inra
UR SAD-Paysage
65 rue de Saint Brieux
35042 Rennes cedex
France
<alexandre.joannon@rennes.inra.fr>

⁷ ASca
8, rue Legouvé
75010 Paris
France
<jean-baptiste.narcy@asca-net.com>

Le Grand Ouest de la France métropolitaine, qui regroupe Basse-Normandie, Bretagne, Pays-de-Loire et Poitou-Charentes, s'interroge sur le changement climatique. Ce questionnement est plus tardif que dans les régions du pourtour méditerranéen, mais il est très ouvert. En effet, c'est une région de grande incertitude sur l'ampleur et les conséquences du changement climatique.

Pour traiter de cette question, nous avons réuni un large panel interdisciplinaire de chercheurs, associés à des acteurs du domaine agricole et de la gestion de l'eau. En effet, le débat ne prend de sens qu'au regard de la société, puisque c'est bien la vulnérabilité des systèmes écologiques et sociaux qui est en jeu. La prise en compte du changement climatique à toutes les échelles de gestion, depuis celle de l'exploitation agricole jusqu'à celle du territoire régional est donc nécessaire.

La notion d'adaptation est première dans notre démarche comme fruit d'une interaction entre un climat, un système de production et un contexte géographique (*sensu lato*) et donc fortement liée à un territoire. La notion d'atténuation concerne plus une modification des techniques de production. Elle ne nécessite pas une approche régionalisée.

Seule une partie du projet Climaster est ici présentée. Le lecteur en trouvera une vision complète dans l'étude de Merot *et al.* (2013) qui intègre les travaux réalisés sur les ressources en eau et en sol. Ceux-ci conduisent à donner à la variabilité locale des propriétés du sol un rôle clé dans l'évaluation de la vulnérabilité des ressources en eau et en sol.

L'objectif de cet article est : i) de présenter la réalité du changement (et non simplement du réchauffement

and exchanges among farmer groups. Investigations concerning water stakeholders have been also made for comparison. In conclusion, the work done, the methods used and the body of knowledge built all contribute to a way of considering climate change in the Grand Ouest.

Key words: agriculture; available days; climate; dairy farms; water resources.

Subjects: animal productions; climate; vegetal productions.

climatique) dans le Grand Ouest en se basant essentiellement sur l'évolution passée du climat ; ii) de proposer pour le monde agricole des indicateurs pertinents du changement climatique et de sa variabilité, puis d'analyser la perception des acteurs à partir des adaptations actuelles ou projetées ; iii) enfin de présenter les méthodes développées en vue d'une appropriation de cette thématique par les acteurs du monde agricole. Dans ce cadre, les projections climatiques du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2011) ont été utilisées dans des modèles et des scénarios agricoles. En contrepoint la perception du changement climatique par les acteurs de l'eau est présentée. Enfin, la conclusion souligne le positionnement de ce papier dans le contexte actuel des interrogations scientifiques et techniques sur le changement climatique.

Le changement du climat dans la France de l'Ouest

Trois types d'analyses ont été développés, à partir de longues chroniques climatiques du passé dans le Grand Ouest, pour voir l'évolution déjà en cours du climat : la pluie et les températures (*figure 1*), ainsi que les types de temps (*figure 2*).

Pluie et température

Les observations climatiques sur le long terme (50 ans, parfois plus) montrent que le réchauffement climatique est une réalité d'une grande homogénéité sur la France de l'Ouest (*figure 1*). Environ un degré a été « gagné » en moyenne sur les 50

dernières années, ce qui équivaut à un déplacement d'une centaine de kilomètres vers le sud (Dubreuil *et al.*, 2010). La tendance est plus marquée l'été que l'hiver mais plus prononcée pour les minimales (+ 1,1 °C) que les maximales (+ 0,7 °C), sauf en Poitou-Charentes.

Il est plus difficile d'observer des tendances pour les précipitations car celles-ci présentent une plus forte variabilité que les températures. En moyenne annuelle, aucune tendance n'est significative malgré une légère augmentation. En revanche, on note des tendances saisonnières opposées avec une augmentation des précipitations l'hiver et une légère diminution l'été, surtout au Nord (*figure 1*, histogramme). Il faut noter que cette légère accentuation du contraste saisonnier moyen est également visible dans d'autres régions de l'Europe du Nord-Ouest.

Types de temps

L'étude des types de temps, définis à partir de trois paramètres « sensibles » du climat (le pourcentage d'ensoleillement, la température et les précipitations) au cours des 40 dernières années (1971-2010) offre une approche très synthétique des différents états de l'atmosphère, « réalité vivante faite tout entière de combinaisons ». De plus, la connaissance des types de temps permet d'envisager les conséquences de cette dynamique de l'atmosphère en mesurant les potentialités et les risques d'origine météorologique pour divers secteurs d'activités (*figure 2*).

Cette étude fait clairement ressortir le poids majeur des influences atlantiques (dominance des conditions nuageuses, tempérées et souvent arrosées) mais également les disparités



Figure 1. Différence entre les normales 1951-1980 et 1981-2010 pour les moyennes mensuelles des températures (en °C) et des précipitations (en mm/jour).

Figure 1. Difference in normal temperatures (in °C) and precipitation (in mm/day) between 1951-1980 and 1981-2010.

Températures : courbe rouge ; précipitations : histogramme bleu ou orange.

Source : Météo-France (climathèque). Réalisation : V. Dubreuil, COSTEL, université de Rennes 2.

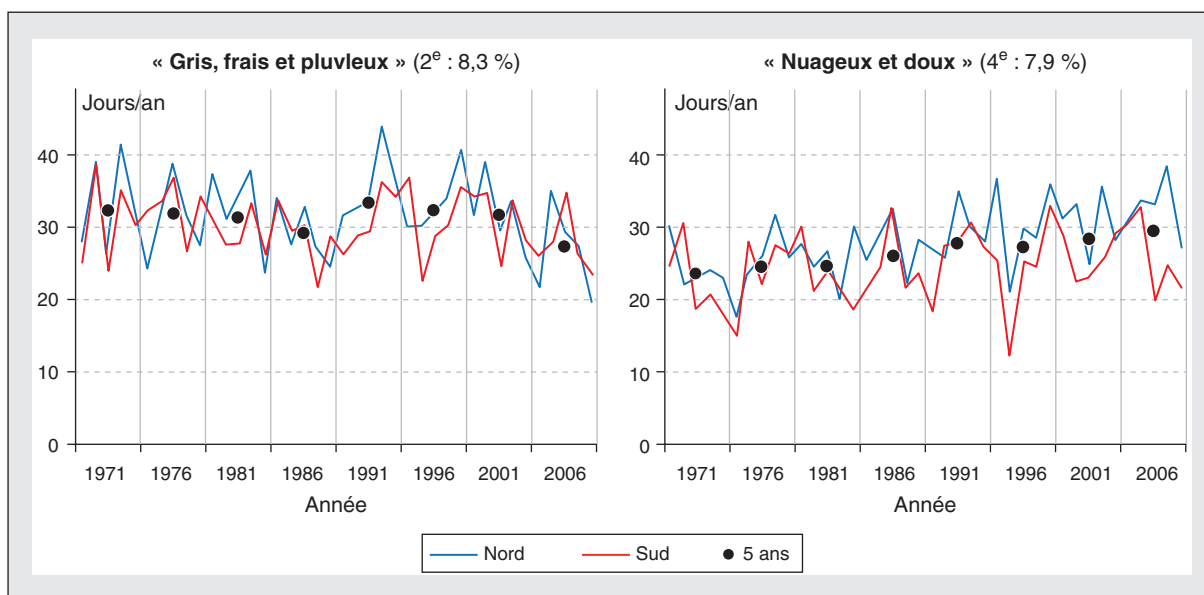


Figure 2. Évolution des deux types de temps les plus fréquents parmi 48 types, dans le Grand Ouest de la France entre 1971 et 2010.

Figure 2. Evolution of two most frequent types of weather among 48 types in the Grand Ouest of France between 1971 and 2010.

Nombre de jours par an, avec distinction entre le Nord (trait bleu : moyenne Brest, Rennes, Caen) et le Sud (trait rouge : moyenne Poitiers, La Rochelle, Cognac) ; moyenne quinquennale régionale (point noir) ; entre parenthèses : fréquence du type de temps.

géographiques entre le nord et le sud de la région, ou localement sur le littoral. Si de grandes fluctuations pluriannuelles apparaissent dans la fréquence des types de temps, cette approche synthétique du climat souligne aussi l'amorce de nouvelles tendances que les prochaines décennies se chargeront ou non de confirmer.

Changement climatique et agriculture

Observation des changements d'occupation et d'utilisation des sols par télédétection

Dans les régions caractérisées par une agriculture prédominante, les changements d'occupation des sols sont très fortement liés aux changements de pratiques agricoles. Elles sont motivées par des facteurs locaux, mais aussi par les politiques locales, nationales et européennes (Vannier *et al.*, 2011). Plusieurs études récentes ont montré les relations complexes

existant entre le changement climatique et les changements d'occupation des sols (Fischer *et al.*, 2005). Elles mettent en évidence que ces changements apparaissent tour à tour comme un des facteurs explicatifs du changement climatique et comme une conséquence de ce dernier (Lobell et Field, 2007).

Nous avons exploité la complémentarité des images à moyenne et haute résolutions spatiales pour identifier, caractériser et suivre les changements d'occupation des sols depuis 2000 à deux échelles du Grand Ouest. Nous avons ensuite analysé les dynamiques identifiées à l'échelle de sites d'étude représentatifs de la diversité agricole et climatique du Grand Ouest. Bien que la longueur de cette série temporelle soit trop courte aujourd'hui pour appréhender l'effet du changement climatique, ce type de données spatiales nous paraît très puissant et indispensable dans un futur proche pour articuler changement climatique et changement globaux. Il donne aujourd'hui une image de la variabilité temporelle et spatiale de la couverture végétale.

Après traitement d'images MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) (Lecerf *et al.*, 2008), on a constitué des séries temporelles

d'indicateurs de la dynamique de la végétation, qui sont ici des variables biophysiques : l'indice de surface foliaire (LAI, *Leaf Area Index*), ou quantité de feuilles vertes par unité de surface, ou encore la fraction de couverture végétale des sols (le fCOVER), ou surface couverte par de la végétation par unité de surface. Ces variables permettent d'identifier l'évolution de la phénologie des couverts végétaux. Le fCOVER a été utilisé ici pour analyser plus particulièrement la date de fin de croissance de la végétation. Les résultats montrent de fortes variations temporelles de la présence du couvert végétal en hiver. Ainsi, le taux de couverture végétale est particulièrement élevé durant l'hiver 2006-2007 qui a été doux et pluvieux (figure 3). En revanche, ce taux est très faible au cours des deux hivers suivants, à l'instar de la situation observée au cours de l'hiver 2003-2004. Cela peut s'expliquer par le climat, par les pratiques agricoles (interculture présente, tardive ou absente), et par une conjonction des deux.

L'analyse de la dynamique spatio-temporelle de l'évolution de la date de fin de croissance de la végétation montre un gradient relativement marqué entre la frange océanique

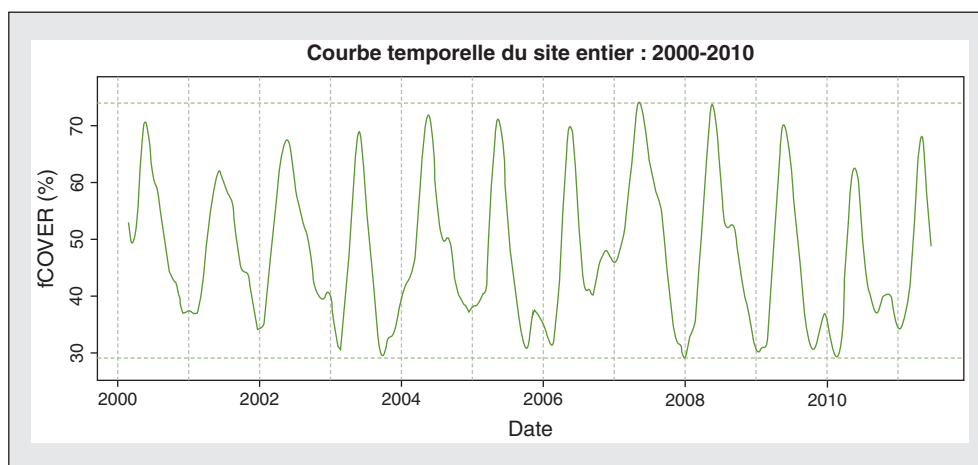


Figure 3. Évolution de la fraction de couverture végétale (fCOVER) sur l'ensemble du Grand Ouest, de mars 2000 à mars 2011.

Figure 3. Evolution of the fraction of vegetation cover (fCOVER) across the Grand Ouest from March 2000 to March 2011.

nord-ouest, caractérisée par une date de fin de croissance prolongée (entre 300 et 350 jours), et les régions du Sud-Est pour lesquelles cette dernière varie de 250 à 300 jours (figure 4). L'Ouest de la Bretagne et la Basse-Normandie se distinguent ainsi nettement de l'Est de la Bretagne (bassin de Rennes), des Pays de la Loire et du Poitou-Charentes. Si ces deux ensembles se différencient d'un point de vue climatique, ils se distinguent également par des systèmes agricoles et des modes d'usage des sols spécifiques, ce qui explique en partie cette dichotomie : prairie dominante en Bretagne occidentale et Basse-Normandie ; cultures céréalières dominantes dans le bassin de Rennes, le Poitou-Charentes, les Pays de la Loire

L'analyse de cette métrique met également en évidence l'impact de la variabilité climatique sur la couverture végétale. Ainsi, les années sèches de 2005, 2006 et 2010 ressortent bien à cette échelle car elles sont caractérisées par une sénescence relativement précoce de la végétation.

Jours agronomiquement disponibles

Nous présentons une analyse des conséquences du changement climatique sur l'organisation du travail dans les exploitations agricoles à partir de la notion de « jour agronomiquement disponible ». Le modèle JDISPO

développé par Arvalis (Gillet, 1992) est appliqué aux projections climatiques du scénario A1b du GIEC (scénario moyen avec une augmentation globale de 2,8 °C de la température en 2100) à l'horizon 2060. Nous illustrons ici cette approche sur les exploitations de polyculture élevage laitier au nord-est de la Bretagne. Un travail analogue a été fait sur les exploitations viticoles en Val de Loire. Les résultats montrent qu'en Bretagne la situation resterait favorable au maïs avec ce critère. Il y a une augmentation des jours agronomiquement disponibles (JAD) pour l'implantation de la culture et un niveau élevé de jours disponibles à l'automne, même si une baisse pourrait se produire dans le futur très proche (2000-2029). Pour le blé, les conditions d'implantation devraient rester stables, surtout pour des semis postérieurs au 1^{er} novembre. Enfin, concernant la prairie, l'évolution des jours disponibles ne suit pas la même logique que l'évolution de leur productivité. En mars, la productivité augmente fortement (Brisson et Levraut, 2010) avec des JAD stables ; en été, le nombre de jours agronomiquement disponibles augmente fortement mais la productivité des prairies est en forte baisse. Les résultats de Cooper *et al.* (1997) en Écosse donnent des tendances comparables.

Ce travail montre que la notion de jours agronomiquement disponibles constitue un indicateur sensible au

changement climatique. Toutefois, ces résultats sont emprunts d'une forte incertitude. Ce sont des tendances pour aider à réfléchir au futur. Par ailleurs, leur signification est à raisonner en fonction des évolutions des structures des exploitations, l'organisation du travail n'étant pas qu'une question de jours agronomiquement disponibles.

Adaptation stratégique ou tactique des élevages laitiers du Grand Ouest

Le choix de l'approche développée ici est d'étudier le lien entre les pratiques agricoles et l'évolution climatique en fondant l'analyse sur le point de vue des agriculteurs. Les agriculteurs du Grand Ouest ont-ils déjà perçu une évolution climatique ? L'ont-ils intégrée au pilotage de leur système d'exploitation, et selon quelles modalités ? Nous nous sommes appuyés sur les travaux récents portant sur les relations entre changement climatique et systèmes fourragers de l'Ouest en général – systèmes à base maïs ou prairie (Amigues *et al.*, 2006 ; Andrieu *et al.*, 2008 ; Brisson et Levraut, 2010). Le travail porte sur les itinéraires techniques (Doré et Meynard, 2006) du blé et du maïs, sur les systèmes fourragers, et sur certaines dimensions de la gestion territoriale de l'exploitation (Martin *et al.*, 2006). Il s'agit de cibler des pratiques communes à tous

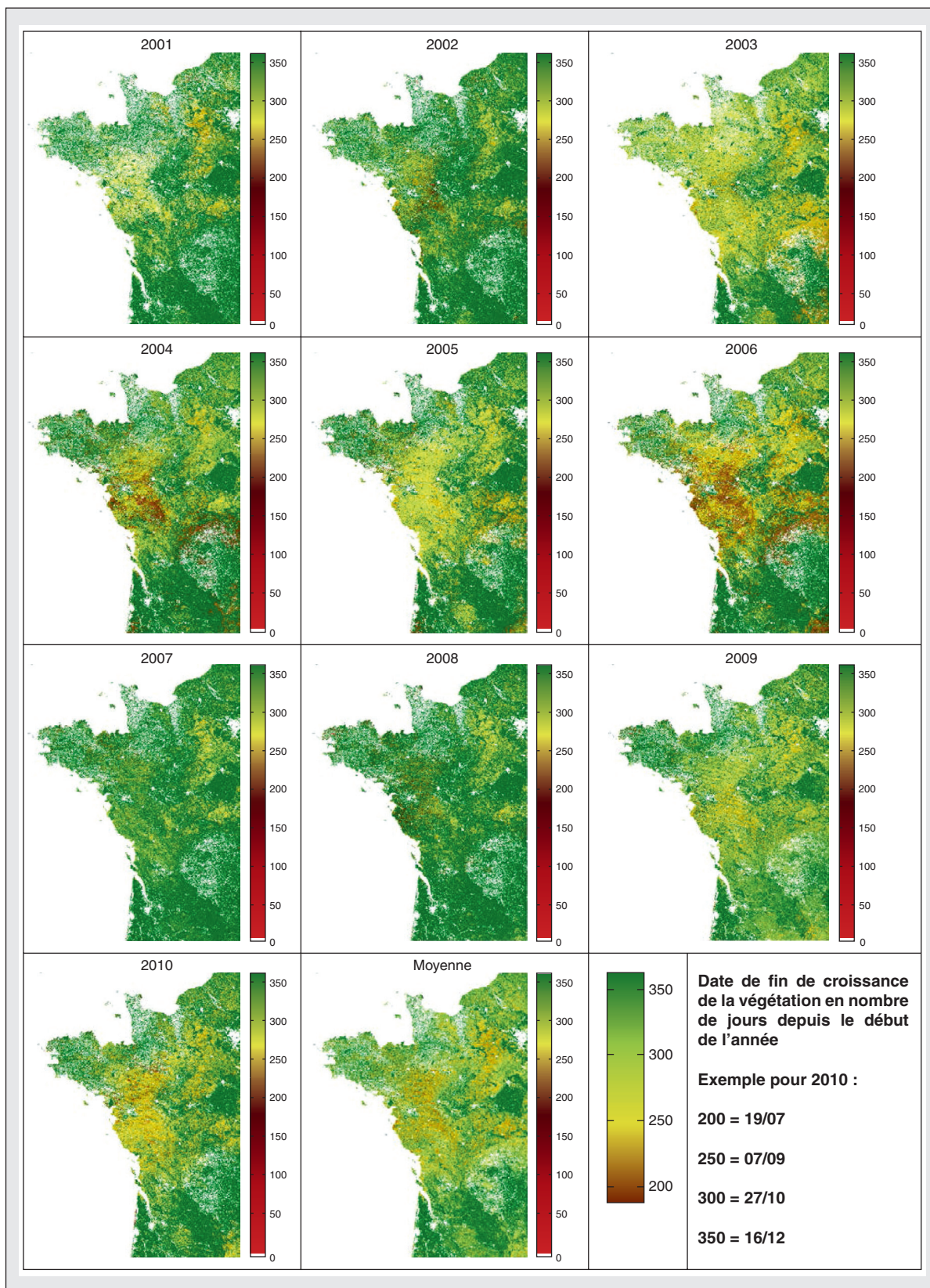


Figure 4. Date de fin de croissance de la végétation vue par MODIS sur le Grand Ouest de 2001 à 2010.

Figure 4. Date of the end of vegetation growth seen by MODIS on the Grand Ouest from 2001 to 2010.

les exploitants, car : i) importantes pour l'élaboration des productions ; ii) potentiellement « aux avant-postes » des réponses des agriculteurs aux évolutions climatiques ; et iii) aux évolutions significatives sur l'utilisation des terres et les ressources naturelles. Quarante-vingts exploitations diversifiées ont été examinées dans trois zones climatiques contrastées (Cotes d'Armor, Maine-et-Loire, Orne) ainsi que dans la Vienne. Les caractéristiques des exploitations sont détaillées par Merot *et al.* (2013).

La *figure 5* synthétise les changements d'itinéraires techniques (ITK) du blé et du maïs réalisés par les 28 agriculteurs interrogés sur ce thème. Elle donne les raisons (qui peuvent être plurielles, d'où un total supérieur à 28) qu'ils expriment pour ces changements, dont notamment l'évolution climatique.

Les exploitants évoquent peu l'évolution du climat comme explication des changements effectués, sauf pour le maïs, les dates de récoltes et de semis plus précoces, et le choix de variétés plus tardives. Pour qualifier l'évolution climatique les avis divergent, mais la plupart des agriculteurs s'accordent à percevoir une transformation du régime des pluies. Les distinctions les plus fortes entre les exploitants

apparaissent dans la justification de cette évolution en fonction du niveau d'étude. La théorie du changement climatique avec un rôle de l'homme est plutôt partagée par les exploitants de niveau BTS/ingénieur, contrairement aux autres exploitants qui privilégient la théorie de cycles climatiques, ou le simple constat.

Adaptation de la conduite du système d'exploitation à l'évolution climatique

Le premier constat dressé est la difficulté d'identifier le rôle du facteur climatique dans les changements survenus dans les exploitations. Plus généralement, l'éleveur semble s'adapter à son environnement sans en faire de « découpage » selon différents facteurs causaux (Delbos et Jorion, 1984). L'adaptation du système de production est orientée par l'adéquation entre les ressources et les besoins alimentaires du troupeau (Andrieu *et al.*, 2008) dont le facteur climatique devient un des éléments. Si l'évolution climatique est une nouveauté, en revanche la variabilité climatique est un paramètre ressenti comme fort, depuis la constitution du stock four-

rager jusqu'au pilotage de l'ensemble de l'élevage.

Pour comprendre les ajustements entre ressources et besoins alimentaires, une enquête auprès des éleveurs a été réalisée en vue d'expliquer comment ils avaient géré la sécheresse de 2010. Trois catégories d'actions ont pu être ainsi identifiées : i) l'internalisation des conséquences de la sécheresse sur le système de production, en augmentant la part de fourrages disponibles par le fauchage des cultures dérobées ou des refus, et en pâturant des surfaces initialement prévues pour des récoltes ; ii) l'externalisation des conséquences avec achat de fourrages, prise d'assurances contre les aléas climatiques, voire diminution de la ration alimentaire et décapitalisation partielle et iii) des actions mixtes entre ces deux termes (Magnan, 2009). Dans la plupart des cas, le choix porte sur des actions mixtes avec des raisonnements interannuels ou des pas de temps « intra-campagne » en fonction de la situation locale. Ces résultats montrent que les agriculteurs intègrent le facteur climatique dans des actions tactiques mais pas (encore ?) dans le système de production. Les agriculteurs de la Vienne présentent un contraste de ce point de vue, ayant

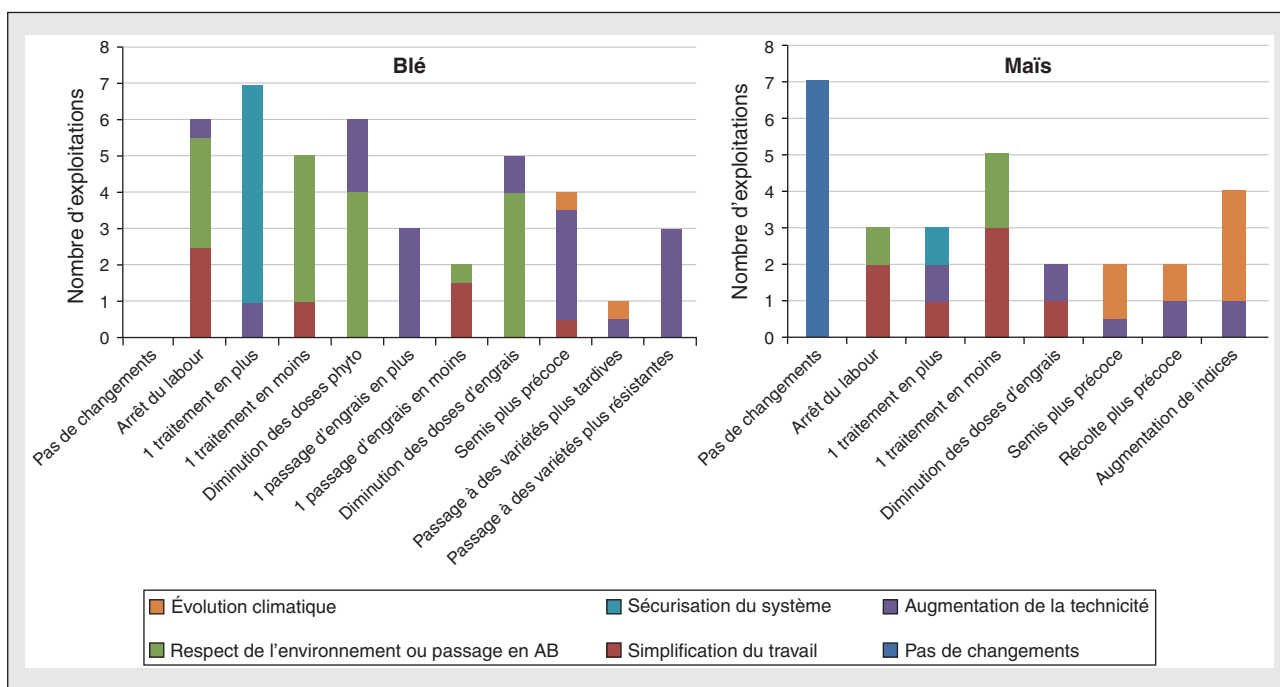


Figure 5. Modifications des itinéraires techniques (ITK) du blé et du maïs depuis 10 ans pour 28 exploitations, classées selon les raisons avancées.

Figure 5. Changes in practice calendar of wheat and corn for 10 years and 28 farms, classified according to the reasons given.

tous spontanément parlé d'évolution climatique et développé diverses adaptations (voir aussi Amigues *et al.*, 2006).

Conséquences de l'adaptation climatique sur la spécialisation des élevages

L'orientation des systèmes fourragers est apparue fortement structurante de la diversité des exploitations sur un gradient allant de la prédominance du maïs à la prédominance des herbages. Ainsi, les stratégies proposées renforcent plutôt la spécialisation des exploitations vers le système fourrager dominant en place. Le second élément est lié à un effet de « seuil de tolérance » conduisant par exemple à envisager l'arrêt à terme de la production de lait suite à des sécheresses estivales répétitives depuis le début des années 2000. Celles-ci jouaient un rôle, mais jamais comme facteur déclenchant. Cela renvoie à l'importance de la succession d'événements extrêmes dans la prise de décision. Enfin, la question climatique, par la sensibilisation qu'elle impose, intervient comme un révélateur pour les systèmes d'exploitation à travers la recherche de la durabilité des exploitations.

Changement climatique et viticulture : le cas du Val de Loire

Dans le cadre d'une étude sur le vignoble du Val de Loire, une analyse comparative des températures issues du réseau Météo France a été effectuée à l'échelle régionale. Il s'agit de caractériser l'évolution des températures et son influence sur les dates de vendanges (*figure 6*) et la qualité des raisins. De plus, une analyse de l'évolution des pratiques viticoles et de leurs perspectives face au changement climatique a été réalisée. Depuis la fin des années 1980, la viticulture du Grand Ouest se trouve dans un contexte climatique favorable, où les différents cépages traditionnellement cultivés peuvent exprimer toutes leurs potentialités. En revanche, de nouveaux problèmes apparaissent : augmentation importante de la teneur en sucres conduisant à des vins trop alcoolisés, décalage croissant entre la maturité technologique (rapport sucres/acidité) et la maturité phénologique des raisins rouges ou la maturité aromatique des raisins blancs. La date de vendange devient de plus en plus une variable particulièrement sensible car elle correspond à un équilibre sucres/acides/composés phénologiques/arômes qui va déterminer le mode de

vinification et le type de vin à élaborer. Cette question ne se posait pas lorsque la récolte arrivait à un moment où, coûte que coûte il fallait récolter, parce que les conditions climatiques devenaient défavorables et que la vendange se détériorait.

Par ailleurs, la caractérisation du climat d'un terroir aux échelles plus fines (et donc de son hétérogénéité) a permis de montrer, selon l'orientation, la topographie locale, la nature du sol et la végétation, des différences de cumul allant jusqu'à 100 degrés-jours selon la localisation au sein de l'appellation d'origine contrôlée (AOC) Coteaux-du-layon. Cela conduit à mener une réflexion sur la variabilité locale des contraintes d'adaptation au changement climatique.

Perception et mise en débat du changement climatique

La question du climat discutée avec des groupes d'agriculteurs

Les acteurs agricoles impliqués dans ce projet sont des groupes de

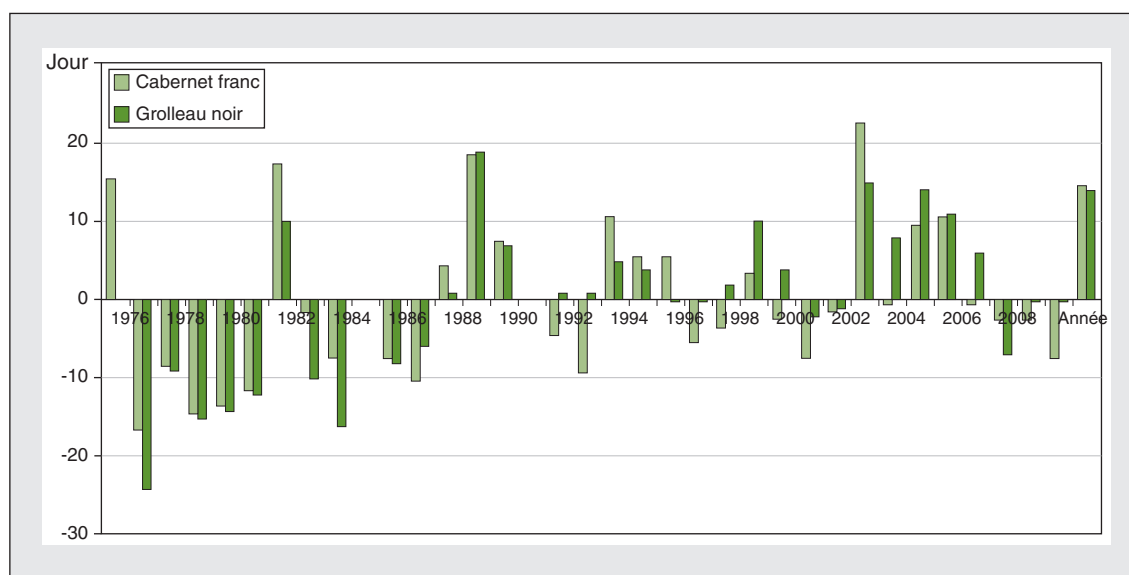


Figure 6. Écarts en jours à la moyenne 1976-2011 des dates de vendanges du Grolleau noir (cépage précoce) et du Cabernet franc (cépage plus tardif) à la station expérimentale Inra de Montreuil-Bellay (49) au sud de Saumur. (> 0 : vendanges précoces ; < 0 : vendanges en retard).

Figure 6. Harvest dates deviations (in days) from the 1976 to 2011 mean date for Grolleau black (early variety) and Cabernet Franc (grape later) at the INRA experimental station of Montreuil-Bellay (49), south of Saumur (>0: earlier harvest dates; <0: later harvest dates).

développement (TRAME, Ceta35, Cedapa22), des chambres d'agriculture de Bretagne. L'association des agriculteurs à ces travaux a été possible à la fin du projet par la mobilisation de quatre groupes d'agriculteurs de l'Ouest (puis d'autres groupes par la suite). Au sein de ces groupes une synthèse des connaissances issues de la recherche sur les relations agriculture-changement climatique a été mise en discussion. Il s'agit d'articuler leurs connaissances empiriques de terrain (expériences et observations) avec les connaissances issues de la recherche, et d'éclairer ainsi la mise en œuvre des adaptations sur leurs exploitations.

Cette réflexion prospective en groupe, basée sur la méthode AFOM (atouts-faiblesses-opportunités-menaces) a été conduite en quatre temps : i) l'installation du cadre ; ii) la présentation des résultats des recherches sur le changement climatique ; iii) la qualification des informations pertinentes ; iv) et enfin la production de pistes pour le futur.

La séparation entre l'environnement (externe à l'exploitation, qui peut être une opportunité ou une menace) et le système d'exploitation (interne, qui peut être un atout ou une contrainte) est un préalable que les participants doivent accepter.

Lors du troisième temps, la question suivante est posée aux participants : « Parmi toutes ces informations, lesquelles constituent une OPPORTUNITÉ pour vos exploitations, et lesquelles une MENACE ? ». Puis, les participants sont invités à porter un regard évaluatif sur leur exploitation : « Quels sont les ATOUTS que possèdent vos exploitations pour faire face à ces changements ? Quelles sont les CONTRAINTES dont elles sont porteuses ? ».

Lors du dernier temps, il est demandé par petits groupes de 2 à 4 personnes, de sélectionner un atout, une faiblesse, une opportunité et une menace. Puis, à chaque intersection (figure 7) de se poser la question « Quoi faire ? Quelle est la piste d'action envisageable pour l'avenir ? ». Par exemple : au croisement d'une opportunité, comme l'augmentation des températures printanières et automnales, et d'un atout, comme la production de melons actuellement sur l'exploitation ; le scénario de développement formulé

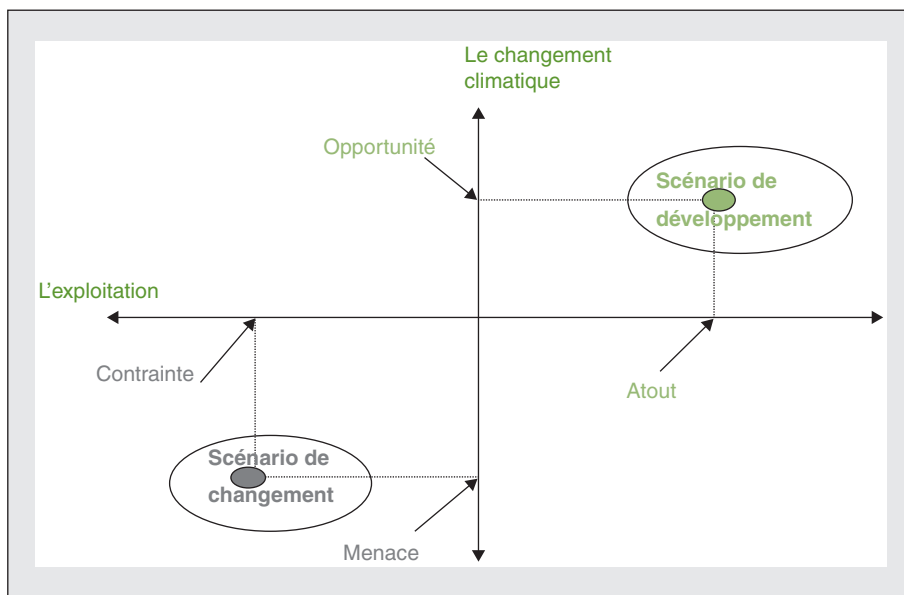


Figure 7. Schéma d'organisation des informations concernant l'exploitation.

Figure 7. Organization scheme of information about the farm.

Axe vertical : environnement externe de l'exploitation ; axe horizontal : système d'exploitation (le croisement d'une menace et d'une contrainte implique de choisir un scénario de changement ; celui d'un atout et d'une opportunité de choisir un scénario de développement).

est la vente des melons localement aux touristes plus longtemps dans l'année. Avec cette expérimentation, menée sur 30 personnes en quatre groupes du Grand Ouest, nous avons pu vérifier que cette méthode est adaptée à la mise en discussion des enseignements sur le changement climatique au sein de groupes d'agriculteurs. Il faut que les participants s'impliquent et jouent le jeu de la prospective, et que l'animateur soit centré sur l'élaboration du cadre, laissant les participants produire par eux-mêmes. L'attitude générale est de faire confiance à l'intelligence du groupe pour traiter une question aussi complexe. Toutes les informations scientifiques n'ont pas suscité le même intérêt. Les aléas climatiques du passé se retracent aisément grâce à la mémoire collective. Les projections climatiques qui soulèvent un intérêt sont les scénarios régionalisés qui concernent directement les agriculteurs. Parmi les opportunités, ont été citées les températures plus élevées au printemps et à l'automne. Parmi les menaces, ont été souvent citées l'augmentation de la fréquence des événements exceptionnels tels qu'inondations, sécheresses, températures élevées ou gels, avec l'incertitude sur la prise de décision associée. Face à ce change-

ment climatique, les agriculteurs ont eu à analyser les atouts et contraintes de leurs exploitations. Ainsi, les systèmes herbagers de l'Ouest obtiennent des rendements faibles, voire nuls en automne et en hiver dans les conditions de températures des décennies passées. L'augmentation des températures hivernales et la réduction de la pluviométrie estivale sont vues alors comme des atouts.

Dans les pistes d'action envisagées par les agriculteurs deux sont privilégiées :

- une adaptation autonome : « Je peux mettre en place ces adaptations seul sans avoir à négocier avec mon environnement » (dates de semis, mélange d'espèces, gestion des stocks de fourrage, réduction des intrants, assurances, diversification photovoltaïque...)

- ou une adaptation négociée : « Je peux mettre en œuvre ces adaptations à condition que la filière ou le territoire les acceptent » (irrigation, développement du dialogue et implication dans les controverses locales, nouveaux débouchés, réglementations négociées par territoire...).

Globalement, les participants se rejoignent sur l'idée que les systèmes d'exploitation les plus autonomes (intégrant la conservation de la fertilité

des sols) seront les plus résistants. Ils sont confiants dans leurs capacités à trouver les bonnes solutions et dans « la recherche paysanne ».

En adoptant une posture de décideurs et une démarche prospective, les agriculteurs sont des utilisateurs directs des travaux de recherche, obligés de traiter une information « brute ». Ce travail est valorisant et a facilité le passage à la formulation d'évolutions de leur propre système. Leurs attentes concernent autant les sciences sociales que les techniques de production.

Ce travail de mise en débat débouche sur trois enseignements. Le choix de la méthode utilisée de prospective sur le changement climatique s'avère pertinent. Les agriculteurs participants ont su formuler des pistes d'adaptation pour leur exploitation avec des partenaires du développement et de la recherche. Les scénarios du GIEC à 50 ans ou 100 ans offrent une nécessaire distanciation avec l'actualité pour oser imaginer le futur et son appropriation.

Analyse prospective de l'impact du changement climatique à partir des résultats de CLIMASTER

Ce travail a deux objectifs : i) proposer une analyse prospective de l'impact du changement climatique à partir de scénarios élaborés avec les résultats de CLIMASTER, scénarios discutés collectivement par des agriculteurs au cours d'un atelier participatif ; ii) contribuer à l'émergence d'une réflexion collective des chercheurs et des acteurs, d'origines très diverses, et dispersés dans les différents volets de recherche en suscitant une réflexion commune. Ce second objectif a été largement atteint.

On retiendra sur le premier objectif les acquis suivants :

- La difficulté d'aborder la rupture lorsque l'on parle d'adaptation. Les adaptations passées (adaptations autonomes), mentionnées par les agriculteurs interrogés, peuvent être qualifiées de « premier ordre » : évolution des pratiques et des références techniques conservant la logique d'ensemble du système de production (Hubert, 2009). Dans le futur, le climat

peut-il induire des changements de « second ordre » : mise en cause des raisonnements sous-jacents aux pratiques et références techniques, débouchant sur d'éventuelles réorientations des systèmes dans leur ensemble ? Enfin, les agriculteurs peuvent-ils se saisir de ces changements de second ordre ?

- La nécessité de prendre en compte d'autres forces motrices (la PAC, les marchés, le prix de l'énergie, les politiques publiques) pour réfléchir les évolutions. Cela augmente l'incertitude, mais permet également de hiérarchiser et d'articuler les différentes forces motrices.

- La valorisation des données brutes par l'élaboration des « variables d'intérêt », qui ont une triple fonction : i) porter de l'information climatique dans la compréhension de l'agro-écosystème et, le cas échéant, révéler ainsi des variables « cachées » dans son fonctionnement, qui ne se manifestent que sous ce forçage ; ii) être significatives, pour le scientifique, ce qui suppose qu'elles soient mesurées ou calculées et qu'on puisse les manipuler dans le cadre d'une modélisation ; iii) être significatives dans une optique de sensibilisation pour le public et les gestionnaires, en tant qu'elles constituent des manifestations observables et interprétables du changement climatique et renvoient à des enjeux territorialisés.

- L'élaboration d'un graphe articulant les approches disciplinaires de CLIMASTER exprimant les relations entre les variables motrices (par exemple la pluie ou les politiques publiques), les variables relais (par exemple la réserve en eau des sols) et les variables dépendantes (par exemple la qualité de l'eau).

Deux scénarios contrastés ont été mis en discussion dans un groupe d'agriculteurs sur le terrain de la zone atelier de Pleine-Fougère, scénarios à l'horizon 2030 partant de la situation actuelle : un scénario « tout herbe » et un scénario « tout maïs » (figure 8). Les cartes d'usage des sols sont construites à partir de la situation de 2009, en s'appuyant sur un modèle de distribution des occupations prenant en compte les contraintes locales (topographie, zones humides, distance au siège d'exploitation...). Cette représentation « réaliste » de l'occupation des sols permet ainsi aux agri-

culteurs du territoire de s'approprier les scénarios. Cependant, la réflexion n'a pu porter que sur le système « maïs », système agricole de référence dans lequel les agriculteurs présents se reconnaissent, et rattaché à une filière à laquelle ils accordaient toute confiance pour de possibles adaptations. L'adoption d'un système « tout herbe » constitue une rupture qu'ils ne sont pas prêts à considérer.

La question du climat discutée par les acteurs de l'eau

Quelle représentation du changement climatique ? Quelle prise en compte dans la gestion locale de la ressource en eau ?

En contrepoint, nous nous sommes intéressés, sous l'angle de la psychologie sociale et environnementale, à la manière dont les gestionnaires de l'eau – au sein de commissions locales de l'eau – appréhendent et se représentent le changement climatique. Les éventuelles variabilités individuelles ont été repérées en fonction des critères suivants : collège d'appartenance à la commission locale de l'eau, âge, localisation des schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE). Il s'agit de répondre aux questions suivantes : quelles sont leurs connaissances du phénomène ? Y a-t-il ou non perception de modifications du climat ? Si oui, quels sont les indicateurs, les causes et les conséquences ? Quels sont les impacts probables, directs ou indirects, du changement climatique sur la ressource en eau ? Cette représentation fait-elle apparaître des distinctions selon les groupes d'acteurs concernés ? L'enquête (2009-2011) s'est déroulée en deux grandes étapes auprès de membres de différentes commissions locales de l'eau du Grand Ouest, tout d'abord avec des entretiens semi-directifs puis à l'aide d'un questionnaire, portant sur l'eau, le changement climatique et le développement durable. Les entretiens semi-directifs (Michel-Guillou, 2010) ont montré que la représentation sociale du changement climatique s'avère fortement influencée par les médias. Elle apparaît donc stéréotypée et peu empreinte de vécu. Les acteurs locaux interrogés ont conscience d'une

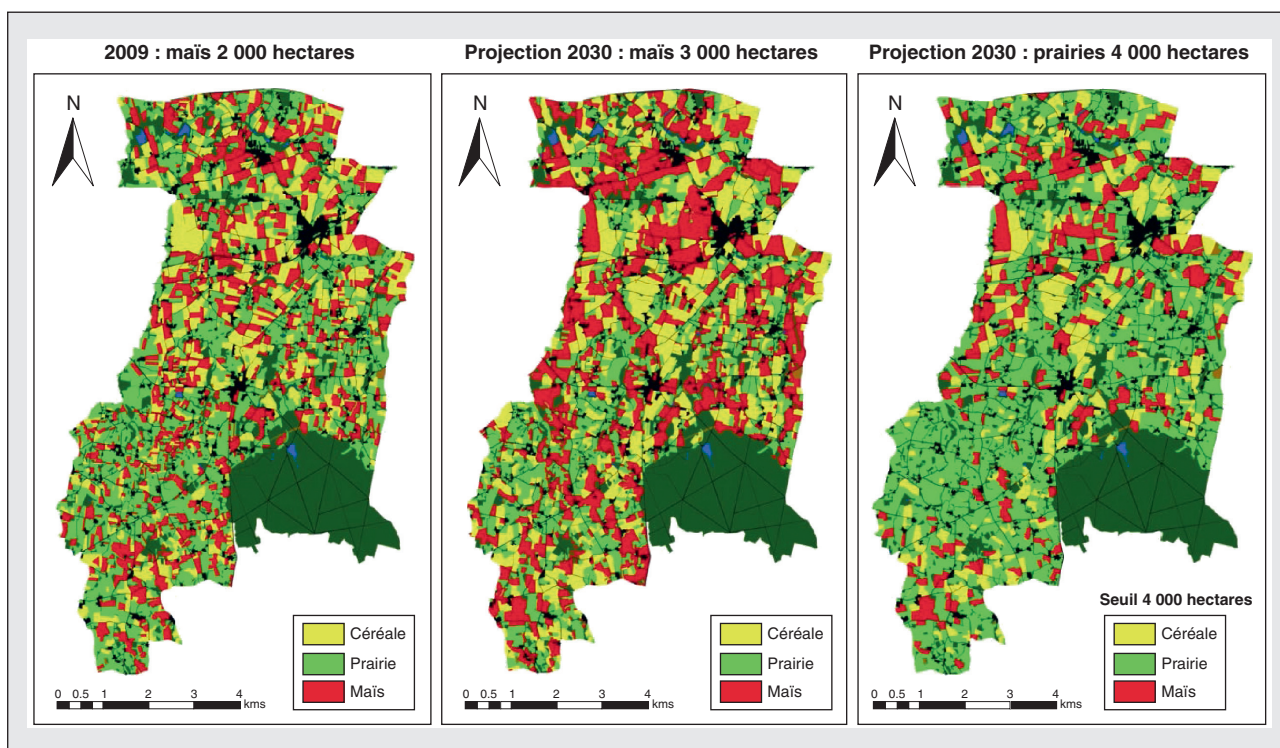


Figure 8. Occupation des sols de Pleine-Fougère ; situation actuelle (2009) ; image « maïs » en 2030 et image « herbe » en 2030.

Figure 8. Land cover at Pleine-Fougère: current situation (2009); Image "corn" in 2030 and image "grassland" in 2030.

modification du climat mais celle-ci n'est pas ressentie comme une réalité au quotidien. Ce problème est identifié comme global plutôt que local et il apparaît imperceptible à court terme. Les réponses au questionnaire font apparaître une population sensible au changement climatique avec l'évolution des températures. Elle met peu en doute son existence malgré de relatives incertitudes quant à la projection de ses conséquences à long terme. Les personnes interrogées sont une majorité à penser qu'il existe un lien entre les problématiques liées au SAGE et le changement climatique. Il semble néanmoins important au regard de ces résultats de noter le faible taux de réponses des membres des commissions locales de l'eau (5 %), ainsi que le taux élevé de membres participant à au moins une association environnementale (36 %). Qu'en est-il de l'opinion des non-répondants ? Cependant, il faut comparer les conséquences globales et à long terme du changement climatique avec les conséquences immédiates et saillantes des pollutions agricoles sur la ressource en eau. Ainsi, les problèmes liés à l'eau sont perçus comme plus

sérieux que ceux du climat. En ce sens, le changement climatique n'est pas une priorité (Spence et Pidgeon, 2009). Il n'est pas envisagé comme un risque imminent. En outre, l'étude met en évidence une représentation sociale du changement climatique relativement consensuelle, quel que soit le statut des membres. Quelques différences apparaissent selon la localisation des SAGE. Les membres des commissions locales de l'eau traitant d'une problématique quantitative sur la ressource en eau sembleraient plus enclins à reconnaître l'existence de changements locaux liés au climat.

Conclusion

Les résultats du projet CLIMASTER permettent, d'une part de faire le point sur le changement climatique en cours dans le Grand Ouest, d'autre part de proposer un certain nombre d'analyses sur l'impact du changement climatique sur l'agriculture régionale et sa perception par les agriculteurs, secondairement par les acteurs de l'eau. Les indicateurs et les méthodes

choisies, le corpus de connaissances élaboré dans le cadre de CLIMASTER ont été choisies pour « donner à penser » ce changement dans le Grand Ouest et permettre l'appropriation par les acteurs de cette thématique, plus que pour pronostiquer un avenir incertain. Le changement climatique est sensible sur les indicateurs comme les températures, la répartition annuelle des précipitations, les types de temps, malgré des variabilités fortes. Il a impliqué des changements de conditions de production et des changements de pratiques, plus fortes dans le Sud du Grand Ouest. Nous avons observé la bonne capacité d'adaptation des acteurs agricoles, pour peu qu'elle n'induisse pas de rupture dans leur système de production. La sensibilisation des acteurs de l'eau, plus préoccupés au quotidien par des questions de qualité de la ressource est en revanche variable et parfois moindre (d'autant plus qu'on va du sud au nord du Grand Ouest). Nous avons ainsi montré comment la question, encore rarement traitée, de l'adaptation au changement climatique des acteurs agricoles pouvait être abordée en mobilisant des

sciences de l'environnement, de l'agronomie et de la société, en interaction avec les acteurs territoriaux. Les enquêtes sur les changements de pratiques, les travaux de groupe sur les scénarios climatiques, basés sur différentes méthodes de concertation proposent à la fois des méthodes, des réflexions et des résultats qui peuvent être réinvestis dans d'autres territoires ou sur d'autres problématiques concernant le terrain parfois conflictuel des relations agriculture-environnement

En termes opérationnels, l'importance des incertitudes nous fait comprendre qu'il faut proposer des réponses « sans regret », c'est-à-dire permettant une moins grande vulnérabilité des systèmes agricoles et une plus grande résilience des ressources naturelles, quelles que soient les évolutions à venir. Il s'agit *in fine* d'une opportunité pour élaborer des systèmes plus durables. Nous rejoignons ainsi Chevassus-au-Louis *et al.* (2009), pour qui il faut « analyser le risque climatique, pour en déduire des réponses appropriées, aux deux sens du terme » : les bonnes réponses, qui feront l'objet d'une appropriation par les acteurs. ■

Remerciements

Que soient remerciés ici tous les contributeurs à CLIMASTER. Ce travail a été réalisé dans le cadre du programme Pour et Sur le Développement régional Grand Ouest. Les financeurs de ce programme (conseils régionaux de Basse-Normandie, Bretagne, Pays-de-Loire et Poitou-Charentes), l'Institut national de la recherche agronomique (Inra) et l'Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea) sont ici remerciés.

Références

Amigues JP, Debaeke P, Itier B, Lemaire G, Seguin B, Tardieu F, *et al.*, 2006. *Sécheresse et agriculture: réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau*. Expertise scientifique collective. Paris : Inra.

Andrieu N, Coléno F, Duru M, 2008. L'organisation du système fourrager, source de flexibilité face aux variations climatiques. In : Dedieu B, Chia E, Leclerc B, Moulin CH, Tichit M, éd. *L'élevage en mouvement: flexibilité et adaptation des exploitations d'herbivores*. Versailles : éditions QUAE.

Brisson N, Levrault F, 2010. *Livre vert du projet CLIMATOR. Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulations d'impacts sur les principales espèces*. Angers : Ademe; Inra.

Chevassus-au-Louis B, Salles JM, Bielsa S, Richard D, Martin G, Pujol JL, 2009. *Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Contribution à la décision politique*. Paris : Centre d'analyse stratégique.

Cooper G, McGechan MB, Vinten AJA, 1997. The influence of a changed climate on soil workability and available workdays in Scotland. *Journal of Agricultural Engineering Research* 68 : 253-69.

Delbos G, Jorion P, 1984. *La transmission des savoirs*. Paris : éditions de la Maison des sciences de l'homme.

Doré T, Meynard JM, 2006. Itinéraire technique, système de culture : de la compréhension du fonctionnement du champ cultivé à l'évolution des pratiques agricoles. Introduction. In : Doré T, Le bail M, Martin P, Ney B, Roger-Estrade J, éd. *L'agronomie aujourd'hui*. Versailles : éditions QUAE.

Dubreuil V, Planchon O, Quenol H, Bonnardot V, eds, 2010. *Risques et changement climatique Actes du 23e colloque de l'AIC*, université de Rennes 2, 1-4 septembre 2010. www.climato.be/aic/colloques/actes/rennes2010_actes.pdf.

Fischer G, Shah M, Tubiello FN, van Velhuizen H, 2005. Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990-2080. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 360 : 2067-73.

GIEC, 2011. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation

A Special Report of Working Group I and Working Group II of the IPCC Drafting. Genève : OMM/Pnue.

Gillet JP, 1992. Simulations : une méthode de calcul des jours disponibles. *Perspectives Agricoles* 172 : 95-8.

Lecerf R, Hubert-Moy L, Corpetti T, Baret F, Latif B A, Nicolas H, 2008. *Estimating biophysical variables at 250 M with reconstructed EOS/MODIS time series to monitor fragmented landscapes*. Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 2008, IEEE International, Boston, MA, USA, II-954-II-957

Lobell DB, Field CB, 2007. Global scale climate-crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environmental Research Letters* 2 : 1-7.

Magnan A, 2009. Proposition d'une trame de recherche pour appréhender la capacité d'adaptation au changement climatique. *Vertigo* 9 (3). <http://vertigo.revues.org/9189>. doi : 10.4000/vertigo.9189.

Martin P, Joannon A, Mignolet C, Souchère V, Thenail C, 2006. Systèmes de culture et territoires : cas des questions environnementales. In : Doré T, Le bail M, Martin P, Ney B, Roger-Estrade J, éd. *L'agronomie aujourd'hui*. Versailles : éditions QUAE.

Merot Ph, Delahaye D, Dubreuil V, Desnos Ph, 2013. *Le climat change dans le Grand Ouest : évaluation, impacts, perceptions*. Rennes : Presses universitaires de Rennes.

Michel-Guilou E, 2010. *Problème local/problème global : la prise en compte de la dimension temporelle dans la dualité des problèmes environnementaux*. Second colloque fédérateur de l'Institut des Sciences de l'Homme et de la Société (ISHS-UBO) : « Penser le présent comme un passé pour demain », Brest, 15-16 décembre 2010.

Spence A, Pidgeon N, 2009. Psychology, climate change & sustainable behavior. *Environment* 51 : 9-18.

Vannier C, Hubert-Moy L, Nabucet J, 2011. Analyse spatiale de la dynamique de l'occupation du sol aux échelles de la parcelle et de l'ilot parcellaire : Application en paysage agricole bocager. *Revue Internationale de Géomatique* 21 : 359-80.