

# **ETAT DES CONNAISSANCES**

**ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES**

**AGRICULTURE**

**ET**

**CHANGEMENT CLIMATIQUE**

**EN**

**AUVERGNE-RHÔNE-ALPES**

**(février 2017)**

## **PRÉAMBULE**

Par l'apport de connaissance, le suivi d'indicateurs pertinents et l'organisation de travaux entre acteurs, l'Observatoire régional des effets du changement climatique (ORECC) d'Auvergne-Rhône-Alpes contribue à l'analyse et au suivi de la vulnérabilité des territoires et des acteurs économiques face au changement climatique.

Cette note, qui s'intéresse aux impacts du changement climatique sur l'agriculture en région, s'appuie sur des productions existantes, notamment des études climatiques, des états des lieux et des études économiques produits depuis 2010 par différents acteurs dont l'ORECC, l'Observatoire national des effets du réchauffement climatique (ONERC), Agreste, etc...

La liste des documents ayant servi à l'écriture de ce document est disponible en annexe.

### **La note synthétise ces documents ou même en rassemble des extraits.**

La structuration des chapitres reprend la logique de présentation d'une analyse de la vulnérabilité des secteurs d'activité (aléa, exposition, sensibilité, capacité d'adaptation).

La vulnérabilité climatique<sup>1</sup> est en effet influencée par l'interaction de 3 paramètres auxquels le périmètre d'étude est soumis :

- l'exposition aux aléas, c'est-à-dire les événements climatiques (le type, l'ampleur et le rythme des variations du climat et des événements climatiques auxquels les communautés et les écosystèmes sont exposés),
- la sensibilité, c'est-à-dire la proportion dans laquelle un élément exposé, une collectivité ou une organisation est susceptible d'être affecté (positivement ou négativement) par la manifestation d'un aléa (événement climatique),
- la capacité d'adaptation, c'est-à-dire la capacité des communautés et des écosystèmes à s'ajuster pour faire face aux changements climatiques afin de minimiser les effets négatifs et de tirer profit des avantages.

---

1 ["Climat : réussir le changement"](#), volume 2 - RAEE - Mars 2013, P10

# **SOMMAIRE DE LA NOTE**

## **INTRODUCTION**

**Importance de l'activité agricole en Auvergne-Rhône-Alpes**

## **1. TENDANCES CLIMATIQUES ET PRÉVISIONS EN AUVERGNE-RHÔNE-ALPES**

## **2. PRESENTATION GENERALE: VULNERABILITE POTENTIELLE DU SECTEUR AGRICOLE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE**

## **3. EXPOSITION DU SECTEUR AU CHANGEMENT CLIMATIQUE**

**3.1) Effets du changement climatique sur la ressource en eau**

**2.2) Effets du changement climatique sur l'agriculture**

*2.3.1) Effets du changement climatique sur le rendement des cultures*

*2.3.2) Effets du changement climatique sur la qualité des cultures et leurs compositions*

*2.3.3) Effets du changement climatique sur les besoins en irrigation*

*2.3.4) Effets du changement climatique sur l'élevage*

## **4. SENSIBILITE ACTUELLE DU SECTEUR PAR RAPPORT AU CLIMAT**

**4.1) Une diversité agricole importante :**

**4.2) Une agriculture de qualité**

**4.3) Une agriculture pouvant faire appel à l'irrigation, principalement dans le Sud de la Vallée du Rhône, la plaine de l'Ain , la plaine du Forez et la Limagne**

## **5. CAPACITÉ D'ADAPTATION**

## **ANNEXE**

## **BIBLIOGRAPHIE**

## INTRODUCTION

Cette note vise à expliciter :

- les changements climatiques envisagés en Auvergne-Rhône-Alpes, en termes de température, de précipitations, de fréquence d'épisodes extrêmes, etc. ;
- les impacts de ces changements climatiques sur la ressource en eau, dans la mesure où ils peuvent conditionner les activités agricoles de la région ;
- les impacts de ces changements climatiques sur les activités agricoles en Auvergne-Rhône-Alpes.

### Importance de l'activité agricole en Auvergne-Rhône-Alpes

D'après Agreste, avec 2,9 millions d'hectares de surface agricole utilisée, 62 500 exploitations agricoles recensées en 2010 pour plus de 116 00 actifs permanents, Auvergne Rhône-Alpes se classe au quatrième rang des régions. Elle se situe dans le peloton de tête pour de nombreuses productions, en surface ou en cheptel, notamment pour l'élevage de bovins (lait ou viande). Mais elle n'occupe que la septième place en valeur, avec un chiffre d'affaires de l'ordre de 6 milliards d'euros.

D'après le portrait régional commenté publié par la DREAL<sup>2</sup>, L'agriculture ne concerne que 3 % de la population et repose sur l'élevage et la production laitière en zone de montagne et sur la production végétale dans les vallées (vigne, arboriculture, horticulture, maraîchage). Elle compte de nombreuses AOC, a contrario, dans les territoires des Alpes du Sud et du Massif central, l'emploi agricole est particulièrement important avec une disparité entre les territoires ardéchois/drômois spécialisés dans la culture fruitière, viticulture, l'élevage ovin et caprin et les territoires de l'ouest où domine l'élevage bovin.

|                                       | Auvergne  | Rh-Alpes  | Auvergne<br>Rh-Alpes | Part en<br>France % | Rang en<br>France |
|---------------------------------------|-----------|-----------|----------------------|---------------------|-------------------|
| Nombre d'exploitations agricoles      | 23 674    | 39 020    | 62 694               | 13                  | 3                 |
| Surface agricole utilisée (ha)        | 1 456 213 | 1 435 394 | 2 891 607            | 11                  | 4                 |
| Surface toujours en herbe (ha)        | 885 658   | 706 662   | 1 592 320            | 21                  | 1                 |
| Surface en vergers (ha)               | 334       | 36 021    | 36 355               | 20                  | 2                 |
| Cheptel vaches laitières (têtes)      | 235 070   | 269 052   | 504 122              | 14                  | 4                 |
| Cheptel vaches allaitantes (têtes)    | 477 573   | 169 960   | 647 533              | 16                  | 2                 |
| Valeur de la production (million d'€) | 2 047     | 3 960     | 6 006                | 8                   | 7                 |

Sources : Agreste - Recensement agricole 2010 ; Comptes de l'agriculture 2012

Figure: Caractéristique du secteur agricole en Auvergne-Rhône-Alpes en 2010, source Agreste

On notera l'importance en termes de potentiel économique et d'emplois de l'agriculture pour les départements de la Drôme et dans une moindre mesure de l'Ain, de l'Isère et du Rhône.

| Département    | Part de la superficie agricole utilisée des exploitations (% de la superficie totale) | Part de l'emploi pour le secteur Agriculture au 31/12/2014 | Nombre d'emplois pour le secteur Agriculture au 31/12/2014 |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 01 Ain         | 42,3                                                                                  | 2,5                                                        | 5430                                                       |
| 03 Allier      | 65,5                                                                                  | 5,1                                                        | 6293                                                       |
| 07 Ardèche     | 22,1                                                                                  | 4,3                                                        | 4567                                                       |
| 15 Cantal      | 60,3                                                                                  | 12,0                                                       | 6924                                                       |
| 26 Drôme       | 30,4                                                                                  | 3,8                                                        | 8037                                                       |
| 38 Isère       | 29,7                                                                                  | 1,3                                                        | 6644                                                       |
| 42 Loire       | 47,4                                                                                  | 2,1                                                        | 5996                                                       |
| 43 Haute-Loire | 46,3                                                                                  | 6,6                                                        | 5306                                                       |
| 63 Puy-de-Dôme | 49,0                                                                                  | 2,8                                                        | 7678                                                       |
| 69 Rhône       | 42,0                                                                                  | 0,8                                                        | 7376                                                       |
| 73 Savoie      | 18,7                                                                                  | 1,6                                                        | 3264                                                       |

Figure: Importance du secteur agricole en Auvergne-Rhône-Alpes en 2014 : analyse par département : source Ministère en charge de l'agriculture, SSP, statistique agricole annuelle ; Emploi : source INSEE

<sup>2</sup> [http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2016-portraitregionalcommente\\_bassedef.pdf](http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2016-portraitregionalcommente_bassedef.pdf)

# **1. TENDANCES CLIMATIQUES ET PRÉVISIONS EN AUVERGNE-RHÔNE-ALPES**

## **Influences climatiques régionales**

D'après les travaux préparatoires Schémas Régionaux du Climat, de l'Air et de l'Énergie de l'Auvergne et de Rhône-Alpes, la région Auvergne-Rhône-Alpes est soumise à des influences climatiques variées : méditerranéenne, océanique, continentale, montagnarde. C'est l'une des régions françaises où la variabilité spatiale et temporelle des paramètres climatiques est la plus grande. Les reliefs exposés au nord et à l'ouest de la Région arrêtent la plupart des perturbations océaniques, ce qui conduit à des précipitations importantes sur les versants ouest et des épisodes de sécheresse sur les versants est (par exemple, sur la plaine de la Limagne).

L'influence continentale, caractérisée par des hivers froids et des étés chauds, couvre une bonne partie de la région. En zone de plaine, les inversions de températures sont fréquentes, provoquant des périodes de froid sec sur les villes, ainsi que le maintien de la pollution atmosphérique au niveau du sol, limitant sa dispersion. C'est notamment le cas de Clermont-Ferrand, le Puy-en-Velay, Lyon, Grenoble ou Saint-Etienne. Le cumul annuel moyen des précipitations varie entre 700 mm et 1200 mm, avec un minima en hiver et un maxima en automne.

L'influence méditerranéenne, avec ses hivers doux, ses étés chauds et secs et ses pluies printanières et automnales, est sensible jusqu'à Valence, ainsi qu'en Haute-Loire, de manière atténuée. Dans les Préalpes du sud, les contreforts des Cévennes, et la Haute-Loire, les maxima de précipitations se produisent à l'automne avec les épisodes cévenols.

Sur le flanc est de la Région, le climat montagnard domine avec des températures très froides et des chutes de neiges fréquentes.

### **1.1 Tendances climatiques et prévisions**

#### **En synthèse : Evolution climatiques sur la période 1959-2015 en Auvergne Rhône-Alpes :**

- une tendance à la hausse des températures moyennes sur la région, de l'ordre de + 0,3 à +0,4°C par décennie. Ces augmentations sont plus marquées en été et au printemps et plus faibles en automne. Elles sont plus importantes pour les températures maximales (de l'ordre de + 0,36°C par décennies pour les températures minimales et l'ordre de 0,25°C par décennie pour les températures maximales en Rhône-Alpes, par exemple). Ces augmentations sont aussi plus marquées en zones montagneuses.
- une augmentation des journées chaudes annuelles (température moyenne supérieure ou égales à 25°C), de l'ordre de + 2 j/décennie en altitude et + 4 j à + 6j/décennie en plaine ;
- une diminution du nombre annuel de jours de gel, de - 2j à -7j/décennie selon les points d'observation ;
- une baisse marquée de l'enneigement à basse altitude (<1800 m) en durée comme en quantité: de 30 à 50 % à 1500 m en hauteur de neige et en nombre de jours avec neige au sol.
- une augmentation des sécheresses.

## **Températures**

L'évolution entre 1959 et 2009 des températures annuelles en Auvergne-Rhône-Alpes montre un net réchauffement sur les cinquante dernières années. La tendance observée est comprise, selon les zones, entre +0,3°C et +0,4°C par décennie. Les années les plus chaudes ont été observées durant les 20 dernières années, alors que les années les plus froides sont antérieures à la fin des années 1980. 1994 et 2014 se partagent la première place des années les plus chaudes pour la température minimale ; 2003, 2011 et 2014 forment le trio de tête des années les plus chaudes pour la température maximale. Les projections climatiques montrent une poursuite du réchauffement annuel jusqu'aux années 2050, quel que soit le scénario. Sur la seconde moitié du 21e siècle, l'évolution de la température moyenne annuelle diffère significativement selon le scénario considéré. Le seul qui stabilise le réchauffement est le scénario RCP2.6 (lequel intègre une politique climatique visant à faire baisser les concentrations en CO2). Selon le RCP8.5 (scénario sans politique climatique), le réchauffement pourrait dépasser 4°C à l'horizon 2071-2100.

## Précipitations

En Auvergne-Rhône-Alpes, les précipitations annuelles présentent une grande variabilité d'une année sur l'autre. En moyenne sur la région, aucune tendance ne se dégage sur la période 1959-2009. On note des disparités entre les différents postes d'observations. Quant aux projections climatiques, quel que soit le scénario considéré, elles montrent peu d'évolution des précipitations annuelles d'ici la fin du 21<sup>e</sup> siècle. Cette absence de changement en moyenne annuelle masque cependant des contrastes saisonniers. En effet, sur la seconde moitié du 21<sup>e</sup> siècle, selon le scénario RCP8.5 (sans politique climatique), les projections indiquent une diminution des précipitations estivales.

## Neige

En matière d'enneigement, on constate une baisse de l'enneigement à basse altitude (<1800 mètres) de l'ordre de 30 à 50% à 1500 mètres, en hauteur de neige et en nombre de jours avec neige au sol. Aucune tendance ne se dégage au-dessus de 2000 mètres. Concernant l'enneigement en zone montagneuse, les prévisions annoncent une baisse de la couverture neigeuse en durée, en extension spatiale et en épaisseur, ainsi qu'une accélération de la récession des glaciers dans les Alpes.

Sous l'hypothèse d'une augmentation de la température moyenne de +2°C :

- au-dessus de 2 500 mètres, l'enneigement serait légèrement retardé et la fonte un peu plus rapide (une douzaine de jours d'enneigement en moins) et on verrait une petite diminution de l'épaisseur du manteau neigeux ;
- à 1 500 mètres, le nombre de journées avec de la neige au sol diminuerait d'un mois, passant de 5 à 4 mois dans les Alpes du Nord. À cette altitude, l'épaisseur du manteau neigeux diminuerait de 40 cm. À 1 200 mètres, l'enneigement serait très faible et les conditions de pratique des sports d'hiver ne seraient plus réunies.

## Journées chaudes

En Auvergne-Rhône-Alpes, le nombre annuel de journées chaudes (températures maximales supérieures à 25°C) est très variable d'une année sur l'autre mais aussi selon les endroits. Les journées chaudes sont en effet moins nombreuses en altitude. Sur la période 1959-2009, on observe une augmentation forte du nombre de journées chaudes. La tendance observée est de l'ordre de 2 jours par décennie en altitude, et atteint 4 à 6 jours par décennie dans le reste de la région. 2003, 2005, 2006, 2009, 2011 et 2012 apparaissent aux premières places des années ayant connu le plus grand nombre de journées chaudes.

Les projections climatiques montrent une augmentation du nombre de journées chaudes en lien avec la poursuite du réchauffement. Sur la première partie du 21<sup>e</sup> siècle, cette augmentation est similaire d'un scénario à l'autre. À l'horizon 2071-2100, cette augmentation serait de l'ordre de 20 jours par rapport à la période 1976-2005 selon le scénario RCP4.5 (scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO<sub>2</sub>), et de 50 jours selon le RCP8.5 (scénario sans politique climatique).

## Jours de gel

Auvergne-Rhône-Alpes est une région de forts contrastes en température, principalement à cause des différences d'altitude au sein de la région. Il en résulte d'importantes variations du nombre de jours de gel selon les endroits. Le nombre de jours de gel est très variable d'une année à l'autre. En cohérence avec l'augmentation des températures, le nombre annuel de jours de gel diminue. Sur la période 1959-2009 la tendance observée sur la Région est de l'ordre de -2 à -7 jours par décennie selon les endroits. 2014, 2002, 1994 et 2000 ont été les années les moins gélives observées sur la région depuis 1959.

Les projections climatiques montrent une diminution du nombre de gelées en lien avec la poursuite du réchauffement. Jusqu'au milieu du 21<sup>e</sup> siècle cette diminution est assez similaire d'un scénario à l'autre. À l'horizon 2071-2100, cette diminution serait de l'ordre de 22 jours en plaine par rapport à la période 1976-2005 selon le scénario RCP4.5 (scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO<sub>2</sub>), et de 37 jours selon le RCP8.5 (scénario sans politique climatique).

## Sensibilité des territoires au changement climatique

Sources : Travaux préparatoires au SRCAE de Rhône-Alpes – RAEE - 2009, Étude prospective des effets du changement climatique dans le Grand Sud-Est (phase 2), MEDCIE, août 2010.

Dans le cadre de la préparation des SRCAE Rhône-Alpes et Auvergne, une analyse des spécificités territoriales a été réalisée à partir de différents documents et données traitant du climat et de ses évolutions. Le découpage correspond à des espaces de vie actuels, il ne recouvre pas les évolutions possibles de ces espaces de vie en lien avec le changement climatique.

### Vallée du Rhône et bassin Romano-Péageois, Piémont ardéchois, Piémont drômois

Dans ce territoire où les aménagements sont concentrés sur une petite surface, la question de l'urbanisation et des infrastructures de transports, en lien avec l'augmentation potentielle des aléas climatiques, prend toute son importance. La hausse des risques, et notamment du risque d'inondation, renforce les contraintes géographiques susceptibles de bloquer le développement du territoire.

Les évolutions de la ressource en eau liées au changement climatique sont également susceptibles de provoquer des conflits d'usage importants. La production d'énergie est déjà ponctuellement freinée par cette modification de la ressource. Les pratiques agricoles et les milieux naturels peuvent être affectés par la raréfaction de la ressource en eau, au même titre que par la compétition pour l'espace.

Dans l'espace Drôme-Ardèche, l'économie traditionnellement industrielle a été remplacée par une économie tertiaire. L'avenir semble se situer plutôt dans un développement touristique avec une forte proportion de catégories socioprofessionnelles de classes moyennes.

La diminution des réserves aura une incidence sur la capacité d'autoépuration des milieux et donc l'attention à porter au traitement des eaux résiduelles et aux pollutions des eaux et des sols est à renforcer. En effet, l'urbanisation touristique, résidentielle ou artisanale et commerciale semble souvent mal maîtrisée sur ces territoires, et non reliée aux potentialités des sites (ressource en eau, accessibilité...) ; ces potentialités pourront être rendues encore plus contraignantes par le changement climatique.

Les effets du changement climatique renforceront la fragilité et la mutation du patrimoine naturel. Ils ne seront pas sans impact sur l'économie forestière locale, et l'attractivité touristique du secteur. Espaces de transition entre les zones méditerranéenne et montagnarde, ces espaces sont favorables au développement d'une faune et d'une flore riches mais aussi fragiles nécessitant des caractéristiques biogéographiques tout à fait particulières.

L'ORECC a publié un profil territorial **pour le territoire du « sillon rhodanien »**<sup>3</sup>. Ce profil se décline **sur le territoire de la vallée du Rhône** pour les départements de l'Ardèche, de la Drôme et du Rhône. Il fournit des éléments pouvant alimenter un diagnostic de vulnérabilité climatique d'un territoire de cette zone.

Dans cet objectif, on y trouve des données techniques et quantitatives, relatives aux impacts du changement climatique sur ce territoire, issues des travaux réalisés par l'ORECC. Pour compléter, ce document intègre des informations sur les travaux en cours s'intéressant au sujet, des acteurs ressources et/ou des exemples d'initiatives locales.

### Agglomération lyonnaise et Nord-Isère, Nord lyonnais et bassin de Bourg-en-Bresse, Bassin de la Loire, Vallée du Gier, Allier

Les évolutions climatiques contribuent également à une relative dégradation de la qualité de vie sur le territoire avec une augmentation de l'inconfort thermique en milieu urbain et un renforcement des risques, qu'ils soient naturels ou industriels, en particulier la menace des inondations. Le territoire apparaît cependant attractif en raison de son potentiel d'emplois, et la vulnérabilité de la métropole lyonnaise au regard du changement climatique moins préoccupante qu'ailleurs.

Dans le contexte d'un changement climatique, l'étude du SRCAE recommande de porter attention à

<sup>3</sup> Voir Site internet ORECC – profils territoriaux : <http://orecc.rhonealpes.fr/fr/donnees-territoriales/profils-climat.html>

l'évolution hydraulique des bassins versants et en particulier celui de l'Isère.

Le Val de Saône est un secteur particulièrement à risque concernant les inondations, soumis dans le même temps à un renforcement de la pression foncière vu les évolutions démographiques attendues. Le territoire du bassin de la Loire et de la vallée du Gier historiquement sous l'influence des crues de la Loire mais aussi de nombreux autres affluents, présente des caractéristiques naturelles remarquables de milieux humides. L'éco-pôle du Forez en est un reflet. La gestion des risques d'inondation sera là aussi un enjeu important d'aléas climatiques futurs. Espace Alpin : Jura, Arc Alpin en altitude, Arc Alpin vallées et piémonts

Il importe de souligner la fragilité de certaines ressources naturelles de l'espace alpin. La forêt alpine dispose ainsi d'une capacité d'adaptation aux évolutions climatiques relativement faible et son maintien est lié à la permanence d'un climat montagnard. La régulation des importantes ressources en eau de ce territoire est également dépendante de la constance du climat, puisque la neige y joue un rôle important.

L'environnement alpin lui confère cependant une image très positive d'un lieu où la qualité de vie est reconnue, dans un contexte d'attractivité croissante des espaces de montagne.

### **Espace Massif Central : Cantal, Haute-Loire, Puy-de-Dôme, Allier**

L'espace Massif central est un territoire de moyenne montagne, à dominante rurale, caractérisé par de faibles densités de peuplement, et dont la trame urbaine est constituée essentiellement de petites villes situées dans les vallées en fonction des contraintes du relief. Les densités de population sont faibles dans les zones d'altitude plus élevée.

La géographie de ce territoire explique la grande diversité de ses conditions climatiques, à l'origine d'une biodiversité floristique et faunistique exceptionnelle, avec la présence d'espèces méditerranéennes comme montagnardes. En revanche, ce lien étroit entre climat et qualité des milieux naturels explique un potentiel réduit d'adaptation des espèces à une évolution des conditions de pluviométrie et de températures. L'espace Massif Central dispose de ressources naturelles abondantes. Ainsi, par exemple, en raison de sa position de tête de bassin, le Massif Central joue un rôle dans l'approvisionnement en eau de nombreux territoires en aval, dans la qualité de la ressource et sa disponibilité pour les différents usages (agriculture, AEP, tourisme, etc.).

Ce patrimoine naturel exceptionnel offre peu de résistance à une urbanisation qui progresse rapidement au détriment, par exemple, de surfaces de prairies permanentes jouant le rôle de « puits de carbones », ou de surfaces agricoles (Limagne).

En dépit de ses difficultés d'accessibilité (les liaisons routières s'améliorent mais le transport ferroviaire demeure peu performant), ce territoire renvoie l'image d'un espace préservé. Toutefois, en raison de son isolement, son attractivité résidentielle et touristique reste modérée.

A côté d'un secteur des services en développement rapide, le tissu économique se caractérise par des activités industrielles et agricoles qui structurent fortement les bassins de vie. La valorisation des patrimoines naturels et culturels de l'espace Massif central prend également la forme d'une activité touristique diffuse sur l'ensemble du territoire. Le changement climatique affecte d'ores et déjà les écosystèmes de ce territoire assez sensible aux variations climatiques. La première ressource concernée est l'eau : ses modifications entraînent des conflits d'usage entre activités touristiques et activités agricoles. De plus, la diminution de l'enneigement s'accompagne d'un recul du tourisme hivernal. Par ailleurs, les pratiques agricoles et l'élevage, tout comme la biodiversité et en particulier les milieux forestiers, sont fragilisés par l'évolution des conditions climatiques.

A l'inverse, le changement climatique peut être perçu et valorisé comme une opportunité économique pour le tourisme estival, dont la croissance pendant les périodes de forte chaleur est liée au confort thermique des zones de montagne par comparaison avec les zones de plaine.

Enfin, le changement climatique a potentiellement un impact social marqué. La part importante des personnes âgées, les difficultés d'accessibilité du territoire et une offre limitée en services à la personne concourent à la vulnérabilité des habitants face à la hausse de l'exposition aux risques naturels et aux fortes chaleurs.

## **2. PRESENTATION GENERALE: VULNERABILITE POTENTIELLE DU SECTEUR AGRICOLE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE**

Le changement climatique est lié à l'effet additionnel des gaz à effet de serre émis par l'activité humaine dans l'atmosphère. L'activité agricole dépend directement des conditions climatiques mais aussi chimiques de l'atmosphère et des sols.

Les paramètres dont l'évolution est ici observée et pouvant impacter les activités agricoles sont donc de deux types :

- l'évolution des **teneurs en gaz de l'atmosphère**, peuvent influencer les cycles végétatifs des végétaux. Les principaux gaz intervenant à la fois dans l'effet de serre et dans les cycles végétatifs sont :
  - dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> lié au processus de respiration et de photosynthèse ;
  - méthane CH<sub>4</sub> lié aux activités de fermentation animale ou végétale ;
  - protoxyde d'azote N<sub>2</sub>O lié aux échanges azotés entre sol et plante et aux apports par l'homme pour fertiliser les sols.
- l'évolution des **paramètres climatiques (températures, précipitations, vent, ...)** dont l'impact sur les activités agricoles est direct ou indirect.
- L'évolution attendue vers une **plus grande variabilité inter-annuelle** des températures et des précipitations impacte de façon directe la croissance des végétaux, en termes de déroulement du cycle et de productivité. Cette tendance se répercute directement sur les pratiques agricoles, nécessitant pour les agriculteurs d'adapter ses pratiques dans un contexte de forte variabilité (étés secs succédant à des étés pluvieux, printemps précoce versus printemps tardif, ...).

L'augmentation des températures impacte aussi les besoins en eau des plantes. En effet, cette augmentation des températures engendre une augmentation de l'évapotranspiration des végétaux. Or les projections prévoient un assèchement plus important des sols à horizon 2071-2100 et ce quelle que soit la saison considérée. Le changement climatique impacte donc, les besoins et **la ressource en eau** disponible pour les activités agricoles.

Afin de **caractériser les liens entre agriculture et climat**, différents **indicateurs agroclimatiques** ont été créés.

L'**Observatoire Régional sur L'Agriculture et le Changement Climatique en Poitou-Charentes (ORACLE)** propose ainsi, sur la base d'une expertise collective, de multiples indicateurs répartis en cinq thématiques (changement climatique, agro-climat, impacts agricoles, adaptations, atténuations - voir annexe 1), qui portent notamment sur :

- le cumul Précipitations-Evapotranspiration Potentielle sur une période donnée, afin d'avoir une information sur l'état du déficit hydrique ;
- le nombre de jours de gel, qui peut renseigner sur l'importance du risque de gel pour certaines espèces ;
- le nombre de degrés jours de croissance, qui donne une idée de la vitesse de croissance de la plante corrélée avec la température.

L'**Observatoire Régional des Effets du Changement Climatique (ORECC)** mis en place en 2013 en **région Rhône-Alpes** propose également des indicateurs agro-climatiques, en lien avec :

- la phénologie des prairies et de la vigne ;
- le risque gel pour les abricotiers ;
- le risque d'attaque de scolyte pour les épicéas ;
- l'évolution des déficits hydriques.

Les résultats des indicateurs suivi par l'ORECC pour l'agriculture sont présentés en annexe 2.

Le suivi de ces indicateurs agro-climatiques sur plusieurs années peut permettre de dégager, par des méthodes statistiques appropriées, des tendances moyennes, d'éventuelles ruptures brutales, ainsi que leurs variabilités. Comme il est précisé par l'ORACLE, les indicateurs agro-climatiques constituent des « indicateurs de pression climatique et non pas directement comme des indicateurs d'impacts »<sup>4</sup>. Ils permettent en effet de suivre les variations de contraintes ou d'opportunités climatiques, qui peuvent jouer un rôle important dans la production agricole (en termes de rendement, de qualité, etc.), à côté d'autres paramètres (utilisation d'engrais, changement d'espèces, etc.).

Le secteur agricole, qui travaille déjà à réduire sa contribution aux émissions de gaz à effet de serre, doit faire face à un défi de grande ampleur. En effet, tant au niveau global que régional l'enjeu de l'agriculture face au changement climatique amorcé est celui de **l'autonomie et de la sécurité alimentaire, dans le respect des attentes environnementales.**

### **3. EXPOSITION DU SECTEUR AU CHANGEMENT CLIMATIQUE**

#### **2.1) Effets sur les ressources naturelles : biodiversité, eau, sol**

Parmi les conséquences attendues du changement climatique sur les ressources naturelles<sup>5</sup>, il est à noter le changement de biodiversité, déjà ressenti du point de vue de la flore et de la gestion forestière. Avancée du printemps et saisons plus chaudes conditionnent les évolutions observées. L'avancée du printemps conduit dans certains cas à un découplage entre ressources offertes et ressources demandées par la faune en période de reproduction, avec fragilisation de la survie des nouveaux nés. La réponse au réchauffement conduit quant à elle à une montée en altitude bien étudiée par exemple sur les plantes herbacées, les espèces forestières et les insectes. On constate une remontée générale des espèces végétales (qui va avec un rétrécissement de l'espace disponible). Cette remontée est plus rapide pour les espèces à durée de vie courte (herbacées) que pour celles à durée de vie longue (espèces forestières, qui ont remonté de 29 mètres par décennie entre les périodes 1905-1985 et 1986-2005 pour une gamme d'altitude de 0 à 2600 m). La remontée des plantes de basse altitude conduit à une plus grande biodiversité vers les sommets, mais on note cependant des disparitions d'espèces endémiques et patrimoniales. Enfin la chenille processionnaire, dont l'histoire est bien documentée dans les Alpes italiennes offre un exemple actuel de migration en altitude : entre 3 et 7 mètres par an, selon l'exposition des sommets.

Concernant la ressource en eau, la région Auvergne-Rhône-Alpes, bénéficie de ressources importantes sur le plan quantitatif :

- - De nombreuses capacités de stockage existent :
  - des stockages naturels : glaciers, lacs, étangs, marais, tourbières, nappes d'eau souterraines, largement présents dans les Alpes du nord et en Auvergne, qui peuvent permettre d'atténuer les effets des sécheresses. Les autres zones montagneuses de la région sont cependant dépourvues de ces capacités de stockage naturel.
  - Des stockages artificiels (barrages, retenues collinaires utilisées pour l'irrigation).
- La région Auvergne-Rhône-Alpes dispose également d'un réseau hydrographique important. Des cours d'eau majeurs (Loire, Rhône, Dordogne) et leurs affluents (Allier, Saône, Drôme, Isère...) traversent la région. Ils se répartissent sur trois bassins hydrographiques distincts.

L'importance de l'eau sous toutes ses formes (lacs, étangs, zones humides, sources d'eaux minérales et thermales) est une caractéristique générale de la région.

Les ressources en eau sont fortement conditionnées par les variables climatiques (température, précipitations). Consécutivement à l'augmentation de la température, l'évaporation de l'eau plus importante peut diminuer les quantités d'eau disponibles et exploitables. La diminution des précipitations peut elle aussi impacter les cours d'eau, de façon différenciée selon les caractéristiques du cours d'eau (existence d'une

4 ORACLE, Levraut Frédéric, Chambre régionale d'agriculture de Poitou-Charentes, *Recommandations pour une démarche d'observation en région sur le changement climatique et l'agriculture*, 27 juin 2012, p. 18

5 Engagement du volet adaptation au changement climatique du SRCAE, Etat de la connaissance en Rhône-Alpes - Asconit Consultants, Enviroconsult - Novembre 2010 ; Le changement climatique en montagne, Lettre du milieu montagnard, Commission nationale de Protection de la Montagne, N°46 Octobre, 2015 ; Plan national d'adaptation au changement climatique, Rapport des groupes de travail de la concertation nationale – ONERC - Juin 2010

nappe d'eau souterraine rendant plus lente la réponse pluie/débit, régime glaciaire/nival/fluvia).

Les assècs sont très fréquents, notamment pour l'Ain, la Drôme, l'Ardèche et la Loire, avec des étiages sévères qui rendent les milieux aquatiques très sensibles aux pollutions et au phénomène d'eutrophisation.

Au sein de la littérature existante, il est important de souligner l'existence des travaux réalisés par le comité de bassin Rhône Méditerranée Corse, qui se sont efforcés de caractériser la vulnérabilité des territoires au changement climatique en matière notamment de disponibilité en eau et de déficit hydrique des sols.

Cette vulnérabilité a été défini :

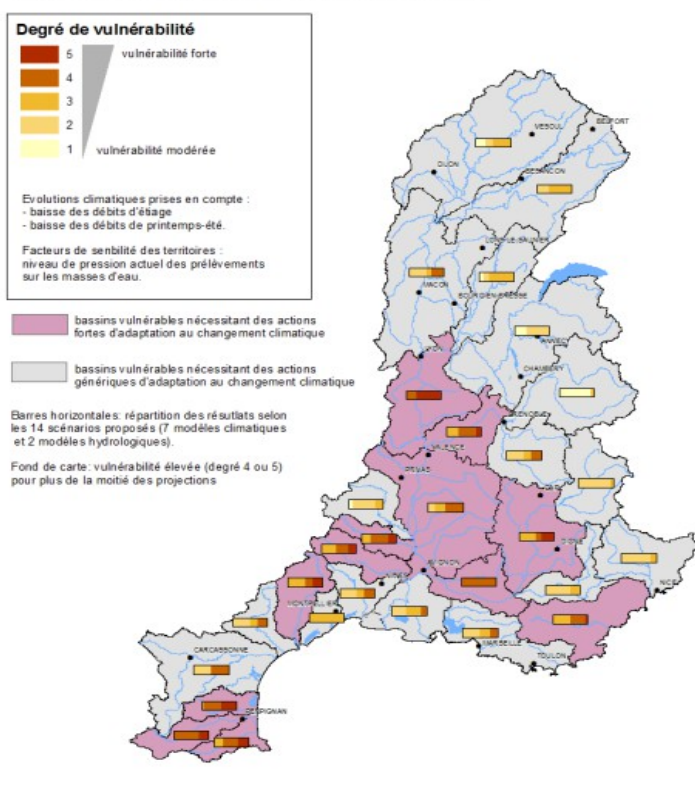
- **pour la disponibilité en eau** : en croisant l'aléa (diminution tendancielle des débits d'étiage), avec la sensibilité du territoire (pression spécifique des prélèvements actuels sur la ressource superficielle. Cette vulnérabilité tient compte des équilibres artificiels créés par les équipements de transferts interbassins existants ;
- **pour le déficit hydrique des sols** : en croisant l'aléa (aggravation de l'assèchement des sols lié à la diminution des précipitations et à l'augmentation de l'évapotranspiration des plantes), avec la sensibilité du territoire (réserve utile des sols)<sup>6</sup>. Les sols de montagne notamment, de mince épaisseur, sans réservoir d'humidité plus profond, y sont particulièrement sensibles.

Ceci a donné lieu à des cartes de vulnérabilités pour le bassin Rhône Méditerranée Corse, qui sont reproduites ci-dessous.

#### Vulnérabilité au changement climatique pour l'enjeu **Disponibilité en eau**

V 19 avril 2013

Incidences du changement climatique sur les déséquilibres quantitatifs superficiels en situation d'étiage (compte tenu des aménagements actuels)



#### Vulnérabilité au changement climatique pour l'enjeu **bilan hydrique des sols**

V 19 avril 2013

Incidences du changement climatique sur le bilan hydrique des sols pour l'agriculture

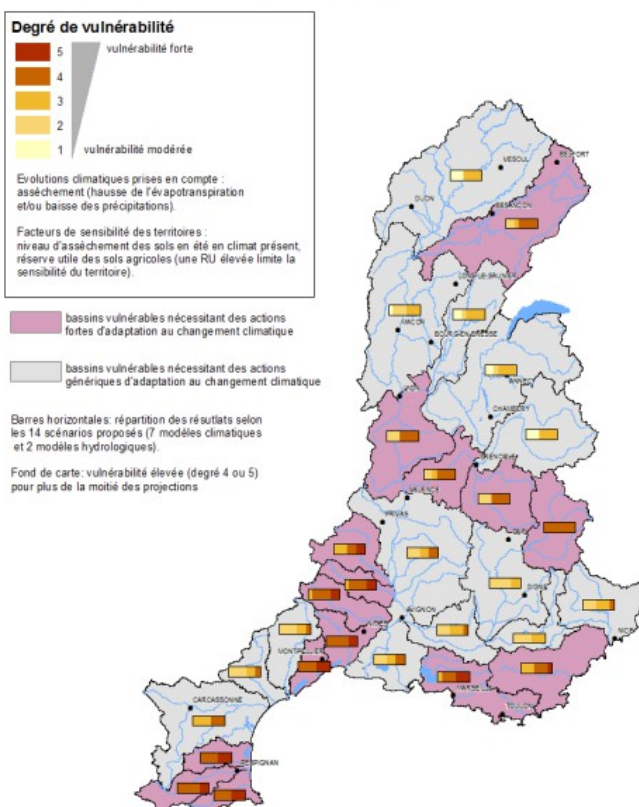


Figure : Cartes de vulnérabilité au changement climatique pour les enjeux disponibilité en eau et bilan hydrique des sols. Extrait du CR du comité de bassin Rhône Méditerranée, séance du 17 mai 2013, p. 5

## 2.2) Effets du changement climatique sur l'agriculture

### 2.3.1) Effets du changement climatique sur le rendement des cultures

Le **rendement des cultures**, c'est-à-dire la production agricole obtenue par unité de surface cultivée

(généralement exprimée en hectare), constitue un paramètre important pour l'agriculteur et plus largement pour assurer la sécurité alimentaire.

L'évolution des rendements en fonction du changement climatique dépend de plusieurs facteurs (l'accroissement de la concentration de CO<sub>2</sub>, l'augmentation des températures, la variation des précipitations), qui impactent seuls ou simultanément et de façon différenciée les types de cultures.

### **L'accroissement de la concentration en CO<sub>2</sub> favorise la photosynthèse des plantes dites en C3.**

Chez ces espèces, la concentration en CO<sub>2</sub> actuelle (environ 360 ppm) ne suffit pas à saturer l'activité de photosynthèse. Les plantes dites en C3 comprennent :

- **les graminées fourragères de la zone tempérée** : ray-grass, fétuque, dactyle utilisées pour l'alimentation animale sous forme de foin, de pâturage ou d'ensilage ;
- **l'ensemble des légumineuses**, plantes dont les fruits sont contenus dans des gousses : lentilles, pois chiches, soja, luzerne, haricots.

Pour les **plantes dites en C4 (comprenant les graminées d'origine tropicale comme le maïs ou le sorgho)**, l'activité de photosynthèse est habituellement saturée à la teneur actuelle en CO<sub>2</sub>. Pour ce second type de plante, **une augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> n'augmente pas directement l'activité de photosynthèse**<sup>7</sup>.

En-dehors de l'accroissement de la concentration en CO<sub>2</sub>, l'alimentation en eau joue un rôle important pour la satisfaction des besoins en eau de la plante, sa croissance et in fine le rendement des cultures. Un paramètre important est le **confort hydrique**, qui traduit la capacité du couvert végétal à fonctionner sans fermeture stomatique liée à un **stress hydrique**. Selon les modélisations et les expérimentations effectuées sur différents sites dans la cadre du projet Climator, la diminution des précipitations et l'augmentation des températures entraînent **une diminution du confort hydrique qui s'avère négative pour le rendement, avec une ampleur variable selon les cultures**. Ainsi, **les cultures d'hiver** (i.e. semées peu avant l'hiver) semblent mieux réagir que les **cultures d'été** (i.e. semées pendant ou peu avant l'été). Les cultures d'été sont en effet susceptibles de connaître un **stress hydrique** important durant la période estivale, où elles ont un besoin d'eau important en fin de cycle pour la germination et la floraison. Dans le cas des cultures d'hiver, le réchauffement climatique se traduit par une anticipation des stades phénologiques permettant, dans une certaine mesure, de boucler le cycle avant l'apparition d'un stress thermique prononcé en été<sup>8</sup>.

D'après les travaux du projet AP3C (Adaptations des Pratiques Culturelles au Changement Climatique), dont l'objectif est de contribuer à adapter les systèmes de production agricole du Massif central au changement climatique, le risque d'échaudage, c'est-à-dire l'occurrence de températures relativement élevées au cours de phases sensibles, est aussi un type de stress thermique auquel pourraient faire face les plantes, et qui peut entraîner une perte de rendement important.

Pour les céréales mais aussi pour un certain nombre de plantes fourragères, une température de 25°C est régulièrement retenue comme seuil au-delà duquel la plante fait face à un stress lors de sa période de maturation (sur les mois de juin/juillet dans nos régions), notamment si l'occurrence de telles températures s'accompagne d'un déficit de précipitation. Selon Arvalis<sup>9</sup>, pour chaque journée avec des températures dépassant les 25°C, le poids de mille grains (PMG) des céréales (une des principales composantes du rendement puisqu'elle représente la masse volumique du grain) peut diminuer de 0,8g, ce qui est de l'ordre de 1,5 à 2% du PMG normal.

<sup>7</sup> Soussana Jean-François, *Impacts des changements climatiques et atmosphériques sur la prairie et sa production*, in Fourrages, n°169, 2002, p.3

<sup>8</sup> Brisson Nadine, Levraut Frédéric, *Livre vert du projet Climator. Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulation d'impacts sur les principales espèces. 2007-2010*, Ademe éditions, 2010, pp. 79-91 et p. 129

<sup>9</sup> Voir article en ligne : Céréales : existe-t-il un risque d'échaudage ? Juin 2016  
<https://www.arvalis-infos.fr/view-22061-arvarticle.html>

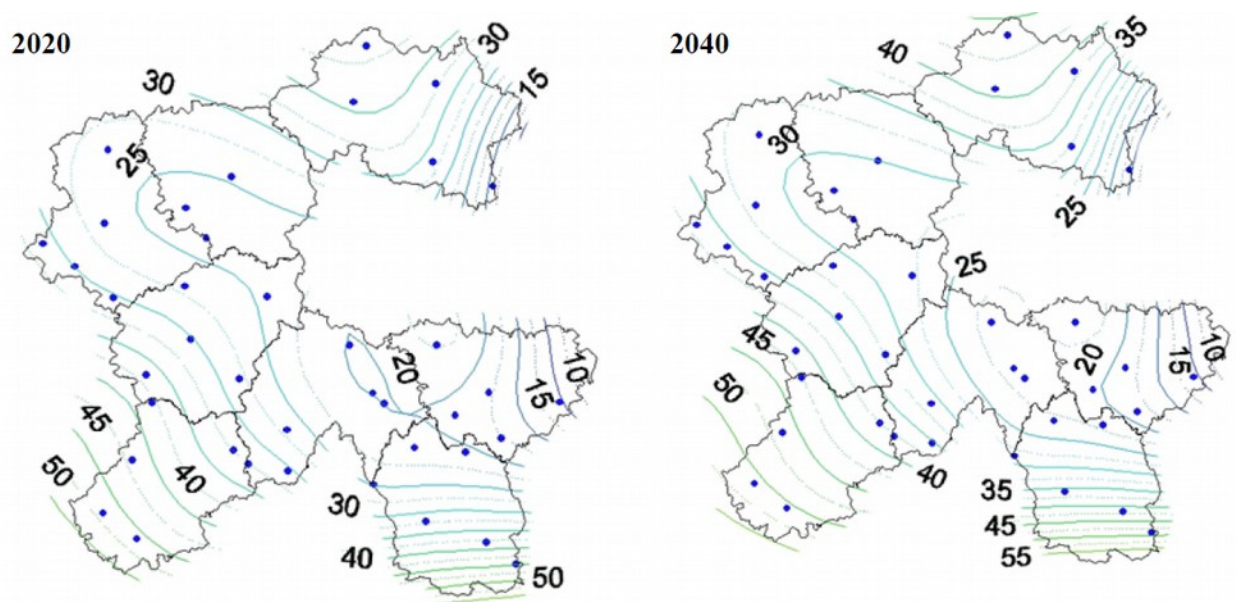


Figure : Courbes représentant le nombre de jour « échaudants » sur céréales et plantes fourragères ( $T_x > 25^\circ\text{C}$ ) en 2020 et 2040, source : projet AP3C-

L'utilisation d'indicateurs agro-climatiques illustre également des points sensibles des cycles cultureux

### Station de Néoux (23)

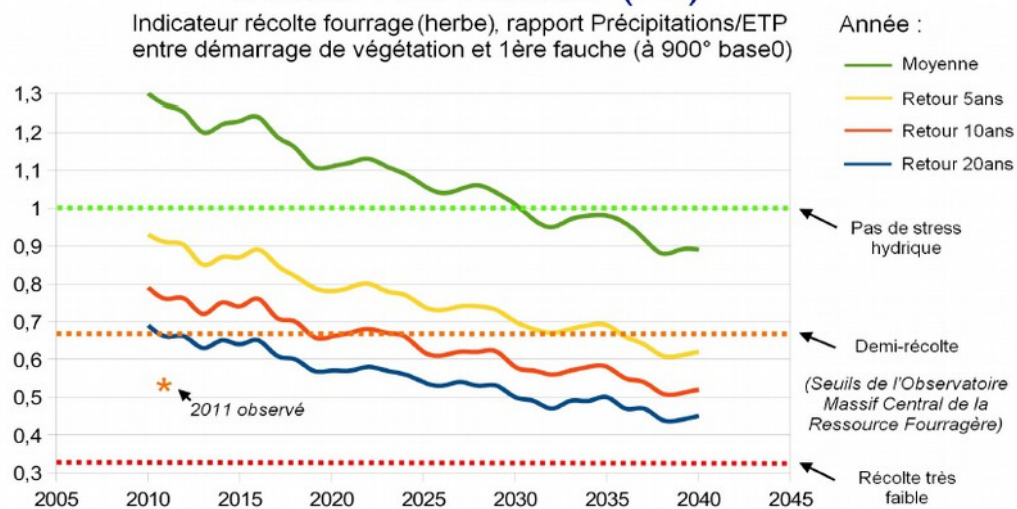


Figure : Indicateur récolte de fourrage à Néoux (Creuse), source : projet AP3C.

Par exemple, la date de mise à l'herbe est en relation avec la date de franchissement d'un seuil de cumul de température. Le graphique ci-dessus nous montre que les épisodes de sécheresse engendrant une demi-récolte en termes de rendement (ligne orange) ont des taux de retour de 20 ans en 2010 (courbe bleu), de 10 ans en 2025 (courbe orange) et de 5 ans en 2040 (courbe jaune). Autrement dit, sans modification des pratiques culturales actuelles, les agriculteurs auront un risque d'avoir une demi-récolte tous les 5 ans dès 2030.

Les effets du changement climatique sur le rendement des cultures sont donc complexes, parfois même antagonistes pour une plante à la fois de type C3 (dont l'activité de photosynthèse augmente avec l'accroissement de la concentration en  $\text{CO}_2$ ) et d'été (donc particulièrement sensible à un stress thermique en période estivale). Quelques résultats semblent se dégager notamment à partir des projets de recherche Climator ou Climfourrel :

- **pour le maïs** : Le positionnement estival de cette plante, le fait qu'elle ne soit pas impactée par une augmentation de la concentration en  $\text{CO}_2$  provoquerait **une diminution du rendement** de l'ordre de

1,5 tonnes/hectare, soit une variation de l'ordre de 10 à 30 % selon le rendement de la parcelle<sup>10</sup>, entre le passé récent (1970 à 1999) et le futur proche (2020 à 2049) ;

- **pour le colza** : Le positionnement de cette plante d'hiver lui permet d'éviter un stress thermique important en fin de cycle. Le colza, plante dite en C3, valorise bien l'accroissement de la concentration en CO<sub>2</sub> par une stimulation de la photosynthèse. **Les rendements auraient ici tendance à augmenter**, de l'ordre de 1 à 1,3 tonnes/hectare entre le passé récent et le futur proche ;
- **pour le tournesol** : Cette plante dite en C3 a une activité photosynthétique qui augmente avec l'accroissement de la concentration en CO<sub>2</sub>. Dans le cas du tournesol, cette stimulation de la photosynthèse est compensée par le fait cette plante d'été est récoltée début août, où elle subit un stress thermique important. **Les rendements évolueraient peu** entre le passé récent et le futur proche .

Ces résultats proviennent de **modèles agroclimatiques** permettant de représenter mathématiquement l'évolution de la croissance du couvert végétal, en fonction du sol et du climat ; ainsi que par des **expérimentations** effectuées sur différents sites géographiques ou en laboratoire pour l'accroissement de la teneur en CO<sub>2</sub>.

### 2.3.2) Effets du changement climatique sur la qualité des cultures et leurs compositions

La **qualité** constitue un paramètre important pour l'agriculteur, notamment afin de répondre à des critères gustatifs susceptibles de satisfaire le consommateur final ou de répondre à des critères de transformation industrielle. La composition du produit, notamment sa teneur en nutriments (glucides, protides, lipides) ou en arômes, constitue l'une des façons d'appréhender la question de la qualité du produit agricole.

Les éléments relevés dans la littérature existante sur les liens entre changement climatique et qualité des cultures concernent beaucoup la **vigne** (voir le projet ACCAF-LACCAVE par exemple<sup>11</sup>). Il est important de noter que la qualité du vin est une question mettant en jeu de multiples paramètres tels que la température, mais aussi le cépage, le sol, le relief, les pratiques culturales et œnologiques, etc. c'est-à-dire tout un ensemble de caractéristiques (plus communément appelées le « terroir ») intervenant dans la typicité du vin. Selon le projet Climator mené par l'Institut National de la recherche agronomique (INRA), et financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), dans le cadre du programme Vulnérabilité, Milieux et Climat (VMC), « l'augmentation de la température aurait des effets négatifs sur les conditions de maturation du raisin et donc sur la qualité, surtout en termes d'arômes et de polyphénols »<sup>12</sup>.

### 2.3.3) Effets du changement climatique sur les besoins en irrigation

L'irrigation joue un rôle important dans certaines cultures. Elle permet notamment aux agriculteurs d'assurer les rendements et la disponibilité de leurs produits, ainsi que de répondre aux exigences de qualité de l'industrie agroalimentaire.

Dans le cadre du projet Climator, une équipe de chercheurs de l'INRA a simulé l'évolution de l'irrigation des cultures, de manière à ce que celle-ci puisse couvrir au moins la moitié des besoins en eau de la plante. Les résultats sont les suivants :

- **les besoins en irrigation des cultures actuellement irriguées devraient augmenter.** L'augmentation serait de l'ordre de 50 mm par an pour le maïs irrigué entre le passé récent et le futur proche (2020-2049). L'augmentation de l'irrigation du blé concernerait uniquement les sols à faible Réserve Utile, c'est-à-dire une faible capacité de stockage en eau qui soit extractible par les racines de la plante. Sur un sol à faible réserve utile (environ 100 mm), les besoins en irrigation augmenteraient de 50 mm par an ?environ entre le passé récent et le futur proche ;

<sup>10</sup> en prenant une parcelle avec un rendement de 5 tonnes/hectare à 10 tonnes/hectare, selon le traitement azoté apporté.

<sup>11</sup> <http://www.inra.fr/Grand-public/Rechauffement-climatique/Toutes-les-actualites/Vigne-et-rechauffement-climatique>

<sup>12</sup> Brisson Nadine, Levraut Frédéric, *Livre vert du projet Climator. Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulation d'impacts sur les principales espèces. 2007-2010*, Ademe éditions, 2010, p. 222

- **de nouveaux besoins pourraient apparaître pour des cultures habituellement peu ou pas du tout irriguées.** Pour des sols à faible réserve utile, il y aurait nécessité de faire appel à l'irrigation pour la vigne et les prairies, afin de limiter les problèmes de déficit hydrique pouvant nuire au rendement ou à la qualité des récoltes<sup>13</sup>.

L'augmentation des besoins en irrigation des cultures actuellement irriguées et l'apparition de nouveaux besoins n'est pas sans poser des difficultés, dans la mesure où elle entre en conflit avec d'autres usages (alimentation en eau potable, production d'électricité d'origine hydro-électrique, etc.).

#### 2.3.4) Effets du changement climatique sur l'élevage

**En productions animales, trois effets majeurs sont attendus en lien avec le changement climatique. D'abord le régime de pousse de l'herbe va être modifié, avec une production plus abondante en automne et au printemps, alors qu'elle sera déficitaire en été. Cette modification impactera d'autant plus fortement les systèmes qu'ils dépendent du pâturage.**

Ensuite, l'emploi d'autres cultures fourragères, et plus particulièrement celui du maïs, peut devenir plus favorable dans certaines zones, mais peut être mis à mal dans d'autres. Les rations alimentaires du bétail s'en trouveront modifiées.

Enfin, la possibilité de réaliser de nouvelles cultures peut amener à modifier la structure des différentes productions.

#### Impacts sur la santé animale

D'après l'étude AfClim menée par le ministère en charge de l'agriculture ou les travaux de l'ADEME en Bourgogne<sup>14</sup>, **les impacts directs et indirects du changement climatique sur la santé animale, ainsi que l'accroissement des décès et des maladies liés au climat**, seront également des facteurs essentiels dans la réduction de la productivité et de la gestion des élevages et certainement dans la localisation de la production. Les risques sanitaires sur le troupeau sont en effet multiples :

- Des surmortalités chez les jeunes animaux pourraient être enregistrées lors d'événements caniculaires, comme ce fut le cas en 2003. Les surmortalités du cheptel bourguignon constatées ont été la conséquence d'un déficit alimentaire et hydrique.
- Problèmes de « coups de soleil » : un rayonnement solaire plus intense provoque des dépilations et des brûlures du cuir, avec comme facteur aggravant la disparition progressive des lieux d'ombrage dans les prairies (haies, arbres isolés...).
- Recrudescence des pneumopathies : cela serait à craindre en cas de changements brusques et fréquents de températures.
- Possible évolution du parasitisme : les effets du changement climatique sont antagonistes. D'un côté les températures estivales plus chaudes risquent de favoriser les parasites, de l'autre la sécheresse constitue un frein très fort à leur survie. De plus, les animaux sont davantage exposés, ils s'alimentent dans les endroits qui restent humides et où pourront survivre les parasites.
- Possible remontée de maladies à vecteurs exotiques : l'émergence de trois maladies infectieuses vectorielles « exotiques » est tout particulièrement à craindre : la fièvre catarrhale qui a déjà touché la France en 2006 et 2007, la fièvre de West Nile qui est une transmissible à l'homme et la fièvre de la Vallée du Rift (également une maladie du bétail). Les conduites d'élevage actuelles (vaccinations systématiques, traitements puissants, génétique...) pourraient accroître la vulnérabilité des troupeaux à de nouvelles maladies. En effet, l'immunité s'acquiert de plus en plus difficilement.

#### Impacts sur les ressources alimentaires

Les effets du changement climatique sur la production fourragère annuelle sont complexes, dans la mesure où des impacts positifs sur la production au printemps et à l'automne peuvent être compensés par des

<sup>13</sup> Brisson Nadine, Levraut Frédéric, *Livre vert du projet Climator. Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulation d'impacts sur les principales espèces. 2007-2010, chapitre consacré à l'irrigation*, Ademe éditions, 2010, pp. 93-104

<sup>14</sup> *Adaptation au changement climatique en Bourgogne, Elevage, fiche thématique, ADEME, Alterre Bourgogne, septembre 2012, 4p.*

impacts négatifs sur le rendement estival :

- l'augmentation de la température et l'accroissement de la concentration en CO<sub>2</sub> conduit à une augmentation de la production fourragère au printemps et à l'automne ;
- la sécheresse estivale tend à accentuer le déficit hydrique et donc à limiter la production fourragère estivale.

Selon les recherches menées dans le cadre du projet Climfourrel développé par l'INRA<sup>15</sup>, les effets du changement climatique sur la production annuelle diffèrent selon le type de région :

- pour les régions de « type Nord », climat tempéré à forte pluviosité estivale (supérieur à 300 mm par an) : l'impact sur la production fourragère annuelle est globalement positif, dans la mesure où le facteur sécheresse semble ici moins prégnant ;
- pour les régions de « type Sud », climat Méditerranéen : l'impact de la sécheresse estivale pèse plus que les impacts positifs sur la production au printemps et à l'automne ;

La carte ci-dessous représente la répartition géographique de ces types de régions, avec une zone de transition Nord/Sud située vers Montélimar. Le changement climatique doit se traduire par une remontée de la limite Nord/Sud. Les régions de type Nord sont ainsi susceptibles de devenir des régions de type Sud. Ce basculement Nord/Sud risque de générer notamment :

- une augmentation de la variabilité inter-annuelle de la production estivale ;
- une tendance évolutive vers une baisse de la production moyenne estivale ;
- une production fourragère plus importante au printemps et à l'automne, sans compenser, à termes, le faible niveau de production estivale.

Sur la région Auvergne-Rhône-Alpes, les effets du changement climatique sur la production fourragère pourraient donc s'avérer **négatifs** pour les territoires de type méditerranéen situés au Sud de Montélimar et pour les territoires susceptibles de basculer vers un climat méditerranéen. Pour les territoires qui continueront à être en climat tempéré, les effets du changement climatique sur la production fourragère semblent **positifs**, avec une augmentation de la production fourragère annuelle moyenne.

### Climat actuel (2009) des stations

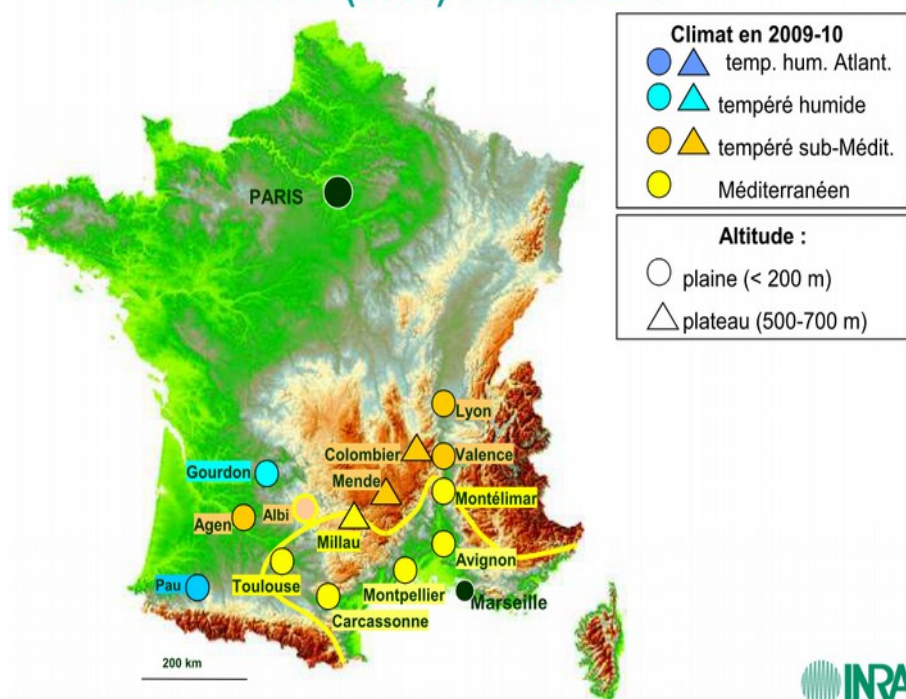


Figure : Répartition géographique des types de régions. Carte extraite de Lelièvre François, Sala Stephan, Volaire Florence, *Climfourrel. Impacts du changement climatique 1950-2009 sur la production fourragère dans le Sud de la France*, 2011, p. 5

La fenêtre temporelle pour réaliser les travaux de fenaïson risque également de se réduire. Cela peut obliger

<sup>15</sup> Lelièvre François, Sala Stephan, Volaire Florence, *Climfourrel. Impacts du changement climatique 1950-2009 sur la production fourragère dans le Sud de la France*, 2011, 38 p.

l'éleveur à réorganiser son calendrier de travail, à acheter du matériel plus performant pour réaliser les travaux en un temps plus restreint.

Des besoins en fourrage moindres l'hiver et séjours plus longs en pâture sont probables si les troupeaux sont rentrés en stabulation de plus en plus tard du fait des automnes plus cléments. Cela représente un gain économique pour les exploitants. En revanche, certains prés pourraient souffrir de surpâturage ou de compactage du sol excessif.

### **Impacts sur la fécondité**

D'après la synthèse de travaux faite par l'ADEME et Alterre Bourgogne<sup>16</sup>, des incertitudes demeurent quant aux impacts du changement climatique sur la fécondité des troupeaux.

- Bovins : la fécondité est favorisée par une herbe de bonne qualité, elle-même favorisée par des temps relativement secs au printemps.
- Ovins : les épisodes pluvieux en août favorisent une repousse d'herbe lors de la mise à la reproduction en septembre. La prolificité augmente de 150 à 180 %. Mais les tendances ne sont pas nettes et l'évolution est difficile à estimer.
- Risque d'avortement en situation de canicule : les carences alimentaires provoquent des avortements chez les animaux ou encore l'absence de retour en chaleur comme cela a pu être constaté lors de la canicule en 2003.

#### *2.3.3) Effets du changement climatique sur les marchés*

Sur le plan économique et l'organisation des filières, le changement climatique peut impacter l'agriculture via le niveau de la demande mondiale et l'évolution des habitudes alimentaires à la fois sur les types de viande et de cultures consommées, le niveau de prix mondiaux qui seront également impactés par les impacts du changement climatiques dans les autres régions productrices du globe, et le niveau d'exposition à la concurrence internationale des productions françaises.

Le ministère de l'agriculture a par exemple récemment étudié les effets du changement climatique<sup>17</sup> sur le potentiel de développement des productions végétales en Russie, Ukraine, Kazakhstan à moyen terme, avec de possibles répercussions sur la ferme France.

## **4. SENSIBILITE ACTUELLE DU SECTEUR AGRICOLE EN REGION AU-VERGNE-RHONE-ALPES**

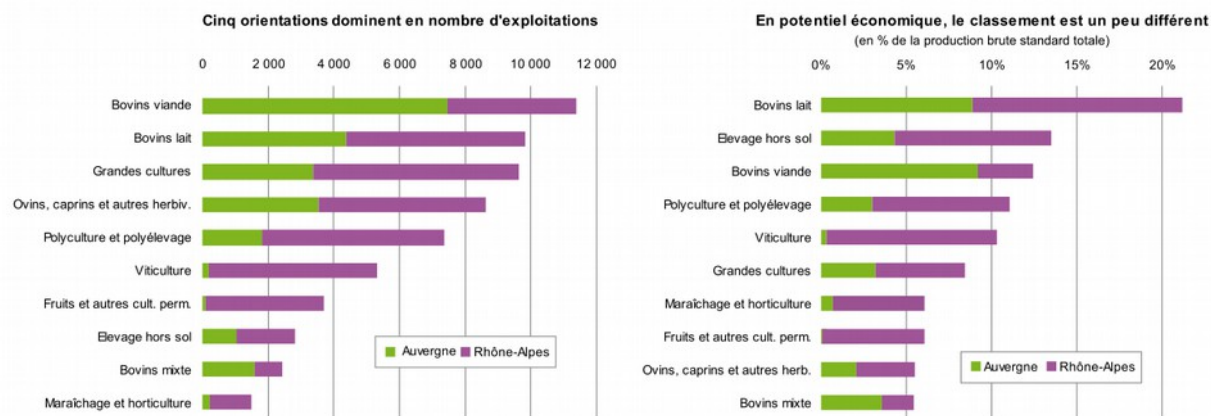
### **4.1) Une diversité agricole importante**

La région Auvergne-Rhône-Alpes est une région présentant une **diversité agricole importante, avec un potentiel économique majoritairement occupé par l'élevage laitier, l'élevage hors sol et bovin viande.**

---

<sup>16</sup> Adaptation au changement climatique en Bourgogne, Elevage, fiche thématique, ADEME, Alterre Bourgogne, septembre 2012, 4p.

<sup>17</sup> Effet du changement climatique sur le potentiel de développement des productions végétales en Russie, Ukraine, Kazakhstan à moyen terme, Dominique Olivier, Sébastien Chazot, Mathilde Chauveau, Clément Balique, Martial Bernoux, 2015, cabinet BRL Ingénierie.



La carte ci-dessous représente la répartition des productions agricoles à l'échelle régionale. Cette production se répartit en fonction de données géo-pédologiques et climatiques.

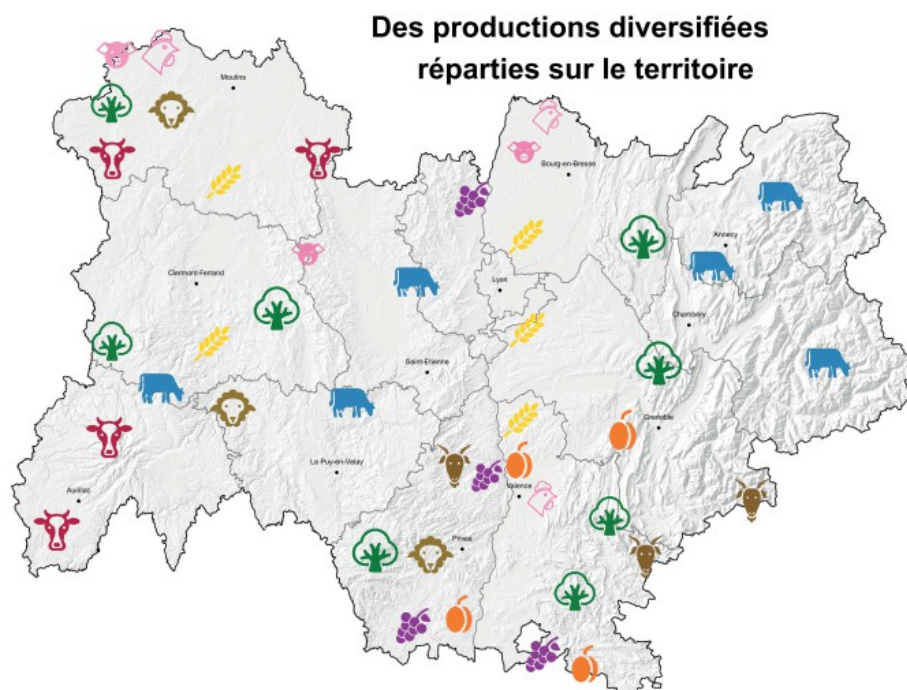


Figure : carte des principales productions agricoles de la région Auvergne-Rhône-Alpes ; source Agreste.

D'après Agreste, en montagne, où 55 % de la surface agricole sont constitués de prairies permanentes, l'activité agricole dominante est l'élevage extensif d'herbivores. Le lait de vache est la première production en valeur, dynamisée par les productions fromagères en AOP du Massif Central et des Savoies. La production de viande bovine mobilise le plus grand nombre d'exploitations, pour l'élevage de races à viande spécialisées (Charolais) et de races rustiques (Aubrac, Salers). L'élevage d'ovins - caprins est pratiqué par de nombreuses exploitations, souvent de petite taille, ou sous forme d'ateliers complémentaires.

Dans les plaines et les vallées, les cultures (céréales, viticulture, arboriculture, maraîchage) côtoient des systèmes mixtes (polyculture-élevage, surtout en Rhône-Alpes) et des élevages hors sol. Les plaines céréalières se situent en Limagne (avec des productions à haute valeur ajoutée sous contrat), dans l'Ain et le Dauphiné. Beaujolais et Côtes du Rhône sont les vignobles les plus connus, complétés par de nombreux terroirs viticoles disséminés. L'arboriculture est concentrée dans la vallée du Rhône (fruits à noyau), présente en Ardèche (châtaigne) et en Isère (noix). Les élevages hors-sol (volailles de ponte, de chair et porcins)

comptent un nombre limité d'exploitations spécialisées, mais leur poids économique est important. Parmi les cultures spécialisées, la lentille verte du Puy en Haute-Loire et la lavande dans la Drôme sont typiques de la région.

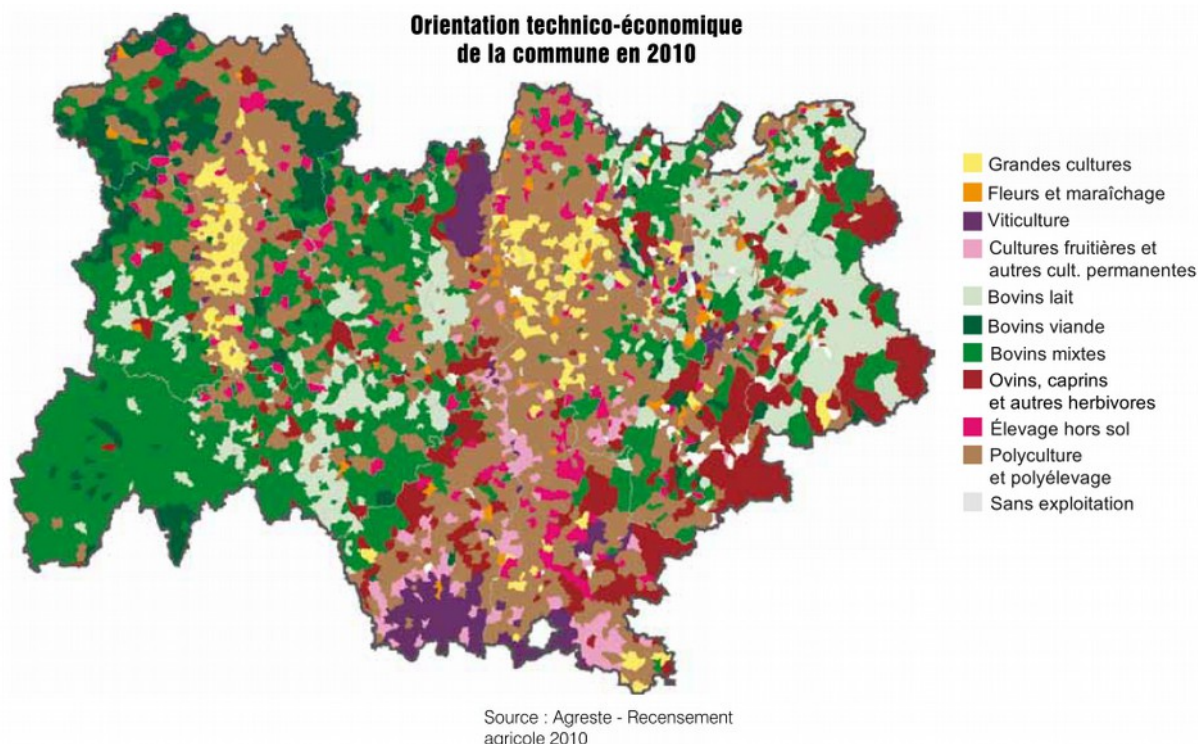


Figure : carte des orientations technico-économiques des communes de la région Auvergne-Rhône-Alpes.

Les exploitations de la région sont pour beaucoup de petite taille, situées en majorité en zones défavorisées, et aux revenus fragiles. Entre 2000 et 2010, le nombre d'exploitations régionales a chuté de 28 %, tandis que la surface moyenne des exploitations progressait de 10 ha. Cette dernière reste cependant inférieure à la moyenne nationale : 46 hectares contre 55. Elle est moindre en Rhône-Alpes (37 ha) qu'en Auvergne (61 ha), ce qui s'explique en partie par l'importance en Rhône-Alpes des cultures permanentes, moins gourmandes en foncier. Mais la dimension économique des exploitations rhônalpines est également plus faible : la proportion de petites exploitations est de 45 % en Rhône-Alpes, contre 39 % en Auvergne.

#### 4.2) Une agriculture de qualité

La région Auvergne-Rhône-Alpes est aussi une région agricole qui a su miser sur la **qualité**. Confrontés à la concurrence de systèmes plus intensifs et à des coûts de production élevés en montagne, les agriculteurs régionaux cherchent à valoriser leurs produits. Cette démarche est plus fréquente en Rhône-Alpes, favorisée par le potentiel local de consommation et la variété des produits. En nombre d'exploitations concernées, hors vin, la région est leader national pour les signes officiels de qualité, deuxième pour l'agriculture biologique et la commercialisation en circuits courts. Sur les 1 000 signes officiels d'identification de la qualité et de l'origine, autres que l'agriculture biologique, gérés par l'INAO, plus de 150 concernent la région. Il s'agit notamment des démarches :

- Appellation d'Origine Protégée (AOP),
- IGP (indication géographique protégée), garantissant l'origine des produits,
- le Label rouge, garantissant un niveau de qualité supérieure des produits.

Les produits sont très variés : fromages, fruits (noix de Grenoble, châtaigne d'Ardèche, etc.), viandes, volailles, vin,... Les AOP fromagères ont une importance et une notoriété particulières : Reblochon, Saint-Nectaire, et toutes les autres, représentent 23 AOP sur les 50 répertoriées en France et près de 40 % des productions fromagères nationales sous AOP. 73 % des vins régionaux sont sous AOP. L'agriculture

biologique engage 5 % des exploitations : leur nombre a doublé en 10 ans. La Drôme est de loin le premier département français pour le bio. Les mentions valorisantes telles que « montagne » ou « fermier » et autres démarches de qualité contribuent également à la valorisation des produits agricoles régionaux. Les circuits courts sont pratiqués par 23 % des exploitations (10 % en Auvergne, 30 % en Rhône-Alpes). Pour plus de 50 % d'entre elles, ils permettent de générer plus de la moitié du chiffre d'affaires.

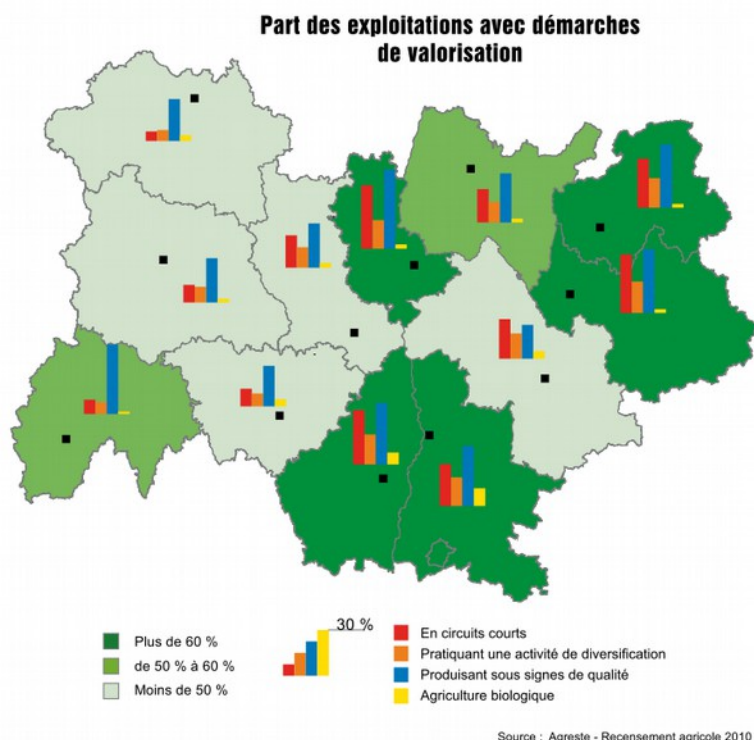


Figure : carte sur la répartition des différentes exploitations sous signe de qualité en région Auvergne-Rhône-Alpes

#### 4.3) Une agriculture pouvant faire appel à l'irrigation, principalement dans le Sud de la Vallée du Rhône, la plaine de l'Ain, la plaine du Forez et la Limagne

Selon les données Agreste, **les surfaces irrigables totalisaient 187 119 hectares en 2010**, soit 6,5 % de la Surface Agricole Utile (SAU) de la région Auvergne-Rhône-Alpes, avec une part plus importante en ex-Rhône-Alpes (près de 10 %, contre de l'ordre de 3 % en Auvergne).

La vallée du Rhône élargie à la basse vallée de l'Isère est la principale zone irriguée de la région. La plaine de l'Ain est le second secteur irrigué, le troisième étant alimenté par la Loire dans la plaine du Forez. La Drôme constitue le département faisant le plus appel à l'irrigation, avec 38 % des surfaces irrigables de la région Rhône-Alpes. La carte ci-dessous, issue d'une exploitation des données Agreste, illustre cette concentration des surfaces irrigables, principalement dans le Sud de la vallée du Rhône, puis dans la plaine de l'Ain et dans la plaine du Forez. Les surfaces irrigables servent principalement à la culture du maïs (grains, semence et fourrages) avec 40 % de la surface irrigable, suivi par les vergers (20%)<sup>18</sup>.

<sup>18</sup> Chambre d'Agriculture Rhône-Alpes, *L'irrigation en Rhône-Alpes. État des lieux et enjeux*, décembre 2010, p. 28

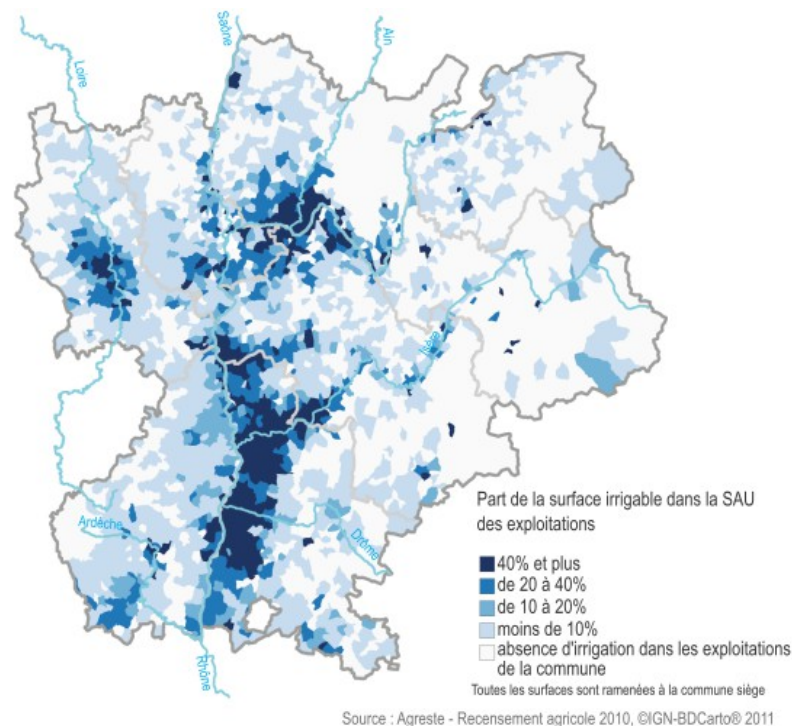


Figure : Répartition géographique des surfaces irrigables dans la région ex-Rhône Alpes. Carte extraite de Agreste Rhône-Alpes, *L'irrigation en Rhône-Alpes. Un besoin persistant, mais des surfaces en baisse*, n° 149, décembre 2012

D'après le rapport du SRCAE Auvergne, la céréaliculture intensive en Limagne est aussi fortement tributaire de l'irrigation. Or, au niveau de cette plaine, l'évapotranspiration dépasse la pluviométrie : le bilan hydrique est donc négatif sur l'année, et la hausse des températures risque de renforcer le problème. Le conflit lié à l'usage de l'eau pourrait s'amplifier. Par conséquent, il existe un risque en ce qui concerne la productivité des grandes cultures en Auvergne.

## 5. CAPACITE D'ADAPTATION

A la lumière des réflexions nationales et régionales actuelles, notamment le projet RICCMAC mené l'ARPE Midi-Pyrénées et RAEE<sup>19</sup> ainsi que des programmes de recherche en cours, le champ des possibilités d'adaptation offertes aux agriculteurs est large.

En fonction des orientations technico-économiques des exploitations, les principales actions identifiées pour l'adaptation au changement climatique de l'agriculture de Auvergne-Rhône-Alpes sont multiples.

- **Les élevages** pourront modifier la gestion du troupeau, en décalant les périodes de pâturage et les cycles de reproduction. La gestion des stocks fourragers tout comme la composition de la ration alimentaire pourraient aussi être adaptées en conséquence.

Le projet Climfourel (2010) a notamment permis d'identifier quelques pistes suivant une logique de réduction de la sensibilité des élevages aux aléas climatiques :

- Sécuriser un approvisionnement régulier en fourrages conservés (contrats)
- Prévoir de nouvelles ressources pour passer l'été (faire des stocks, mobilité des troupeaux, sylvopastoralisme) et être en surcapacités (stocks d'avance, surfaces tampons...) pour faire des reports d'une année sur l'autre
- Prévoir des sécurités (cultures à double-fin, équilibre stock/pâturage, gestion du pâturage, capacité adaptative des animaux...) lorsque des marges de manœuvre existent

- Valoriser au mieux le printemps (mise à l'herbe plus précoce et plus flexible, fertilisation)
- Revoir l'organisation du système d'alimentation, voire du système d'élevage (produits, période de production)

Les travaux de l'UREP de l'INRA Auvergne Rhône-Alpes préconisent plusieurs recommandations en faveur de pratiques d'adaptation de la gestion de la prairie :

- **Cultures fourragères**
  - Privilégier des cultures fourragères résistantes à la sécheresse et économes en eau (ex. substituer le sorgho fourrager au maïs fourrager et le dactyle au ray-grass anglais)
  - Mieux utiliser les légumineuses (valoriser le potentiel de production qui sera accru grâce à l'augmentation du CO2 atmosphérique et au réchauffement)
- **Valoriser le potentiel des végétations natives**
  - Favoriser des prairies permanentes à biodiversité élevées
  - Valoriser la complémentarité des surfaces (phénologie, temporalité)
  - Favoriser les animaux à plus faible besoin à même de mieux valoriser les ressources (réserve corporelle, choix)

Les travaux réalisés en 2012 par la Direction Régionale de l'ADEME Bourgogne et Alterre Bourgogne ont également permis d'identifier plusieurs pistes d'adaptation :

- **Assurer la disponibilité des ressources alimentaires**
  - Changer les espèces fourragères actuelles
  - Améliorer la corrélation entre les besoins des troupeaux et l'offre fourragère
  - Assurer l'alimentation en eau des troupeaux (eau pluie)
  - Être prévoyant et ne pas sous-estimer les besoins en stocks fourragers
  - Rechercher l'autonomie alimentaire
- **Prévenir les risques sur la santé des animaux**
  - Adaptation des animaux (espèces)
  - Recréer/sauvegarder des espaces ombragés
  - Amélioration de la régulation de la température dans les bâtiments,
  - Surveiller et informer
  - Anticiper les conséquences économiques
- **Les exploitations en polyculture-élevage** pourront être amené à revoir le poids relatif des ateliers cultures et élevage dans leur système de production, pour maintenir la compétitivité.
- **Les exploitations en grandes cultures** seront probablement amenés à modifier leur conduite des cultures, en décalant par exemple les cycles culturaux pour les cultures annuelles, pour éviter des stress hydriques ou pour tirer parti des moindres risques de gelée, adapter les techniques de travail du sol pour réduire l'évaporation et maintenir l'humidité des sols, modifier l'usage de l'eau voire, plus radicalement, les productions constitueront des voies possibles.  
Plusieurs pistes d'adaptation sont identifiées :
  - Optimisation de l'alimentation hydrique des cultures, notamment des cultures spéciales et fourragères,
  - Réseau de veille sanitaire sur les nouvelles maladies et ravageurs des cultures,
  - Accentuation des efforts de recherche et développement sur cette question<sup>20</sup>,
  - Agroforesterie, diversification,
  - Agrandissement des unités de production, produire plus de luzerne, reconquête des sous-bois pâturables,
  - Stratégie d'optimisation de la production sur les surfaces mécanisables, changement d'espèces et évolution de pratiques,
  - Irrigation : stockage hivernal pour déporter les prélèvements hors période de déficitaire,

# ANNEXE 1 : Exemples d'indicateurs suivis par l'Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique (ORACLE) en Poitou-Charentes

Edition 2014 : liste des fiches

## 1 CHANGEMENT CLIMATIQUE

Température moyenne annuelle  
Nombre de jours de gel par an  
Nombre de jours estivaux par an  
Cumul annuel des précipitations  
Cumul saisonnier des précipitations  
Cumul annuel d'évapotranspiration potentielle (ETP)

## 2 AGRO CLIMAT

Faisabilité du tournesol en dérobé  
Nombre de jours échaudants au printemps  
Déficit hydrique climatique (pluies – ETP) estival  
Nombre de jours de gel du 1<sup>er</sup> Mars au 30 Avril  
Date de reprise de végétation de la prairie. Date de mise à l'herbe  
Pluies efficaces (= infiltration + ruissellement)

## 3 IMPACTS AGRICOLES

Date de récolte du blé tendre d'hiver **Nouveau 2014**  
Rendement en blé tendre d'hiver  
Date de récolte du maïs grain **Nouveau 2014**  
Contenu en eau des sols  
Recharge hivernale des aquifères  
Date de début des vendanges

## 4 ADAPTATIONS

Date de semis de blé tendre d'hiver **Nouveau 2014**  
Choix des précocités de blé tendre d'hiver  
Date de semis de maïs **Nouveau 2014**

## 5 ATTENUATIONS

Livraisons régionales d'engrais azotés **Nouveau 2014**  
Surface en légumineuses à graines en grande culture **Nouveau 2014**  
Nombre de tracteurs passés au banc d'essai **Nouveau 2014**  
Production d'énergie renouvelable par l'agriculture **Nouveau 2014**

Voir le détail de la définition et des résultats des indicateurs ici :

État des lieux sur le changement climatique et ses incidences agricoles en région Poitou-Charentes – Edition 2014, Oracle Poitou-Charentes, 2014, 100p.

[http://www.poitou-charentes.chambagri.fr/fileadmin/publication/CRA/15\\_Innovation/Chgt\\_climatique\\_pub/ORACLE\\_PC\\_-\\_Ed\\_2014.pdf](http://www.poitou-charentes.chambagri.fr/fileadmin/publication/CRA/15_Innovation/Chgt_climatique_pub/ORACLE_PC_-_Ed_2014.pdf)

## ANNEXE 2 : Indicateurs suivis par l'ORECC pour l'agriculture

### Gel pour l'abricotier

[Mise à jour 2015 - Télécharger la fiche sur le gel des abricotiers \(PDF - 6 pages - 2074 Ko\)](#)

#### *Résultats observés*

- **Grande variabilité inter-annuelle des indicateurs suivis pour toutes les stations observées**
- **Diminution du nombre de jours gélifs par an pour la station de Montélimar, consécutivement à une augmentation des températures hivernales et printanières**
- **Avancée des dates des derniers jours gélifs et une augmentation des années sans jours gélifs pour le stade des boutons, pour la station de Montélimar**

#### *A partir de 3 indicateurs*

- **Nombre annuel de jours de gel pour l'abricotier** : caractérise le risque de gel des arbres à différents stades phénologiques. Il permet d'observer l'évolution des conditions climatiques susceptibles d'affecter les abricotiers, selon différents stades phénologiques : boutons floraux, floraison, chute des pétales, nouaison et petits fruits.
- **Date du dernier jour gélif** : permet de suivre l'évolution des périodes où des gelées peuvent survenir, susceptibles d'impacter le développement des arbres.
- **Cumul des degrés jours à la date de la dernière gelée** : permet de lier le risque gel climatique à la réalité des stades phénologiques observés pour l'abricotier, en caractérisant ces stades par la quantité d'énergie nécessaire à leur apparition. On observe donc l'existence de gelées postérieures à la date d'apparition des différents stades phénologiques et susceptibles d'affecter le développement des arbres à ce stade.

Ces indicateurs, permettant de faire le lien entre l'évolution du nombre annuel de jours de gel et l'évolution des dates d'apparition des stades phénologiques, visent à approcher le risque gel. En effet, par manque de données concernant la temporalité annuelle réelle d'apparition des différents stades phénologiques, il n'est pas possible actuellement de suivre la coexistence effective des jours de gel et des stades phénologiques.

Ils sont observés sur les **3 mêmes stations d'Ardèche et de la Drôme**, proches des zones de production des abricots, sur la période 1974-2015, à partir de données fournies par MétéoFrance et le CITFL.

#### *Les travaux de l'ORECC*

Les observations menées par l'ORECC, quant aux impacts du changement climatique sur l'évolution du risque gel pour l'abricotier, ne montrent pas d'évolution visible des nombres de jours gélifs, des dates d'apparition de ces gelées et de l'avancement de la végétation dans ces périodes gélives, pour les stations d'Annonay et d'Aubenas.

Pour la station de Montélimar, le suivi de ces indicateurs permet de constater une diminution du nombre annuel de jours gélifs pour chacun des stades phénologiques observés, allant de 5 à 7,5 jours entre les deux périodes trentenaires d'observation.

Pour cette station, on observe aussi une légère avancée de la date des derniers jours gélifs et une augmentation depuis les années 80 des années sans jours gélifs pour le stade des boutons.

## Bilan hydrique

[Mise à jour 2015 - Télécharger la fiche sur le bilan hydrique \(PDF - 13 pages- 1445 Ko\)](#)

### *Résultats observés*

- Une augmentation visible des déficits hydriques, surtout printaniers et sur la saison de végétation
- Une augmentation de l'évapotranspiration, liée aux augmentations de températures
- Une influence moins marquée de l'évolution des températures sur les bilans hydriques

### *A partir de 3 indicateurs d'état*

- **Bilan hydrique**

Cet indicateur correspond à la différence entre les précipitations reçues par la végétation et l'eau évacuée par évapotranspiration. Son observation vise à suivre l'évolution de l'amplitude des déficits hydriques et de la durée des périodes déficitaires. Il est observé sur 8 stations de Rhône-Alpes réparties sur chaque département, entre 1971 et 2013. Il est observé sur les périodes printemps, été et saison de végétation.

- **Evapotranspiration**

Cet indicateur permet d'expliquer les évolutions du bilan hydrique. Il est lié aux évolutions des températures. Il est observé sur la saison de végétation.

- **Précipitations**

Cet indicateur permet d'expliquer les évolutions du bilan hydrique. Il est observé sur la saison de végétation.

### *Les travaux de l'ORECC*

Les observations menées par l'ORECC, quant aux impacts du changement climatique sur l'évolution des bilans hydriques mettent en évidence une augmentation des déficits hydriques, notamment à partir des années 90. Ces évolutions sont liées en particulier à une augmentation de l'évaporation, elle-même en lien avec une augmentation des températures.

## Phénologie de la vigne

[Mise à jour 2015 - Télécharger la fiche sur la phénologie de la vigne \(PDF - 3 pages - 509 Ko\)](#)

### Résultats observés

- En Beaujolais on constate une avancée en précocité de la floraison, la véraison et des vendanges pour la vigne.

#### *A partir de 2 indicateurs d'état*

- Températures moyennes de Mars à Juillet
- Evolution de la phénologie de la vigne

Le suivi de ces indicateurs permet d'observer le décalage dans le temps de différents stades de développement des vignes et son lien avec les évolutions de température. Son évolution est observée à partir des données du réseau de parcelles de référence du Beaujolais (Institut de la Vigne), depuis 1971 jusqu'à 2015.

Plus précisément on suit l'évolution des dates d'apparition des stades phénologiques :

- débourrement ;
- début de la floraison ;
- début de la floraison ;
- ban des vendanges.

## Phénologie des prairies

Fiche en cours d'actualisation

### Résultats observés

- Une augmentation des températures moyennes annuelles est constatée sur l'ensemble des stations observées
- Une avancée des dates de dépassement des seuils de cumul de températures est observée pour les 8 stations analysées
- Pour 7 stations observées, cette avancée en date correspond à une avancée des dates d'apparition possible des épis de 5 cm, 10 cm de l'épiaison et de la floraison pour les prairies

#### *A partir de 4 indicateurs d'état*

- Evolution des dates d'apparition de certains stades phénologiques pour les prairies
- Evolution des écarts à la moyenne 1981-2010, des dates d'apparition de certains stades phénologiques pour les prairies
- Evolution de la date moyenne de dépassement des seuils de cumuls de températures
- Evolution de la durée entre les stades épis de 5 cm et floraison

Le suivi de l'évolution de ces indicateurs vise à apprécier l'impact du changement climatique sur le démarrage de la végétation et sa vitesse de croissance.

L'apparition des stades phénologiques est appréciée à partir du cumul de températures.

Le cumul des températures moyennes journalières caractérise la quantité d'énergie reçue par les plantes à une date donnée. Cette quantité influence le rythme de développement des plantes :

- elle doit être suffisante et dépasser un certain seuil pour que la végétation reprenne
- elle doit être suffisante et dépasser certains seuils pour que les plantes atteignent différents stades

phénologiques

L'évolution de l'indicateur est observée depuis 1951, pour 8 stations de Rhône-Alpes, situées chacune dans un département différent, proches des zones de prairies et disposant de données pour lesquelles les distorsions d'origine non climatiques sont considérées comme minimales par rapport aux évolutions climatiques.

La fiche jointe présente les courbes d'évolutions de ces indicateurs.

## BIBLIOGRAPHIE

Changement climatique, Coûts des impacts et pistes d'adaptation, Rapport au Premier ministre et au Parlement – 2009

Engagement du volet adaptation au changement climatique du SRCAE - Etat de la connaissance en Rhône-Alpes - Asconit Consultants - Enviroconsult – Nov 2010.

Etat de la connaissance sur l'adaptation au changement climatique en Rhône-Alpes - Préparation du SRCAE - Fiche 8 : Tourisme-Asconit Consultants – Enviroconsult – 2010

Intervention de Marc LUTZ, responsable du service biodiversité et gestion de l'espace du PNR des Monts d'Ardèche dans le cadre du Groupe de réflexion et d'action sur l'adaptation au changement climatique - juin 2013

Plan Adaptation Climat - Fiches des 202 recommandations de la concertation nationale – MEEDDM - Juin 2010

Plan national d'adaptation au changement climatique, Rapport des groupes de travail de la concertation nationale – ONERC - Juin 2010

Portrait régional commenté Auvergne-Rhône-Alpes, DREAL Auvergne-Rhône-Alpes, Novembre 2016, 54p.

[http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2016-portraitregionalcommente\\_bassedef.pdf](http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2016-portraitregionalcommente_bassedef.pdf)

RICCMAC – Projet de Réseau d'Information Changement Climatique Massif Central – Synthèse – État des lieux de la connaissance des impacts du changement climatique et des pratiques d'adaptation dans le Massif central et proposition d'un réseau d'information, ARPE Midi-Pyrénées, Rhône-AlpEnergie-Environnement, novembre 2015, 56p.

[http://www.raee.org/fileadmin/user\\_upload/mediatheque/raee/Documents/Publications/2015/RapportFinal-RICCMAC.pdf](http://www.raee.org/fileadmin/user_upload/mediatheque/raee/Documents/Publications/2015/RapportFinal-RICCMAC.pdf)

Travaux préparatoires au SRCAE de Rhône-Alpes – RAEE - 2009, Étude prospective des effets du changement climatique dans le Grand Sud-Est (phase 2), MEDCIE, août 2010

### Sur le climat :

Étude du changement climatique pour le SRCAE Rhône-Alpes, Météo France Centre-Est, 2011, 73 p.

Schéma régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie de l'Auvergne, Juin 2012, rapport, 131 p.

Sites de Météo France : [www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd](http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd)

### Sur l'eau :

Quelles incidences des hypothèses de changement climatique à prendre en compte dans la révision du SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée ?, CEMAGREF Lyon, 70 p.

### Sur l'agriculture :

Adaptation au changement climatique en Bourgogne, Élevage, fiche thématique, ADEME, Alterre Bourgogne, septembre 2012, 4p.

Agriculture, forêt, climat, vers des stratégies d'adaptation (AFCLim) – Vert J., Schaller N., Villien C. (coord.), 2013.

<http://agriculture.gouv.fr/telecharger/54567?token=1923b22f9b4b2aa312d7256ca7d151fb>

Changement climatique, prairies et systèmes fourragers (I) Revue de l'Association Française pour la Production Fourragère. Juin 2013, n° 214.

Changement climatique, prairies et systèmes fourragers (II) Revue de l'Association Française pour la Production Fourragère. Juin 2013, n° 215.

Effet du changement climatique sur le potentiel de développement des productions végétales en Russie, Ukraine, Kazakhstan à moyen terme, Dominique Olivier, Sébastien Chazot, Mathilde Chauveau, Clément Balique, Martial Bernoux, 2015, cabinet BRL Ingénierie.  
<http://agriculture.gouv.fr/etude-de-leffet-du-changement-climatique-sur-le-potentiel-de-developpement-des-productions-vegetales>

État des lieux sur le changement climatique et ses incidences agricoles en région Poitou-Charentes – Édition 2014, Oracle Poitou-Charentes, 2014, 100p.  
[http://www.poitou-charentes.chambagri.fr/fileadmin/publication/CRA/15\\_Innovation/Chgt\\_climatique\\_pub/ORACLE\\_PC\\_-\\_Ed\\_2014.pdf](http://www.poitou-charentes.chambagri.fr/fileadmin/publication/CRA/15_Innovation/Chgt_climatique_pub/ORACLE_PC_-_Ed_2014.pdf)

Étude des effets du changement climatique sur le grand Sud-Est, Partie III : fiches sectorielles d'impacts, Altern Consult, Ecofys, MEDCIE, mai 2008, 149 p.

Fiches indicateur - agriculture, ORECC, 2017  
<http://orecc.rhonealpes.fr/fr/donnees-territoriales/indicateurs.html>

Guide d'accompagnement des territoires pour l'analyse de leur vulnérabilité socio-économique au changement climatique, CGDD, février 2011, 42 p.

Impacts des changements climatiques et atmosphériques sur la prairie et sa production, Soussana Jean-François, in Fourrages, n°169, pp. 3-24, 2002

L'agriculture, l'agroalimentaire, la forêt, l'enseignement agricole en Auvergne Rhône-Alpes, Agreste, 2016, 8p.

L'irrigation en Rhône-Alpes. État des lieux et enjeux, Chambre d'Agriculture Rhône-Alpes, décembre 2010, 125 p.

Livre vert du projet Climator. Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulation d'impacts sur les principales espèces, Brisson Nadine, Levraut Frédéric, 2007-2010, Ademe éditions, 2010, 334 p.

Projet AP3C- Adaptations des Pratiques Culturelles au Changement Climatique – Synthèse des résultats climatiques thermiques, SIDAM, Décembre 2016, 8p.

Météorologie et climatologie, cours de licence professionnelle Agriculture, durabilité et nouvelles technologies, Partie 3. Météorologie et climatologie agricole, Camberlin Pierre, Centre de Recherches en Climatologie, 125 p.

Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau ; Expertise scientifique collective. Synthèse du rapport d'expertise réalisé par l'INRA à la demande du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, INRA, octobre 2006, 73 p.

Recommandations pour une démarche d'observation en région sur le changement climatique et l'agriculture ORACLE, Levraut Frédéric, Chambre régionale d'agriculture de Poitou-Charentes, 27 juin 2012, 48 p.

Regards croisés sur l'agriculture et le changement climatique, Nathalie de Noblet, Frédéric Levraut, Alexandre Meybeck, Notes et études socioéconomiques n°38, CEP MAAF, juin 2014, 30p.

Rhône-Alpes. Approche de la vulnérabilité aux changements climatiques. L'agriculture, CETE de Lyon, Michel Legrand, avril 2011, 36 p.

Travaux de l'Unité de Recherche sur l'écosystème Prairial de l'INRA  
<https://www1.clermont.inra.fr/urep/>

Travaux de l'Unité de service AgroClim  
<https://www6.paca.inra.fr/agroclim>