

# Vulnérabilité des secteurs agricole et viticole face au changement climatique en Alsace

Synthèse de l'état des lieux de connaissances

**Julia TIMINA, Stagiaire Université de Strasbourg**  
**Michaël BERTIN, maître de stage, DREAL Alsace**

## Sommaire

### Introduction

1. Projet CLIMATOR : principale référence dans le domaine de l'agriculture face au changement climatique
  - 1.1. Description du projet : méthodes et objectifs
  - 1.2. Principaux impacts identifiés sur l'évolution de différentes cultures en France
    - 1.2.1. Impacts attendus suite à la hausse des températures
    - 1.2.2. Impacts attendus suite à la baisse des apports en eau de pluie
    - 1.2.3. Impacts attendus suite à la hausse de la concentration en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère
    - 1.2.4. Impacts de la pollution par l'ozone sur les cultures
    - 1.2.5. Impacts attendus sur le quart Nord-est et notamment sur la région d'Alsace
  - 1.3. Des conséquences positives et négatives pour les cultures
2. Les résultats régionalisés du projet CLIMATOR : vulnérabilité des différentes cultures de la plaine d'Alsace étudiées à travers le site de Colmar
  - 2.1. Blé
  - 2.2. Maïs
  - 2.3. Colza
  - 2.4. Prairie
3. La vigne – un enjeu de taille pour l'Alsace : quel avenir pour les vignobles alsaciens au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle ?
  - 3.1. Constats du réchauffement climatique sur les vignes
    - 3.1.1. Quels facteurs climatiques jouent sur le rendement des vignobles ?
    - 3.1.2. Constat majeur : une avancée des stades phénologiques des vignes au cours du XX<sup>ème</sup> siècle : influence de la température
  - 3.2. Impacts attendus du changement climatique sur les vignes
    - 3.2.1. Richesse viticole de la région Alsace
    - 3.2.2. Changement du calendrier viticole
    - 3.2.3. Impacts sur la quantité produite
    - 3.2.4. Impacts sur le terroir viticole

### Conclusion

## Introduction

La population mondiale ne cesse pas de croître et atteint en 2009 près de 7 milliards d'habitants. On prévoit en compter environ 9 milliards en 2050 selon le rapport des Nations Unies sur les « Projections démographiques mondiales 1950-2050 ». D'après l'INSEE, la population française atteint 65 millions d'habitant en 2010 et connaît des bilans avec solde positif depuis plusieurs années. Les projections démographiques publiées dans *Economie et Statistique* en 2007, suggèrent une croissance progressive jusqu'à atteindre 70 millions d'ici 2050 (L. TOULEMON, 2007).

La première fonction du secteur de l'agriculture est de fournir les denrées alimentaires à la population. Or, l'agriculture est en même temps, le secteur d'activité le plus dépendant du climat. Afin de pouvoir subvenir aux besoins alimentaires d'une population en croissance continue, le secteur agricole doit attribuer un grand intérêt à la prévision des impacts potentiels du changement climatique afin d'anticiper leur réponse mais également de prévenir des impacts négatifs à travers des mesures d'adaptation, à moyen et long termes.

Dans la région Alsace, avec une population de 1 837 500 habitants (2008), des exploitations agricoles couvrent 40% de l'ensemble du territoire régional. Près de 30% du territoire alsacien est occupé par des grandes cultures, environ 38% par les forêts et bois et 1.9% sont exploités par le vignoble<sup>1</sup> (voir annexe 1). Ce secteur d'activité concentre plus de 17 000 actifs dont 2 315 salariés permanents et plus de 7 500 chefs d'exploitation et coexploitants (2007) (voir annexe 2).

Il est à noter que les différentes cultures, qu'elles soient annuelles ou pérennes, devront s'accommoder du changement climatique par des moyens différents en fonction de leur propre mécanisme d'adaptation. Pour les cultures annuelles, les possibilités de migrer, d'introduire des nouvelles variétés ou de changer de pratiques culturales, permettront de s'adapter aux nouvelles conditions climatiques. Les cultures pérennes, étant des écosystèmes d'une longévité importante, ont une faible capacité d'adaptation au changement de leur environnement habituel les rendant plus vulnérables<sup>2</sup> (E. CLOPPET, 2004).

Dans le domaine d'acquisition des connaissances scientifiques sur les interactions entre les effets du changement climatique et l'agriculture, la première référence dans la matière est attribuée au projet CLIMATOR, financé par l'ANR<sup>3</sup> et en partenariat avec l'INRA<sup>4</sup> et l'ADEME<sup>5</sup>. Des spécialistes en agrométéorologie de Météo France s'intéressent également à la question de l'impact du climat futur sur la production agricole à travers leurs publications et participations aux différents programmes de recherches (Cas Dar, ACTA<sup>6</sup>).

Pour l'ensemble des activités du secteur agricole, la distribution des OTEX<sup>7</sup> (voir annexe 3) suggère une part prédominante des exploitations spécialisées en grandes cultures et viticulture. De ce fait, ce rapport s'intéressera plus particulièrement à ces deux branches.

---

<sup>1</sup> Source : Agreste Alsace - Mémento 2010

<sup>2</sup> Capacité du végétal à adapter sa phénologie (cf. 1.2.1. a)) aux nouvelles conditions (E. CLOPPET, 2004)

<sup>3</sup> Agence National de Recherche

<sup>4</sup> Institut National de la Recherche Agronomique

<sup>5</sup> Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

<sup>6</sup> Réseau des instituts des filières animales et végétales

<sup>7</sup> Orientation technico-économique des exploitations

# 1. Projet CLIMATOR : étude principale dans le domaine de l'agriculture face au changement climatique

## 1.1. Description du projet : méthodes et objectifs

Le projet de recherche CLIMATOR, programmé sur trois ans, de 2007 à 2010, a réuni dix-sept équipes de scientifiques travaillant dans des disciplines différentes comme la climatologie, l'agronomie, l'écophysiologie, la pédologie et la bioclimatologie. Ce projet avait pour but de fournir des résultats concernant l'impact attendu du changement climatique sur différentes cultures (systèmes annuels de monoculture et rotations de blé, tournesol, maïs, sorgho et colza) et à divers niveaux d'intrants (sec/irrigué, conventionnel/biologique) ainsi que sur des systèmes pérennes tels que les prairies, les vignes et les forêts.

Le territoire national est représenté par treize sites relatifs aux différents climats français. Il est à noter que la région Alsace est étudiée à travers le site de Colmar. Or, la situation géographique de la zone colmarienne est influencée par le caractère très spécifique de son microclimat sec grâce à l'effet de Foehn. Néanmoins, le site de Colmar a été choisi en tant que représentatif de la région Alsacienne pour le projet CLIMATOR.

En ce qui concerne la méthode du travail de recherche, la synthèse du projet souligne qu'il s'agit d'un exercice de modélisation dans un but prospectif et non pas prévisionnel. Les résultats de cette expérience sont des aboutissements du couplage entre le modèle climatique régional ARPEGE et les modèles agronomiques. L'utilisation de différentes méthodes de régionalisation (quatre au total dont la QQ<sup>8</sup>, la TT<sup>9</sup>) permettent « la descente d'échelle » afin d'avoir une meilleure représentation de projections d'évolution du climat. Les résultats finaux de la modélisation concerne d'une part, la production (rendement, date de récolte, besoins d'intrants etc.) et, d'autre part, l'environnement (restitution d'eau aux aquifères, accumulation de la matière organique et par conséquent le captage de CO<sub>2</sub> etc.). Parmi les scénarios du GIEC les plus souvent étudiés par d'autres études, le projet CLIMATOR a retenu le scénario A1B pour produire un ensemble des projections des conditions climatiques pour deux périodes de 30 ans : le futur proche (2020 – 2049) et le futur lointain (2070 – 2099). La période de référence, appelée également « le passé récent », correspond à une autre période de 30 ans, de 1970 à 1999.

## 1.2. Principaux impacts identifiés sur l'évolution de différentes cultures en France

### 1.2.1. Impacts attendus suite à la hausse des températures

La modélisation du futur climat en France réalisée par Météo France pour la DATAR, met en évidence l'augmentation des températures, minimales et maximales, et pour toutes les

---

<sup>8</sup> Méthode de régionalisation « quantile-quantile » : c'est une généralisation de la méthode de correction de biais. Une fonction de correction empirique est appliquée aux sorties du modèle pour projeter un climat futur.

<sup>9</sup> Méthode de régionalisation « type de temps » : le climat futur est constitué à partir de la chronologie des types de temps du modèle climatique, et d'un tirage de situations analogues dans les observations (Actes de colloque de CLIMATOR)

saisons. Elles varient selon les scénarios du GIEC, A2 (« pessimiste »), B1 (« optimiste ») et A1B (« médian »), ainsi qu'en fonction de la région.

Au niveau national, selon les trois scénarios, la hausse serait de l'ordre de 1.5°C environ pour la température moyenne annuelle à l'horizon 2030 (voir illustration 1). Une augmentation plus prononcée est attendue à l'horizon 2050 pour les scénarios A2 et A1B, entre 2°C et 2.5°C (voir illustration 2). Et enfin, à l'horizon 2080, la température moyenne annuelle gagnerait entre 3°C et 3.5°C selon le scénario A1B et entre 3°C et 4.5°C selon le scénario A2. Les projections du scénario B1 suggèrent un réchauffement moins important à l'horizon 2080 qui serait de l'ordre de 2°C environ sur le territoire national (voir illustration 3).

Illustration 1 : projections des écarts de la température moyenne annuelle selon les scénarios **A1B** (a), **A2** (b) et **B1** (c) à l'horizon **2030** (source : Météo France pour la DATAR)

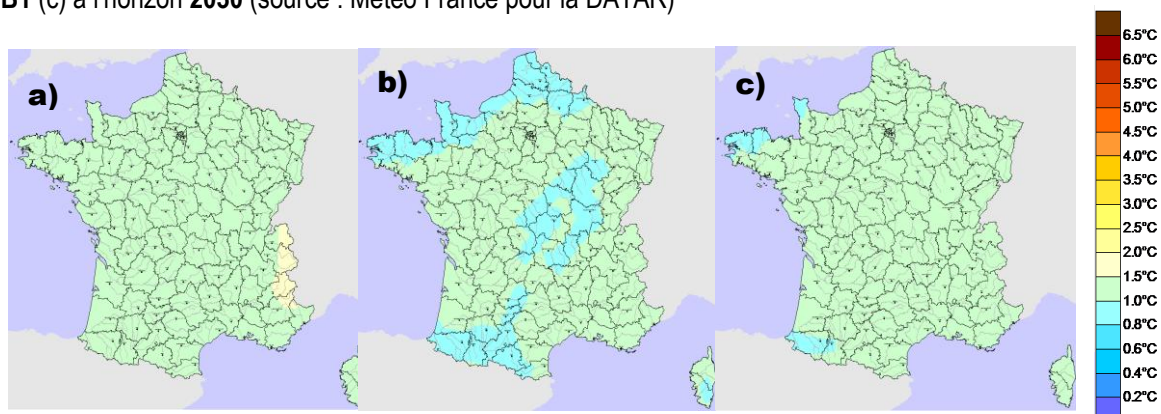


Illustration 2 : projections des écarts de la température moyenne annuelle selon les scénarios **A1B** (a), **A2** (b) et **B1** (c) à l'horizon **2050** (source : Météo France pour la DATAR)

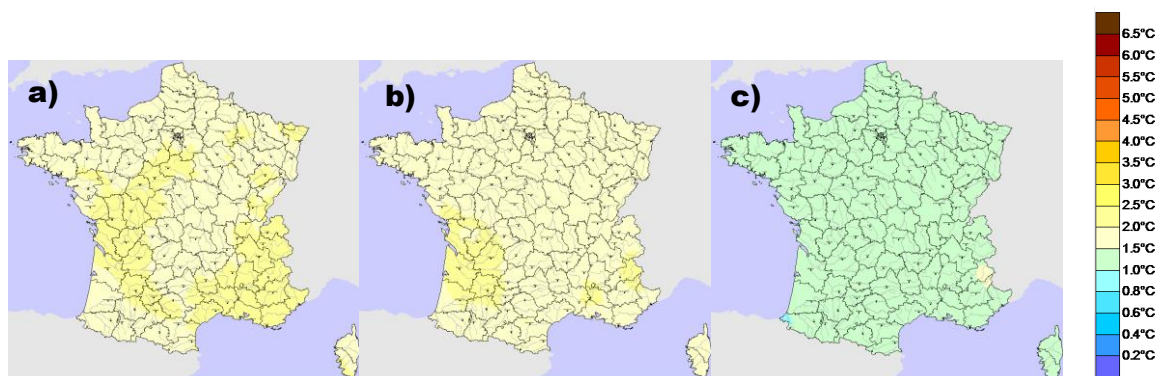
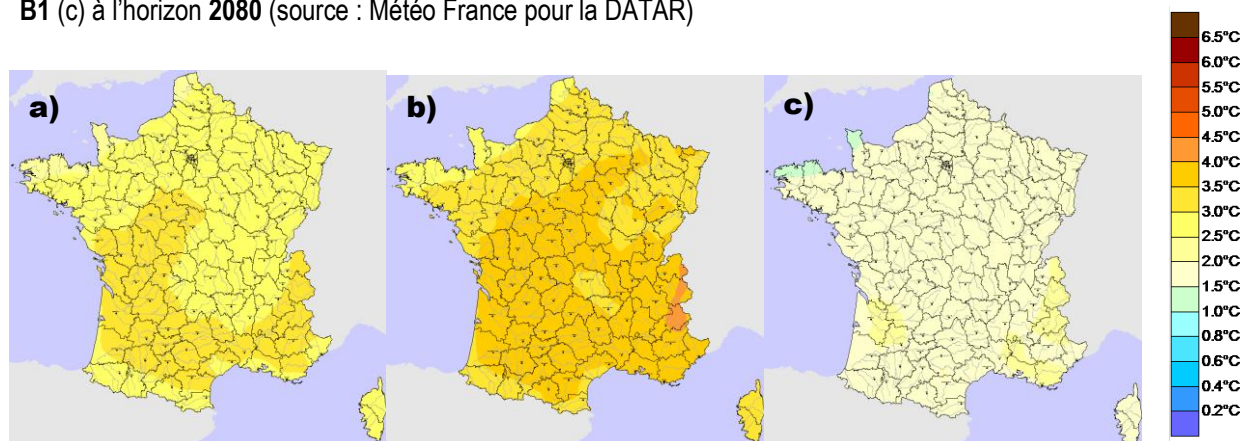


Illustration 3 : projections des écarts de la température moyenne annuelle selon les scénarios **A1B** (a), **A2** (b) et **B1** (c) à l'horizon **2080** (source : Météo France pour la DATAR)



Pour la région d'Alsace, la hausse de la température la plus prononcée est attendue à l'horizon 2080 selon le scénario A2 et serait de l'ordre de 3.5°C (voir le tableau 1).

Tableau 1 : projections des écarts de la température moyenne annuelle en Alsace, par rapport à la période de référence (1971-2000) aux horizons 2030, 2050 et 2080, et selon les scénarios A1B, A2 et B1 (source : cartes de Météo France pour la DATAR, illustrations 1, 2 et 3)

	2030	2050	2080
<b>A1B (« médian »)</b>	<b>1.5°C</b>	<b>2-2.5°C</b>	<b>3°C</b>
<b>A2 (« pessimiste »)</b>	<b>1.5°C</b>	<b>2°C</b>	<b>3.5°C</b>
<b>B1 (« optimiste »)</b>	<b>1.5°C</b>	<b>1.5°C</b>	<b>2°C</b>

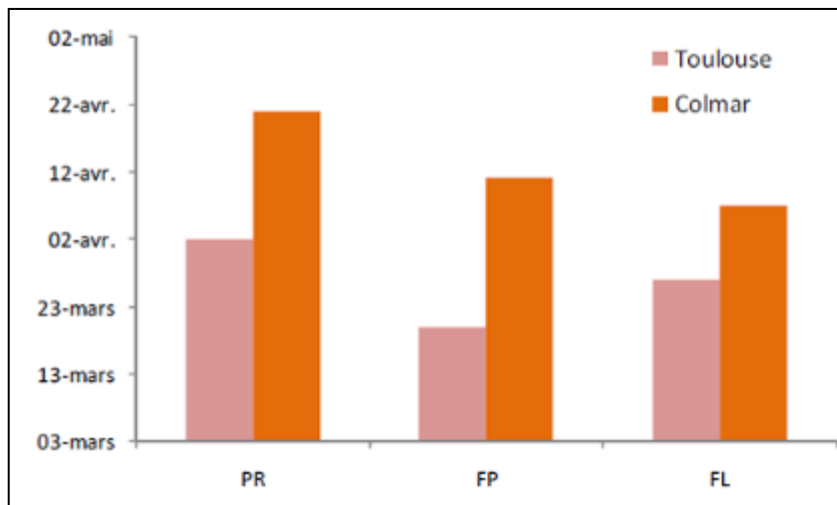
Dans de telles conditions de réchauffement, les secteurs de l'agriculture, la viticulture mais également de l'arboriculture doivent se préparer à un certain nombre de conséquences. Le projet CLIMATOR, dont l'objectif est d'identifier les impacts potentiels du changement climatique, présente dans sa synthèse, les conséquences suivantes :

- a) Anticipation des stades phénologiques des plantes<sup>10</sup>

D'après les chercheurs, ce phénomène aurait moins d'effets sur le blé et le colza (cultures d'hiver) que sur le maïs, le tournesol et la vigne (cultures de printemps).

<sup>10</sup> La phénologie – étude de l'apparition d'événements annuels périodiques dans le monde vivant, déterminée par les variations saisonnières du climat ([www.agroscope.admin.ch](http://www.agroscope.admin.ch)). Les stades phénologiques – stades de développement au cours d'une année selon calendrier agricole

Illustration 4 : dates de semis optimisant l'implantation du tournesol (Actes de colloque du projet CLIMATOR, p.42) : PR – « période de référence », FP – « futur proche », FL – « futur lointain »



L'anticipation des dates de semis est attendue de l'ordre de 10 à 20 jours pour le maïs et d'environ 8 jours pour le blé dans le « futur proche ». Pour la culture de tournesol, les dates de semis à Colmar à l'horizon 2050 (« futur proche ») seraient avancées d'environ 10 jours (voir illustration 4).

L'anticipation des stades du développement de la vigne sera étudiée dans le chapitre 3 du rapport.

b) Raccourcissement de la phase de remplissage menaçant le rendement

C'est sur les espèces de printemps que l'anticipation la plus prononcée aura un impact significatif lors de la phase de remplissage des grains qui à son tour déterminera le rendement.

c) Risque d'échaudage

Un rendement faible peut survenir suite à un accident physiologique des plantes céréalières du aux températures élevées, provoquant une mauvaise circulation des substances nutritives et se traduisant par la malformation des grains ou par un arrêt du développement (définition de Larousse).

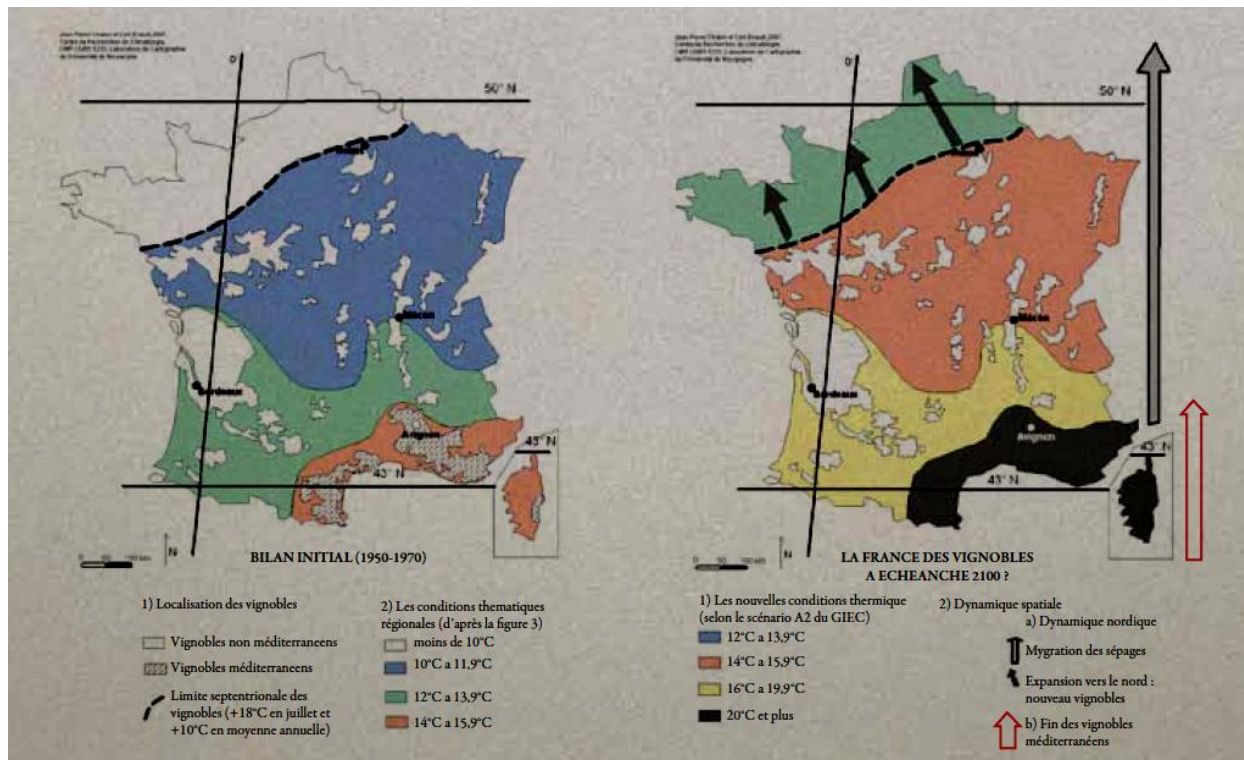
d) Déplacement géographique

L'hypothèse d'un déplacement des espèces vers le Nord ou en altitude en raison du réchauffement climatique a été émise depuis les premières observations à la fin du dernier siècle. Néanmoins, ce phénomène semble être plutôt exceptionnel. S'il peut être nécessaire pour certaines espèces, cela ne sera en aucun cas un processus massif affectant toute la végétation. Car les observations du réchauffement du climat actuel et du passé récent suggéreraient un déplacement de l'ordre de 180 km vers le Nord et de 150 m en altitude mais qui, à ce jour, n'a pas été enregistré (B. SEGUIN, 2010). Si toutefois l'hypothèse de déplacement massif s'avère être réaliste, des modifications importantes seront à prévoir dans les secteurs de l'agriculture et viticulture, telles que l'introduction de nouvelles cultures, changement de cépage dans les vignobles, allant jusqu'à la perte de la production AOC qui est inséparable du territoire précis et de ses conditions climatiques.

D'après les chercheurs, les cultures pérennes telles que les vignes, seront les plus touchées par ce phénomène. Selon l'étude de GREENPEACE concernant les impacts du changement climatique sur les vignes en France, le maintien du taux d'émissions de gaz à effet de serre au niveau actuel aboutira à un déplacement des écosystèmes de 1000 km vers le Nord à la

fin de ce siècle. Ceci aura des effets majeurs sur la répartition géographique des domaines viticoles en France (voir illustration 5). Le réchauffement du climat provoquera ainsi des modifications irréversibles sur les productions des vignes et des terroirs.

Illustration 5 : la France de vignoble dans le passé récent (a) et à l'horizon 2100. Source : Changement climatique et impacts sur la viticulture en France, GREENPEACE, 2009



### 1.2.2. Impacts attendus suite à la baisse des apports en eau de pluie

Les cartes de projections de l'évolution de pluviométrie aux horizons 2030, 2050 et 2080, réalisées par Météo France pour la DATAR, mettent en évidence une tendance générale à la baisse, notamment lors des périodes estivales. Elle serait moins marquée au Nord et Nord-est de la France, par opposition aux régions du Sud et Sud-ouest qui connaîtraient des années consécutives de déficit pluviométrique tout au long du XXI<sup>ème</sup> siècle.

Illustration 6 : projections des écarts de précipitations moyennes annuelles (en %) par rapport à la période de référence (1971-2000) à l'horizon 2030 et selon les scénarios A1B (a), A2 (b) et B1 (c) (source : Météo France pour la DATAR)

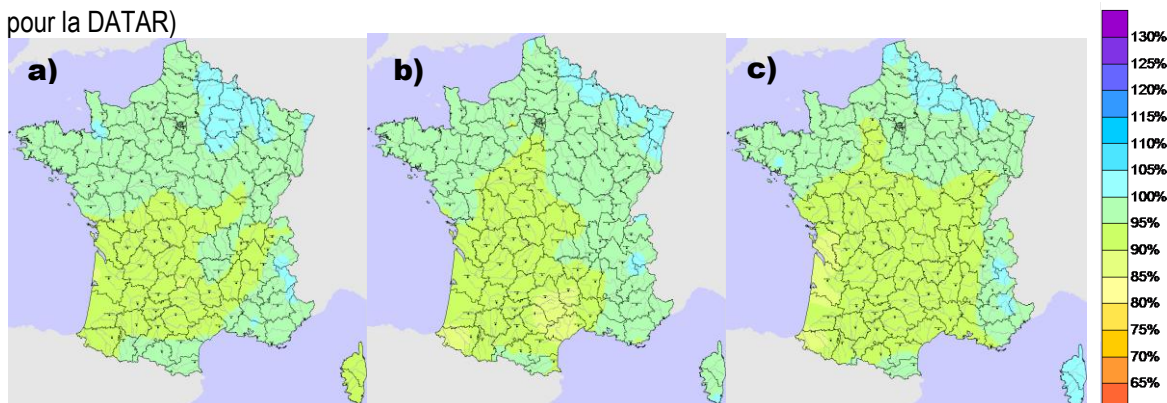


Illustration 7 : projections des écarts de précipitations moyennes annuelles (en %) par rapport à la période de référence (1971-2000) à l'horizon **2050** et selon les scénarios **A1B** (a), **A2** (b) et **B1** (c) (source : Météo France pour la DATAR)

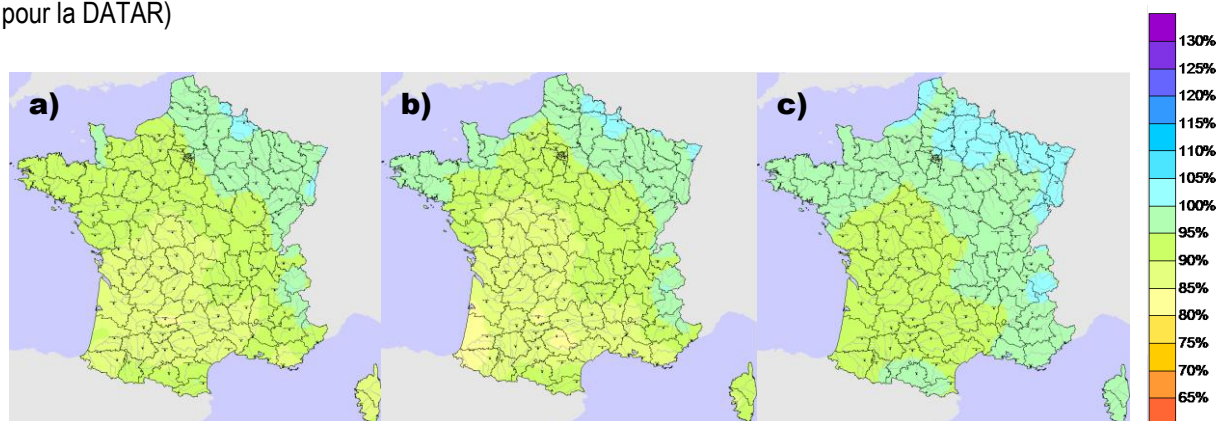
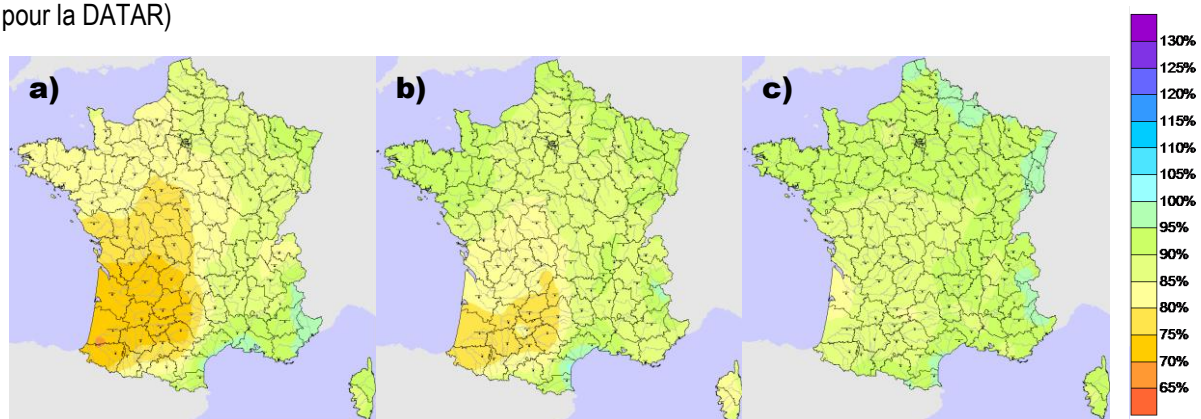


Illustration 8 : projections des écarts de précipitations moyennes annuelles (en %) par rapport à la période de référence (1971-2000) à l'horizon **2080** et selon les scénarios **A1B** (a), **A2** (b) et **B1** (c) (source : Météo France pour la DATAR)



D'après les cartes de projections de Météo France, la région d'Alsace connaîtra le déficit de pluviométrie moyen annuel seulement à l'horizon 2080 avec une baisse de l'ordre de 5 à 10% par rapport à la période actuelle et selon les scénarios « pessimiste » et « médian ».

Concernant la région Alsace, les projections aux horizons 2030 et 2050 suggèrent tantôt une situation stable, tantôt une légère hausse du cumul annuel de la pluviométrie, de l'ordre de 5%. Néanmoins, il faudra s'attendre à des évolutions saisonnières du régime des précipitations. La question de déficit pluviométrique est étudiée plus en détail dans le rapport « Vulnérabilité des ressources en eau face au changement climatique en Alsace ». En raison des nombreuses incertitudes dans le domaine de modélisation de l'évolution des précipitations au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle, il est prudent d'étudier les hypothèses les plus pessimistes et de prendre en compte les conséquences d'une baisse des apports en eau de pluie comme cela est souligné dans la synthèse du projet CLIMATOR :

- a) Stress hydrique accentué par la demande en évapotranspiration

Les températures élevées au printemps et en été, lors de la croissance des végétaux, augmentent la demande en évapotranspiration<sup>11</sup>. Ainsi, l'épuisement des réserves utiles des sols (RU)<sup>12</sup>, variables selon les types de sol, est accéléré et peut aller jusqu'à l'épuisement total en cas d'absence d'apport en eau, provoquant un stress hydrique des plantes.

b) Nouveaux besoins en irrigation

Afin d'assurer le rendement de certaines cultures et notamment du maïs (irrigué ou non irrigué), les chercheurs du projet CLIMATOR ont estimé les apports supplémentaires qui deviendront nécessaires pour le bon développement des plantes en fonction du déficit pluviométrique envisagé (cf. 1.2.4.).

### ***1.2.3. Impacts attendus suite à la hausse de la concentration en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère***

Le monde végétal, naturel ou cultivé, se développe en interaction continue avec le sol et l'atmosphère. En puisant des ressources dans le sol, une plante transforme le gaz carbonique en oxygène par le processus de photosynthèse. Par ailleurs, certaines espèces, appelées « plantes en C3 », sont plus sensibles à la concentration de CO<sub>2</sub> (blé, colza, prairies, tournesol, vigne, maïs aussi tomate, betterave). En quantité actuelle de CO<sub>2</sub>, elles fixent moins de carbone que les « plante en C4 » (maïs, sorgho, canne à sucre etc.) qui développent davantage de biomasse grâce à l'absorption de ce gaz à effet de serre. Il est important à noter que ce système de fixation contribue également à diminuer le stress hydrique des plantes : donc, plus la capacité d'absorption du CO<sub>2</sub> est grande, plus le stress hydrique est atténué. De plus, les plantes en C4 (qui représentent seulement 5% de toutes espèces végétales connues) ont leur optimum thermique avec les températures de l'ordre de 30-45°C, tandis que pour les plantes en C3 cet optimum se trouve entre 20°C et 30°C<sup>13</sup>. Ce paramètre est intéressant à prendre en compte dans le contexte du réchauffement attendu au cours de XXI<sup>ème</sup> siècle. Toutefois, en cas d'augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> à long terme, ce sont les plantes en C3 qui finiront par profiter au mieux des ces nouvelles conditions de fortes concentrations en CO<sub>2</sub> par rapport aux plantes en C4 (voir illustration 9).

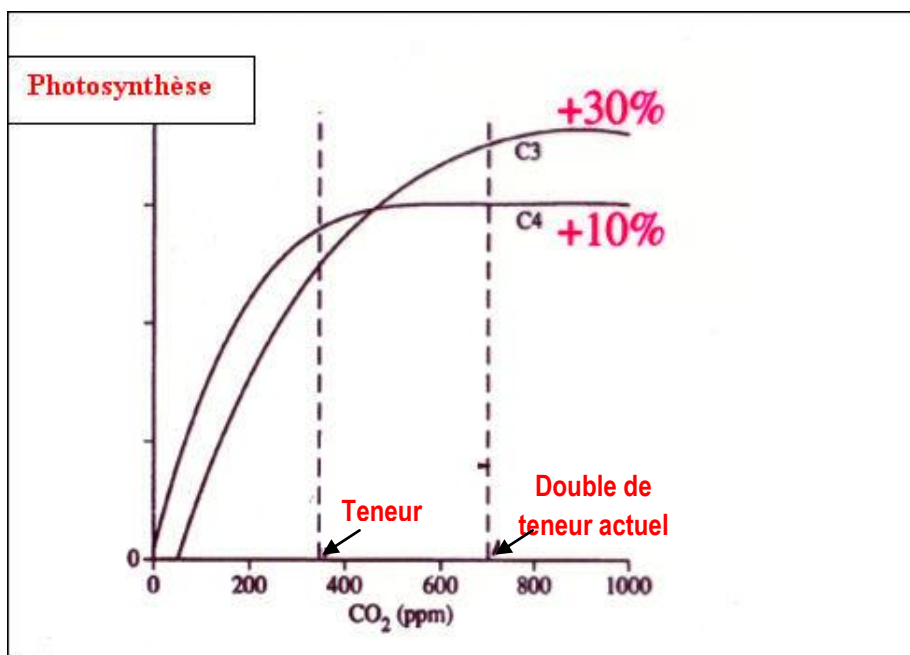
---

<sup>11</sup> Combinaison de deux processus, évaporation et transpiration des végétaux

<sup>12</sup> RU – quantité d'eau que le sol peut absorber et restituer à la plante (en mm). Les sols sableux ont une faible capacité de rétention en eau et donc, une RU la plus faible. Les sols limoneux et argileux emmagasinent une quantité d'eau la plus importante. Toutefois, les sols argileux restituent une petite partie d'eau absorbée, à cause des spécificités des particules d'argile ([http://www.afidoltek.org/index.php/L'eau\\_dans\\_le\\_sol](http://www.afidoltek.org/index.php/L'eau_dans_le_sol))

<sup>13</sup> Adaptation des plantes à l'environnement : les différents types de photosynthèse. Source : [http://biologie.univ-mrs.fr/uplaod/p210/APE\\_PS.pdf](http://biologie.univ-mrs.fr/uplaod/p210/APE_PS.pdf)

Illustration 9 : influence de la concentration en CO<sub>2</sub> sur la photosynthèse de plante en C3 et en C4. Source : <http://www3.ac-clermont.fr/>



#### 1.2.4. Impacts de la pollution par l'ozone sur les cultures

L'ozone, le polluant photochimique dont la concentration augmente avec la température, est susceptible d'endommager le processus de photosynthèse foliaire des végétaux. Les plantes en C4 (maïs) développent une meilleure résistance face aux polluants par rapport aux plantes en C3 (blé). Les résultats des expérimentations menées dans le cadre du programme PREDIT GP07 PRIMEQUAL 2, afin de mieux comprendre l'effet de l'ozone sur la biosphère, ont démontré que :

- Une exposition des plants de maïs pendant leur stade de croissance à une atmosphère enrichie en ozone de 80 ppb<sup>14</sup> pendant 33 jours (concentration moyenne de 124 ppb entre 10h et 17h GMT), a un impact significatif sur la surface foliaire mais encore davantage sur la production de la biomasse cumulée (P. CELLIER, 2004) : des pertes d'environ 20% de surface foliaire et d'environ 41% de biomasse
- Une légère augmentation de la concentration en ozone semble avoir des effets néfastes sur l'activité de photosynthèse des plantes de maïs en croissance (feuilles ligulées<sup>15</sup>)
- Une exposition à un taux élevé de la pollution (atmosphère enrichie en ozone de 80 ppb) de feuilles du maïs qui ont achevées leur croissance, a moins d'impact sur la surface foliaire (une réduction d'environ 7%)
- Une exposition à l'ozone de feuilles de blé concernées par le remplissage de l'épi, bien que d'une durée plus courte que pour l'expérimentation sur le maïs, provoque une réduction de l'activité de la photosynthèse des feuilles.

<sup>14</sup> Partie pour milliard

<sup>15</sup> Feuilles pourvues d'un ligule

### **1.2.5. Impacts attendus sur le quart Nord-est et notamment sur la région Alsace<sup>16</sup>**

Concernant le paramètre de la température, deux grandes tendances se dégagent pour influencer le développement des cultures :

- Une hausse de température annuelle qui permettra le développement des espèces aux besoins thermiques élevés, comme par exemple le tournesol et le maïs
- Une diminution des jours de gel, particulièrement en automne, diminuera les accidents physiologiques sur les cultures d'hivers comme par exemple le colza et le blé

Concernant le paramètre des précipitations et l'évapotranspiration, la situation géographique particulière du site de Colmar<sup>17</sup>, ayant un impact sur la pluviométrie de cette zone (730 mm pour la période de référence par rapport à 912 mm à Dijon), semble toutefois avoir moins d'influence sur la baisse des précipitations généralisée pour la période du futur proche : une diminution de 37 mm à Colmar, de 73 mm à Dijon et de 102 mm à Mirecourt (les trois sites étant inscrits dans le découpage géographique « Nord-est »). Dans le futur lointain, cette baisse serait toujours moins marquée à Colmar qu'à Mirecourt (une baisse de 109 mm contre une baisse de 182 mm respectivement). Ainsi, les simulations indiquent qu'à la fin du XXI<sup>ème</sup> siècle, le minimum de cumul annuel des précipitations à Colmar, sur le site le moins arrosé en Alsace, serait de l'ordre de 620 mm.

L'augmentation de l'évapotranspiration est mise en évidence pour tout le quart Nord-est et représente (en moyenne du cumul annuel par période de 30 ans par rapport à la période de référence) :

- Une hausse de 60-80 mm environ pour le futur proche
- Une hausse de 150-180 mm environ pour le futur lointain

Il est donc logique de considérer que la majeure partie de cette demande en évapotranspiration sera effectuée lors des périodes de printemps-été. Ainsi, l'état hydrique des plantes sera impacté d'un côté, par la baisse de la pluviométrie à ces périodes et d'un autre côté, par la hausse de l'évapotranspiration.

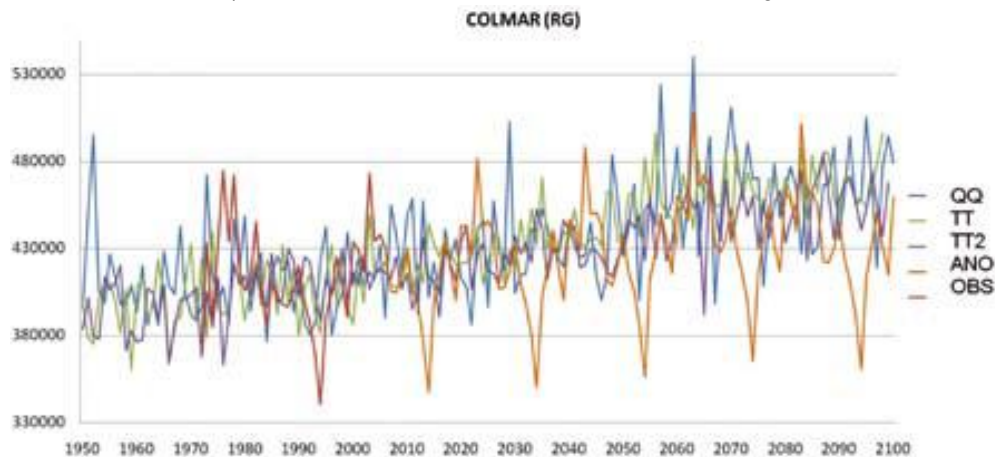
Concernant le rayonnement solaire à Colmar, il a été projeté une augmentation continue des apports en énergie solaire tout au long du XXI<sup>ème</sup> siècle (voir illustration 10). La hausse de ce paramètre entre la période de référence et le futur lointain (fin de siècle) serait de l'ordre de 130 J/cm<sup>2</sup>/jour en moyenne. Cette tendance en progression, couplée avec l'augmentation des températures, explique la hausse de l'évapotranspiration.

---

<sup>16</sup> F.LEVRAULT et al. (2010)

<sup>17</sup> Rappel : Colmar a été choisi en tant que site de référence pour la région Alsace dans le projet CLIMATOR

Illustration 10 : évolution du cumul annuel du rayonnement global en (RG) en  $J/m^2/an$  de 1950 à 2100 à Colmar selon le scénario A1B (méthodes de régionalisation sont ANO, TT, QQ, TT2, sur une base d'observations sur la période de référence). Source : Livre vert de CLIMATOR, partie D : Régions, p. 273



### 1.3. Des conséquences positives et négatives pour les cultures

Dans le contexte évolutif des conditions climatiques influençant le développement des cultures, le projet CLIMATOR a identifié un certain nombre des conséquences positives mais également négatives.

Conséquences positives :

- Les opportunités des nouvelles cultures dans le Nord de la France et en zone de moyennes montagnes
- L'accélération de la croissance permettra de diminuer l'impact du stress hydrique et du risque d'échaudage en été
- Une baisse de l'humidité du sol en automne permettra le prolongement des travaux d'automne
- Une diminution du gel automnal favorisera le meilleur rendement des cultures d'hiver
- Une diminution du risque d'infection et de la dispersion des principales maladies actuellement préoccupantes grâce à la baisse des précipitations et de la durée d'humectation des sols.

Conséquences négatives :

- Pour les pratiques monoculturelles, une augmentation de la durée d'interculture favorisera les risques de lessivages et d'érosion des sols nus
- Dans le cas d'absence de système d'irrigation, le stress hydrique non-évitée engendra des pertes importantes du rendement
- Une augmentation des besoins supplémentaires en irrigation pour les cultures déjà irriguées ainsi que l'apparition des nouveaux besoins pour les cultures non-irriguées lors des périodes estivales
- Une forte évapotranspiration en période estivale signifiera moins de restitutions des ressources en eau et aura un impact sur la capacité de recharge des nappes souterraines.

## 2. Les résultats régionalisés du projet CLIMATOR : vulnérabilité des différentes cultures de la Plaine d'Alsace étudiées à travers le site de Colmar

### 2.1. Blé

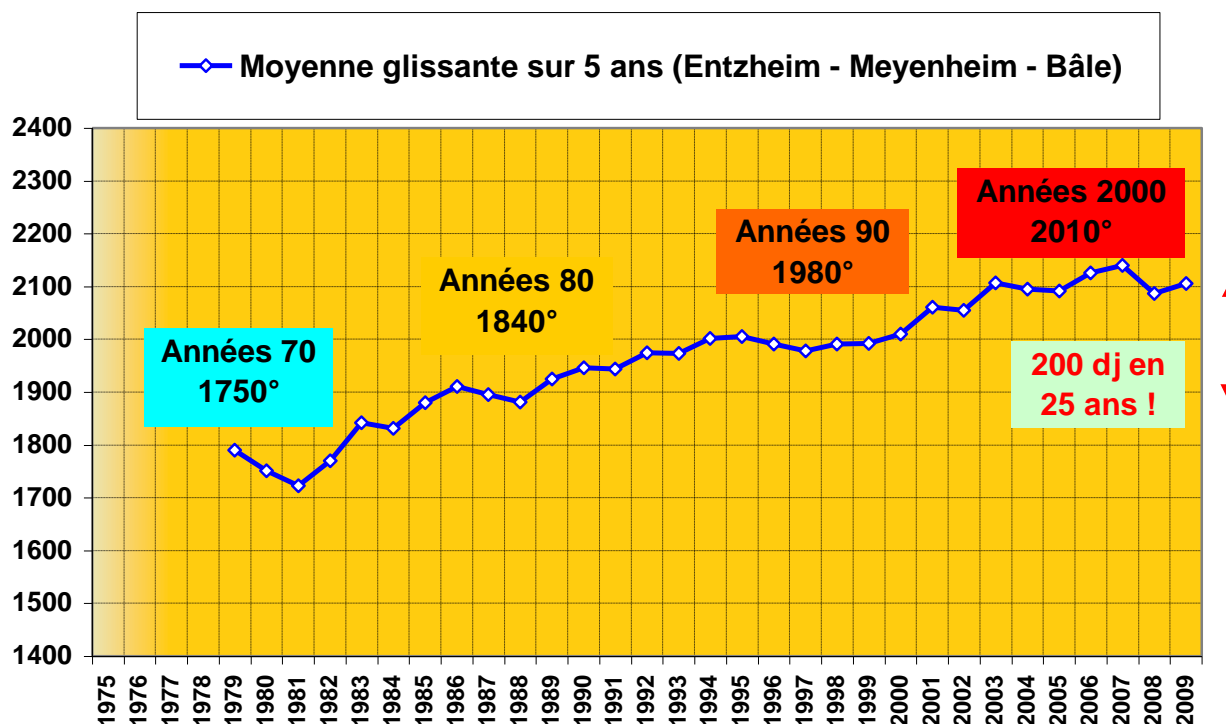
Le changement climatique aura des impacts positifs et négatifs sur le développement de la culture du blé. Parmi les impacts positifs le projet CLIMATOR cite une anticipation des stades phénologiques et un raccourcissement du cycle permettant d'éviter un certain nombre de risques tels que le gel d'épis ; une réduction du risque des maladies fongiques augmentera le potentiel de productions ; et enfin, étant une des plantes en C3, la production du blé sera favorisée par l'augmentation de la concentration de CO<sub>2</sub>. Néanmoins, malgré l'avancement des stades phénologiques, les risques du stress hydrique et d'échaudage resteront réels.

Dans le Nord-est, la faisabilité de la culture du blé augmentera du fait d'une réduction des accidents causés par le gel d'épis.

### 2.2. Maïs

La culture du maïs est déjà affectée par l'évolution récente du climat dans la région d'Alsace (voir illustration 11).

Illustration 11 : évolution du nombre de degré jours disponible pour le maïs en Alsace (source : compte rendu de la Rencontre Agriculture et Atmosphère, 24 janvier 2011

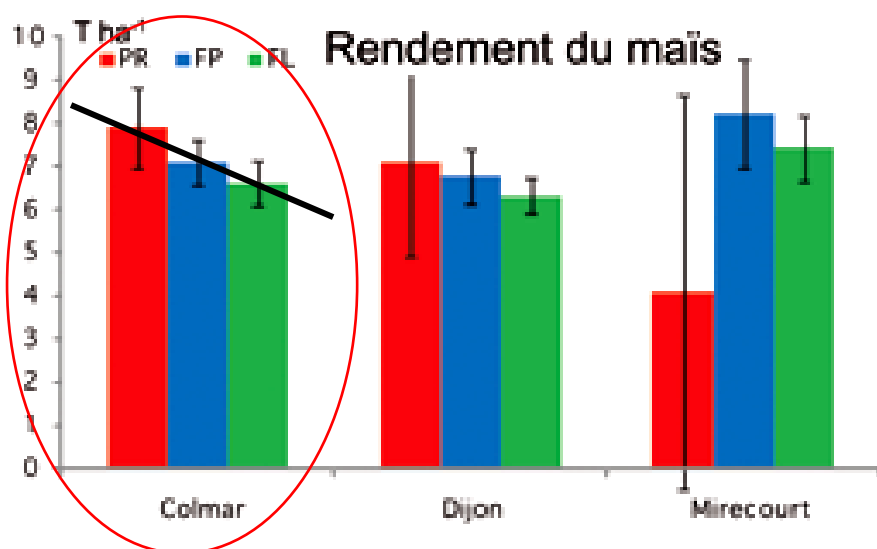


En 25 ans, de 1979 à 2009, on a gagné 200 degrés jours, un progrès favorable à court terme au développement de la culture du maïs.

Toutefois, le changement climatique aura des impacts positifs et négatifs sur le développement de la culture du maïs. Les effets positifs du réchauffement concernent une anticipation des semis de l'ordre d'un jour tous les quatre ans. Quant aux effets négatifs, les conclusions du Livre vert du projet CLIMATOR suggèrent que la monoculture du maïs grain irriguée sera la plus touchée par le changement climatique en raison de son cycle qui est centré sur la période estivale en engendrant le raccourcissement du stade de remplissage des grains et par conséquent, le risque d'une perte de rendement de l'ordre de 1 et 1.5 t/ha pour le futur proche et le futur lointain respectivement (voir illustration 12).

Pour le site de Colmar, le projet a mis en évidence une tendance à la baisse du rendement du maïs qui serait perceptible dès le futur proche. D'après F.LEVRAULT et *al.* (2010) le maintien de cette culture sera possible grâce aux apports supplémentaires de l'irrigation, de l'ordre de 50 mm du cumul annuel à l'horizon 2050 et jusqu'à 200 mm par an à l'horizon 2100. Des mesures d'anticipation telles que l'utilisation des variétés à cycle long et le début des semis plus précoce (un jour tous les quatre ans), permettraient de maintenir et probablement d'améliorer la production du maïs dans la région d'Alsace.

Illustration 12 : évolution des rendements du maïs grain (variété Méribel) pour la période de référence, de futur proche, de futur lointain et avec la variabilité interannuelle. Source : Livre vert de CLIMATOR, partie D : Régions, p. 275

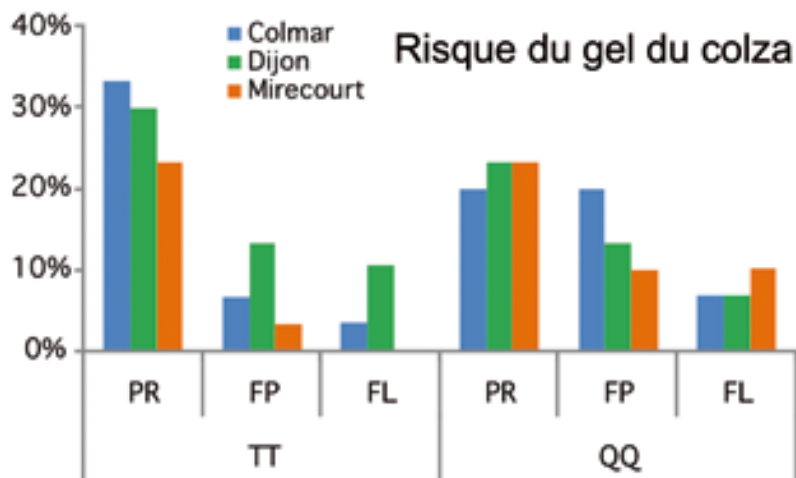


### 2.3. Colza

Un des facteurs majeurs influençant le développement de cette culture est le risque de gel en automne et en hiver. Or, dans le futur proche, la région Alsace comme tout le quart Nord-est, bénéficiera d'un nombre de jours de gel en baisse. Pour cette raison, les chercheurs<sup>18</sup> prévoient à Colmar une hausse significative du rendement de colza, de l'ordre de 0.7 t/ha et de 0.9 t/ha pour le futur proche et le futur lointain respectivement (voir illustration 13). Toutefois, les différentes méthodes de régionalisation utilisées dans cette modélisation, donnent des résultats d'ampleur différente. Dans ce cas, il est conseillé par le Livre vert de CLIMATOR de prendre en considération le scénario le plus pessimiste.

<sup>18</sup> F.LEVRAULT et *al.* (2010)

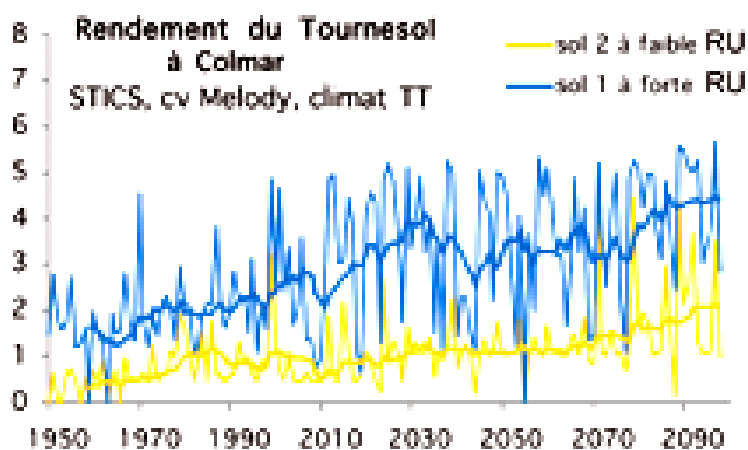
Illustration 13 : évolution du risque de gel létal pour le colza selon deux méthodes de régionalisation du climat, TT et QQ. Source : Livre vert de CLIMATOR, partie D : Régions, p. 277



## 2.4. Tournesol

D'après F.LEVRAULT et *al.* (2010), le quart Nord-est deviendrait favorable au développement de la culture de tournesol malgré son exigence thermique. De plus, dans la région de Colmar, où cette culture est déjà possible, les conditions climatiques optimales pour une meilleure production, augmenteront les rendements de façon significative (voir illustration 14).

Illustration 14 : évolution de la production de tournesol à Colmar pour un sol à forte RU<sup>19</sup> (226 mm) (courbe bleue) et pour un sol à faible RU (104 mm) (courbe jaune). Simulation dans le cadre d'une rotation céréalière en pluvial avec la méthode de régionalisation climatique TT. Données annuelles et une moyenne glissante sur 10 ans. Source : Livre vert de CLIMATOR, partie D : Région, p. 277



<sup>19</sup> Rappel : RU – Réserve utile d'un sol (cf.1.2.2. a))

## 2.5. Prairie

Selon J.L. DURAND et *al.* (2010), grâce au réchauffement climatique la production fourragère augmenterait en périodes hivernale et printanière, tandis que les mois d'été connaîtront un déficit de la biomasse en raison du stress hydrique provoqué par la sécheresse. Les résultats des simulations diffèrent selon les modèles (STICS et PASIM), selon les méthodes de régionalisation climatique mais également en fonction de l'intégration plus ou moins réussie d'un certain nombre de paramètres qui jouent sur les processus du fonctionnement d'un système complexe comme une prairie (espèces semées, interactions sol-plante, plante-atmosphère etc.). Il est à noter que ces tendances ne prennent pas en compte des risques d'accident physiologique suite aux événements climatiques extrêmes comme par exemple la sécheresse, des tempêtes ou des vagues de froids.

Une autre étude, réalisée dans le cadre du programme ACTA, associant ARVALIS<sup>20</sup>, INRA, l'Institut de l'élevage et Météo France<sup>21</sup>, est portée sur une recherche prospective autour du changement climatique et notamment sur une adaptation des systèmes fourragers en France. Un des trois sites étudiés se trouve en Lorraine, région voisine de l'Alsace, pouvant être relativement comparable d'un point de vue climatique ainsi que par rapport aux systèmes d'élevage et de la production laitière. Les résultats des simulations (scénario A2 du GIEC) obtenus pour le site de Nancy, indiquent deux tendances d'évolution des systèmes fourragers au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle (J.-C. MOREAU et *al.*, 2008) :

- D'abord une augmentation de la part de pâturage dans l'alimentation des bovins au printemps grâce à la hausse généralisée de la production de la biomasse en hiver au printemps ainsi qu'une augmentation de la distribution d'ensilage de maïs en complément en automne. Compte tenu de l'augmentation des rendements du maïs en première moitié de ce siècle, le maintien et un gain (modéré) du système d'élevage seront possibles.
- A l'horizon 2100 (période de 2070 à 2096), la production des prairies baisseraient d'un facteur trois et par conséquent, la part d'apports de pâturage dans l'alimentation de bétail serait ainsi significativement réduite. De ce fait, l'équilibre du système devrait se reposer sur la production du maïs qui resterait maintenue à son niveau actuel dans l'hypothèse d'une prise des mesures favorable à l'adaptation de cette culture. Outre le maïs, la production de luzerne devenant une espèce accommodée au futur climat des régions du Nord de la France vers la fin de ce siècle, augmenterait son rendement de l'ordre de 15 à 20% selon le sol. Ces apports contribueront au remplissage des stocks de l'été et de l'automne et permettront le retour à un certain équilibre du système malgré une diminution de la part de pâturage passant de 42% à 26% de l'ensemble des fourrages consommés.

Donc, on peut estimer qu'au regard du changement climatique attendu, la production des prairies connaîtra sûrement des modifications au cours des saisons. Dans le futur proche, des études suggèrent une légère hausse en rendements annuels, tandis que dans le futur lointain les conditions climatiques seront moins favorables à la production des prairies. Néanmoins, grâce aux mesures d'adaptation et d'anticipation entreprises par des agriculteurs et des éleveurs, il sera possible d'établir un taux de la productivité équivalent au niveau actuel.

---

<sup>20</sup> ARVALIS – Institut du végétal : Institut de recherche appliquée en agriculture

<sup>21</sup> Programme ACTA « Etudes de la sensibilité des systèmes de grandes cultures et de l'élevage herbivore aux changement climatique »

### 3. La vigne – un enjeu de taille pour l'Alsace : quel avenir pour les vignobles alsaciens au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle ?

#### 3.1. Constats du réchauffement climatique sur les vignes

##### 3.1.1. Quels facteurs climatiques jouent sur le rendement des vignobles ?

Certains paramètres climatiques déterminent la croissance des végétaux et sont susceptibles d'agir positivement jusqu'à un certain seuil au-delà duquel l'influence devient négative. Pour la vigne, les scientifiques ont déterminé les paramètres suivants :

- Température : la croissance mais également la qualité du vin en dépendent car elles sont corrélées directement à la température (ONERC)
- Rayonnement solaire
- Déficit hydrique

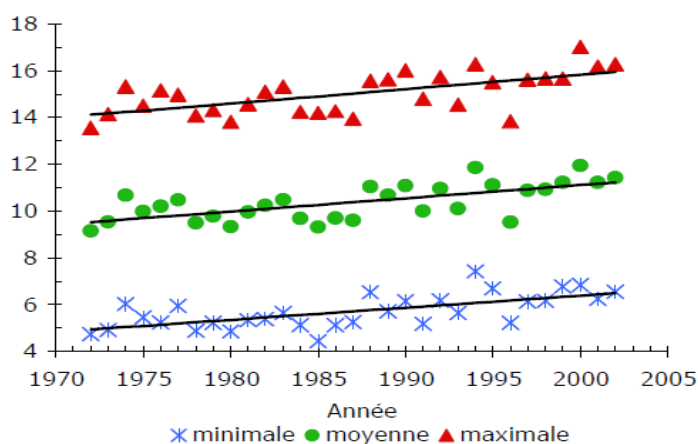
Le rendement d'une vigne est étroitement lié aux apports d'eau réguliers, notamment à partir du moment de floraison. Le rayonnement joue, quant à lui, sur la couleur et les arômes. Et enfin, la température peut devenir un facteur limitant du rendement (ONERC). L'été 2003 a démontré ces relations lorsqu'au moment du constat il a été enregistré une baisse de 17% de la récolte au niveau national, ainsi que des millésimes exceptionnels pour certains crus (par exemple, les champagnes). Cette année étant hors norme au début de ce siècle, pourrait renseigner sur l'évolution des fruits de vendanges en France au cours de la deuxième moitié du XXI<sup>ème</sup> siècle (ONERC).

##### 3.1.2. Constat majeur : une avancée des stades phénologiques des vignes au cours du XX<sup>ème</sup> siècle : influence de la température

Dans les travaux de recherche sur la vigne en Alsace, E. DUCHENE et C. SCHNEIDER (2007) ont mis en évidence les conséquences du changement climatique sur la vigne observées depuis les 30 dernières années sur le site de l'INRA à Colmar.

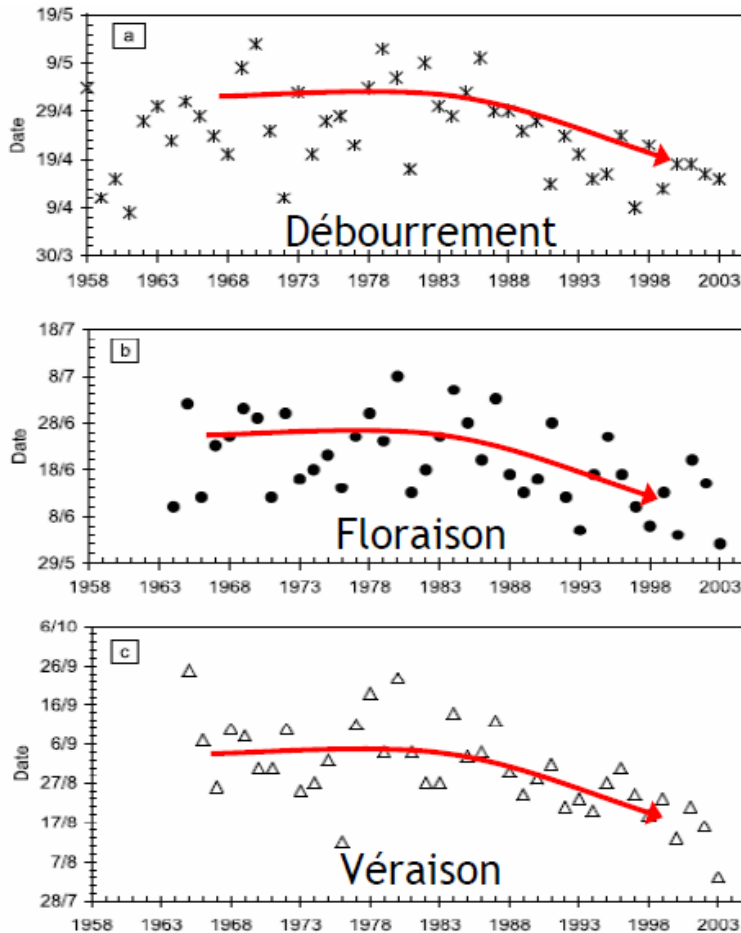
Les données concernant les températures, indiquent une hausse de 0.06°C par an sur toutes les saisons et plus particulièrement au printemps (voir illustration 15 ci-dessous).

Illustration 15 : évolution des températures maximale (en rouge), minimale (en bleu) et moyenne (en vert) sur le site de Colmar, données de Météo France. Source : E. DUCHENE et C. SCHNEIDER, 2007



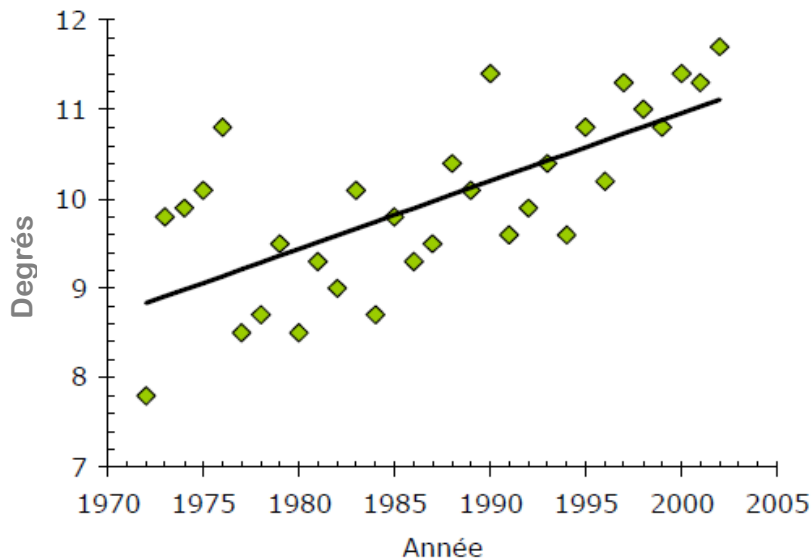
Les chercheurs de l'INRA de Colmar (E. DUCHENE et C. SCHNEIDER) ont mis en évidence l'avancement de tous les stades principaux du développement de la vigne (voir illustration 16).

Illustration 16 : évolution des dates des principaux stades phénologiques pour le Riesling sur le site de l'INRA à Bergheim. Source : E. DUCHENE, C. SCHNEIDER, 2005.



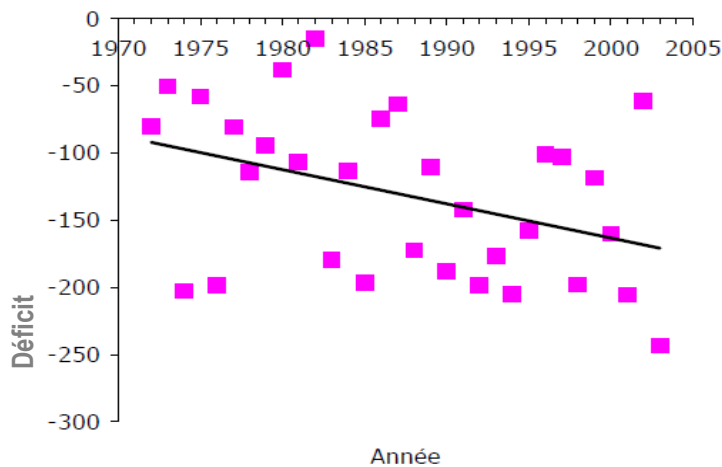
Les auteurs soulignent le rôle important de l'augmentation des températures pendant la phase de maturation des raisins, de l'ordre de 4°C en 30 ans. Dans des conditions favorables au réchauffement, la teneur en degré d'alcool probable au moment de la récolte augmente (voir illustration 17) parallèlement à la hausse de la teneur en sucre naturel.

Illustration 17 : évolution de degrés moyens constatés à la récolte de Riesling en Alsace, données CIVA. Source : E. DUCHENE et C. SCHNEIDER, 2007



De plus, l'évolution de l'indice concernant le déficit pluviométrique<sup>22</sup> (voir illustration 18) indique une baisse depuis des années 80.

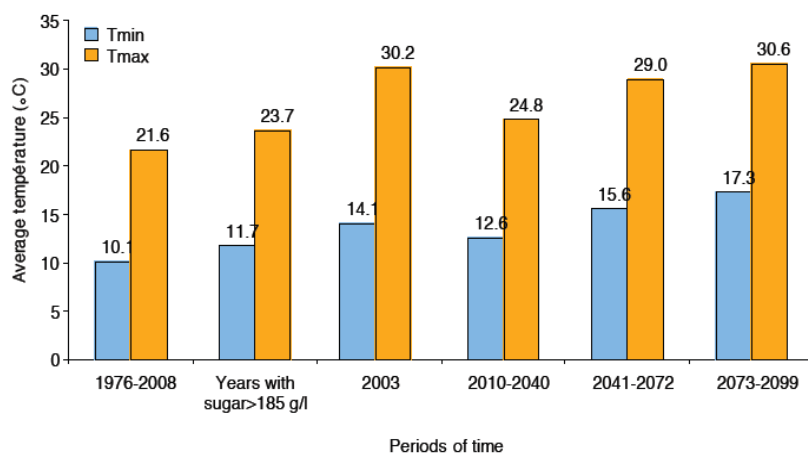
Illustration 18 : évolution annuelle du déficit pluviométrique pour la période de floraison – véraison du Riesling à Berghheim (station de recherche de l'INRA), données INAO. Source : E. DUCHENE et C. SCHNEIDER, 2007



Concernant les projections, les températures maximales et minimales lors de la phase de véraison des vignes semblent être à la hausse tout au long du XXI<sup>ème</sup> siècle (voir illustration 19). Selon E. DUCHENE et *al.* (2010), en comparaison avec la période du passé récent (1976-2008), les dates de véraison seront avancées de 23 jours et la température moyenne durant les 35 jours suivant les dates de véraison serait augmentée de 7°C. Ces changements auront des impacts importants sur la qualité du raisin.

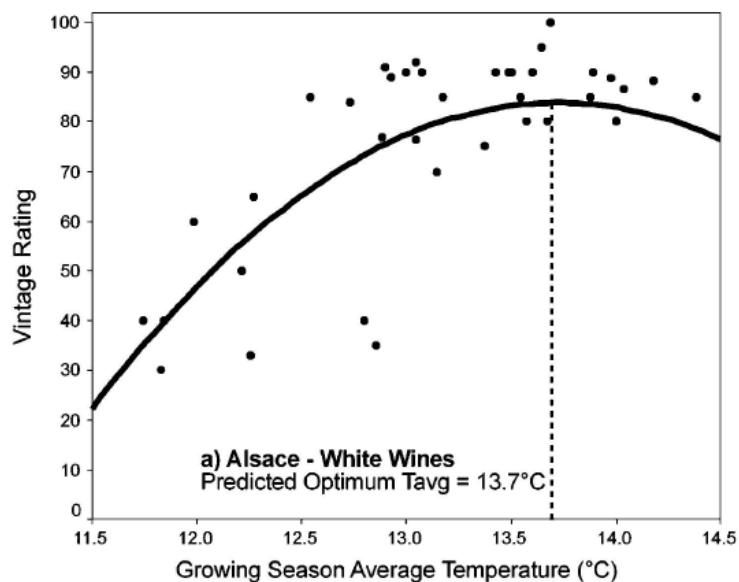
<sup>22</sup> Déficit pluviométrique = Précipitation - Evapotranspiration

Illustration 19 : évolution des températures minimales et maximales à la date de véraison pour le Riesling sur le site de l'INRA à Colmar (scénario A1B). Source : E. DUCHENE et al., 2010



Dans l'étude de JONES et al. (2005) il a été déterminé pour chaque région viticole du monde, un optimum thermique permettant une appréciation équilibrée de la production. Pour la région d'Alsace cet optimum correspond à 13.7°C en tant que la température moyenne optimale au cours de la période du développement des vignes (voir illustration 20).

Illustration 20 : évolution de la qualité globale des vins pour la région d'Alsace en fonction de la température enregistrée pendant la période de développement des vignes. Source : JONES et al., 2005



Pour certaines régions viticoles telles que l'Alsace, cet optimum a été déjà dépassé pendant les années 1990.

## 3.2. Impacts attendus du changement climatique sur les vignes en Alsace

A partir du constat des effets du changement climatique, à présent perceptibles sur les vignes, il convient d'établir un premier aperçu des impacts envisageables à moyen et long termes en Alsace.

### 3.2.1. Richesse viticole de la région d'Alsace

A l'origine de la diversité des vins d'Alsace sont huit cépages principaux : le Sylvaner, le Muscat, le Riesling, le Pinot Blanc, le Tokay Pinot Gris, le Gewürztraminer, et le Pinot Noir<sup>23</sup>. Le Klevener est un cépage plus rare, le Klevener de Heiligenstien.

Concernant des Appellations d'Origine Contrôlée, la région en détient trois :

- Appellation Alsace Contrôlée, toujours suivie par la dénomination des cépages, ce qui démontre leur rôle majeur dans la production viticole régionale.
- Appellation Alsace Grand Cru Contrôlée, complétée par le nom du lieu-dit et issue des cépages dits « nobles » du Riesling, Gewürztraminer, Tokay ou Muscat<sup>24</sup>. La Route des Vins d'Alsace regroupe 51 Grands Crus d'Alsace<sup>25</sup>.
- Appellation Crémant d'Alsace Contrôlée, provenant généralement des cépages de Pinot Blanc, Riesling, Tokay Pinot Gris et Pinot Noir pour le rosé.

De plus, la viticulture alsacienne est fière de ces deux mentions complémentaires qui sont les Vendanges Tardives de Riesling, Muscat, Tokay Pinot Gris et du Gewürztraminer, ainsi que la Sélection de Grains Nobles (pour les mêmes cépages que la mention précédente), obtenue grâce aux tris successifs de fruits atteints de pourriture noble<sup>26</sup>. Il est logique d'attribuer le rôle principal dans la grande qualité de ces vins exceptionnels aux teneurs en sucre naturel.

### 3.2.2. Changement du calendrier viticole

Précédemment le problème de modifications observées dans le calendrier des professionnels de la viticulture décrit dans de nombreux articles a déjà été souligné. Etant en liens étroits avec les stades du développement de la vigne (voir illustration 18), qui eux-mêmes, sont dépendants du climat, les dates clés et notamment des vendages, ont connu des changements notables.

Les vendanges se font lorsque les raisins atteignent la maturité après avoir emmagasiné une certaine quantité de chaleur. Cependant, selon DAUX V. et al. (2007), le lien entre la date des vendanges et la température n'est pas aussi corrélé par rapport au lien entre la température et la phénologie, car d'autres critères, non climatiques, peuvent intervenir au moment du choix des dates.

Les dates de vendange de plus en plus précoces ainsi que les arrières saisons plus douces, contribuent, semble-t-il, à un meilleur rétablissement des réserves et à un rendement plus régulier (E. DUCHENE, C. SCHNEIDER, 2007).

---

<sup>23</sup> <http://www.alsace-vins.net/Les-7-cepages-alsacien.html>

<sup>24</sup> <http://www.cepage.fr/alsace.shtml>

<sup>25</sup> <http://www.alsace-route-des-vins.com/>

<sup>26</sup> <http://www.alsace-vins.net/Les-3-appellations-du-vignoble.html>

### 3.2.3. Impacts sur la quantité produite

La production de la biomasse dépend étroitement de la photosynthèse et de la teneur en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère. La vigne est une plante en C3 pour laquelle une augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> favorisera la photosynthèse et par conséquent, la production totale sur pied. Néanmoins, d'autres facteurs climatiques tels que les températures excessives provoquant des épisodes d'échaudage ou des états de stress hydrique accentués, des événements extrêmes comme les coulées de boue à la suite des pluies torrentielles, pourraient avoir des effets néfastes sur le rendement.

L'évolution future des pathogènes n'est pas assez étudiée pour permettre d'évaluer la sensibilité des vignes. L'exemple de la canicule en août 2003 a démontré qu'une forte chaleur est néfaste pour la maladie de mildiou<sup>27</sup> pour laquelle la température optimale pour la prolifération est comprise entre 18°C et 24°C<sup>28</sup>. Une baisse de pluviométrie projetée pour les périodes estivales sera défavorable au développement de la pourriture noire, une maladie se manifestant lors des épisodes des températures fraîches et de temps pluvieux au moment de la floraison. Certains insectes et ravageurs sont déjà présents et menacent la production viticole tandis que de nouvelles espèces sont susceptibles de retrouver leurs conditions optimales dans le futur. La DRAAF Alsace suit chaque année l'évolution de quatre indicateurs de l'état sanitaire des vignes : l'activité des tordeuses de vigne, de la maladie de mildiou, l'oïdium et les botrytis. Le champignon de la maladie d'oïdium trouve son optimum thermique pour la propagation favorisée entre 25°C et 30°C et peut toucher tous les organes de la vigne. De ce fait, la hausse des températures estivales pendant les stades du développement de la vigne, sera favorable à une progression de cette maladie. Cependant, il est à noter qu'après la véraison, la vigne est moins sensible à l'oïdium<sup>29</sup>. Dans le passé, en 1853-1854 ce champignon a contaminé tout le vignoble du Sud de la France en causant une perte des deux tiers de la récolte<sup>30</sup>. Les bulletins de la DRAAF Alsace contiennent également des informations concernant d'autres insectes comme la cicadelle verte qui évolue avec les conditions météorologiques.

Malgré une tendance générale à l'adoucissement du climat, le risque du gel printanier, tant redouté par les viticulteurs, restera réel. Il survient entre fin mars et début mai et menace les bourgeons de la vigne au commencement de la floraison. Le fait d'observer la floraison de plus en plus tôt augmente la probabilité du risque de gel au printemps. D'un côté, actuellement le vignoble alsacien ne souffre pas *a priori* des dégâts causés par les gelées grâce à la hauteur moyenne importante (jusqu'à 1.90 m de haut) des vignes. D'un autre côté, la grêle représente régulièrement un danger pour la récolte viticole<sup>31</sup>.

### 3.2.4. Impacts sur le terroir viticole

Les terroirs viticoles de l'Alsace sont représentés le long de la Route des Vins d'Alsace qui parcourt des villages typiques entourés de vignobles sur des sols très diversifiés. En effet, la vigne est une plante qui ne peut pas être dissociée des spécificités pédologiques de son

---

<sup>27</sup> Un champignon (*Plasmopara viticola*) qui se développe sur tous les organes de la vigne causant des malformations ou provoquant la chute prématurée des feuilles (source : fiche technique sur [www.omafra.gov.on.ca](http://www.omafra.gov.on.ca))

<sup>28</sup> [www.omafra.gov.on.ca](http://www.omafra.gov.on.ca)

<sup>29</sup> <http://www.vignevin-sudouest.com/publications/fiches-pratiques/oidium.php>

<sup>30</sup> <http://www.oenologie.fr/vigne/maladie/odiume.shtml>

<sup>31</sup> <http://www.vin-de-france.net/tdm/appellations/alsace/>

milieux physique – le sol. En Alsace, on retrouve une large palette de caractéristiques géologiques des substrats qui donnent ces particularités aux sols.

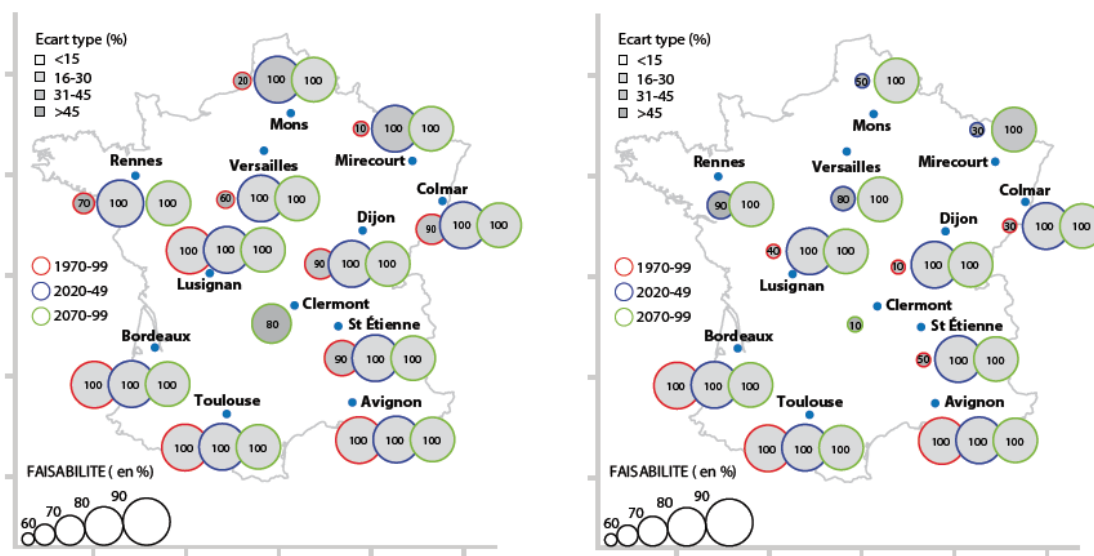
Situés au piémont des Vosges, les vignobles alsaciens occupent environ 15 800 ha en 2009 (DRAAF) sur les sols granitiques, marno-calcaires, sablo-argileux, grésivo-volcaniques, argilo-marneux<sup>32</sup>...

Un produit du terroir est un produit de qualité qui devient de plus en plus recherché par la clientèle et plus particulièrement dans le secteur viticole. La région d'Alsace dénombre 51 Grands Crus, tous très attachés à leur terroir spécifique à chaque lieu-dit. Le même cépage, par exemple le Riesling, ne donne jamais les mêmes caractéristiques au vin produit dans différents domaines. Cette grande variété est un atout majeur de l'ensemble viticole alsacien et c'est ce qui fait sa richesse et sa distinction par rapport aux autres régions de la France.

Depuis le Moyen-âge, la viticulture s'est bien adaptée au climat particulier de l'Alsace même si la région se trouve aux limites nord de la culture de la vigne. Situé sur les collines sous-vosgiennes, le vignoble bénéficie d'un climat relativement sec et bien ensoleillé.

Des liens étroits entre le climat et le milieu physique spécifique à chaque zone de production, déterminent la valeur des produits du terroir. Or, si un des composants de ce système en interaction est susceptible de changer comme le climat, des répercussions sur tout l'ensemble sont à prévoir. Plusieurs études recensées dans cette synthèse mentionnent une possibilité de déplacement géographique vers le Nord des cépages traditionnels des régions viticoles et notamment en Alsace (cf. 1.2.1. d)). Les changements de potentiel thermique prévu dans le futur, ont fait objet d'une étude du projet CLIMATOR afin de déterminer une distribution géographique des nouvelles possibilités des différents cépages pour le futur proche et le futur lointain (voir illustration 21).

Illustration 21 : faisabilité de la culture d'une variété précoce de vigne (cépage Chardonnay à gauche) et d'une variété méditerranéenne plus tardive (cépage Grenache noir, à droite). Modèle STICS, méthode de régionalisation TT. Source : Livre Vert de CLIMATOR, Régions, Chapitre D, p. 249



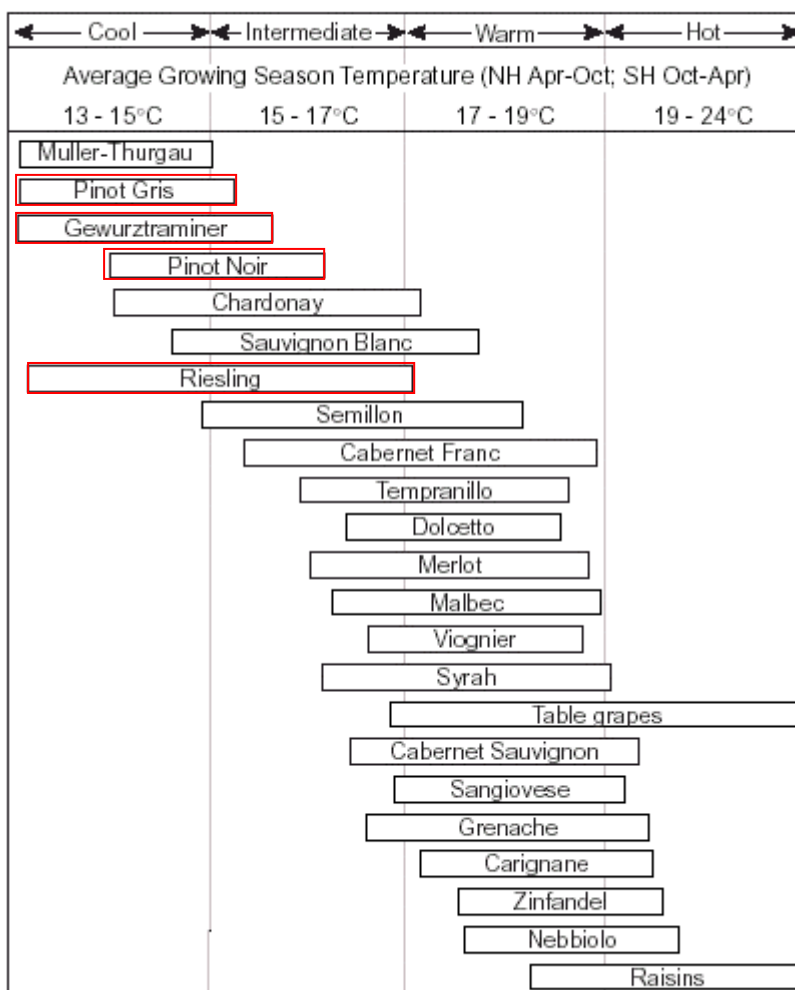
<sup>32</sup> <http://www.alsace-du-vin.com/images/pfd/listegrandscrus.pdf>

Pour le site de Colmar cet exercice de modélisation donne un résultat de 100% de faisabilité d'un cépage tardif des régions méditerranéennes comme le Grenache noire d'ici 2030 tandis qu'elle est estimée à seulement 30% pour le passé récent.

Des exigences thermiques ont été déterminées spécifiquement pour chaque cépage (voir illustration 22).

Illustration 22 : exigences climatiques des principaux cépages. La longueur des rectangles indique la période estimée de la véraison des variétés. Source: M. AGENIS-NEVERS, 2006, p. 14, d'après l'article de JONES et al., 2005

### Grapevine Climate/Maturity Groupings



Dans l'hypothèse selon laquelle la hausse des températures maximales concernera les périodes estivales, des cépages précoces tels que le Gewürztraminer et le Pinot Gris seraient menacés par un raccourcissement de la durée des stades de véraison et de maturation des raisins. De ce fait, la qualité de ces vins est susceptible d'être affectée par le changement climatique à l'avenir, ainsi que leur faisabilité dans un climat plus chaud en été. Par ailleurs, de nouveaux cépages, comme le Grenache et la Syrah, devront retrouver leur place sur les parcelles viticoles en Alsace dans le futur proche. En Allemagne, des premières expérimentations sur l'adaptation de nouveaux cépages ont déjà été réalisées avec des

bons résultats<sup>33</sup>. Selon l'article de JONES *et al.* (2005), si la hausse de la température moyenne annuelle ne dépasse pas 1.5°C à l'horizon 2050, les cépages des régions plus chaudes seront possibles dans le climat frais comme c'est le cas en Alsace. Mais si l'augmentation est égale ou supérieure à 2°C à l'horizon 2050, les cépages traditionnels des régions du climat frais seront abandonnés au profit des variétés du climat plus chaud. La simulation réalisée par JONES *et al.* (2005) suggère une augmentation de la température pendant la saison de végétation (d'avril à octobre) de l'ordre de 1.65°C en Alsace d'ici 2050. Selon une étude technique de l'ONERC<sup>34</sup> (M. AGENIS-NEVERS, 2006), les conséquences majeures du changement climatique sur la production de vin seraient les suivantes :

- Degré d'alcool élevé
- Forte teneur en sucre
- Acidité faible
- Arômes faibles

Or, ce sont des premières spécificités de chaque vin. Certainement, ces effets devront être palliés par des différentes techniques et par une révision du calendrier viticole afin de contrôler l'équilibre entre le sucre et l'acidité, le degré d'alcool ainsi que l'atteinte d'une maturité aromatique.

## Conclusion

Le présent rapport avait pour but de définir la vulnérabilité des secteurs agricole et viticole face au changement climatique en Alsace. En raison de dépendance aux conditions météorologiques, des mesures d'adaptation seront nécessaires à mettre en place afin de maintenir les activités et d'assurer des rendements satisfaisants au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle.

D'un côté, la concentration croissante du gaz carbonique dans l'atmosphère favorisera le développement des espèces de plantes en C3 (blé, vigne, prairie) par rapport aux plantes en C4 (maïs) et d'un autre côté, la demande en évapotranspiration pendant la saison agricole influencera des besoins supplémentaires en irrigation. Le futur climat régional sera favorable au développement des nouvelles plantes telles que la luzerne ainsi qu'au meilleur rendement de colza et de tournesol. Néanmoins, le déficit hydrique des sols semble devenir un facteur limitant pour les grandes cultures de la plaine d'Alsace, tandis que la hausse de la température en période estivale limitera la production du vignoble alsacien en modifiant la singularité des vins des terroirs.

---

<sup>33</sup> Interview avec M. Muré, viticulteur à Rouffach sur [http://www.20dalsace.com/pages/syrah\\_alsace.htm](http://www.20dalsace.com/pages/syrah_alsace.htm)

<sup>34</sup> Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique

## Bibliographie :

AGENIS-NEVERS M., 2006. Impacts du changement climatique sur les activités viti-vinicoles. Note technique N°3, ONERC

BRISSEON N. et LEVRAULT F., 2010. Synthèse du projet CLIMATOR. ADEME, Réf : 6937, publié en novembre 2010 sur <http://www2.ademe.fr/>

BRISSEON N. et al., 2010. Actes du colloque CLIMATOR. Présentation des méthodes et des résultats du projet CLIMATOR

CELLIER P., 2004. Biosphère et pollution atmosphérique en zone rurale et périurbaine. Programme PREDIT GP07 PRIMEQUAL 2. Rapport de fin de contrat. Publié en septembre 2004 par ADEME

CORNIC G., 2007. Effets, à court et à long termes, du CO<sub>2</sub> sur la photosynthèse. Publication du Laboratoire Ecologie Systématique Evolution [http://www.esse.u-psud.fr/IMG/pdf/Effets\\_du\\_CO2.pdf](http://www.esse.u-psud.fr/IMG/pdf/Effets_du_CO2.pdf)

CLOPPET E., 2004. Impact agronomique et sylvicole du changement climatique. Revue « La Météorologie » N°45, mai 2004. Météo France

DAUX V. et al., 2007. Température et dates de vendanges en France. Article publié sur le site de Chaire Unesco « Culture et traditions du vin » [http://chaireunesco-vinetculture.u-bourgogne.fr/Actes%20climat/Actes/Article\\_Pdf/Daux.pdf](http://chaireunesco-vinetculture.u-bourgogne.fr/Actes%20climat/Actes/Article_Pdf/Daux.pdf)

DUCHENE E., SCHNEIDER C., 2005. « Grapevine and climatic change : a glance at the situation in Alsace, Agron. Sustain. Dev. 25, pp.93-99

DUCHENE E., SCHNEIDER C., 2007. Conséquences écophysologiques des évolutions climatiques au cours du cycle de développement de la vigne en Alsace

DUCHENE E. et al., 2010. Adapting grapevine varieties to climate change: can the genetic variability meet the challenge ? ACCAE, Clermont-Ferrand, 20-23 October 2010

DURAND J.L. et al., 2010. Changement climatique en prairie : l'essentiel des impacts. Actes du colloque CLIMATOR

LEVRAULT F. et al., 2010. Changement climatique en zone Nord-est : aperçue des impacts agricoles et forestiers. Livre vert di projet CLIMATOR, partie D : Région. ADEME, Réf : 6872, publié en juin 2010 sur <http://www2.ademe.fr/>

METRAL O., 2006. Réchauffement climatique : quel avenir pour la viticulture ? Article disponible sur [www.20dalsace.com](http://www.20dalsace.com)

MOREAU J.-C. et al., 2008. Prospective autour du changement climatique : adaptation de systèmes fourragers. Renc. Rech. Ruminants, 2008, 15.

SEGUIN B., 2010. Le changement climatique : conséquences pour l'agriculture et la forêt. Rayonnement du CNRS N°54, juin 2010.

TOULEMON L., 2007. Projections démographiques pour la France et ses régions : vieillissement de la population et stabilisation de la population active. Dossier « Projections de population », *Economie et Statistique*, N° 408-409, 2007. Publié sur [http://www.insee.fr/fr/ffc/docs\\_ffc/ecostat\\_c.pdf](http://www.insee.fr/fr/ffc/docs_ffc/ecostat_c.pdf)

**Annexe 1 : situation socioprofessionnelle dans le secteur de l'agriculture en Alsace (2007). Source : Mémento de la statistique agricole, Agreste Alsace**

## La population et l'emploi

### Les actifs agricoles des exploitations professionnelles en 2007

(Effectifs)	Bas-Rhin	Haut-Rhin	Alsace	France
Chefs d'exploitation et coexploitants	4 115	3 449	7 564	435 902
Autres actifs familiaux	4 537	2 881	7 418	193 870
Salariés permanents	927	1 388	2 315	139 212
<b>Total</b>	<b>9 579</b>	<b>7 718</b>	<b>17 297</b>	<b>768 984</b>

Source : Agreste - Enquête Structure 2007

### Le volume de travail dans les exploitations professionnelles en 2007

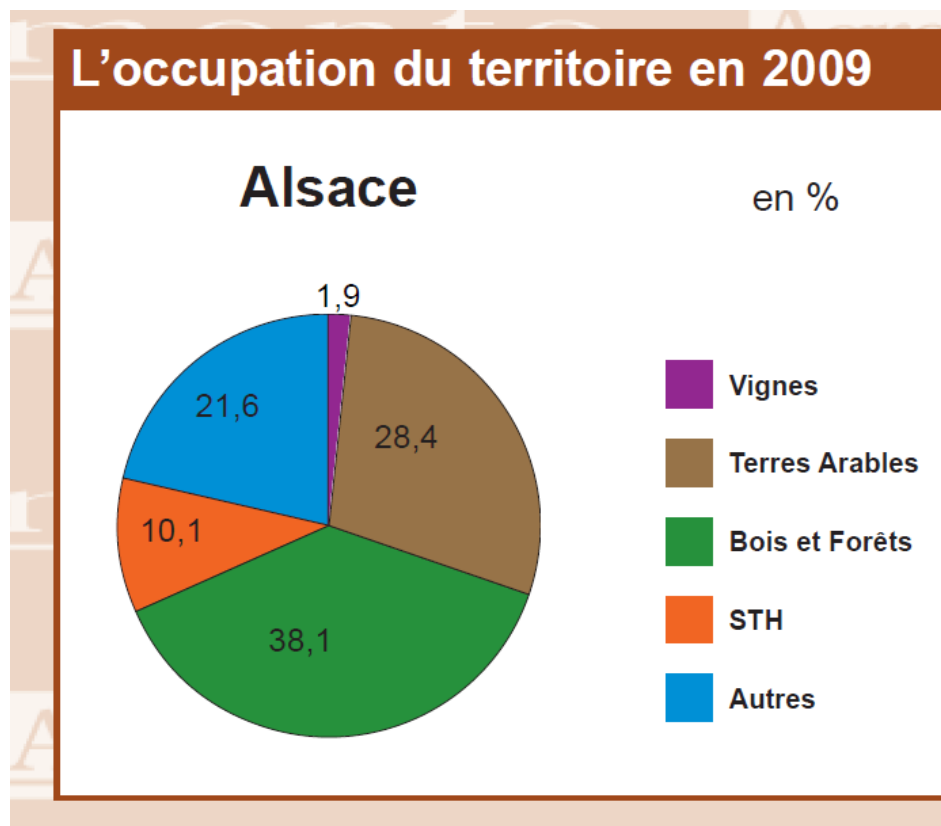
(UTA)	Bas-Rhin	Haut-Rhin	Alsace	France
Chefs d'exploitation et coexploitants	3 586	2 942	6 528	400 417
Autres actifs familiaux	2 317	1 430	3 747	99 773
Salariés permanents et saisonniers	2 016	2 157	4 173	199 113
ETA et Cuma	52	81	133	8 687
<b>Total</b>	<b>7 971</b>	<b>6 610</b>	<b>14 581</b>	<b>707 990</b>

Source : Agreste - Enquête Structure 2007

## Annexe 2 : Occupation de sol en Alsace. Source : Mémento de la statistique agricole, Agreste Alsace

Le territoire régional en 2009				
	Bas-Rhin	Haut-Rhin	Alsace	France
Communes	527	377	904	36 569
Cantons	44	31	75	3 883
Arrondissements	7	6	13	330
(ha)				
Superficie totale	479 880	353 286	833 166	54 908 687
Superficie agricole utilisée (SAU)	196 127	139 573	335 700	27 408 419
<i>dont terres arables</i>	136 538	99 813	236 351	18 258 856
<i>superficies toujours en herbe (STH)</i>	51 900	30 135	82 035	8 094 387
<i>vignes</i>	6 734	9 030	15 764	843 227
<i>vergers</i>	820	370	1 190	187 810
Bois et forêts (y c. peupleraies)	174 400	143 100	317 500	15 581 527
Autres territoires	109 353	70 613	179 966	11 918 741

Sources : Agreste - Statistique agricole annuelle et Insee



**Annexe 3 : les Otex des exploitations professionnelles en Alsace en 2007. Source : Mémento de la statistique agricole, Agreste Alsace**

