

Sylvain Doublet (Solagro), Frédéric Levrault (chambre d'agriculture de Poitou-Charentes), Antoine Poupart (INVIVO) et Thuriane Mahé (CEP)

## Maïs irrigué dans les Landes

Cette étude de cas a été construite de façon distincte des autres en l'absence de cas-type du réseau grandes cultures INOSYS adéquat pour cette zone et cette production. Le cas a donc été élaboré en croisant les références suivantes : documents de la Chambre régionale d'agriculture d'Aquitaine (dont le Dossier n° 30 d'octobre 2006 sur les coûts de production en grandes cultures), bulletin n° 29 du FDGEDA des Landes (février 2010) sur les marges brutes de 2009 en productions végétales, documents du SDAGE Adour-Garonne, du Conseil général des Landes, notes Agreste (dont Agreste Aquitaine n° 16 bis de mai 2008 sur la production de maïs), enquêtes pratiques culturales de 2001 et 2006, données du Recensement Agricole de 2010, et rapports de la Direction générale de l'alimentation (DGAL) sur la chrysomèle.

### 1. Diagnostic de l'exploitation et de son environnement proche

#### ■ Caractéristiques de l'exploitation

| Indicateurs   | Valeurs                   | Remarques   |
|---------------|---------------------------|---|
| UTA           | 2 UTA (dont 1 permanente) |   |
| SAU           | 95 ha                     | 100 % maïs irrigué  |
| Productions   | Maïs grains et semences   |   |
| Parc matériel | Non renseigné (NR)        |   |
| Irrigation    | 100 %                     |   |
| Atouts        |                           |   |
| Contraintes   | Pointe de travail         | Monoculture   |
|               | Fragilité agronomique     | Dépendance au climat<br>Dépendance aux ravageurs (ex : chrysomèle des racines, détectée pour la 1 <sup>ère</sup> fois en 2011 en Aquitaine, Dordogne et Gironde). |

\* Source : Recensement agricole 2010, SSP-MAAF.

#### ■ Ateliers de production et résultats économiques

| Produit brut maïs irrigué – zone Landes 2009<br>1 250 €/ha          |            |                                      |
|---|------------|--------------------------------------|
| Maïs  | 1 100 €/ha | Rendement 115 qtx/ha en 2009; 95 €/t |
| Autres aides  | 150 €/ha   | PAC (140 €/ha) + grêle (7 €/ha)      |
| Charges opérationnelles maïs irrigué – zone Landes 2009<br>820 €/ha |            |                                      |
| Dont intrant (hors eau)   | 620 €/ha   | Dont 55 % engrais minéraux           |
| Dont eau (énergie)  | 75 €/ha    |                                      |
| Dont frais de récoltes  | 80 €/ha    |                                      |
| Dont autres   | 40 €/ha    | Assurance grêle                      |
| EBE – zone Landes 2009<br>(NR)                                      |            |                                      |
| Revenu disponible   | NR         | Dont annuité NR                      |

| Marge brute   | 430 €/ha                        | A titre de comparaison :<br>Maïs non irrigué 225 €/ha<br>(rendement : 80 qtx/ha en 2009)<br>Maïs semence : 1 500 €/ha<br>Sorgho sec : 260 €/ha |
|---|---------------------------------|--|
| Contrainte  | NR                              |  |
| Charges totales maïs irrigué – zone sable 2001-2003<br>1 400 €/ha |                                 |  |
| Dont intrant (hors eau)   | 400 €/ha                        |  |
| Dont eau  | 50 €/ha                         |  |
| Dont mécanisation   | 350 €/ha                        | Sans charges fixes irrigation  |
| Dont charges fixes irrigation                                     | 250 €/ha                        |  |
| Dont autres   | 350 €/ha                        | Main-d'œuvre, fermage, autres  |
| EBE – zone sable 2001-2003<br>(NR)                                |                                 |  |
| Revenu disponible   | NR                              | dont annuité NR  |
| Marge nette   | 500 €/ha                        | Prix de vente 100 €/t et aide PAC de 50 €/t (données 2002)   |
| Contrainte  | Forte dépendance à l'irrigation |  |

\* Source : Chambre régionale d'agriculture d'Aquitaine, FDGEDA des Landes.

Toutes les informations n'ont pu être renseignées pour le cas-type d'exploitation spécialisée en production de maïs construit spécifiquement ici. Néanmoins, les données du RICA des années 2002 à 2008 montrent que le revenu des maïsiculteurs est fortement corrélé à la possibilité d'irriguer. Le revenu moyen des irrigants et non irrigants pris ensemble était compris entre 10 000 et 20 000 euros par an pour les années 2002 à 2008, sauf pour l'année 2007 où il dépassait les 30 000 euros.

#### ■ Contexte local

##### L'agriculture

L'agriculture concerne un quart du territoire landais (la forêt en occupe les deux tiers). Cette agriculture est structurée autour de la production de maïs (omniprésente dans les exploitations landaises). Le département est coupé en deux zones agricoles distinctes :

- au nord, la zone sableuse (relief plat) dominée par la forêt. L'agriculture est dominée par les productions végétales irriguées (maïs et légumes frais). La taille des exploitations est supérieure à la moyenne du département. L'élevage concerne principalement la production de poulets labellisés ;
- au sud, la zone sud Adour et Armagnac, où l'agriculture occupe plus de la moitié du territoire. Cette zone de coteaux (argileux) et de vallées (limoneuses) est le domaine de la polyculture élevage (maïs, vergers, vignes, bovins). Les élevages de volailles (grasses et maigres) sont prépondérants<sup>1</sup>.

1. Source : Chambre d'agriculture des Landes.

Cette fiche ne représente pas nécessairement les positions officielles du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. Elle n'engage que ses auteurs.

Source : Centre d'études et de prospective, 2013, *Agriculture, forêt, climat. Vers des stratégies d'adaptation*, MAF

Le département compte 210 000 ha de SAU (dont 133 800 en céréales) et 5 800 exploitations (-24% entre 2000 et 2010)<sup>2</sup>. Ces dernières ont une superficie moyenne de 36 ha (+7 ha entre 2000 et 2010)<sup>3</sup>.

#### La production de maïs<sup>4</sup>

Le département des Landes est le premier producteur de maïs. En 2007, le maïs (y compris semence) représentait 70% de la valeur des productions végétales (soit près de 270 millions d'euros). Sur les 135 000 ha de céréales, le maïs occupe 130 000 ha (95% des surfaces). Il est cultivé dans 9 exploitations sur 10 et près des deux tiers sont irrigués (57% soit 75 000 ha irrigués sur les 94 000 ha de surfaces irriguées toutes cultures confondues du département). Cette irrigation est rendue nécessaire du fait des températures estivales élevées et de sols filtrants (sableux). Dans le Sud-Ouest, 60% de la surface en maïs sont en monoculture et dans les Landes la probabilité qu'une parcelle de maïs soit suivie de la même culture est de 92% (entre 1994 et 2003). En 2001, pour le département des Landes, les volumes d'eau utilisée pour l'irrigation s'élevaient à 2 200 m<sup>3</sup>/ha. En 2006, pour la région Aquitaine, les volumes d'eau utilisée pour l'irrigation s'élevaient à 1 700 m<sup>3</sup>/ha. Sur la base des données de 2001, cela représente une consommation annuelle (pour la culture de maïs), pour le département des Landes, de 165 millions de m<sup>3</sup>. Dans la zone des sables landais, les apports sont deux fois plus importants (quelle que soit l'année) que dans le reste de la région Aquitaine. Entre 2002 et 2006, les apports moyens ont varié de 2 250 m<sup>3</sup>/ha à 4 000 m<sup>3</sup>/ha. A noter que dans la zone littorale, les importants besoins en eau (RU faible) peuvent être compensés par des précipitations naturelles plus élevées.

Les sécheresses de 2003 et 2005 (et la mise en place des DPU) ont eu comme effet la réduction de la sole de maïs (ainsi que l'amélioration du pilotage et l'utilisation de variétés précoces pour 20% des semis en 2006). Entre 2005 et 2006, la région Aquitaine a perdu 23 000 ha dont 40% (9 000 ha) dans les Landes. Le report des surfaces (dans la région) s'est réalisé sur les céréales : blé tendre et sorgho.

#### Les sols

Les sables landais sont une vaste zone plane. Les sols podzolisés (résultant d'un processus d'altération chimique intense des éléments silicatés) avec des pH acides, sont lessivés dans la partie supérieure. Avec plus de 90% de sable, la RFU affiche à peine 20 mm en lande sèche et 50 mm en lande humide (Médoc) là où la nappe affleure<sup>5</sup>.

#### Climat des Landes

Le département des Landes présente un climat de type océanique, l'océan Atlantique régule le climat de ce vaste département :

- les hivers pluvieux peuvent générer des crues;
- les printemps sont très pluvieux et frais;
- les étés chauds et orageux alternent fortes chaleurs et violents orages, avec grandes chutes d'eau, de grêle et baisses de températures;
- les automnes sont souvent estivaux, parfois pluvieux; froid possible dès novembre avec de fortes gelées.

De manière récurrente, de fortes tempêtes hivernales venues de l'Atlantique provoquent d'importants dégâts dans la forêt des Landes. La moyenne des températures mensuelles oscille, à l'intérieur des terres, autour de 6 °C en janvier et de 21 °C en juillet (amplitude annuelle modérée de 15 °C). Il tombe de 700 mm à l'est du département à près de 1 300 mm sur la côte sud-ouest des Landes. A Mont-de-Marsan<sup>6</sup>, on relève :

- ensoleillement : 1 852 h/an ;
- pluie : 980 mm/an ;
- orage : 35 j/an ;
- brouillard : 95 j/an.

#### La ressource en eau du département des Landes

D'une manière générale, le bassin Adour-Garonne connaît régulièrement des étiages sévères, résultant d'un déséquilibre entre les prélèvements et les ressources disponibles. Les perspectives de réchauffement climatique et la tendance observée d'une augmentation de la durée des périodes de sécheresse laissent penser que le maintien d'un débit suffisant dans les cours d'eau sera une des clefs pour atteindre l'objectif de bon état des eaux<sup>7</sup>.

Entre 2005 et 2010, l'irrigation dans les Landes a progressé de 8%, en passant de 153 à 165 millions de m<sup>3</sup> par an. Cette augmentation s'est faite à surface constante<sup>8</sup>. En 2010 pour le département des Landes, les prélèvements se sont répartis de la manière suivante :

- nappes : 95 millions m<sup>3</sup> (60% des prélèvements), dont 40 sur la nappe des sables et 30 sur la nappe du Miocène;
- rivières : 35 millions de m<sup>3</sup> (20% des prélèvements);
- réservoirs collectifs et individuels : 30 millions de m<sup>3</sup> (20% des prélèvements).

Les prélèvements d'eau s'effectuent dans la zone sableuse quasi exclusivement en eau souterraine : nappes du Plio-Quaternaire (nappe des sables) et du Miocène. Dans le sud du département (Chalosse), les prélèvements sont majoritairement en eau souterraine mais on trouve également des prélèvements en rivières et en réserves collinaires (15% de l'eau d'irrigation du maïs en Aquitaine).

Les niveaux des nappes fossiles des Landes<sup>9</sup> sont orientés à la baisse : pendant la période 2001/2007, le déficit pluviométrique cumulé a été de 986 mm sur Mont-de-Marsan et de 1 676 mm sur Dax (soit plus d'une année de précipitation). Cette longue période de déficit pluviométrique a entraîné une baisse sensible des niveaux piézométriques des aquifères landais.

Un rapport du CESER d'Aquitaine (*L'eau en Aquitaine à l'horizon de 30 ans : 2041*), daté de 2011, apporte des éléments sur les contraintes de la gestion des ressources en eau de la région à l'avenir. Il sera nécessaire de partager l'eau entre différents usages, qu'ils soient agricoles, industriels, récréatifs ou de consommation des particuliers, et toutes les stratégies doivent pouvoir être envisagées pour contenir les consommations par usage. Substitution, redistribution et compensation sont évoquées, ce qui nécessite une grande coordination des acteurs et une adaptation du comportement des usagers.

2. Source : Agreste Aquitaine.

3. Source : Agreste.

4. Source : Agreste Aquitaine; enquête pratiques culturales 2001 et 2006; enquête sur l'utilisation du territoire.

5. Source : GIS Sol.

6. Source : Chambre d'agriculture des Landes.

7. Source : SDAGE Adour-Garonne.

8. Source : Observatoire de l'eau Adour-Garonne.

9. Source : Conseil Général des Landes.

### La chrysomèle des racines du maïs, un insecte ravageur potentiel

La chrysomèle des racines du maïs (*Diabrotica virgifera virgifera* Leconte) est un organisme nuisible, auparavant inexistant sur le territoire français. C'est le principal ravageur du maïs en Amérique du Nord. Son apparition n'est pas un effet direct du changement climatique, mais elle est vraisemblablement liée aux transports aériens et routiers, et a débuté en Italie et en Europe centrale. C'est néanmoins un facteur possible de réduction des rendements du maïs à l'avenir qu'il ne faut pas oublier.

Cet insecte provoque des dommages sur les cultures de maïs par les larves. En consommant les racines d'ancrage, celles-ci entraînent parfois une verse des plantes. Cet organisme est à présent réglementé et différentes mesures sont appliquées en France, conformément à la décision 2003/766/CE de la Commission (mise en œuvre au niveau national par l'arrêté de lutte du 28 juillet 2008 modifié) : 1) un plan de contrôle pour les zones confrontées à des foyers les années antérieures qui semblent installés et 2) un plan de surveillance pour une détection précoce des foyers dans les zones indemnes au moyen de pièges à phéromones.

Depuis 2010, et suite à des difficultés d'éradication de ce nuisible, le contrôle de cet insecte a évolué vers une logique de confinement, actuellement appliquée en Alsace et dans les cinq départements de Rhône-Alpes concernés par la chrysomèle. Cette logique consiste en une rupture de la monoculture de maïs à l'intérieur de ces zones de confinement, et des mesures de lutte avec rotation obligatoire une année sur six ou une année sur trois et larvicide obligatoire dès la troisième ou deuxième année de maïs (en fonction du niveau des captures). En 2011, le plan de surveillance a mis en évidence deux nouveaux foyers en Aquitaine (comme en région PACA), ce qui confirme la progression des populations de cet insecte vers les zones de production de maïs du Sud-Ouest. Une dissémination croissante future de l'insecte en Aquitaine peut d'ores et déjà être envisagée.

Selon l'évolution de la réglementation, la monoculture de maïs dans le Sud-Ouest pourrait alors être soumise aux contraintes des zones de confinement actuelles, et ce, autour des foyers d'insectes susceptibles de devenir « installés ». Cependant, il

faut noter que le développement des populations de chrysomèle dépend fortement de la texture des sols : ceux qui sont sableux sont défavorables à son installation, contrairement aux sols argileux. L'invasion de l'insecte varierait alors fortement selon la zone pédologique. D'autres facteurs peuvent influencer la dynamique de cet insecte : climat humide défavorable, pratiques culturales limitant les dégâts telles que l'usage de variétés tardives et l'irrigation maîtrisée. Ainsi, parmi les techniques culturales efficaces dans la lutte, les semis tardifs montreraient des résultats satisfaisants dans nos conditions d'infestation relativement basses. Les larves de la chrysomèle ne trouvent alors pas de racines pour se nourrir et meurent d'inanition. Mais les semis tardifs ne sont pas nécessairement la meilleure option pour tenir compte des effets du changement climatique<sup>10</sup>.

## 2. Effets du changement climatique sur le système d'exploitation

### ■ Description du changement climatique et des impacts attendus

Les données suivantes sont issues de simulations climatiques mensuelles réalisées spécifiquement pour cet exercice à partir de données Météo-France. Elles concernent d'une part une période de référence centrée en 1985 allant de 1971 à 2000. D'autre part, elles concernent une seconde période future centrée en 2050 (l'horizon temporel de la présente étude prospective) allant de 2036 à 2065.

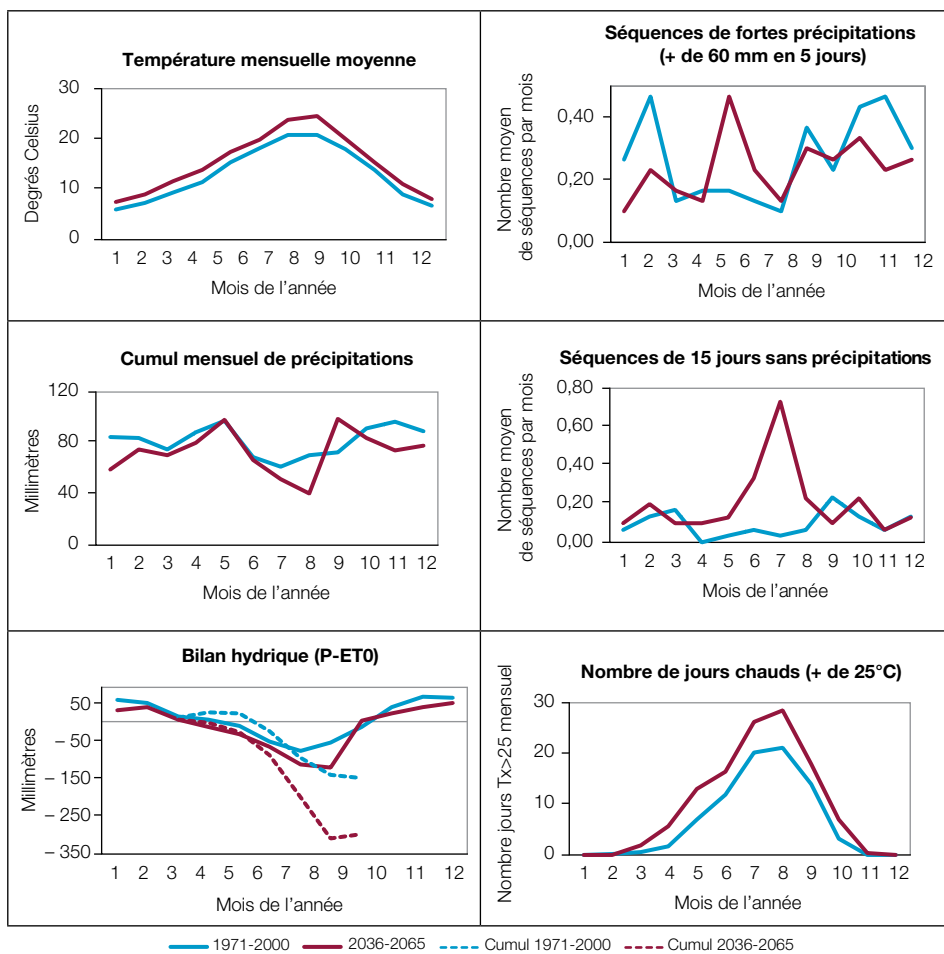
La comparaison entre les périodes 1971-2001 et 2036-2065 montre :

- une augmentation des températures relativement homogène sur l'année de 2°C (plus marquée sur juillet-août avec + 3°C);
- un cumul mensuel de pluie légèrement inférieur sur le premier semestre, dégradé sur le second semestre;
- un bilan hydrique (P-ET0) très dégradé de juillet à septembre.

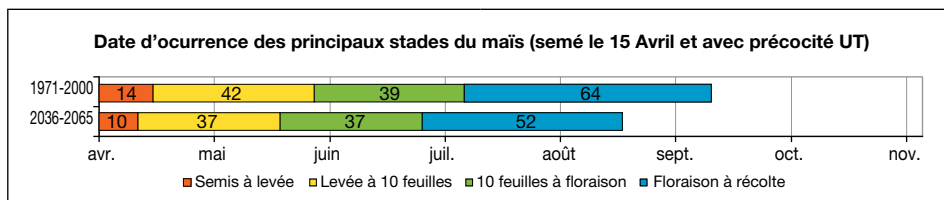
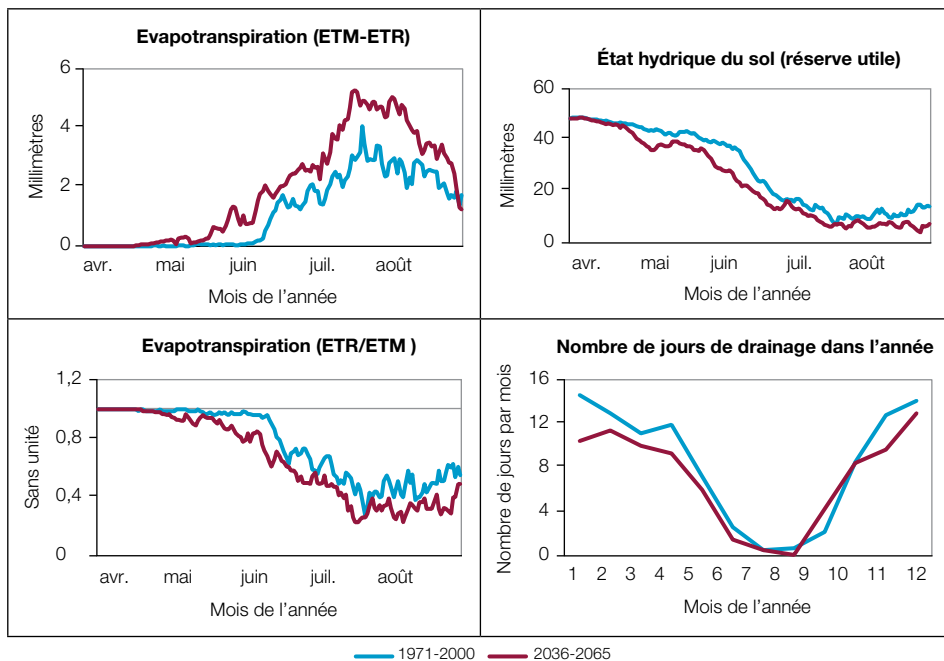
---

10. Source : Direction générale de l'alimentation.

### Station de Mont-de-Marsan



### Maïs – principaux indicateurs de l'état hydrique (RU : 50 mm)



## ■ Effets attendus du changement climatique sur les cultures du système étudié

### Maïs grain en monoculture

| Effets du CC sur ↓           | Description  |
|------------------------------|--|
| Durée des cycles culturaux   | A semis et variétés similaires à ceux d'aujourd'hui, il y a raccourcissement du cycle cultural du maïs. Bordeaux : -19,4 jours du passé récent (PR) au futur proche (FP) ; -34,5 jours du passé récent au futur lointain (FL) ; moyenne sur 12 sites : -25,3 jours du passé récent au futur proche ; -41,0 jours du passé récent au futur lointain. Ce raccourcissement se répercuterait sur la durée d'interception de rayonnement lumineux et sur la durée de la période de remplissage des grains, induisant une diminution du potentiel de rendement (Brisson et Levraut, 2010).   |
| Durée d'interculture         | En monoculture, l'avancement des dates de récolte, largement supérieur à l'avancement des dates de semis, entraînera une augmentation de la durée d'interculture. La valorisation de cette période par une culture intermédiaire sera fortement inféodée à la possibilité d'irriguer ( <i>a minima</i> ) cette culture intermédiaire (Brisson et Levraut, 2010). En termes de disponibilité thermique, c'est-à-dire les sommes de températures au-dessus de 6°C, pour le maïs, l'accroissement est d'environ 170°C.j entre le passé récent et le futur proche centré en 2040 (Brisson et Levraut, 2010). Ce facteur thermique permet dans l'absolu l'utilisation de variétés de maïs à potentialité de rendement plus élevée mais sous réserve de disponibilité en eau suffisante. |
| Conditions de semis, récolte | Semis : l'augmentation des températures et le moindre engorgement en eau des sols permettront un avancement des dates de semis, levier important d'adaptation au changement climatique (Brisson et Levraut, 2010). La diminution de nombre de jours de gel (Brisson et Levraut, 2010) est également intéressante pour l'avancement des dates de semis du maïs.   |
| Rendements                   | Sans aucune adaptation des semis et des variétés, il y a une baisse significative des rendements, en maintenant l'irrigation à 80 % de l'ETM (Brisson et Levraut, 2010) :<br>- de 0,9 t de matière sèche/ha entre le PR et le FP ;<br>- de 1,5 t de matière sèche/ha entre le PR et le FL. Cette baisse des rendements, que l'on retrouve dans l'ensemble du Sud-Ouest (sites de Toulouse et Lusignan) découle :<br>- de la forte réduction de la durée du remplissage des grains ;<br>- de l'absence de compensation CO <sub>2</sub> liée au métabolisme en C4 du maïs.   |

| Effets du CC sur ↓                                   | Description  |
|--|--|
| Qualité des récoltes                                 | Une réduction des besoins en séchage permise par l'avancée des stades (déjà observée aujourd'hui).   |
| Sol (humidité, matière organique, salinité, érosion) | L'augmentation tendancielle des sécheresses édaphiques mensuelles sur la période 1958-2008 se poursuivrait à l'avenir (Soubeyrou <i>et al.</i> , 2011), avec 40 à 80 % du temps en période de sécheresse édaphique à l'horizon 2050 (d'après le projet Climsec). En particulier, les conditions du sol au moment du semis en date actuelle pourraient se dégrader.   |
| Disponibilité en eau                                 | Dans cette étude de cas, la culture du maïs n'est pas concevable sans irrigation (ni actuellement ni à l'avenir). La poursuite de cette irrigation sera donc fortement inféodée à la capacité du milieu à fournir l'eau d'irrigation.  |
| Qualité du grain                                     | Pas d'effets significatifs.  |
| Aléas climatiques, destruction des récoltes          | <i>A priori</i> , rien de particulier lié au changement climatique.  |
| Besoins en irrigation                                | A date de semis et variété fixées, les besoins en irrigation, pour maintenir l'ETR à 80 % de l'ETM, augmentent de 30 mm à 45 mm par campagne entre le PR et le FP pour la station de Bordeaux. Comparativement à l'effet du changement climatique sur les besoins en irrigation, le poids de la variabilité interannuelle et du sol reste cependant prépondérant dans la variation des besoins en irrigation (Brisson et Levraut, 2010) *. |

\* Sur l'évolution des rendements, les résultats de l'étude Climator (Brisson et Levraut, 2010) divergent fortement de ceux d'autres prospectives (Acta-Mires, 2009). Dans Climator, aucune hypothèse d'adaptation n'est faite sur les semis et les variétés.

## ■ Synthèse : effet du changement climatique sur le système d'exploitation

Deux effets du changement climatique sont forts : l'augmentation de la température et l'augmentation du déficit hydrique. Il en résulte, pour une variété et une date de semis identiques, un cycle de culture plus court. Les rendements sont par conséquent potentiellement plus faibles. Si l'agriculteur mise alors sur une variété plus tardive et une date de semis avancée pour décaler le cycle de croissance et pour compenser la perte potentielle de rendement, la plante aura des besoins accrus en eau donc en irrigation. La disponibilité des ressources en eau est donc un élément critique.

### 3. Options d'adaptation à l'échelle de l'exploitation et de son territoire

#### ■ Option M1 : Augmenter les rendements en utilisant de nouvelles variétés et en mobilisant davantage d'eau

Dans cette option, le système actuel de production de maïs est conforté. Le chef d'exploitation cherche à tirer parti du changement climatique. Il réalise d'une part des semis plus précoces. Il utilise d'autre part des variétés plus tardives. Un développement du stockage d'eau l'hiver et l'accroissement des volumes d'irrigation sont alors nécessaires au maintien des surfaces en maïs. Ainsi, l'option implique un arbitrage très favorable, voire prioritaire, à l'agriculture par rapport aux différents usages de l'eau, y compris les besoins des industries de l'énergie, par exemple.

#### ■ Option M2 : Diversifier l'assolement face à la contrainte hydrique et réserver l'irrigation aux cultures rémunératrices

Le choix de l'exploitation est de faire face à une baisse de la ressource en eau, compte tenu des tensions sur la ressource au niveau régional. Ainsi, les prélèvements pour l'irrigation n'augmentent pas à l'échelle de l'exploitation, mais sont répartis différemment.

Cette eau irrigue alors une surface moindre en maïs de manière à garantir une bonne productivité sur cette zone. Les surfaces ainsi irriguées se tournent vers le maïs doux et le maïs semence, des productions davantage rémunératrices, de manière à maintenir le revenu. Une partie de la surface de l'exploitation ainsi libérée est consacrée à des cultures moins gourmandes en eau (sorgho, légumes). Les moyens de l'exploitation consistent donc à concentrer l'effort d'irrigation et à diversifier l'assolement sur les zones moins irriguées.

#### ■ Option M3 : Abandon de la production de maïs et réorientation vers des cultures économes ou des usages non agricoles

La ressource en eau se raréfie et l'arbitrage entre ses usages est défavorable à l'agriculture. L'impossibilité de faire face aux besoins croissants d'irrigation du maïs conduit à de fortes baisses de rendement et à la disparition progressive de cette culture. Les surfaces ainsi libérées peuvent être consacrées à des cultures plus économes en eau, à des usages non agricoles (production d'énergie, urbanisation) voire être abandonnées (déprise agricole, afforestation).