



Impacts du changement climatique et adaptations en grande culture

Synthèse du projet CLIMATOR (2007 – 2010)

Jean-Louis DURAND, Frédéric LEVRAULT

Melle – 06 décembre 2011



3^{èmes} Rencontres de la recherche
et du développement en Poitou-Charentes



- 
1. Comprendre l'effet du changement climatique sur les cultures afin de le prévoir
 2. Organiser l'analyse de l'impact des climats projetés sur les rendements
 3. Analyser l'impact du changement climatique sur le régime hydrique
 4. Donner des « références » simulées d'impact par culture et système de culture.

Le projet CLIMATOR

Changement climatique, agriculture et forêts en France :
simulations d'impacts sur les principales espèces cultivées.

Financement ANR – Coordination INRA **N. BRISSON**[†]

2007 à 2010

8 organismes de recherche et développement

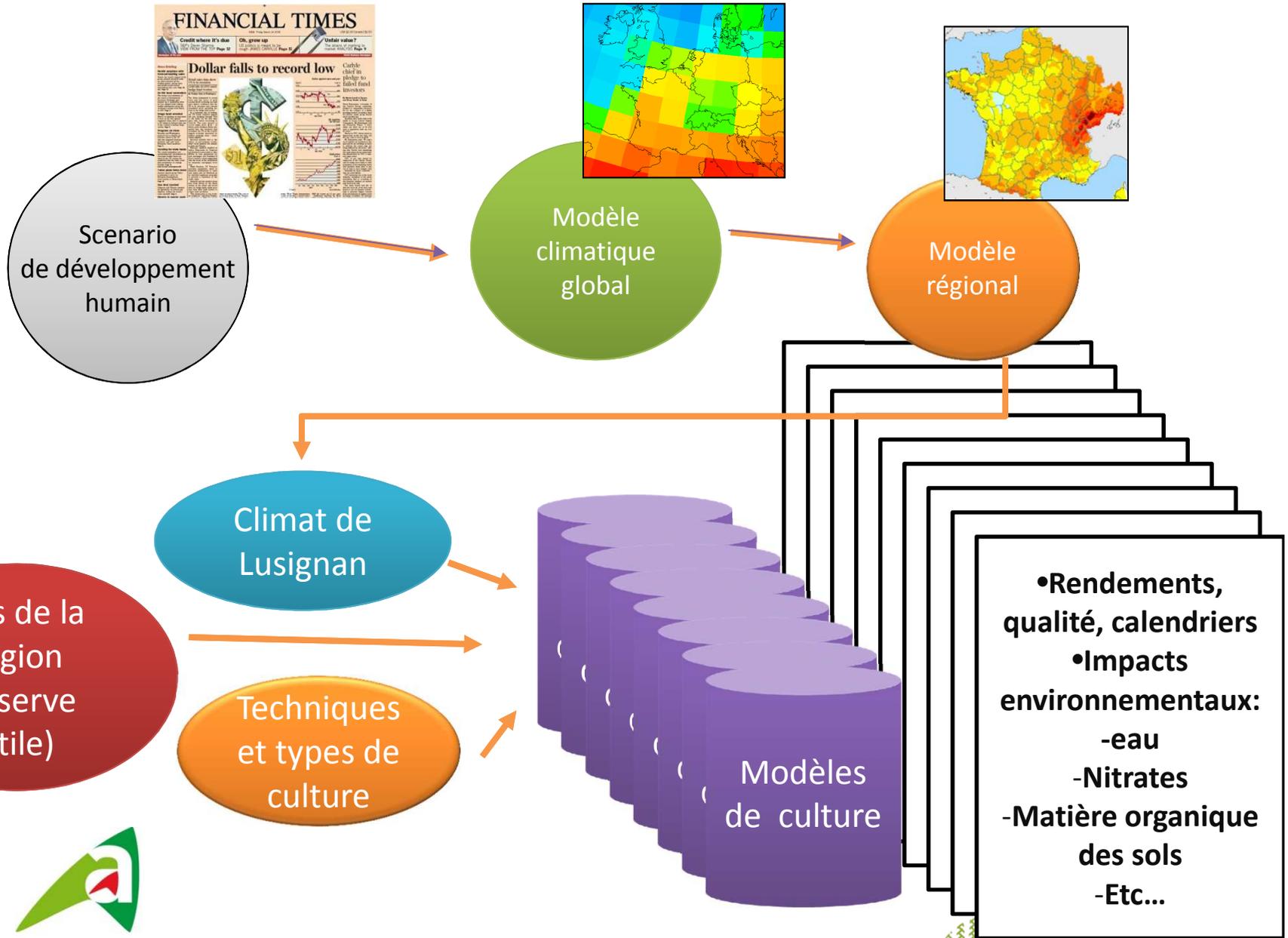
17 équipes

34 collaborateurs



3^{èmes} Rencontres de la recherche
et du développement en Poitou-Charentes



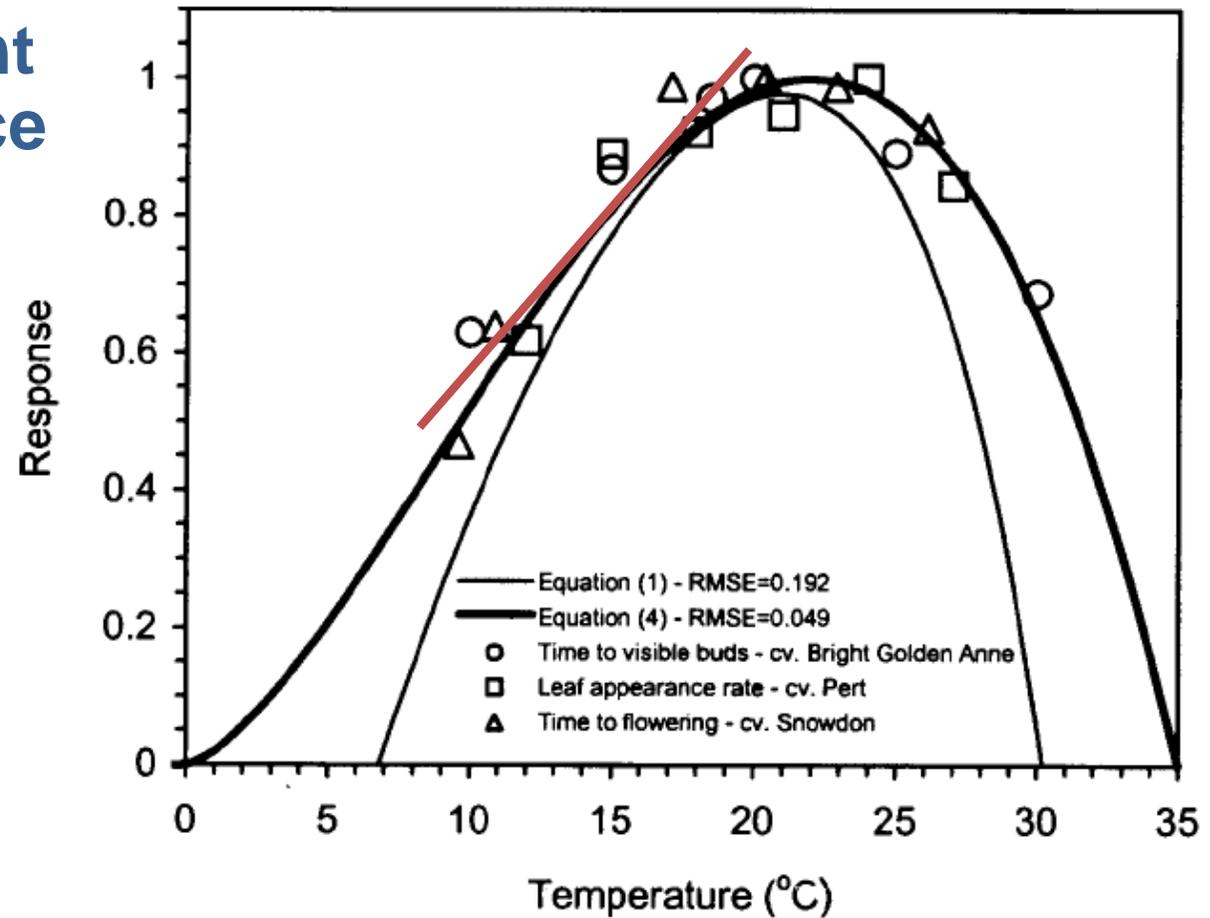




Le rôle des 4 variables climatiques cruciales: Température, rayonnement solaire, eau et CO₂

- La température détermine la **vitesse** de développement et de croissance des **feuilles des racines**
- Le rayonnement solaire détermine la production de **biomasse et l'évapotranspiration**.
- Le CO₂ détermine l'efficacité de la conversion du rayonnement (pour les C3) et la fermeture des **stomates** (de toutes les plantes)
- L'eau contrôle
 - L'évapotranspiration
 - la température des feuilles
 - La croissance des feuilles
 - L'ouverture des **stomates**

Le développement et la croissance

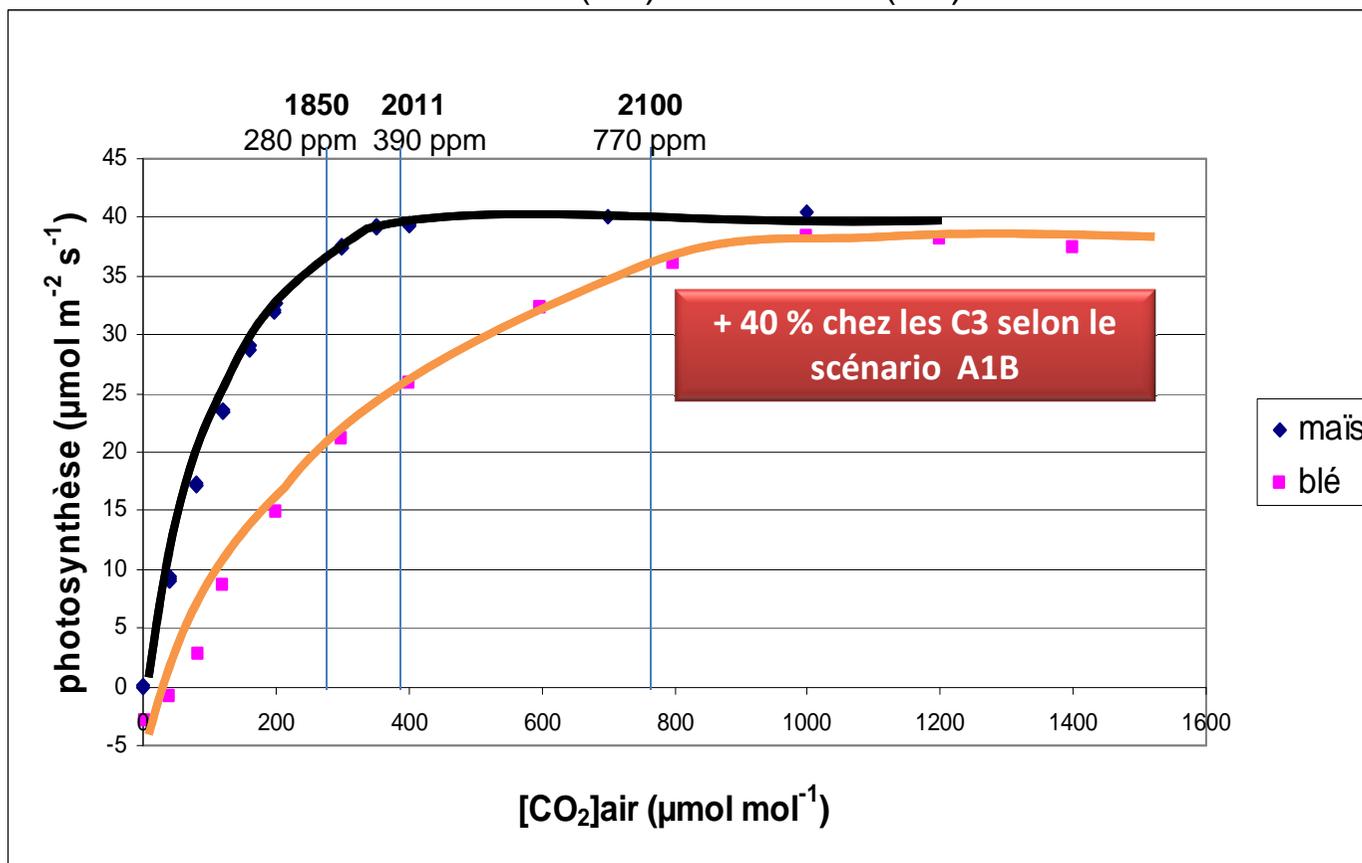


Uma função de resposta do desenvolvimento à temperatura em crisântemo
(*Chrysanthemum x morifolium* Ramat.)

Nereu Augusto Streck¹

La photosynthèse

Effet de la concentration en CO₂ sur la photosynthèse du blé (C3) et du maïs (C4)



La transpiration

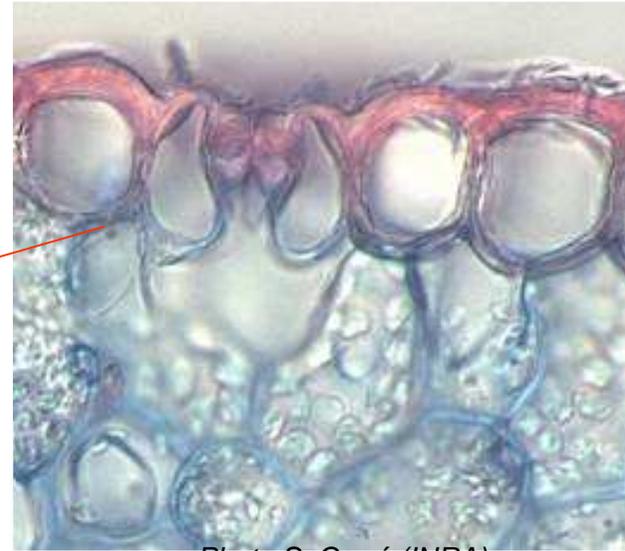
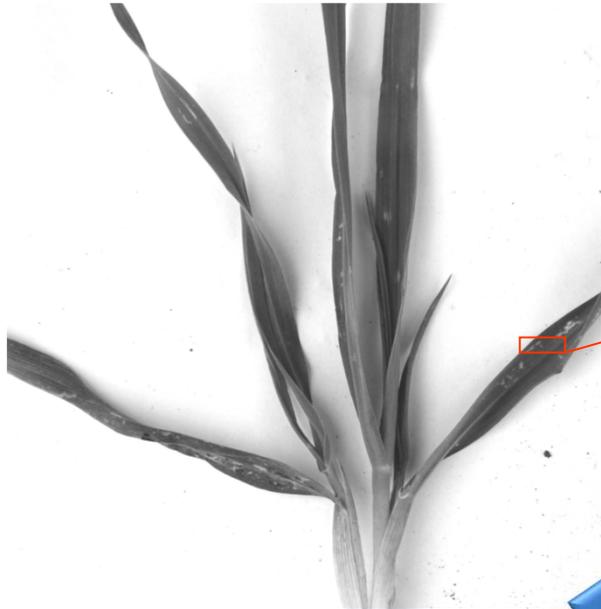


Photo S. Carré (INRA)

Raccourcissement des calendriers culturaux

Evolution des dates de récolte (j)
entre 1970-2000 et 2020-2050

	Blé	Colza	Maïs	Tourn.	Sorgho	Vigne
Lusignan	-9,2	-6,8	- 22,8	- 15,0	- 19,7	-15,0
12 sites	-9,0	-7,4	-25,3	-13,8	-16,1	-19,1

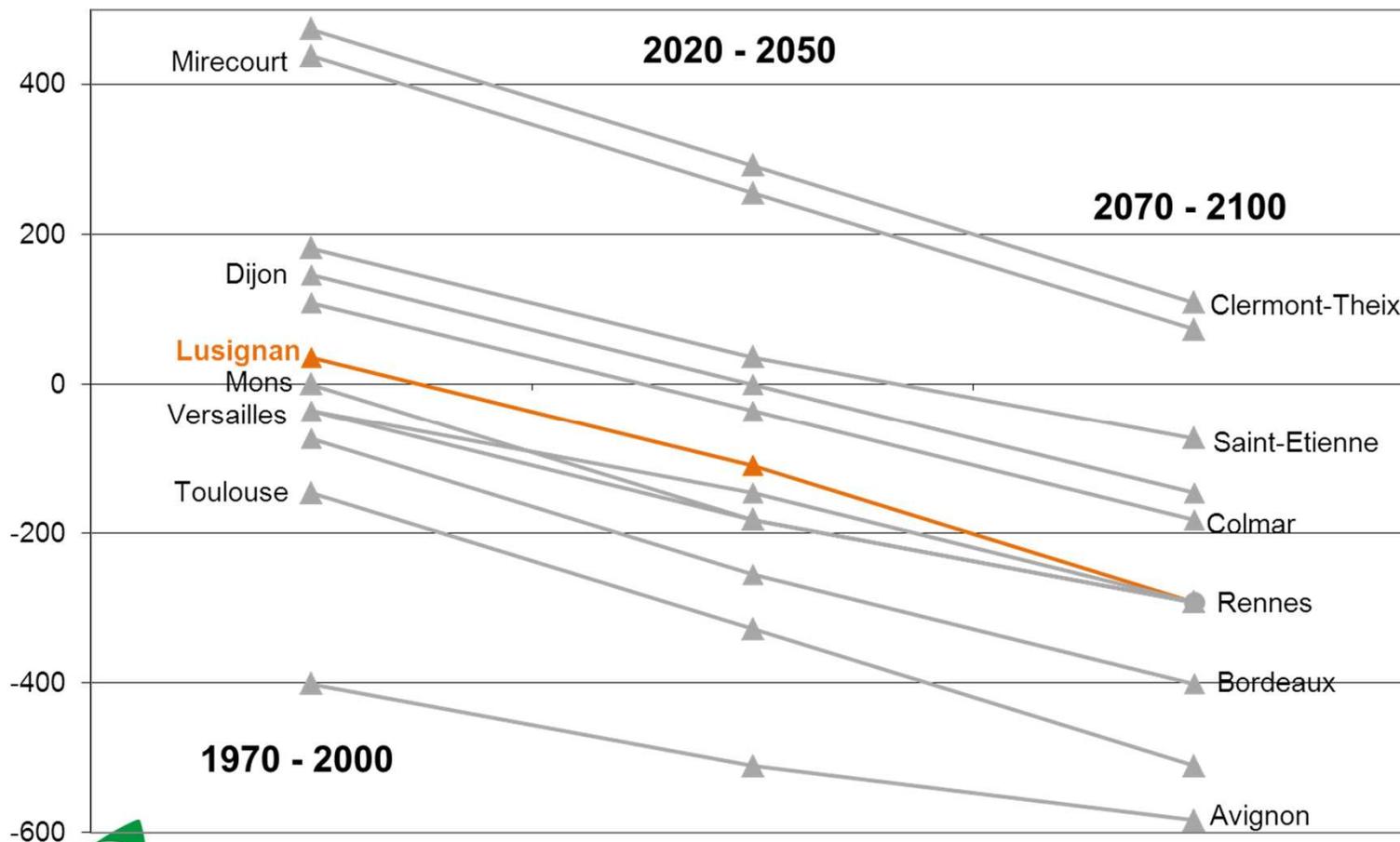
Evolution des dates de récolte (j)
entre 1970-2000 et 2070-2100

	Blé	Colza	Maïs	Tourn.	Sorgho	Vigne
Lusignan	-17,6	- 15,9	- 37,4	- 26,9	- 33,8	- 29,3
12 sites	-16,7	-14,5	-41,0	-25,7	-29,8	-32,2

Evolution des déficits hydriques climatiques en France.

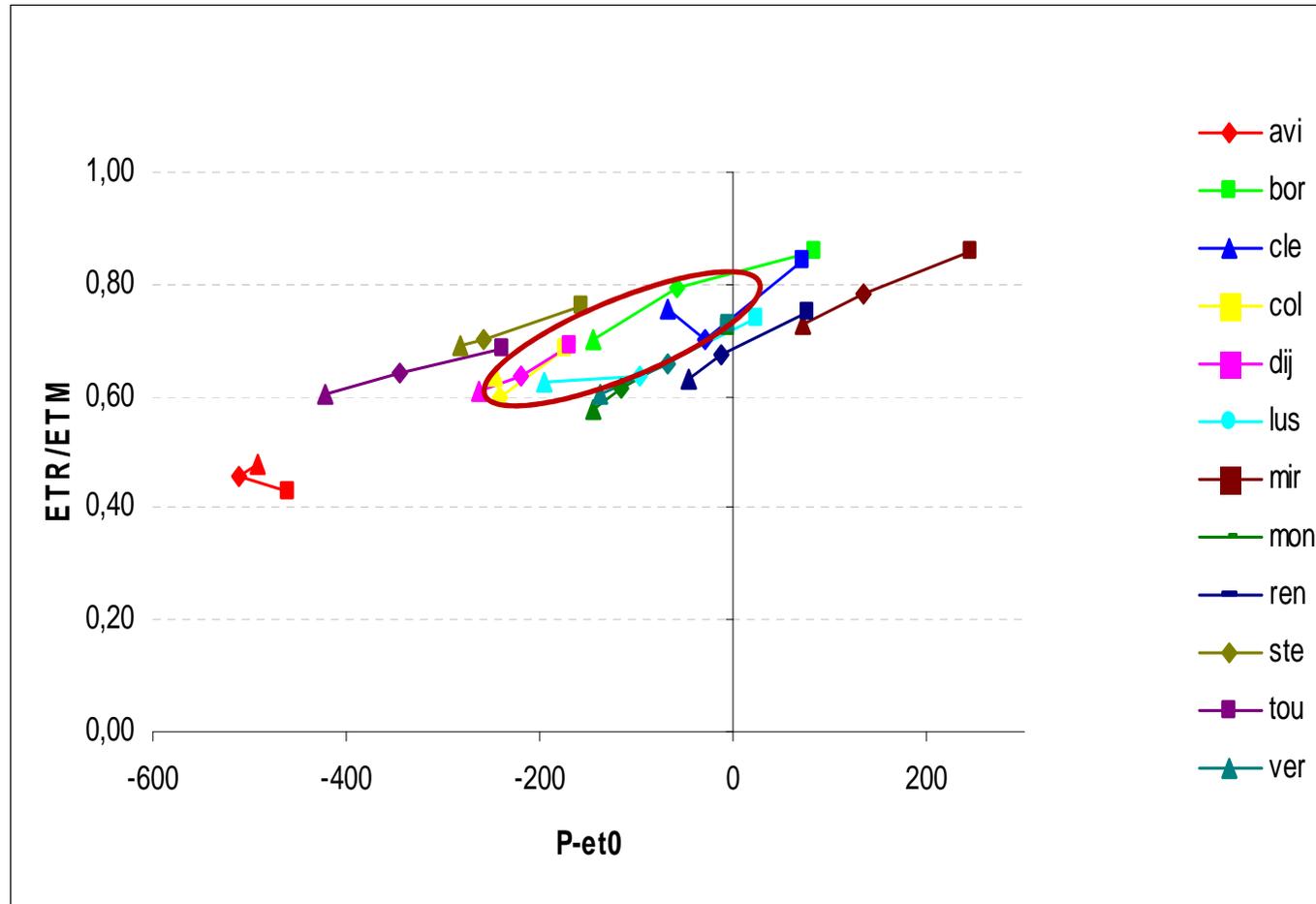
Scénario A1B – Méthode de régionalisation TT.

Cumul annuel de [pluie – ET0] (mm) en France



Dégradation de l'état hydrique des cultures

Evolution du confort hydrique d'un blé tendre – Scénario A1B, var. Arminda



Impacts attendus sur la ressource en eau

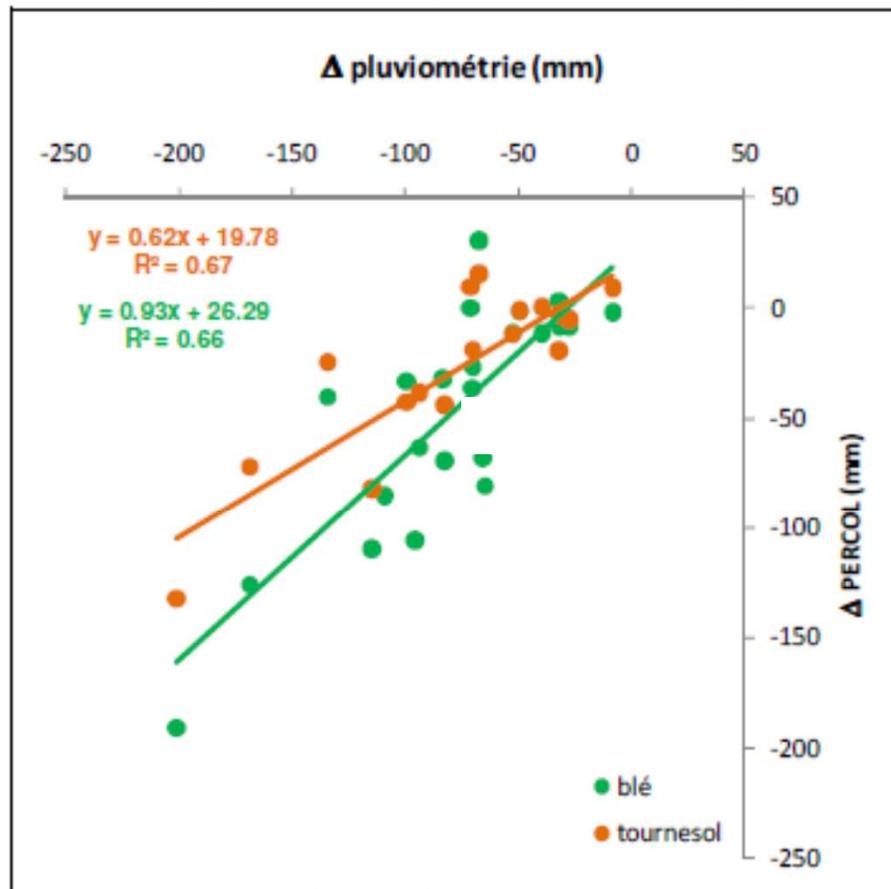
Relation entre pluviométrie et percolation (blé et tournesol)

La baisse des pluies concernera surtout l'été mais probablement aussi l'hiver.

Elle sera amplifiée par l'augmentation de l'ET0

Elle se traduira pour 1/2 à 2/3 par une baisse de la percolation.

Elle concernera les cultures irriguées et non irriguées.



Impacts attendus sur le blé tendre

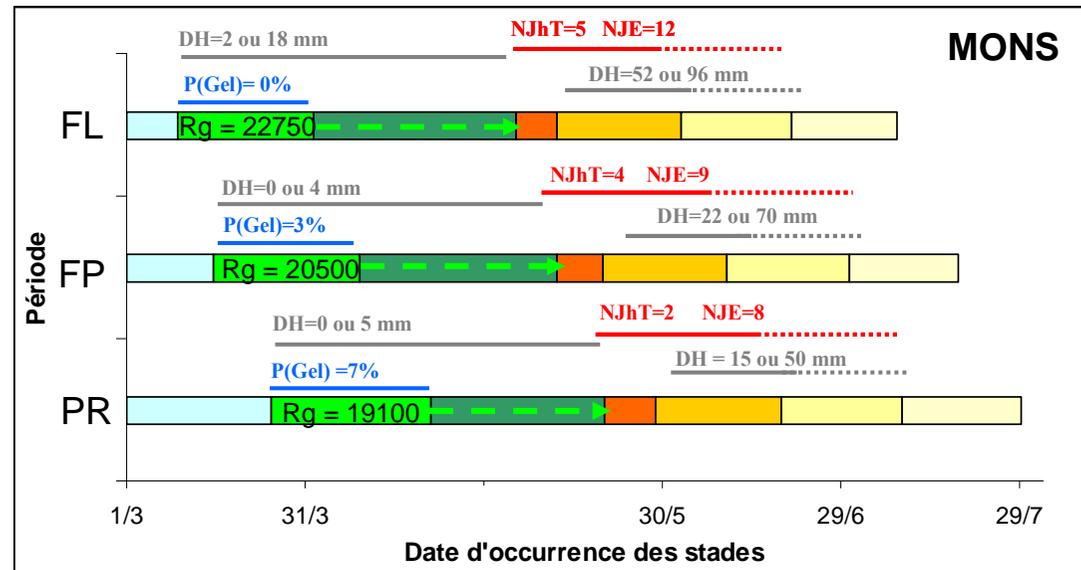
Impacts

Baisse de la pression de maladies (septoriose, rouille brune)

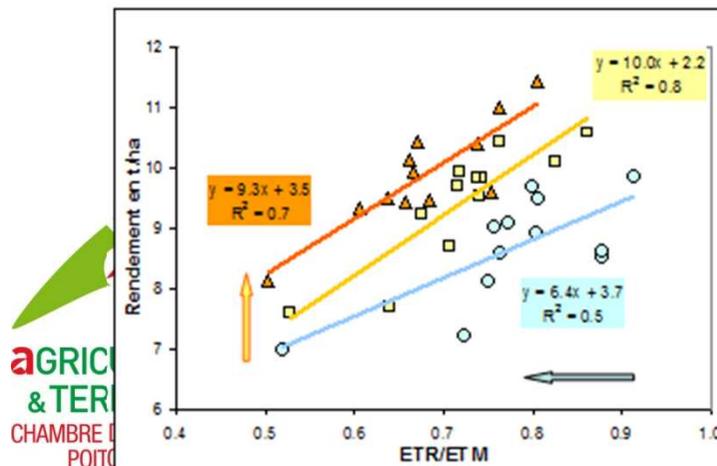
Nette diminution du risque de gels d'épis (meïose, épi 1 cm)

Baisse du confort hydrique

Augmentation des stress thermiques



■ épi 1cm à 2 noeuds
 ■ 2 noeuds à épiaison
 ■ épiaison à floraison
 ■ floraison à grain laiteux
 ■ grain laiteux à maturité physiologique
 ■ maturité physiologique à récolte



aGRIC
& TER
CHAMBRE
POIT

INRA

Impacts attendus sur le blé tendre

Impacts

Effet compensateur : esquivé et fertilisation carbonée

Rendements des variétés précoces et tardives se maintiennent :

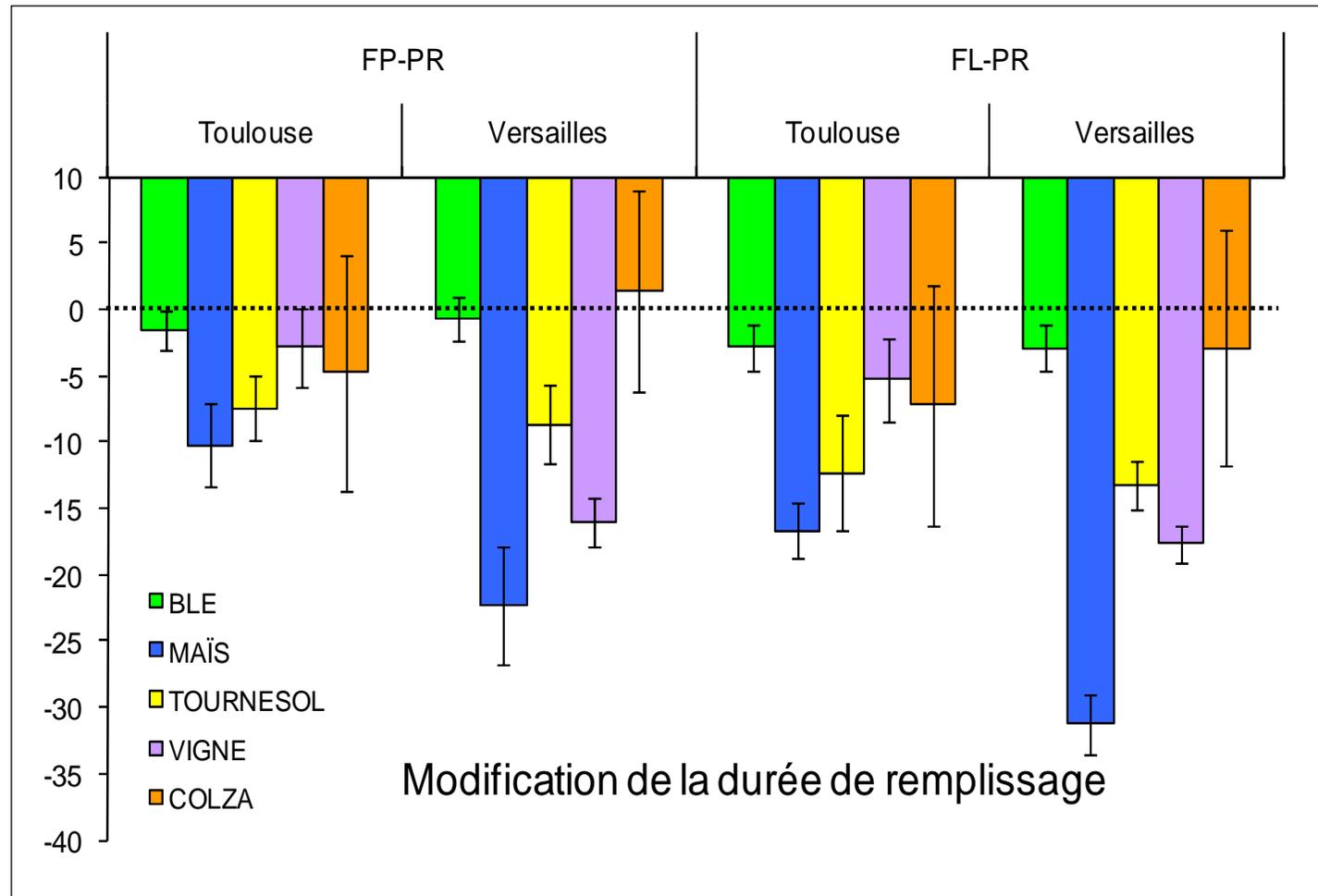
- l'augmentation du nombre de jours échaudants ;
- les stress hydriques de fin de cycle.

Variabilité des rendements en légère hausse

Evolution du rendement (t m.s./ha)
par rapport à 1970-2000

	2020 - 2050	2070 - 2100
Bordeaux	n.s.	+0,9
Lusignan	n.s.	n.s.
Rennes	n.s.	n.s.
12 sites	+0,9	+1,0

Impacts sur les phases de remplissage des grains



Impacts attendus sur le maïs

Impacts

Raccourcissement du cycle

-> esquivé partielle des stress d'été

Raccourcissement de la durée de remplissage des grains

-> baisse du rendement

Evolution du rendement (t m.s./ha) à 80 % ETM par rapport à 1970-2000

	2020 - 2050	2070 - 2100
Bordeaux	-0,9	-1,5
Lusignan	-0,6	-1,1
Rennes	n.s.	n.s.
12 sites	+0,5	+0,5

Adaptations

Avancement dates semis : 1 jour / 4 ans

Choix de cycles courts

Maîtrise de la surface irriguée

Réflexion sur les zones de production en France



3^{èmes} Rencontres de la recherche
et du développement en Poitou-Charentes



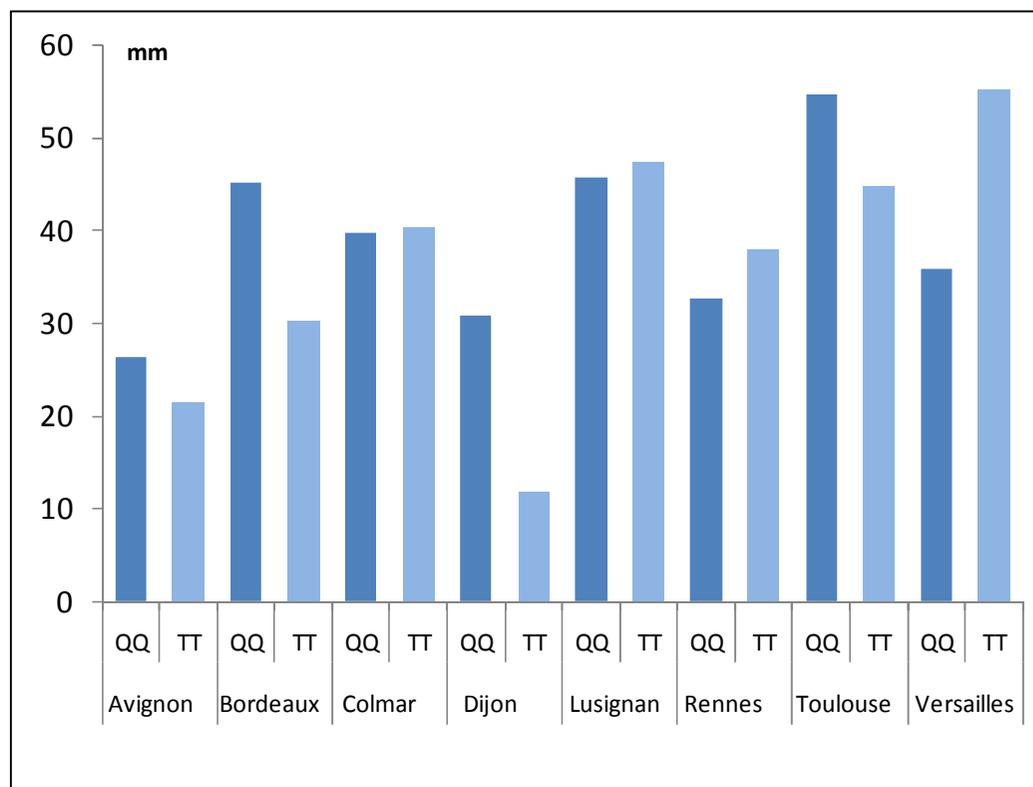
Impacts attendus sur le maïs

Impacts

Deux effets antagonistes (accroissement du déficit hydrique et raccourcissement du cycle)
-> augmentation des besoins en irrigation

La variabilité des besoins entre années reste supérieure à la variation liée au CC

Evolution des besoins en irrigation (80 % ETM) entre (1970-2000) et (2020-2050)

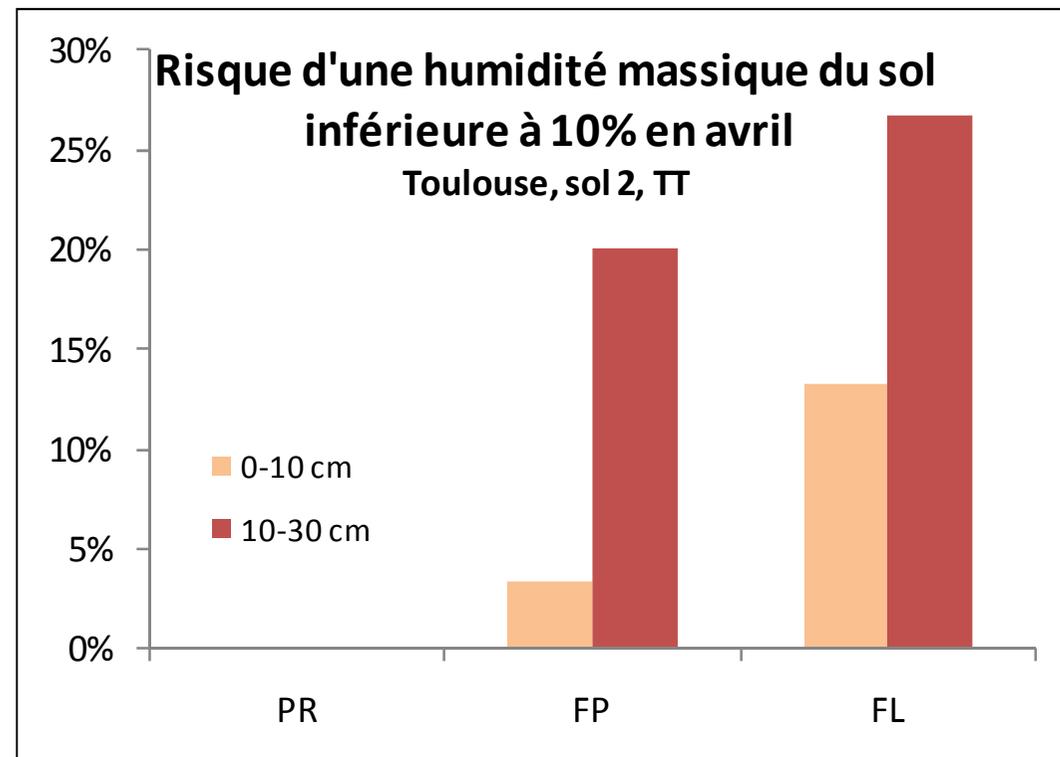


Impacts attendus sur le tournesol

Impacts

Stress hydrique accru en début de cycle
(jeune plantule + affecté que levée)

Risque accru de stress thermique en fin
de cycle



Impacts attendus sur le tournesol

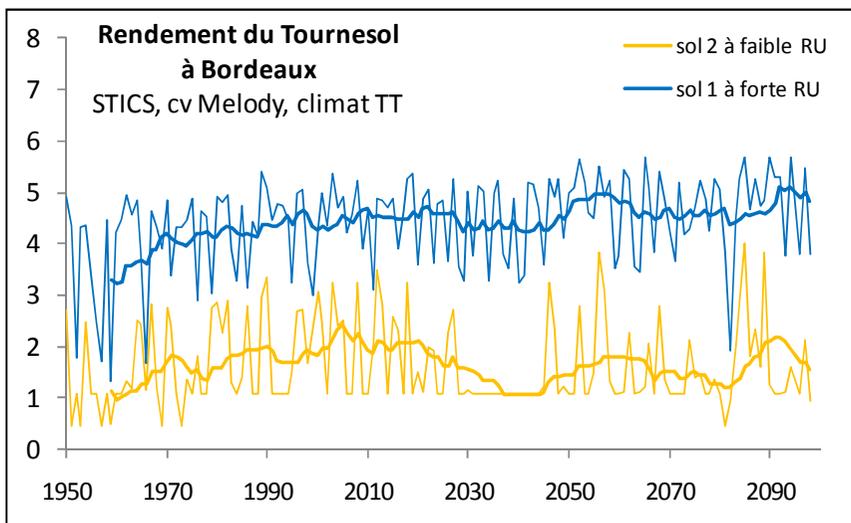
Impacts

Peu d'évolution des rendements en tendance en sol superficiel

Augmentation de la variabilité des rendements (sécheresses en phase végétative et accidents thermiques au remplissage)

	2020 – 2050	2070 - 2100
Bordeaux	n.s.	+0,4
Lusignan	n.s.	n.s.
Rennes	+1,0	+1,6
12 sites	+0,6	+1,1

Evolution du rendement (t m.s. / ha)
par rapport à 1970 - 2000



Adaptations

Nécessité d'une irrigation starter

Avancement des dates de semis

Possibilité de choisir des variétés à cycle long

Impacts attendus sur la prairie

Impacts

Légère augmentation de la productivité annuelle (+10%).

Modification de la répartition annuelle de la production

Baisse de la teneur en azote à fertilisation constante

Excès attendu de minéralisation facilement utilisé par la végétation si enracinement profond

Adaptations

Maintien voire baisse de la fertilisation (même si rendements s'accroissent)

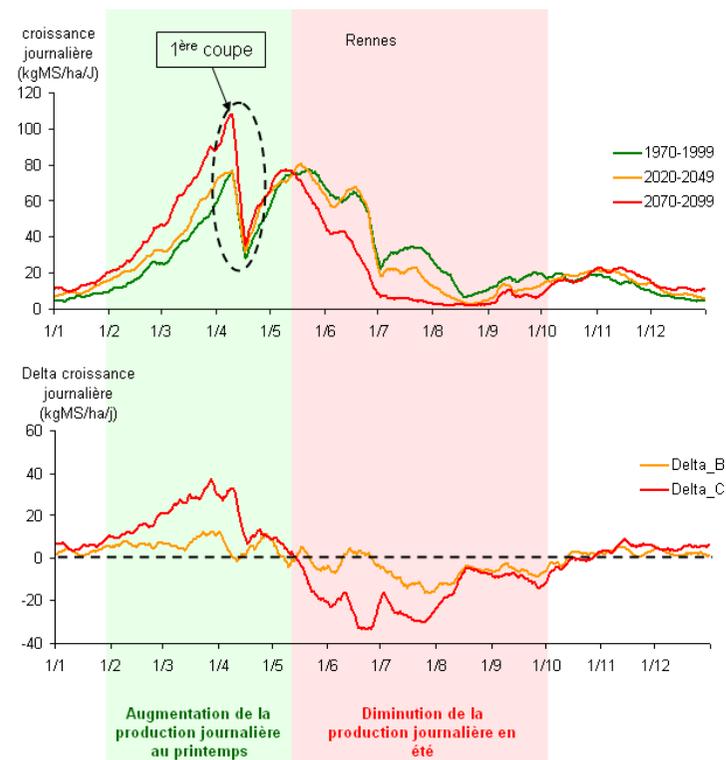
Irrigation estivale d'appoint

Gestion des stocks



3^{èmes} Rencontres de la recherche
et du développement en Poitou-Charentes

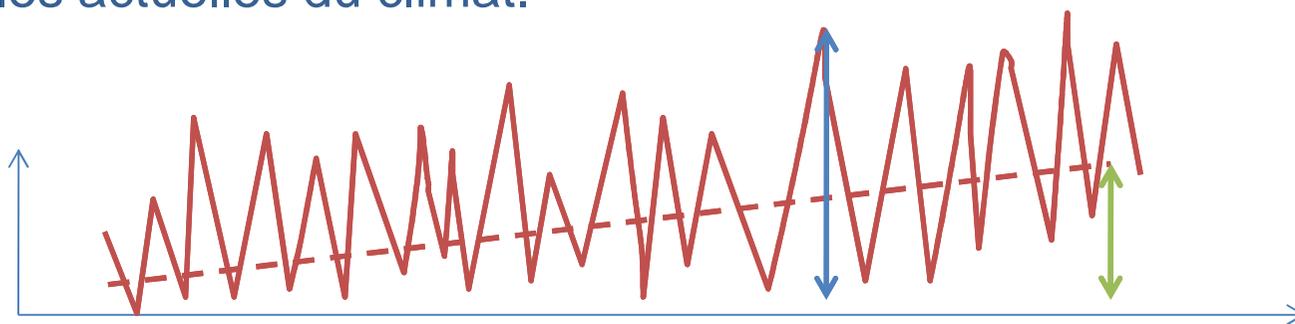
Evolution de la production journalière de la fétuque à Rennes



Ce qu'il faut retenir (1/3)

Quel que soit le scénario réalisé, Il n'y aura pas un impact agricole du changement climatique en France mais **des effets différents** dépendant des cultures, des ITK, des sols, des régions et de l'échéance retenue. Ces impacts sur la production agricole pourront être négatifs, neutres ou positifs suivant les cas.

A l'échelle du siècle l'évolution découlant du changement climatique sera moins forte que la variabilité découlant des variations interannuelles actuelles du climat.



Ce qu'il faut retenir (2/3)

Le très probable **avancement généralisé des calendriers cultureux** sera le principal bouclier contre la dégradation des conditions hydriques.

Cultures d'hiver : cet avancement compenserait donc les stress hydriques accrus (+ effet CO₂) -> rendements stables ou à la hausse.

Cultures d'été : l'avancement sera amplifié par le positionnement calendaire du cycle culturel ->

Sorgho et tournesol : maintien voire augmentation des rendements moyens (durée de remplissage peu touchée) en sols profonds

Maïs : baisse des rendements en milieu de siècle (-0,6 t ms/ha) par réduction de la durée de remplissage ; augmentation dans le Nord et le Nord Est de la France.

Prairies: redistribution intra annuelle de la production.

Ce qu'il faut retenir (3/3)

La **baisse des précipitations** (-75 mm/an en milieu de siècle) se traduira pour **1/2 à 2/3 par une baisse de percolation**. Son effet sur les cultures sera amplifié par l'augmentation de l'ET0 (+ 150 mm/an en milieu de siècle).

La **sécheresse accrue** affecte toutes les cultures en dégradant leur confort hydrique, mais du fait des avancements de cycles, seuls les **rendements des cultures d'été** sont **touchés, notamment en sols superficiels**.

En variabilité accrue pour le sorgho et le tournesol

En moyenne pour le maïs (-0,6 t/ha).

Les **besoins en irrigation augmenteraient** d'ici le milieu de siècle (dates de semis fixes) :

blé en complément (fin de cycle) ;

sorgho, le tournesol en complément (printemps implantation) ;

le colza (automne implantation) ;

le maïs (+ 40 mm).