



**HAL**  
open science

## Impacts du changement climatique sur les prairies - quelles alternatives?

Anne-Isabelle Graux, Pascal P. Carrère

► **To cite this version:**

Anne-Isabelle Graux, Pascal P. Carrère. Impacts du changement climatique sur les prairies - quelles alternatives?. Confédération paysanne de l'Orne, Jan 2012, Alençon, France. 61 diapositives. hal-02802090

**HAL Id: hal-02802090**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02802090>**

Submitted on 5 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

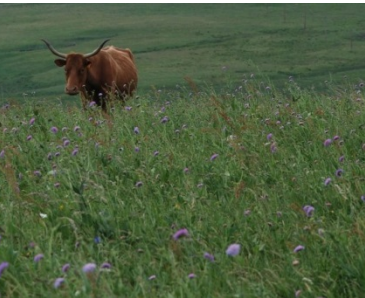


# Impacts du changement climatique sur les prairies - quelles alternatives?

Unité de Recherche sur l'écosystème Prairial,  
Clermont-Ferrand

A.-I. GRAUX, P. CARRERE

*Remerciements : Amélie Cantarel, Marine Zwicke, K.Klumpp, J.F. Soussana*



Conférence invité à la demande  
de la confédération paysanne de  
l'Orne 19/01/2012

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

- Le changement climatique?
- Les impacts du changement climatique
- Quelles alternatives possibles ?





# Partie 1 - Le changement climatique?

Mécanisme, origines, formes

Implication des systèmes d'élevage

Modifications climatiques envisagées pour le futur

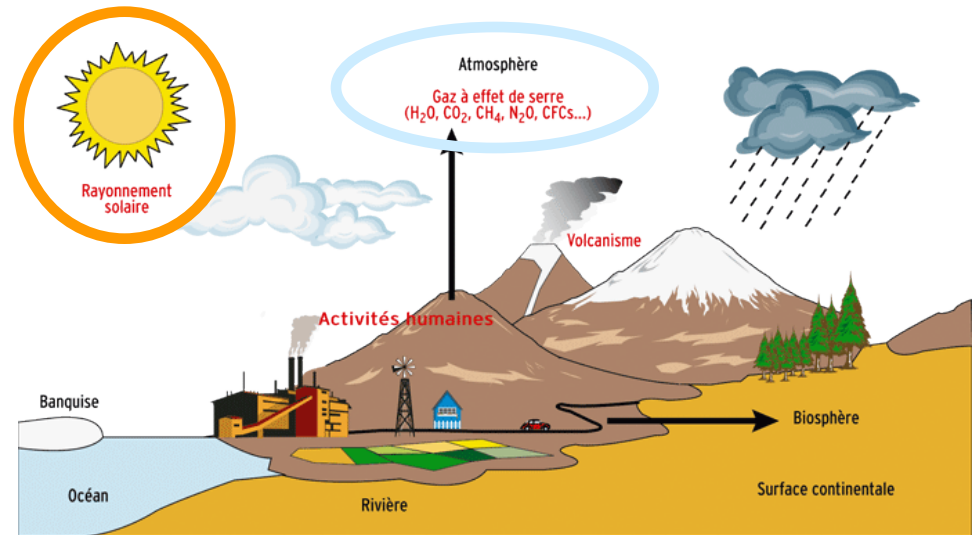


# Système climatique – climat – atmosphère

## rayonnement solaire

Le **système climatique** est un système complexe et interactif, composé de l'atmosphère, la surface terrestre, les océans et autres plans d'eau, la neige et la glace, ainsi que les êtres vivants

Le **climat** est généralement décrit en termes de moyenne et de variabilité (T°C, pluies, vent, etc.)



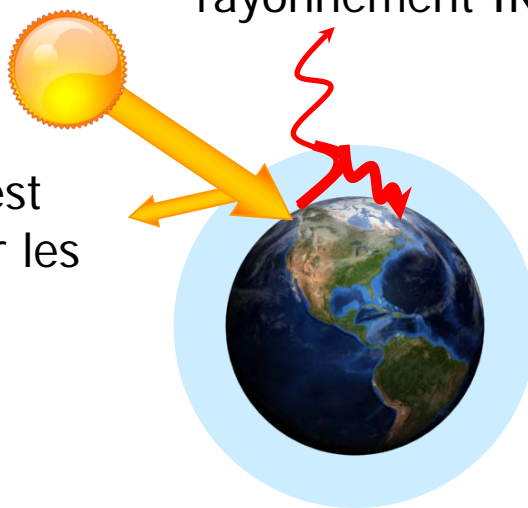
L'**atmosphère** est l'élément du système climatique qui conditionne le climat

Le système climatique est activé par le **rayonnement solaire**

# Effet de serre et changement climatique

Une partie du rayonnement solaire traverse l'atmosphère

1/3 de ce rayonnement est renvoyé vers l'espace par les couches supérieures de l'atmosphère



Afin de compenser cette énergie entrante, la terre émet vers l'espace un rayonnement IR

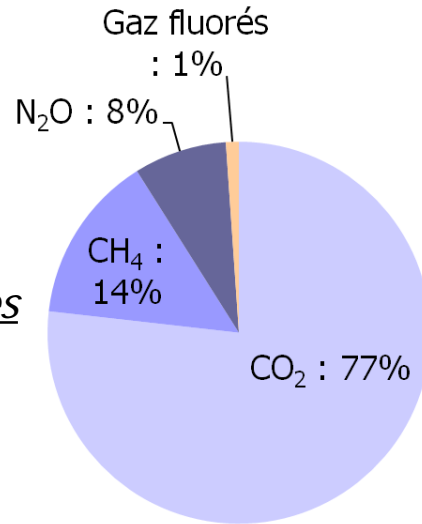
Certains **gaz** de l'atmosphère dits **à effet de serre** absorbent puis réfléchissent la plus grande partie de ce rayonnement thermique, réchauffant la surface du globe : c'est **l'effet de serre**

L'**effet de serre** est un **phénomène naturel et bénéfique** : sans l'effet de serre, la température de la Terre serait de  $-18^{\circ}\text{C}$

C'est l'**augmentation de l'effet de serre** qui est la cause du **changement climatique!**

# Les principaux gaz à effet de serre (GES)

Part des différent GES  
dans les émissions totales  
de 2004



Pour les comparer, on attribue aux GES un **potentiel de réchauffement** = Cumul du forçage radiatif (aptitude à réchauffer le système climatique) sur un **intervalle de temps** spécifique.

Il est exprimé **par rapport au** pouvoir de réchauffement du **CO<sub>2</sub>** (fixé à 1)

Il peut être estimé à **différentes échelles spatiales** (parcelle, ferme etc.) et **temporelles** (20, 100 ou 500 ans), et tient compte de la vitesse d'élimination de chaque gaz

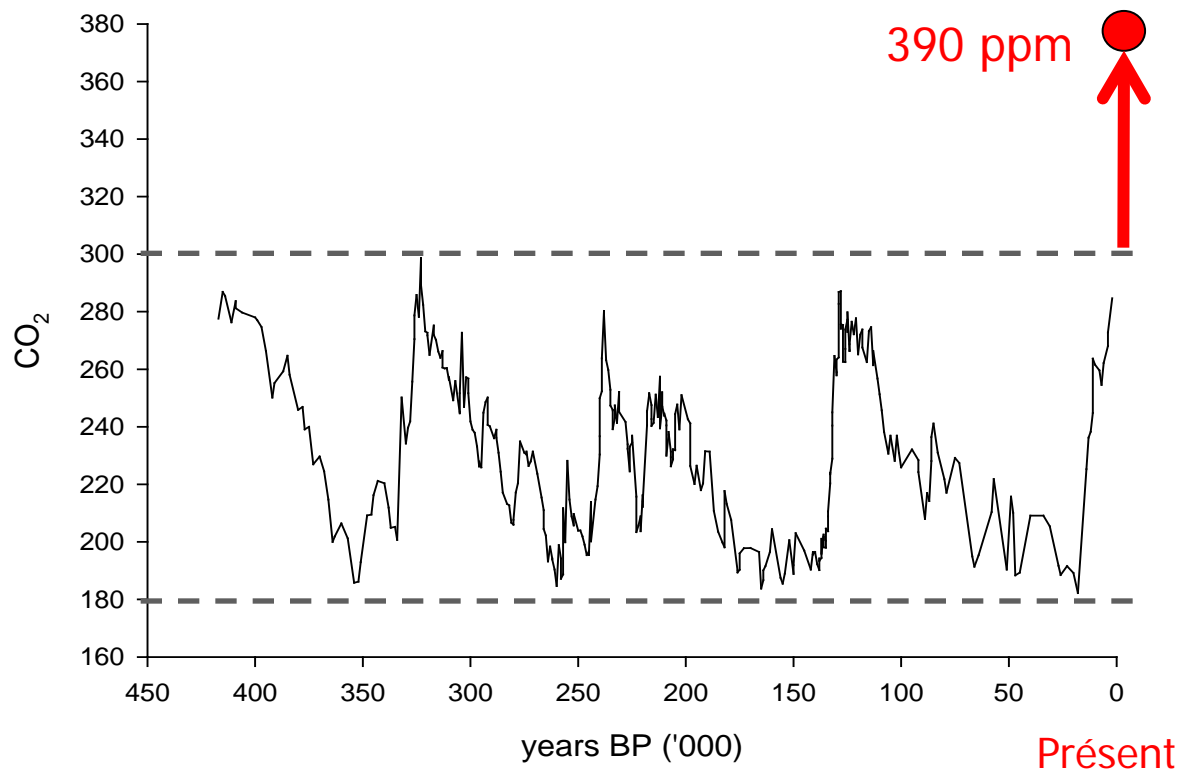
	Durée de vie	P. de réchauffement (à 100 ans)
CO <sub>2</sub>	100	1
CH <sub>4</sub>	12	25
N <sub>2</sub> O	120	298

Source: GIEC 2007

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

INRA

# Evolution du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère sur les 450000 dernières années



L'analyse des bulles d'air piégées dans la glace a montré des **variations importantes de la concentration atmosphérique en CO<sub>2</sub>** sur les 450 000 dernières années

La concentration en CO<sub>2</sub> a donc toujours varié. En revanche, elle **n'a jamais varié aussi vite et aussi fortement que ces dernières années**

Variation de la concentration en CO<sub>2</sub> de l'air sur le site de Vostock (Antarctique)

Source : Petit et al. 1999

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

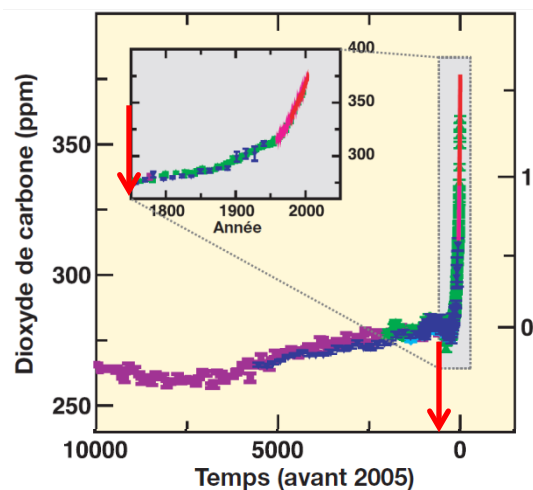
INRA



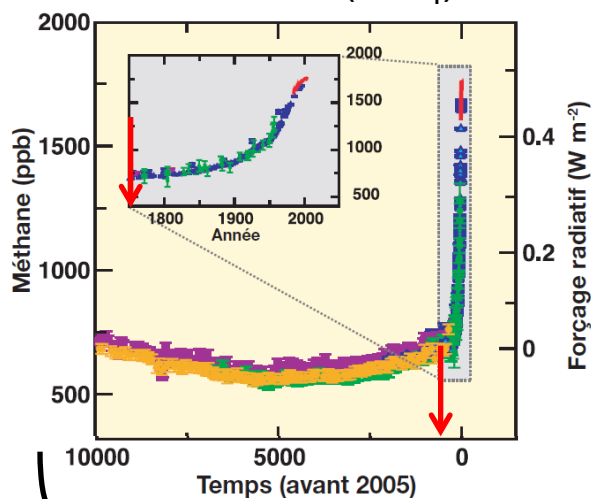
# Evolution des concentrations des GES depuis le début de la révolution industrielle (1750)

**Augmentation exponentielle** bien au-delà des valeurs pré-industrielles (+70% entre 1970 et 2004)

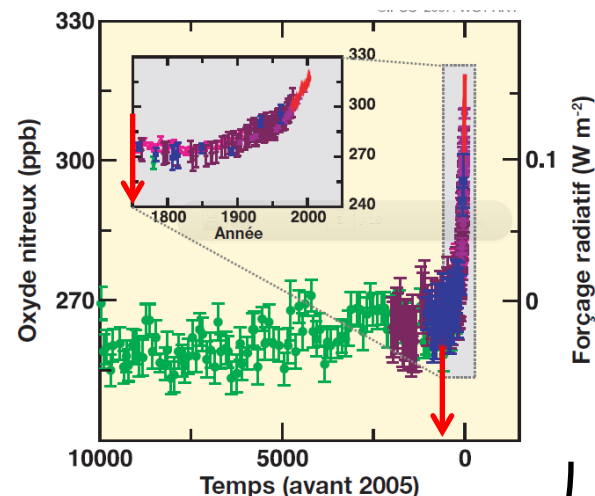
### Dioxyde de Carbone (CO<sub>2</sub>)



### Méthane (CH<sub>4</sub>)



### Oxyde Nitreux (N<sub>2</sub>O)



↗ Énergies fossiles  
Changements d'affectation  
des terres

Développement de l'agriculture

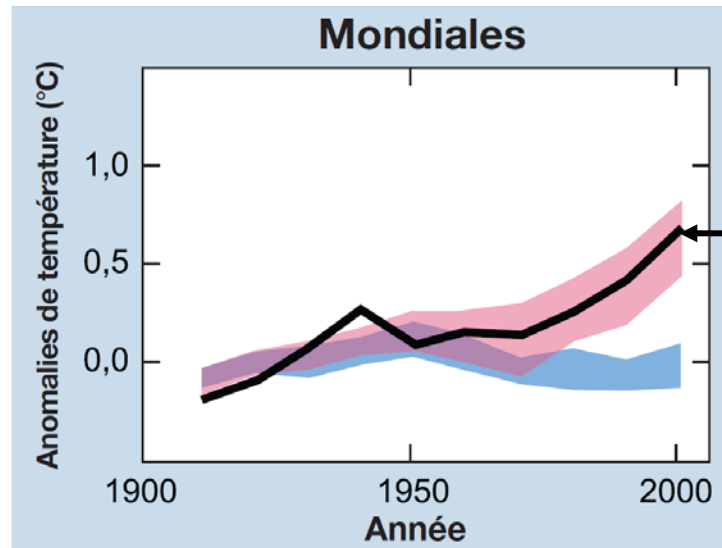
Source: GIEC 2007

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

INRA

# Attribution des changements climatiques aux activités humaines

*Comparaison de la température de surface observée à l'échelle du globe avec celle simulée par des modèles climatiques (aussi réalisé à l'échelle des continents)*



Modélisation :  
causes anthropiques  
et naturelles

Température mesurée

Modélisation :  
causes naturelles  
seules

A elle seule l'influence de l'activité volcanique et des fluctuations du rayonnement solaire depuis 50 ans aurait probablement du refroidir le climat

**Seuls les modèles qui tiennent compte de l'influence humaine parviennent à simuler les configurations du réchauffement observées et leurs variations**

Source: GIEC 2007

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

INRA

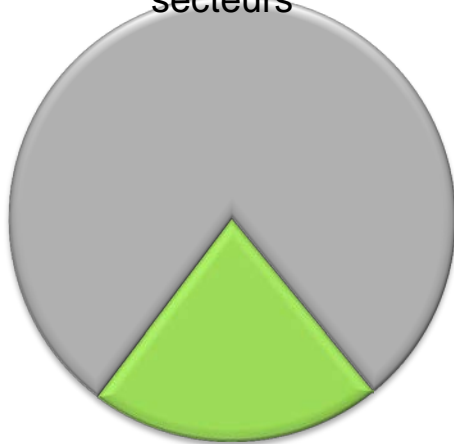
# Contribution de l'agriculture aux émissions totales de GES en France

L'**agriculture** contribue à hauteur de **84%** du **N<sub>2</sub>O** émis en France

**80%** du **CH<sub>4</sub>**

**3%** du **CO<sub>2</sub>**

**21,2%** des GES en France



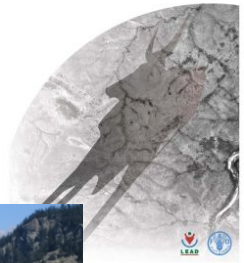
N<sub>2</sub>O: Fertilisation, gestion des effluents d'élevage

CH<sub>4</sub>: Fermentation entérique des ruminants, rizières

CO<sub>2</sub>: Respiration sol plantes animal, processus fermentaires



livestock's long shadow  
environmental issues and options



L'**élevage français** contribue à hauteur de **10%** des émissions de GES en France

Source: CITEPA 2009

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

INRA

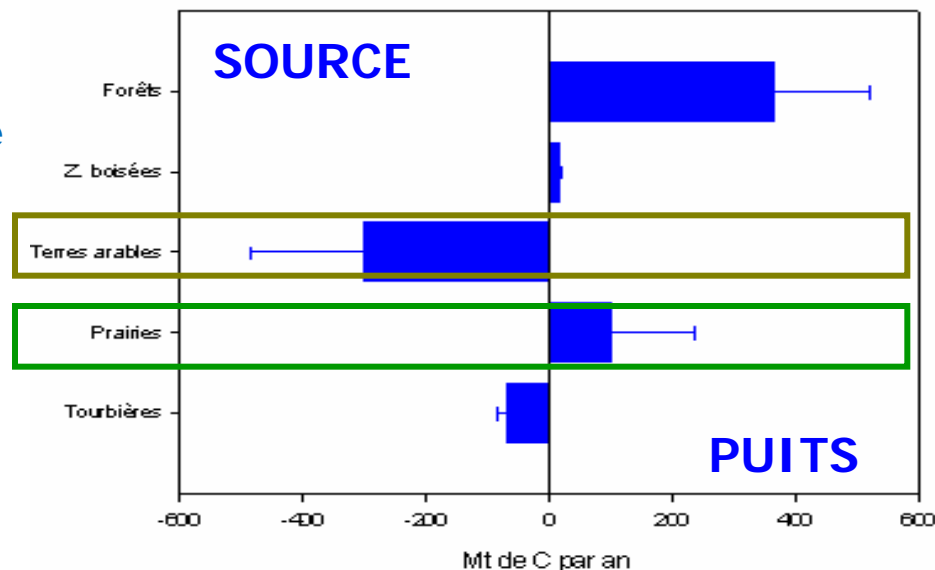
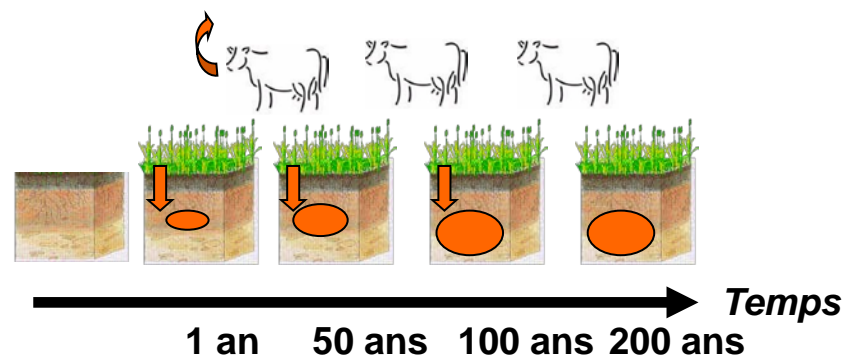
# Les prairies sont potentiellement des puits de carbone

Le **stockage** du **C** réduit les **émissions de CO<sub>2</sub>** donc l'implication de l'élevage dans le CC

Chez les **prairies**, le **stockage** se fait dans le **sol**, lentement mais en très grande quantité

En comparaison des **prairies**, les **grandes cultures** sont une **source faible ou forte** de C selon l'état initial du sol. Le C s'y constitue lentement mais s'y vide rapidement (labour)

**Les prairies temporaires à rotation rapide sont un modèle comparable**



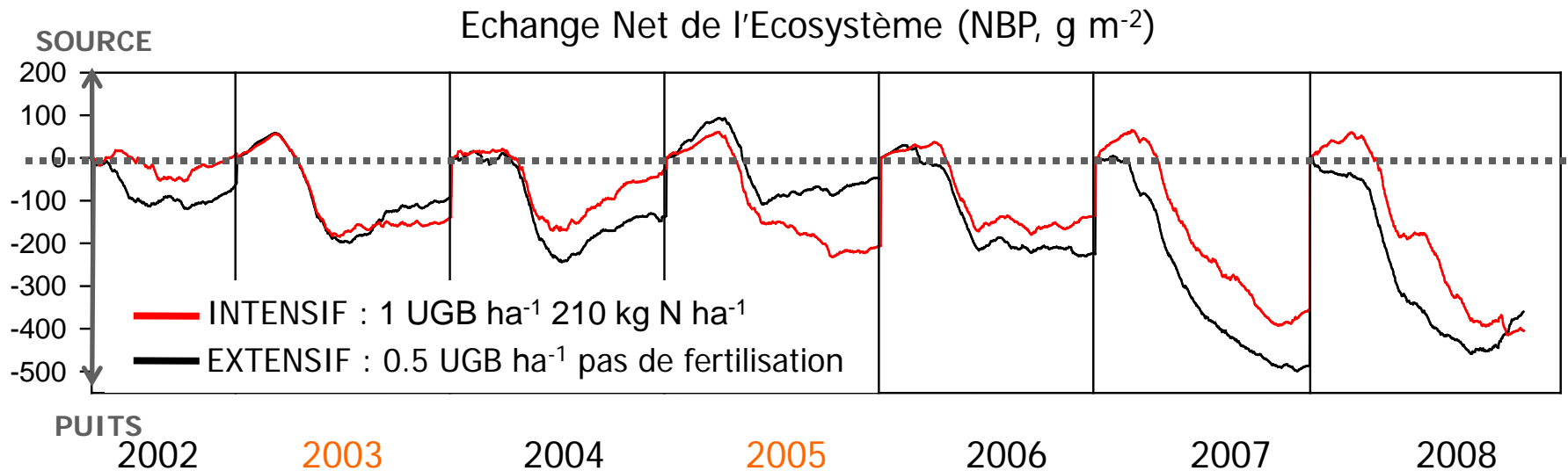
Source: Janssens et al. 2003

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

INRA

# La capacité de stockage est influencée par les pratiques et le climat

*Bilan de carbone sur 6 années (SOERE-ACBB, Site Laqueuille)*



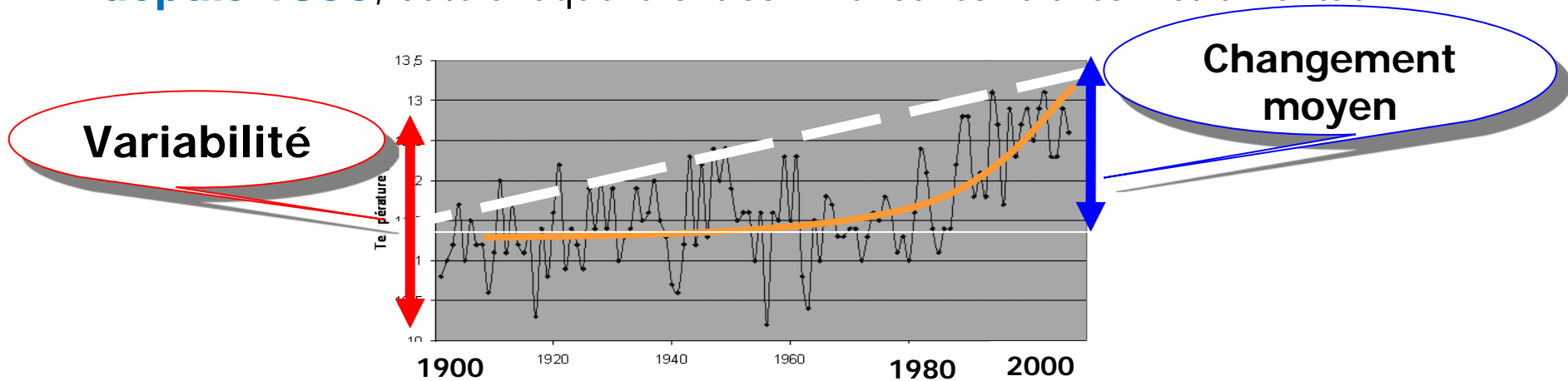
- Maintien de la **fonction puits de C** au cours du temps (**2t C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>**)
- Le stockage de C est supérieur en **gestion extensive** (non significatif) sauf en **année sèche** (2003, 2005) où la tendance s'inverse

12

# Nous sommes sur une trajectoire de réchauffement rapide

Le **réchauffement** du système climatique (continents, océans) est **sans équivoque**

**12** des **années** de **1995-2006** figurent parmi **les plus chaudes depuis 1850**, date à laquelle ont commencé les relevés instrumentaux



*Evolution des températures moyennes annuelles en France métropolitaine*

Les **journées** et les **nuits froides** ont diminué tandis que les journées et nuits **chaudes** ont augmenté, la fréquence des **vagues de chaleur** s'est accentuée

# Le changement climatique ne se limite pas à un réchauffement!

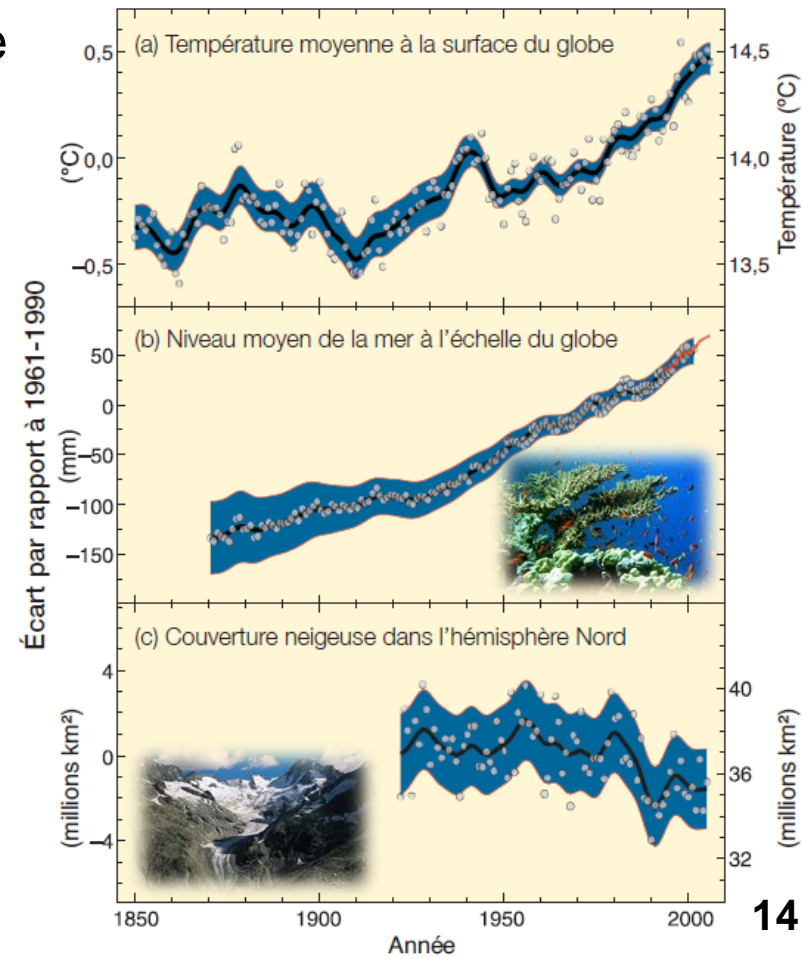
Le réchauffement observé s'accompagne d'une **élévation** du **niveau de la mer** et de la **réduction** du **manteau neigeux** et des **calottes glaciaires**

**Acidification** des **océans** liée à la dissolution de  $\text{CO}_2$

**Baisse graduelle** de la **circulation thermohaline** ('Gulf Stream')

Augmentation des épisodes de **fortes pluies** dans la plupart des régions

Augmentation de **l'activité cyclonique** tropicale dans l'Atlantique Nord



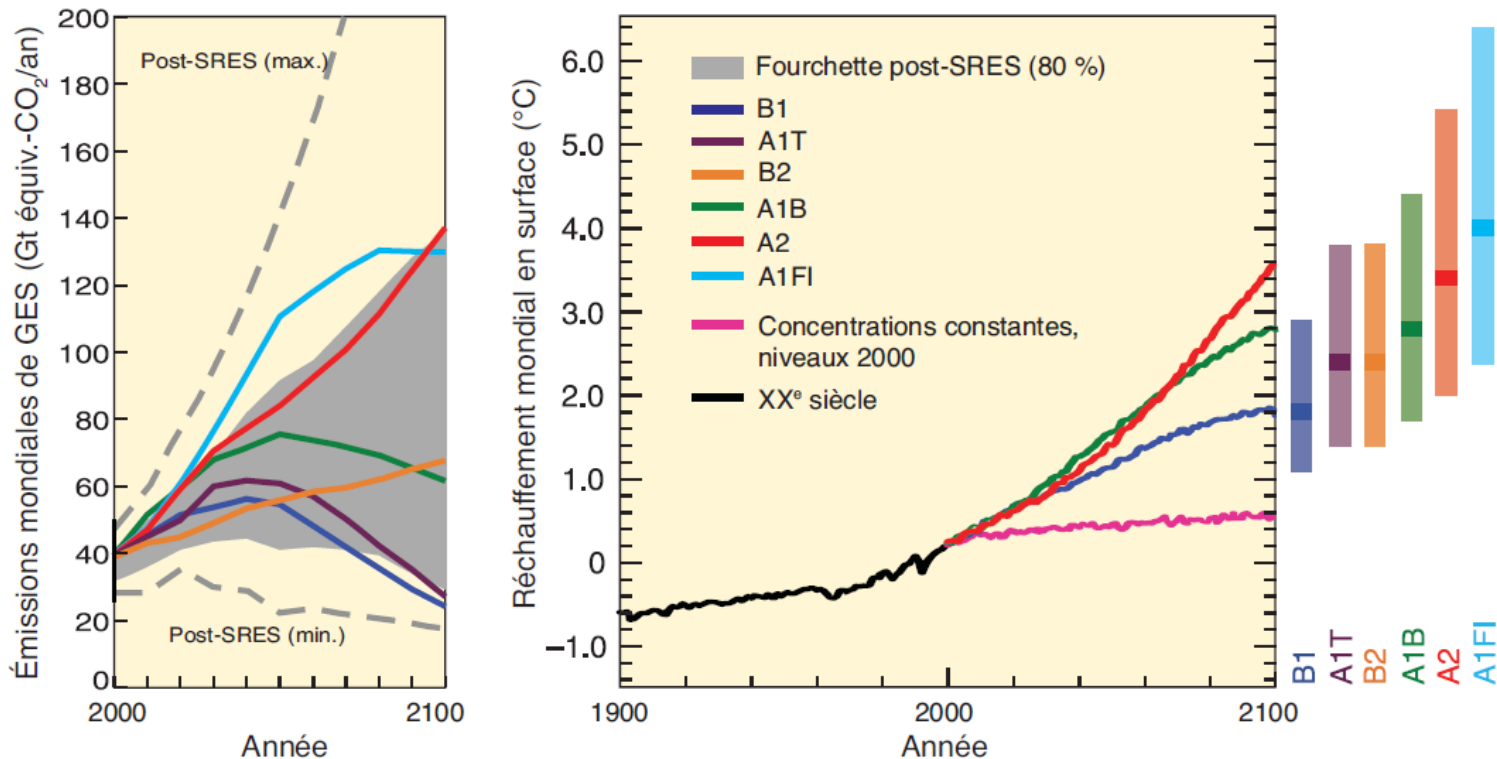
Source: GIEC 2007

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

INRA

# Projections du changement climatique selon les scénarios socio-économiques

Scénarios d'émissions de GES pour la période 2000–2100 (en l'absence de politiques climatiques additionnelles) et projections relatives aux températures en surface



L'augmentation des températures anticipées pour 2100 est comprise entre **+1.1 à +6.4°C** selon les scénarios socio-économiques

15

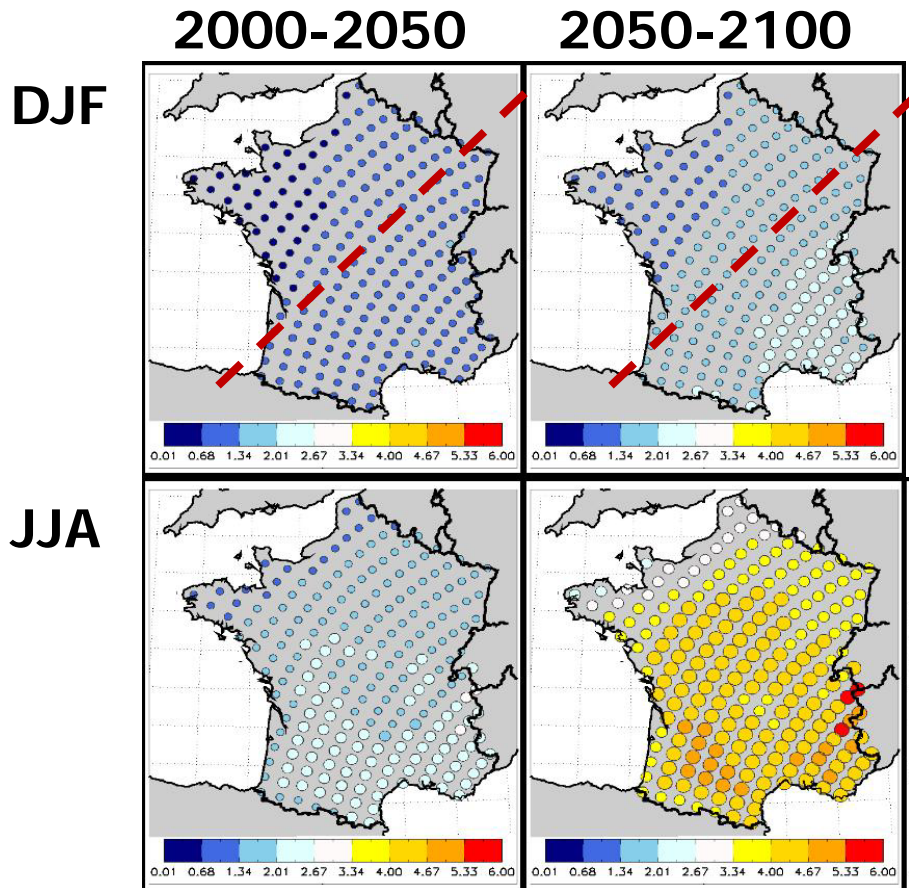
Source: GIEC 2007

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

INRA



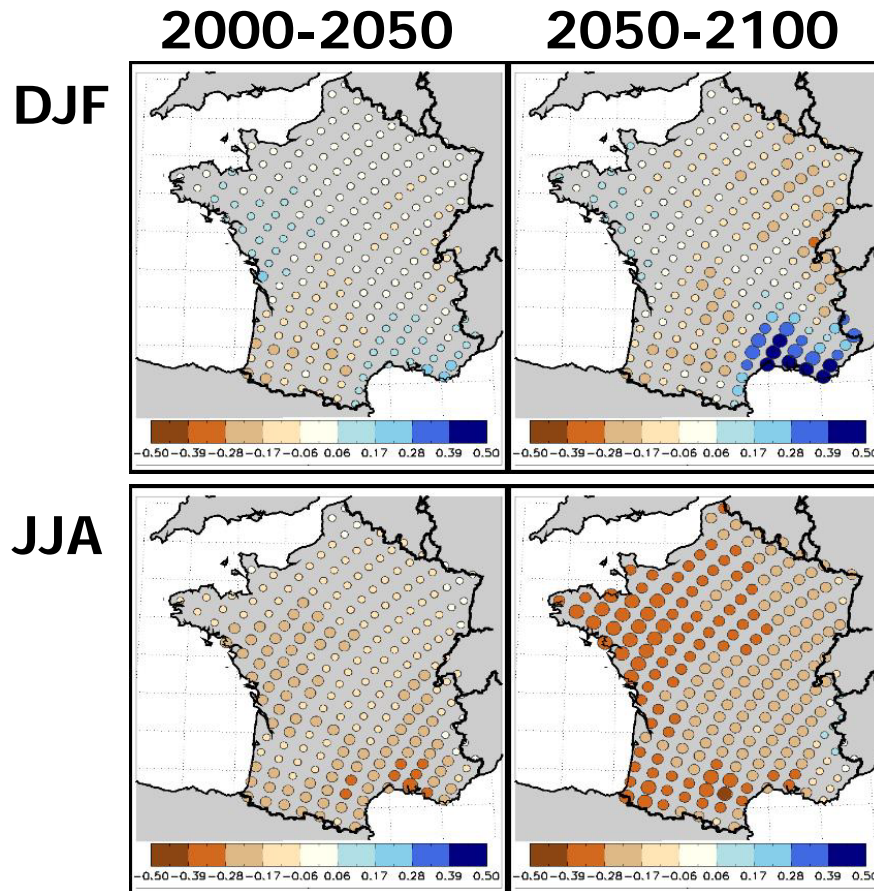
# Réchauffement (°C) simulé par ARPEGE (A1B)



En hiver, réchauffement plus fort au sud d'une ligne sud-ouest – nord-est

En été, fort réchauffement dans les 2/3 sud de la France, jusqu'à +5°C en 2050-2100

# Changement des pluies (en % de 1970-1999) simulé par ARPEGE (A1B)

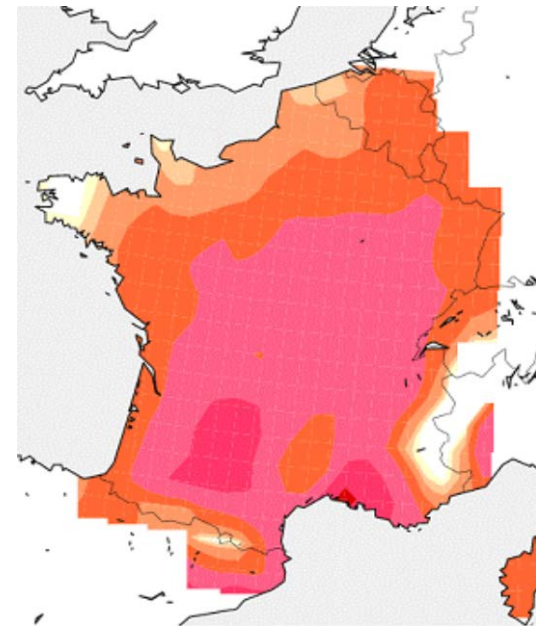
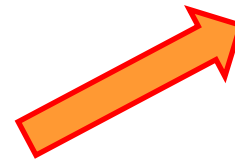
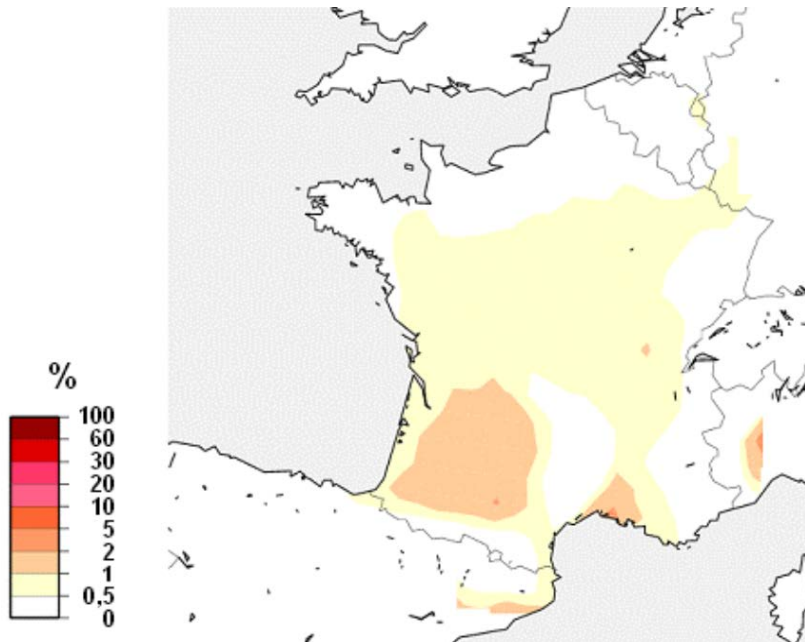


Prévisions **d'hivers plus humides** et **d'étés plus secs**

Des modifications fortes dans des régions déjà sensibles (Méditerranée et sud-ouest) à très fortes dans des régions encore épargnées (-40% ouest de la France)

# Changement de la fréquence de jours très chauds en été ( $T_{\max} > 35^{\circ}\text{C}$ )

0 à 3% pour la période 1960-1989



5 à 30% pour la période 2070-2099  
d'après les modèles climatiques  
régionaux de Météo-France



- **Partie 2 – Les impacts du changement climatique**

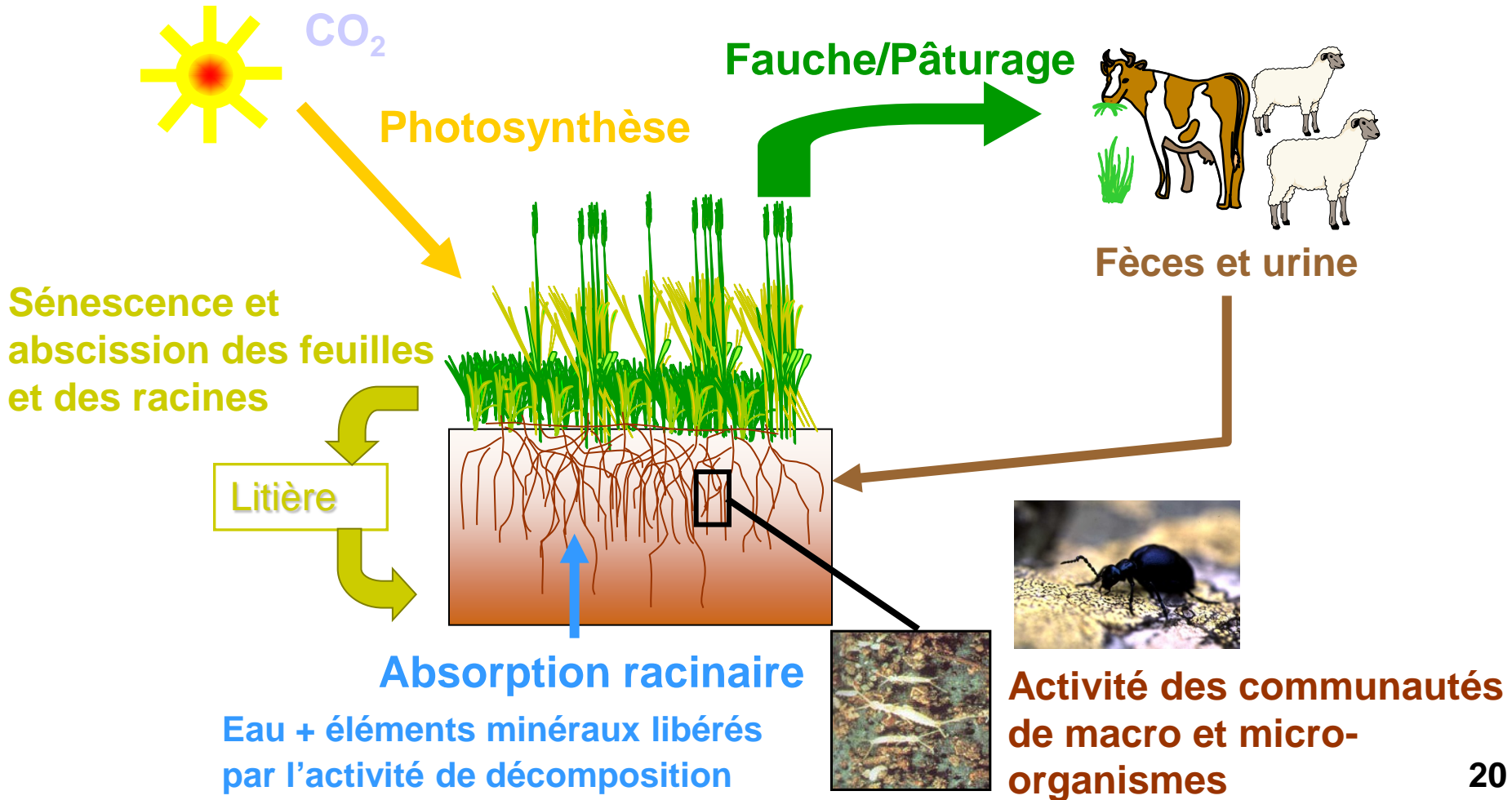
Etat actuel des connaissances sur les impacts à court-terme

Prédire grâce aux modèles pour anticiper sur le long-terme

Intérêt des indicateurs agro-climatiques



# L'écosystème prairial



ALIMENTATION

AGRICULTURE

ENVIRONNEMENT

INRA

# Doublement du CO<sub>2</sub> atmosphérique

## Production annuelle

Graminées C<sub>3</sub> : +10 %

Légumineuses : +25 %

Graminées C<sub>4</sub> : +5 %

## Valeur nutritive des graminées fourragères

Moins de protéines, MAT : -20 %

Plus d'énergie, sucres solubles : +30 %

## Besoins en eau

Diminution modérée (-5 à -15 %)

## Diversité végétale des prairies permanentes

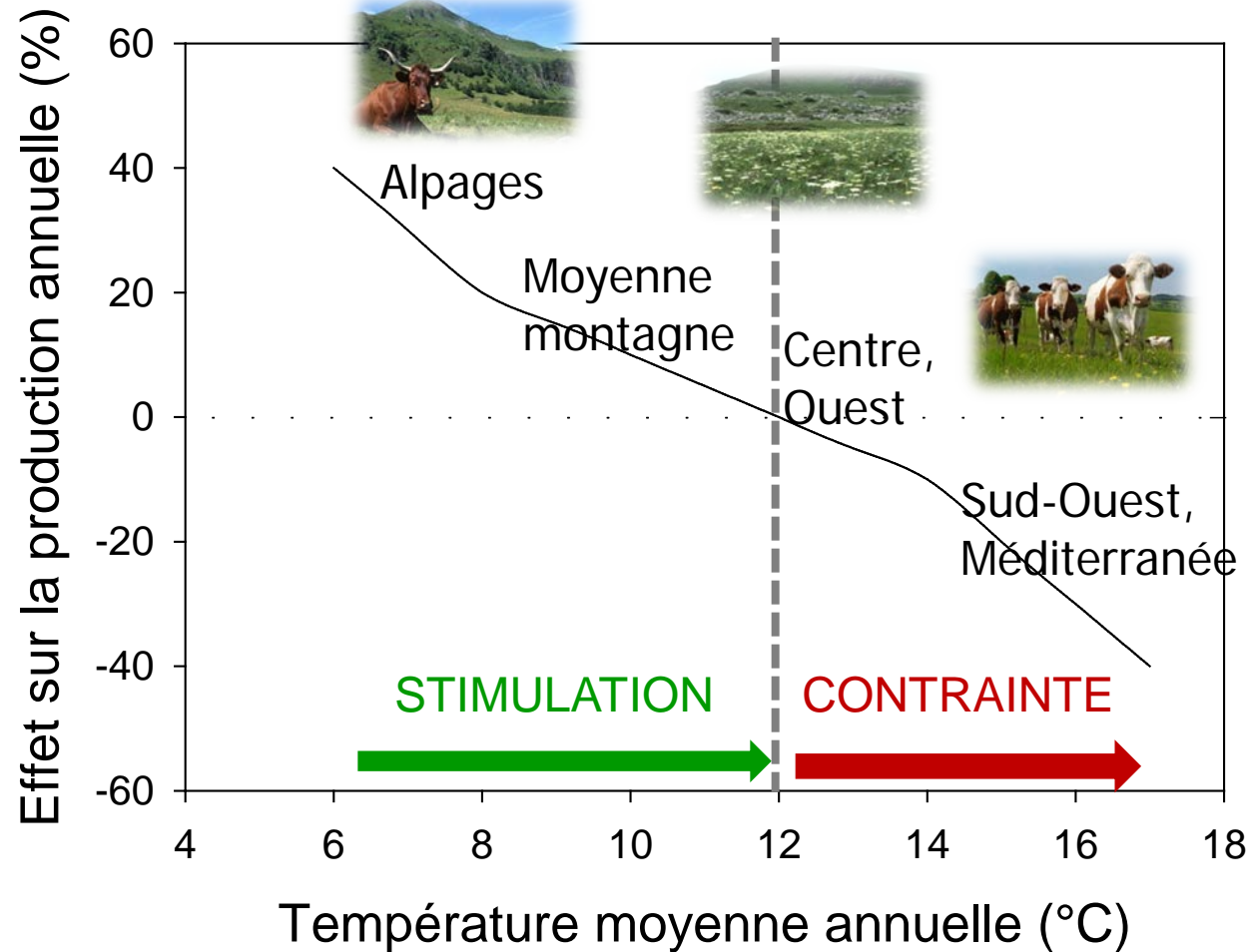
Augmentation des légumineuses et des diverses

Graminées moins compétitives



21

# Impacts d'un réchauffement de 3°C sur la production (sans variation des pluies)



# Mieux comprendre pour mieux prédire !

**L'étude d'un seul facteur ne suffit pas** pour prédire correctement les évolutions de la prairie

Nécessité de prendre en compte les **interactions** entre facteurs abiotiques et biotiques (compensations possibles)

Les **espèces végétales interagissent** entre elles et avec les micro-organismes du sol

De plus les différences espèces ne réagissent pas toutes de la même manière

- IMAGINE (2005-2010) test in situ d'un changement climatique moyen :  
**+3.5°C, -20% précipitations estivales, +200ppm CO<sub>2</sub>**

INRA, UREP

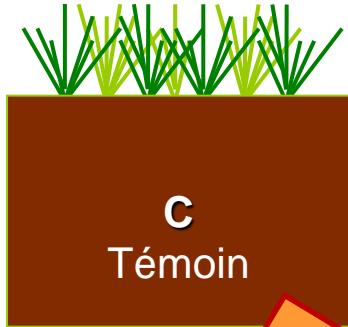


23

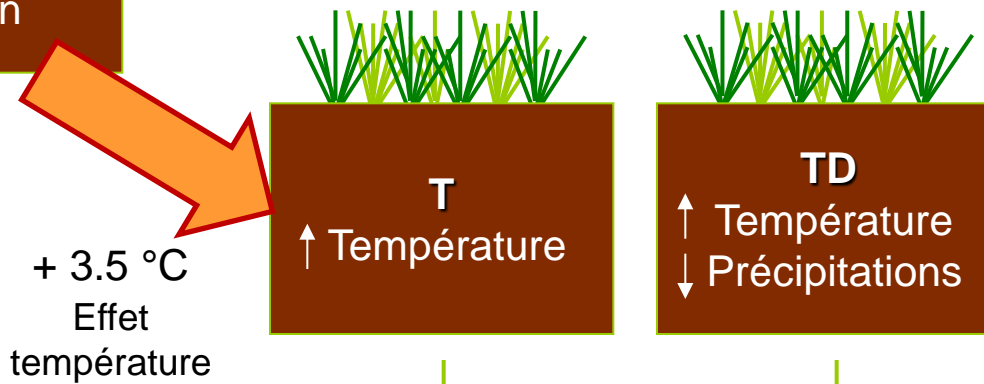


# Dispositif IMAGINE

St Genès (850m)



CLERMONT-FERRAND (350m)



Technologie Mini-FACE

Changement climatique multifactoriel

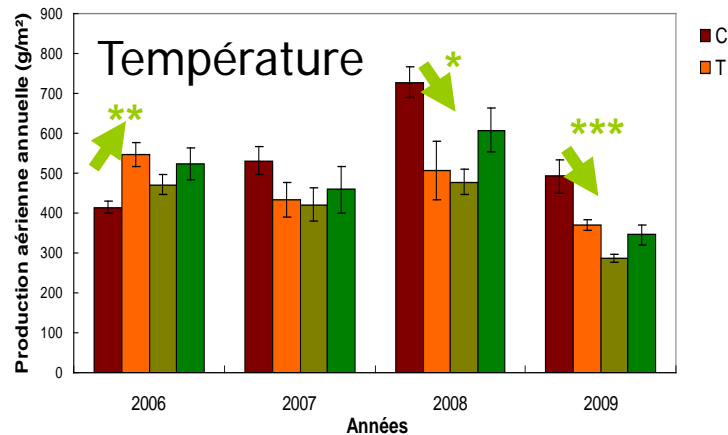
24

Source: Cantarel 2011

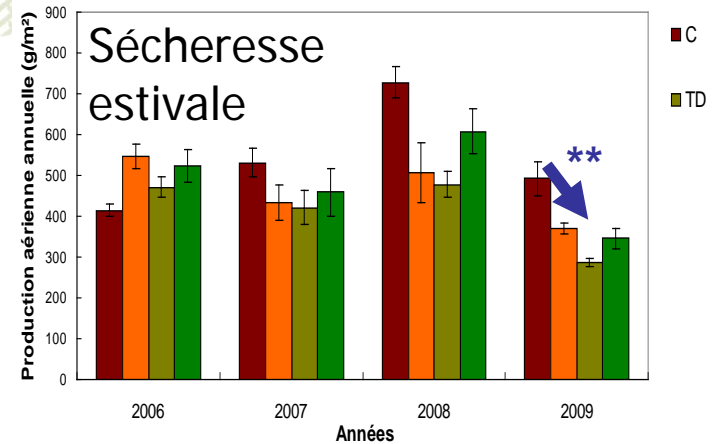
ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

INRA

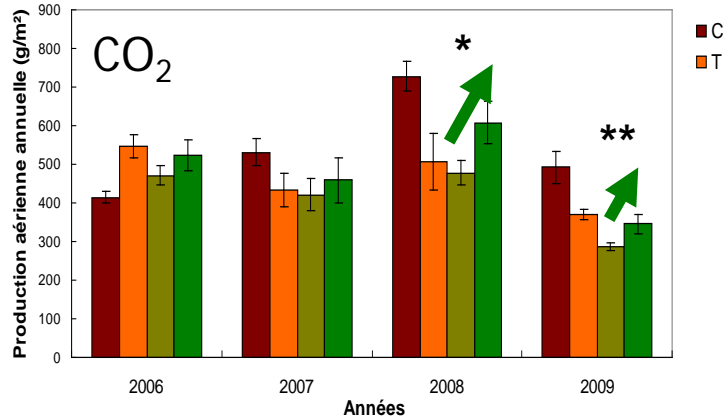
# Production de biomasse aérienne sous CC



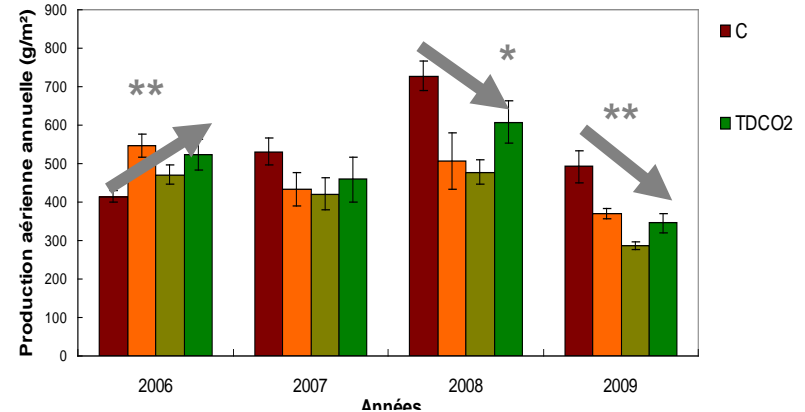
Effet variable: positif à CT puis négatif



Effet négatif en année sèche 2009



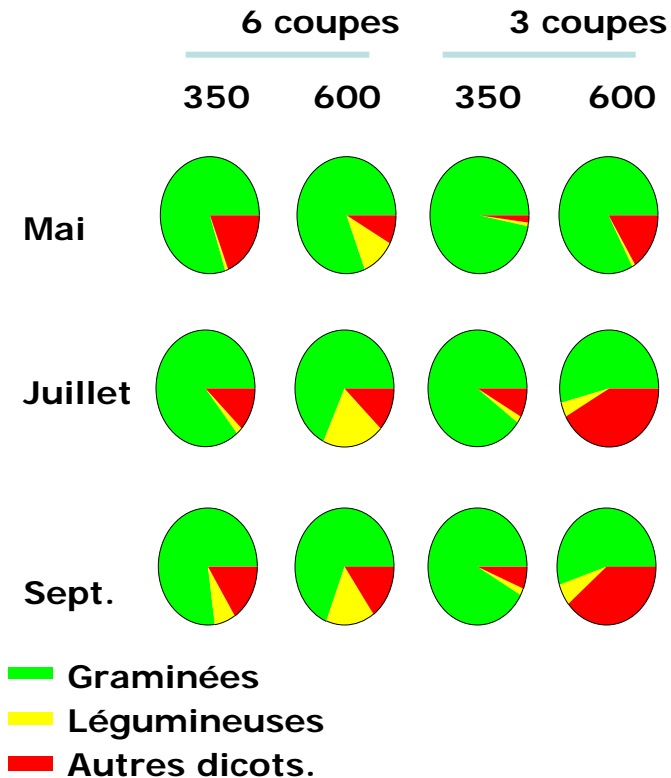
Effet positif du CO<sub>2</sub>, risque limitation disponibilité en azote



L'effet global du CC

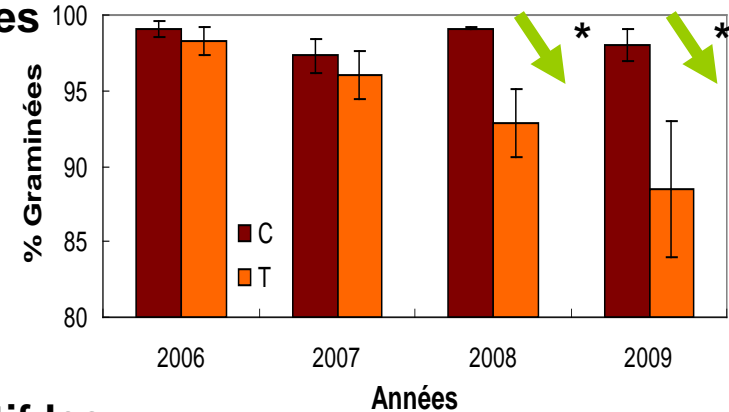
# CO<sub>2</sub>, température et composition botanique

## Enrichissement en CO<sub>2</sub>

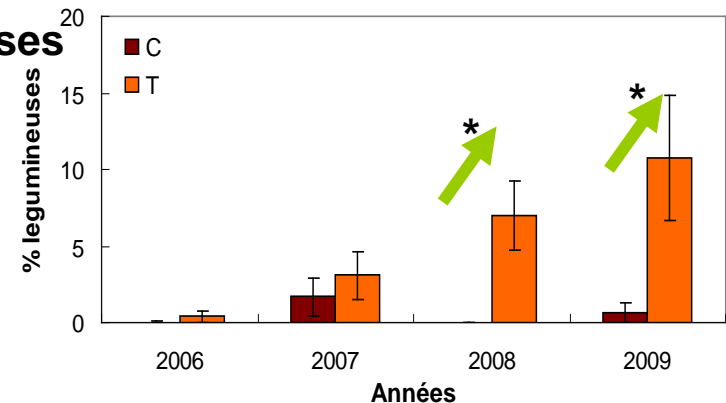


## Température

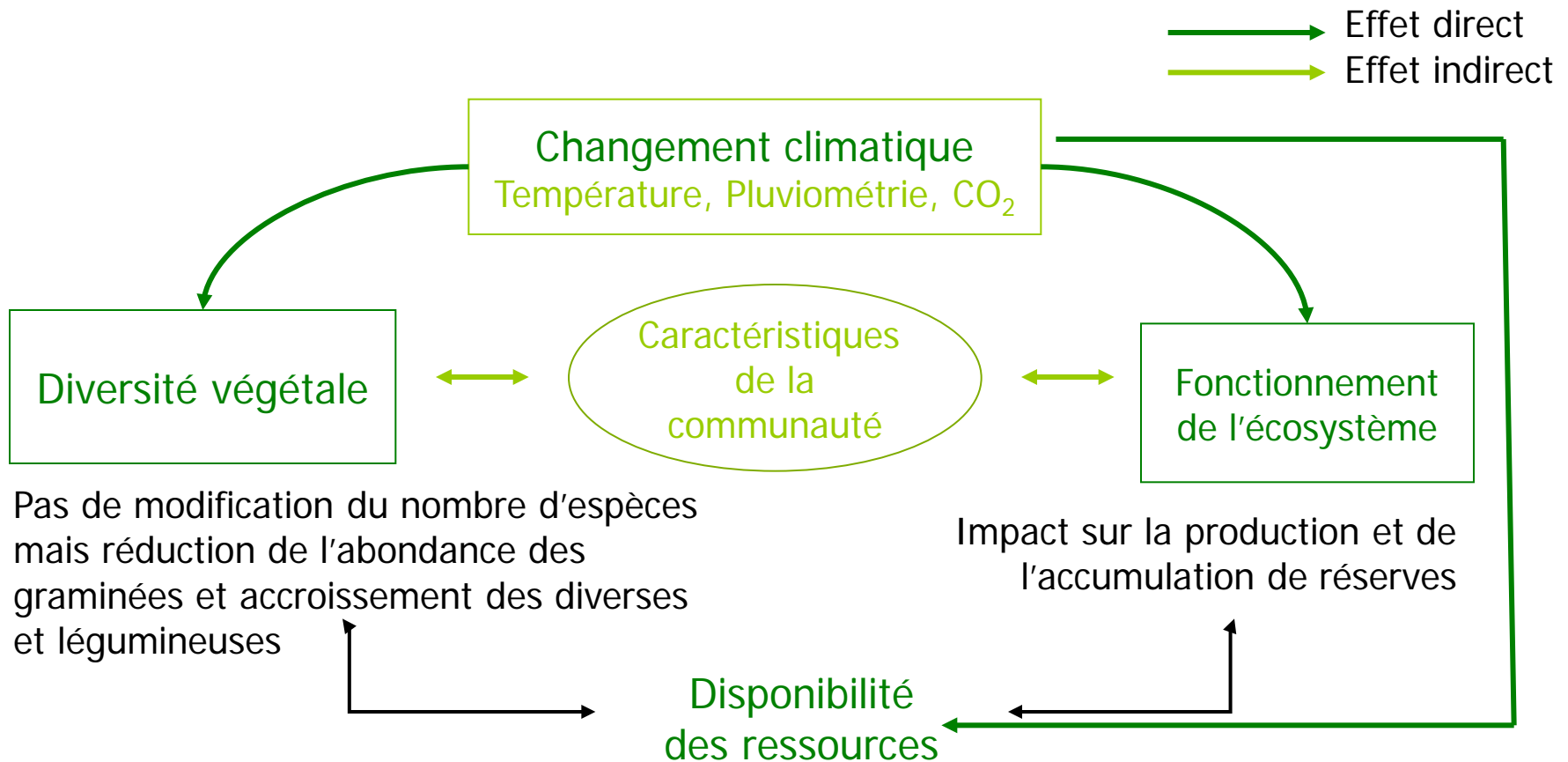
### Effet négatif sur les graminées



### Effet positif les légumineuses



# Impact du changement climatique combiné



# Prendre en compte les extrêmes



**Eté 2003** : baisse de 30 % de la production fourragère nationale, dégradation des prairies, perte de carbone des sols, réduction de l'ingestion et de la production des ruminants

Nécessité de mieux comprendre les capacités de **résistance** des prairies et d'étudier leur **capacité de régénération**

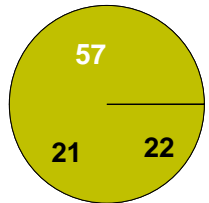
INRA, UREP

- VALIDATE (2009-2011): dispositif in situ de **réchauffement et sécheresse modérés toute l'année** combinés à **un extrême type « 2003 »** (sécheresse marquée + vague de chaleur en été)



# Changement climatique avec extrême et composition botanique

Avril 2009



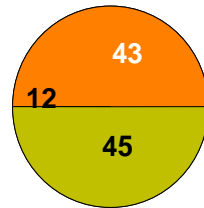
Témoin



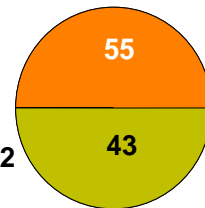
Août 2009

Fréquente

Lente



2



Graminée

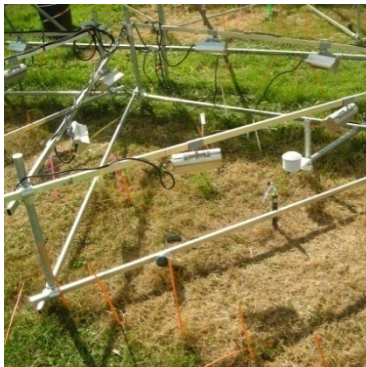


Légumineuse (trèfle)



Diverse (pissenlit)

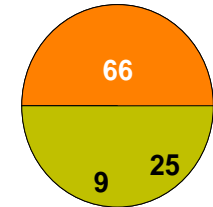
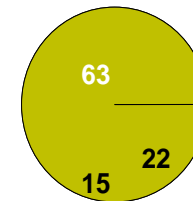
Changement climatique avec extrême



Avril 2010

Fréquente

Lente



Repousse et régénération du couvert végétal

29

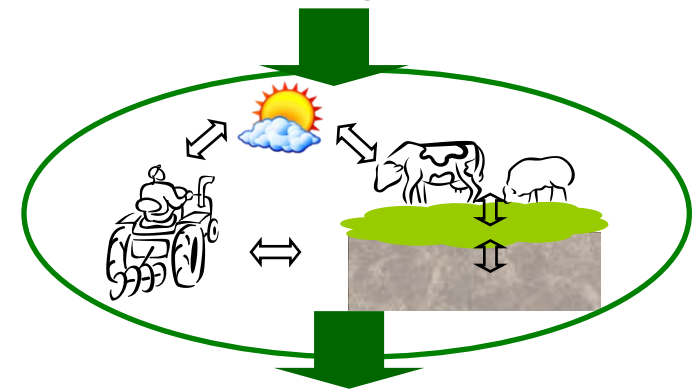
# Prédire pour anticiper sur le long-terme

Les réponses obtenues sur le **court terme** ne peuvent être extrapolées pour appréhender les modifications sur le **long terme**

Une **démarche de modélisation** est nécessaire pour intégrer les interactions entre facteurs et tester des scénarios d'évolution sur le long terme

Le **modèle PaSim** simule le fonctionnement d'une prairie en tenant compte des conditions pédoclimatiques, des caractéristiques du couvert et des animaux au pâturage, et de la gestion appliquée

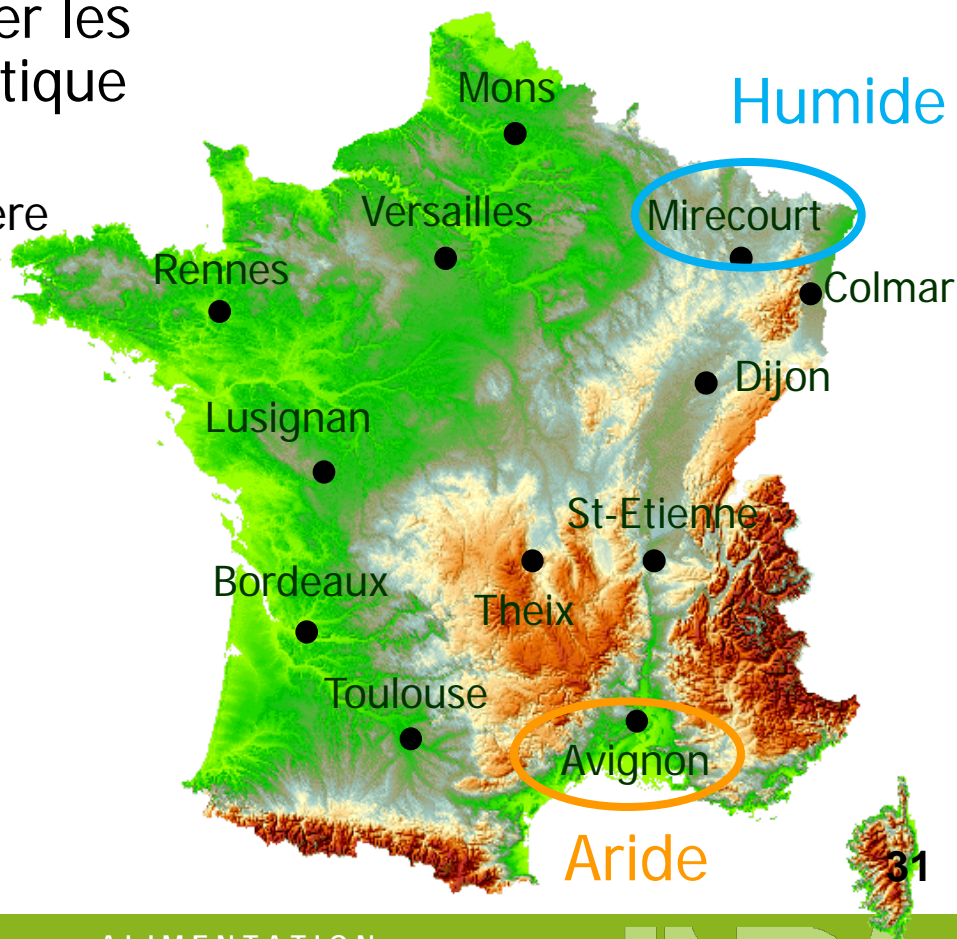
Climat sol végétation  
herbivores gestion



- Production fourragère, laitière, GMO
- Bilan hydrique
- GES (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O)
- Stockage C
- Pollutions azotées etc.

# Quels impacts du changement climatique sur les prairies en France sur le long terme?

- PaSim a été utilisé pour simuler les impacts du changement climatique sur:
  - La production fourragère et laitière
  - Le stockage C, le bilan GES et la restitution d'eau aux nappes
- en 12 sites
  - *Diversité* de climats et de reliefs
- 2 sols communs aux sites
  - *Profond* (1.40 m) RU = 296mm
  - *Superficiel* (0.60 m) RU = 92 mm





# Quels impacts du changement climatique sur les prairies en France sur le long terme?

- 10 scénarios de changement climatique (1950-2100) intégrant:
  - *des hypothèses socio-économiques pour le futur*
  - *des modalités de simulation du climat contrastées*
- Illustration : Mirecourt/Avignon et le scénario A2  
2020-2049: +1.5°C, pluies équivalentes, [CO<sub>2</sub>]=450 ppm  
2070-2099 : +4°C, -150 mm de pluies, [CO<sub>2</sub>]= 700 ppm
- 4 prairies ont été comparées, sans adaptation de la gestion (hormis l'irrigation)

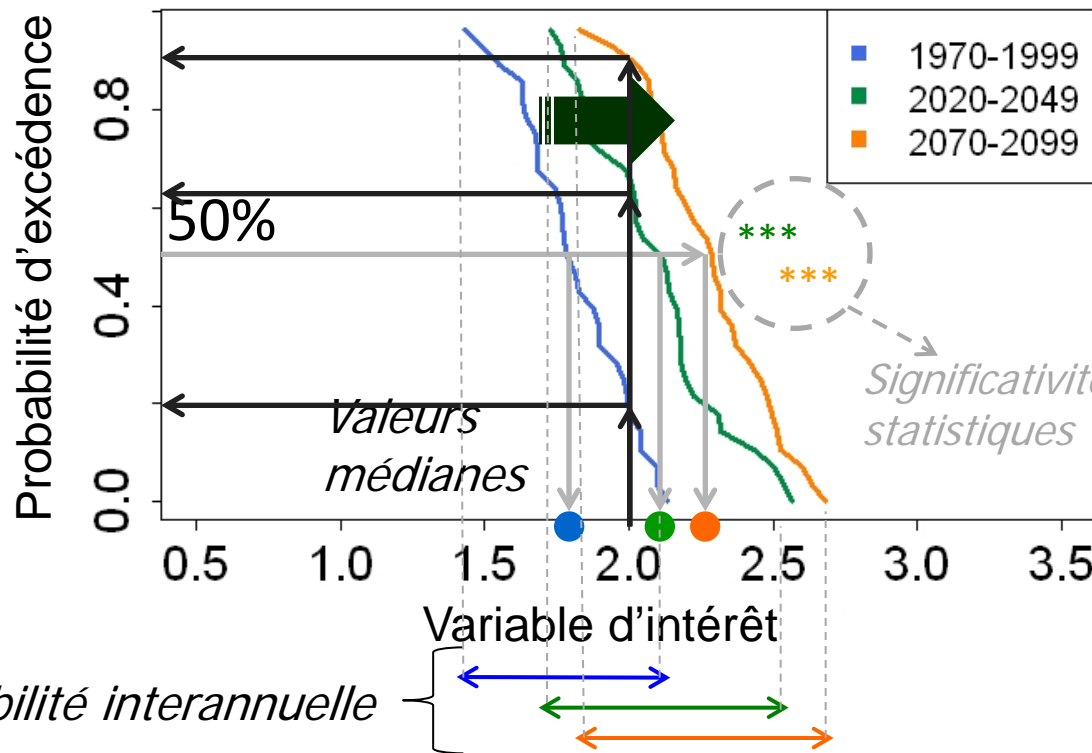
# Les systèmes de prairies simulés

Système	SI	S	PI	PE
Type de prairie	Semée (Ray-grass anglais)		Permanente	
Ressources hydriques	Irriguée	Pluviale	Pluviale	Pluviale
Légumineuses	-		5%	20%
Fertilisation N (kg N ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	320	200	200	0
Fauches	Mi-avril	Mi-avril	Mi-avril	Mi-avril
	Fin juin	Fin juin	Début juin	Début juin
	Mi-août	Mi-août	-	-
	Mi-octobre	Mi-octobre	-	-
Pâturage	-	-	15 jours en été puis en automne	
Chargement (UGB ha <sup>-1</sup> )	-	-	1.5	0.8 <b>33</b>

# Lecture des graphiques de résultats

- Les résultats ont analysés en comparant 3 périodes de 30 ans

*Passé récent (1970-1999), Futur proche (2020-2049), Futur lointain (2070-2099)*



**Augmentation  
de la variable  
d'intérêt avec le  
changement  
climatique ...**

**... hautement  
significative**

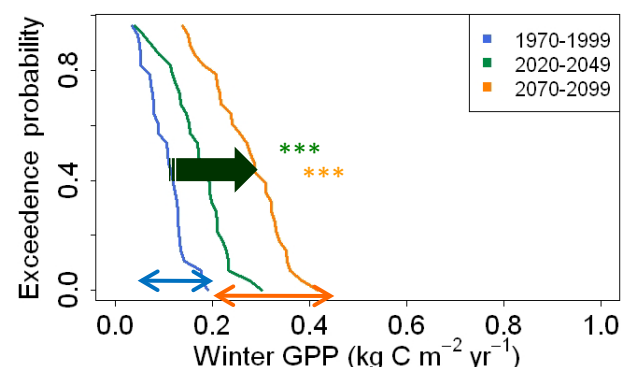
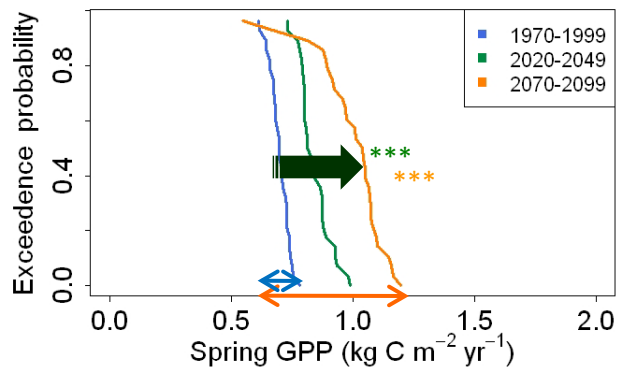
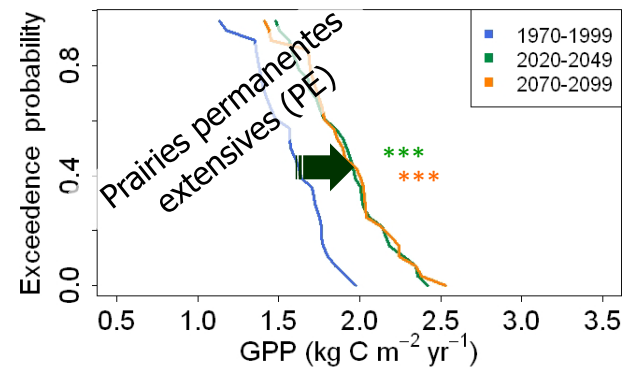
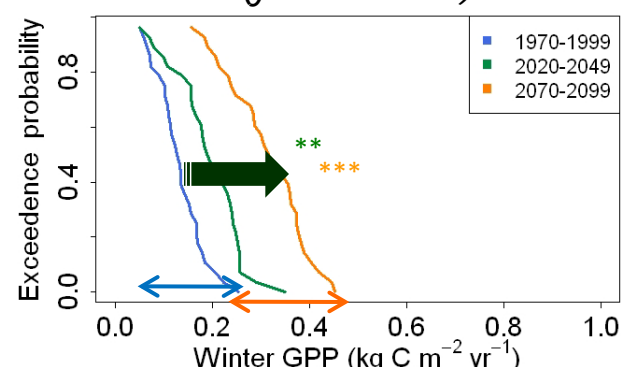
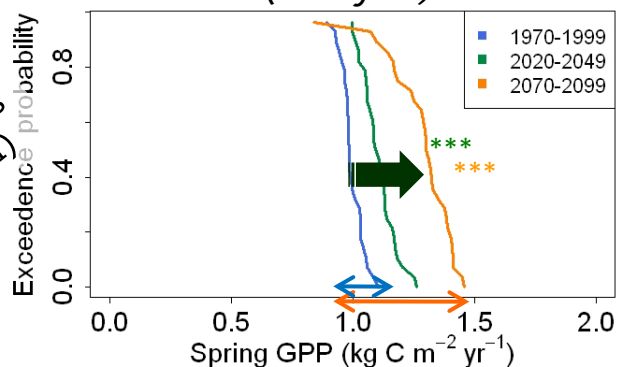
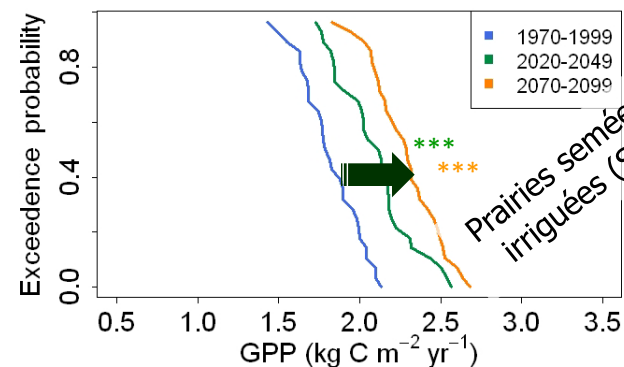
*Variabilité interannuelle*

# Production fourragère

*Productivité annuelle*

*Productivité printemps  
(avril-juin)*

*Productivité hivernale  
(janvier-mars)*



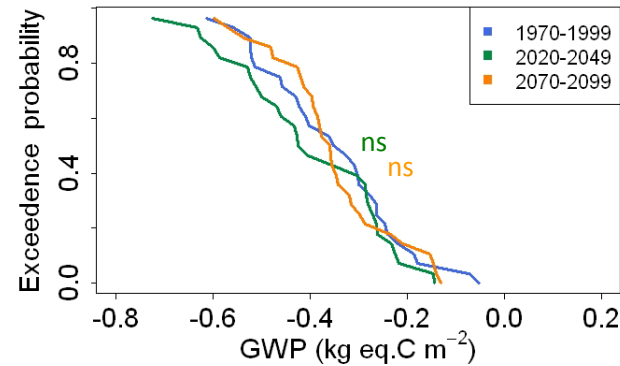
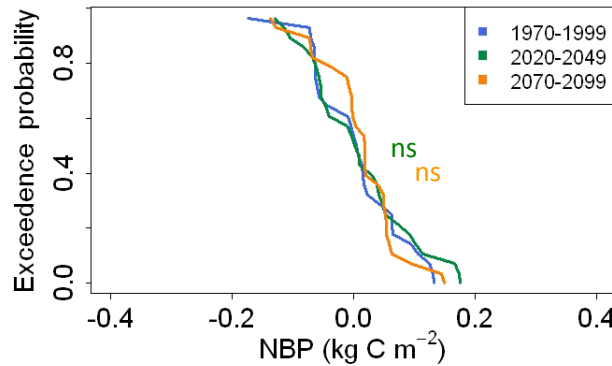
**De nouvelles opportunités** pour la production fourragère annuelle et saisonnière **mais** une **variabilité** interannuelle et saisonnière **accrue**

# Stockage de carbone et bilan de GES des prairies

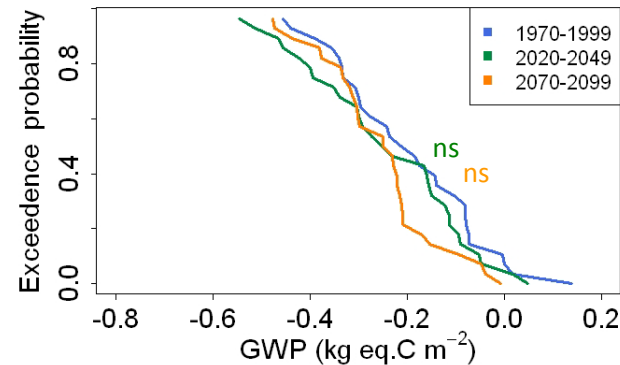
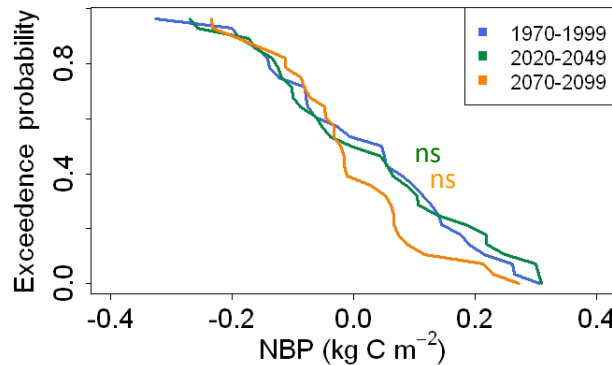
Stockage C

Bilan de GES de la prairie

Prairies semées irriguées (SI)



Prairies permanentes extensives (PE)



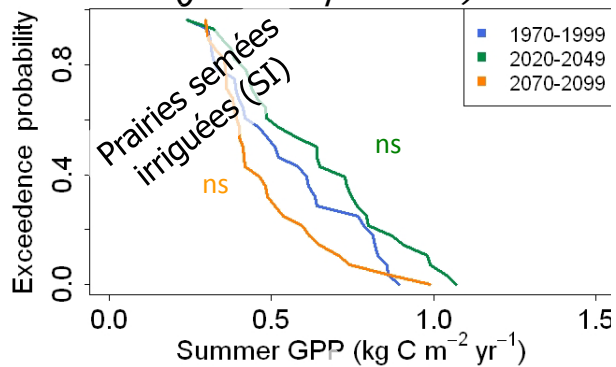
← source → puits →

← puits → source →

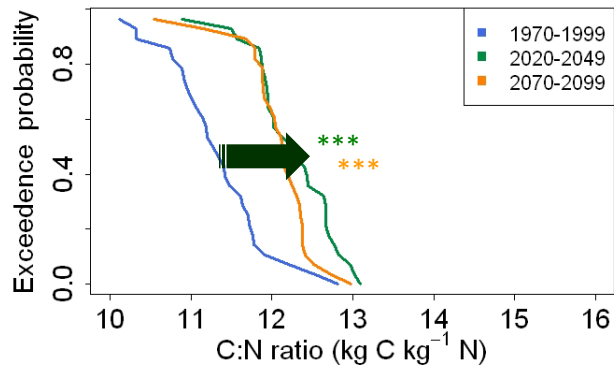
**Pas de modification significative** du stockage de carbone et du bilan de GES 36

# Production fourragère estivale, qualité des fourrages et réalimentation des nappes en eau,

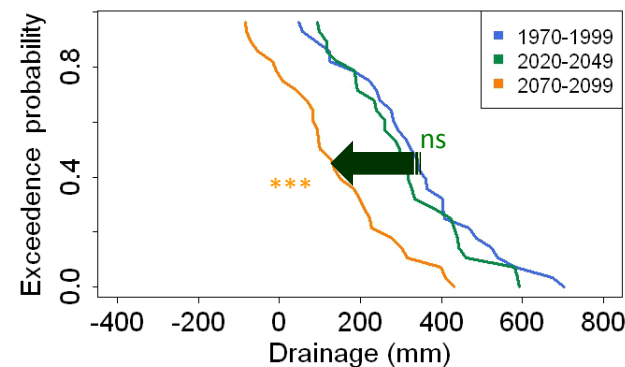
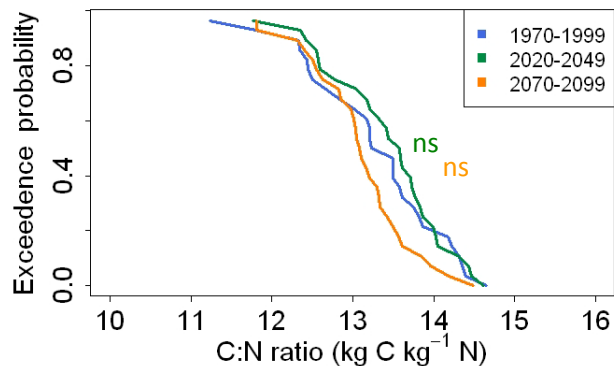
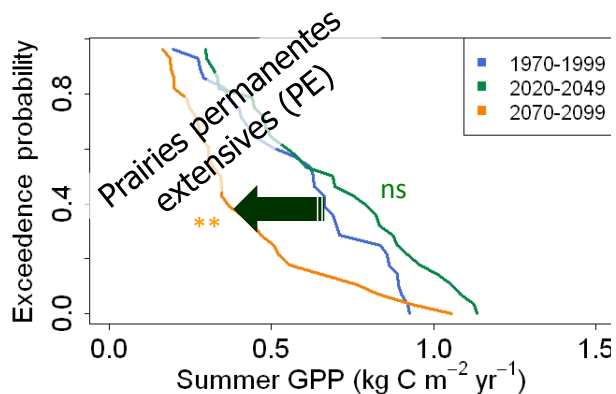
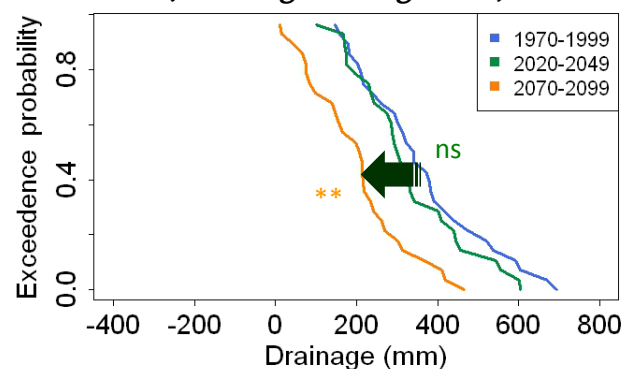
*Productivité estivale  
(juillet-septembre)*



*Ratio C:N*



*Restitutions nettes  
(drainage - irrigation)*



**Des réductions significatives** de la restitution nette d'eau aux nappes, de la qualité des fourrages et de la production estivale (15% des cas seulement)

37

# Les limites actuelles de la modélisation des impacts du changement climatique

## **Incertitude liée à la représentation du climat futur**

Nécessité de multiplier et de croiser les approches et les scénarios

## **Incertitude liée aux modèles de prairie** qui représentent encore mal:

Le rôle des évènements extrêmes (expérimentation en cours)

Les interactions disponibilité en nutriments (N,P) x [CO<sub>2</sub>]

Les interactions maladies et ravageurs x [CO<sub>2</sub>] x T°C

La variabilité génétique des réponses des plantes au CO<sub>2</sub> et à la T°C

Les modifications de la diversité végétale et du fonctionnement des communautés sous changement climatique

## **Non intégration des adaptations** de la gestion par l'éleveur (importance des retours d'expérience)

38

# Conclusions sur les impacts à long terme du changement climatique

**Plus forte variabilité** interannuelle et saisonnière de la production

**Nouvelles opportunités** pour la production fourragère qui peut atteindre :

- 25% de la production printanière dans **25% des cas** dans un **avenir proche** (**37%** dans **un avenir lointain**)
- 25% de la production hivernale dans **70%** des cas en Hiver tous « futurs » confondus

**Risques accrus** pour la qualité des fourrages, la restitution d'eau aux nappes et la production estivale (se maintient dans la plupart des cas – effet CO<sub>2</sub> augmente l'efficacité d'utilisation de l'eau)

**Pas de changements significatifs** du stockage de C et du bilan de GES



# Les prédictions actuelles montreraient que...

**Les prairies disposant actuellement d'une forte disponibilité en eau** (climat local, RU) sont celles qui enregistreraient les plus forts impacts négatif du changement climatique. [Toutefois leur niveau de production resterait supérieur à celui des zones sèches]



**Les prairies permanentes extensives** (avec légumineuses) offrirait le meilleur compromis entre la continuité d'une production de fourrages de qualité et la maximisation de l'atténuation des émissions de GES



# Intérêt des indicateurs agro-climatiques?

Le **fonctionnement des écosystèmes** est souvent trop **complexe** pour être appréhendé sur la base de simples mesures expérimentales ou simulé par les modèles

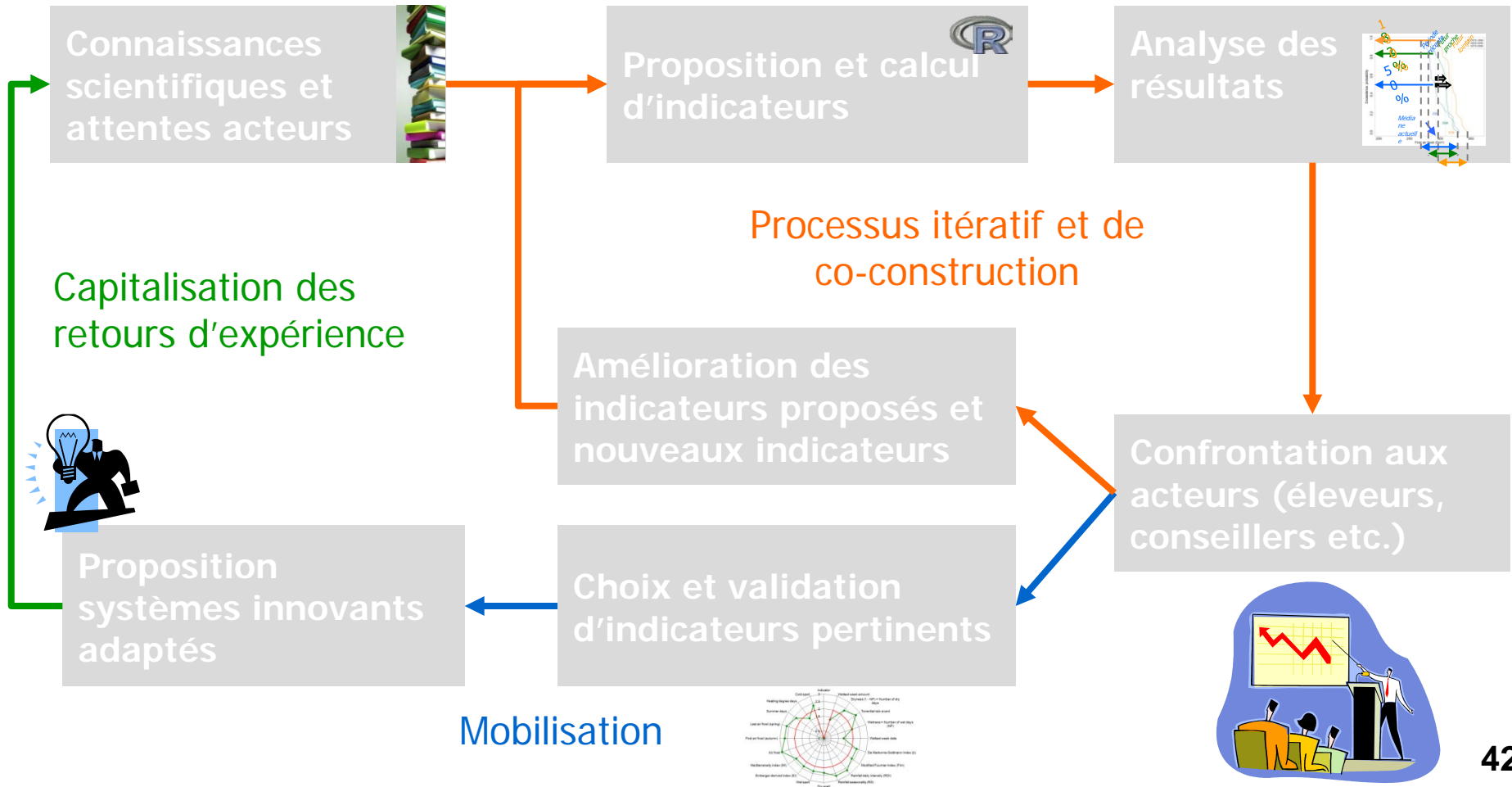


Le but des indicateurs est de **simplifier la réalité** de manière à la rendre **accessible** aux utilisateurs, sous la forme d'un **diagnostic** ou d'une forme d'une **aide à la décision**

Ces indicateurs permettent d'acquérir des **connaissances scientifiques** tout en restant **concis** et **simples d'utilisation**

Beaucoup ont déjà été proposés pour caractériser l'**évolution du climat**, les **conditions de croissance et développement** du couvert, beaucoup d'autres restent à élaborer...

# Démarche de co-construction



# Thématiques abordées

Aridité / humidité

Pluies fortes, positionnement et durée des vagues de sécheresse ou humides, indicateur aridité, indicateurs dérivés du bilan hydrique : jours où le sol est sec, date à laquelle le contenu en eau du sol est minimal

Chaleur / froid

Période des gelées, nombre de jours de gel, journées estivales, journées froides/chaudes, positionnement et durée des vagues de chaleur/froid

Croissance développement

Saison potentielle de croissance, nombre de jours où le couvert est stressé par les hautes températures, stades de développement, satisfaction de l'induction de la floraison, tolérance au froid, capacité de résilience du couvert

Stress thermique

Nombre de jours où les animaux sont stressés  
pertes de production laitière et de fertilité associées

43

# Thématiques abordées

Fertilisation

Date optimale du 1<sup>er</sup> apport d'azote

Fauches

Jours disponibles pour un produire un fourrage de bonne qualité en 1<sup>ère</sup> coupe  
Nombre de jours nécessaires pour sécher le foin au sol

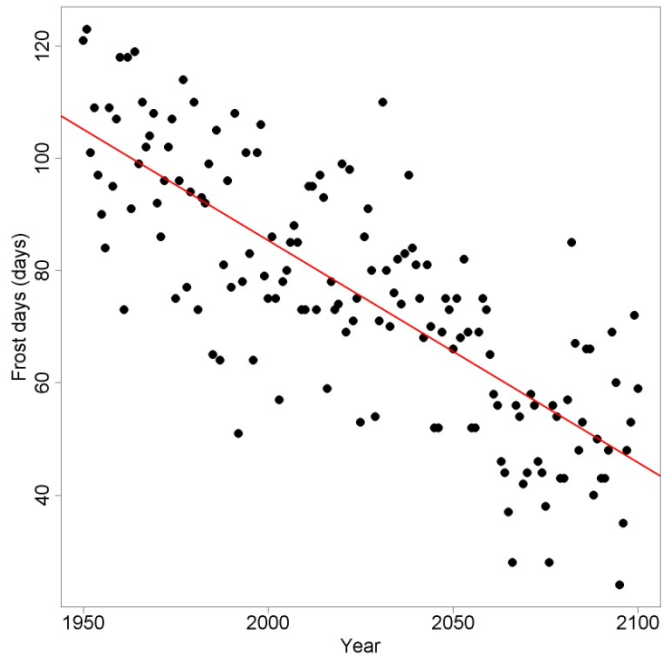
Pâturage

Accessibilité des parcelles, date de début de la mise à l'herbe, période potentielle de déprimage, période de pâturage des regains, fin du pâturage, nombre de jours pâturables

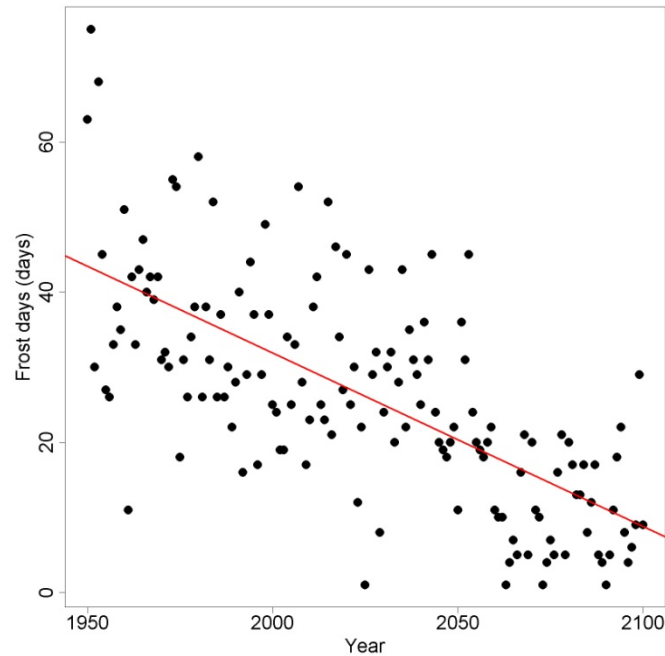
# Nombre de gelées

Cumul des jours où  $T_{\min} < 0$  (01/01-31/12)

## Mirecourt



## Toulouse



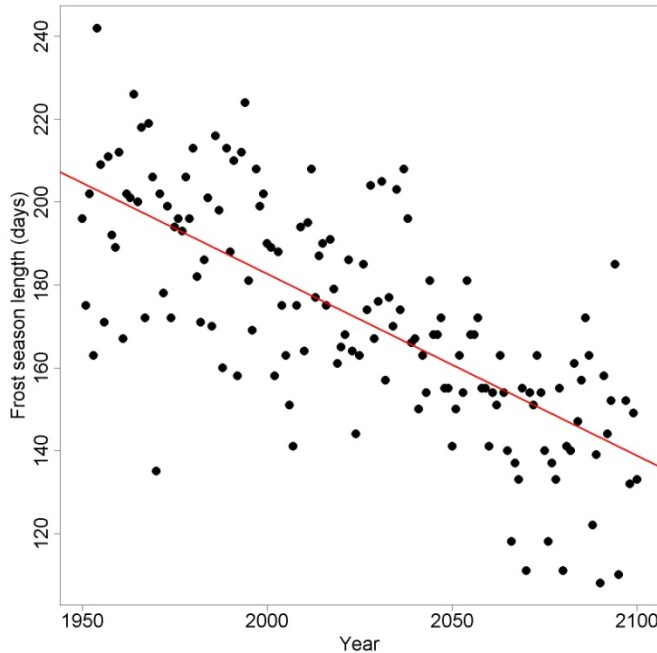
Le nombre de gelées dans l'année pourrait diminuer de ~ 20% dans le futur proche (FP), de 50 à 70% dans le futur lointain (FL)



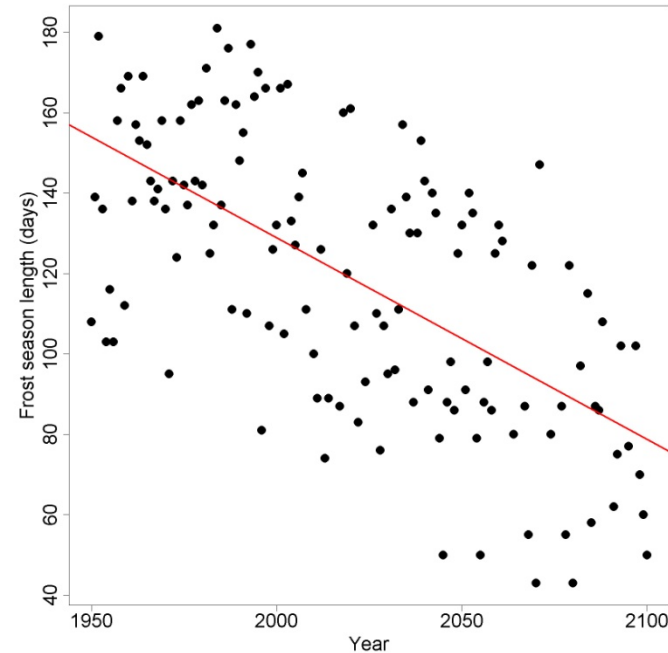
# Saison potentielle des gelées

Intervalle entre la 1<sup>ère</sup> gelée automnale et la dernière gelée printanière  
(1<sup>er</sup> jour où  $T_{\min} < 0.0$  °C du 01/07 au 31/12) (dernier jour où  $T_{\min} < 0.0$  °C du 01/01 au 31/12)

## Mirecourt



## Toulouse



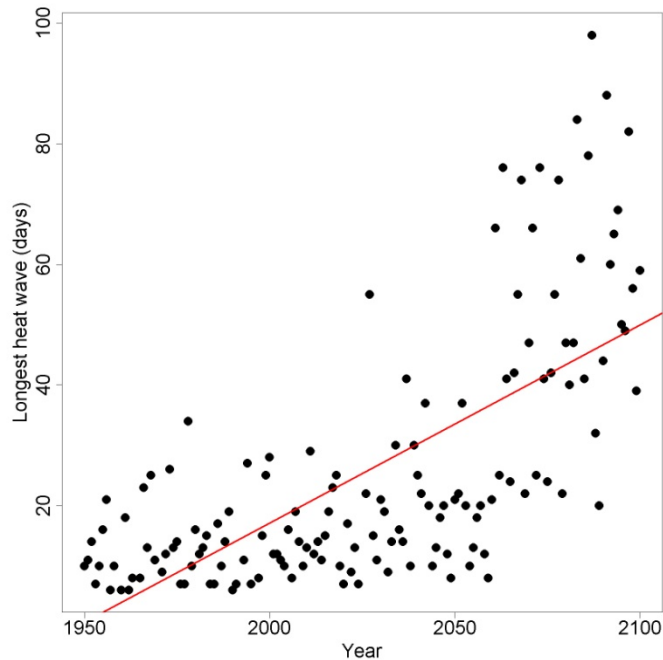
La saison potentielle des gelées pourrait diminuer d'un mois dans le FP, de 2 mois dans le FL : les gelées débuteraient plus tard (+13j FP; +23j FL) et se termineraient plus tôt (-8j FP; -32j FL)



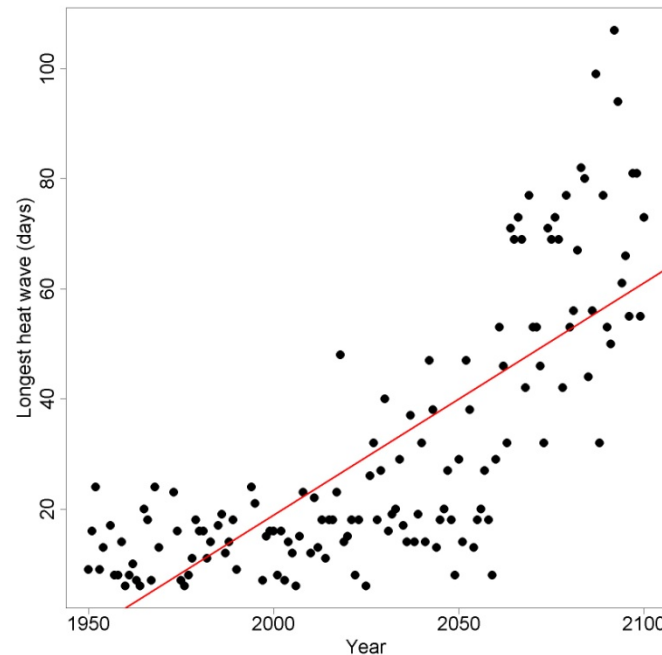
# Durée de la plus longue vague de chaleur

+ grand cumul de j. consécutifs  $\geq 6$  j. consécutifs où  $T_{\max} > T_{\max,ref} + 3^{\circ}\text{C}$  (01/01-31/12)

## Mirecourt



## Toulouse



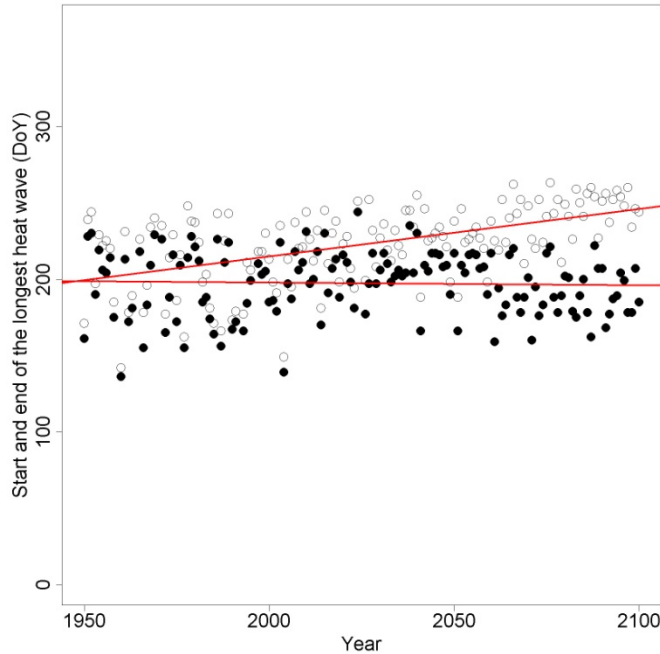
La durée de la plus longue vague de chaleur de l'année pourrait être multipliée par  $\sim 4$  dans le futur lointain (2 mois au lieu de 15j) (pas de modification notable dans le futur proche)



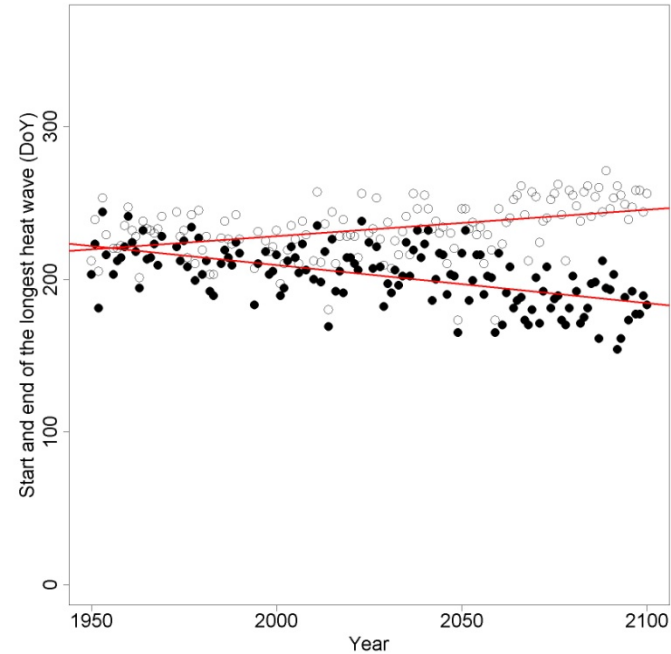


# Début et fin de la plus longue vague de chaleur

## Mirecourt



## Toulouse



La plus longue vague de chaleur de l'année pourrait avoir lieu 15 jours plus tôt (début juillet) et se terminer 1 mois plus tard (début septembre) dans le FL (pas de modification notable dans le FP)

# Synthèse des évolutions associées au changement climatique

**Moins de risques associés aux gelées** mais des transitions saisonnières plus brusques

Des **vagues de chaleur** potentiellement **plus précoces** et plus **longues**

Un **stress thermique accru** sur la végétation et les animaux (= > limitation de la production laitière en été et leur succès à la reproduction)

Des **périodes sèches plus longues en été** (= > accroissement des besoins en complémentation)

Un **allongement de la période favorable à la croissance** du couvert associé à un allongement de la **période d'accessibilité** des parcelles (= > allongement potentiel de la période de pâturage pouvant aller jusqu'au pâturage hivernal)

Mais **accélération de la phénologie** de la végétation (= > moins de souplesse pour la réalisation des coupes)



# Partie 3 – Quelles alternatives possibles ?

Atténuation

Adaptation



# Mesures d'atténuation des émissions de GES

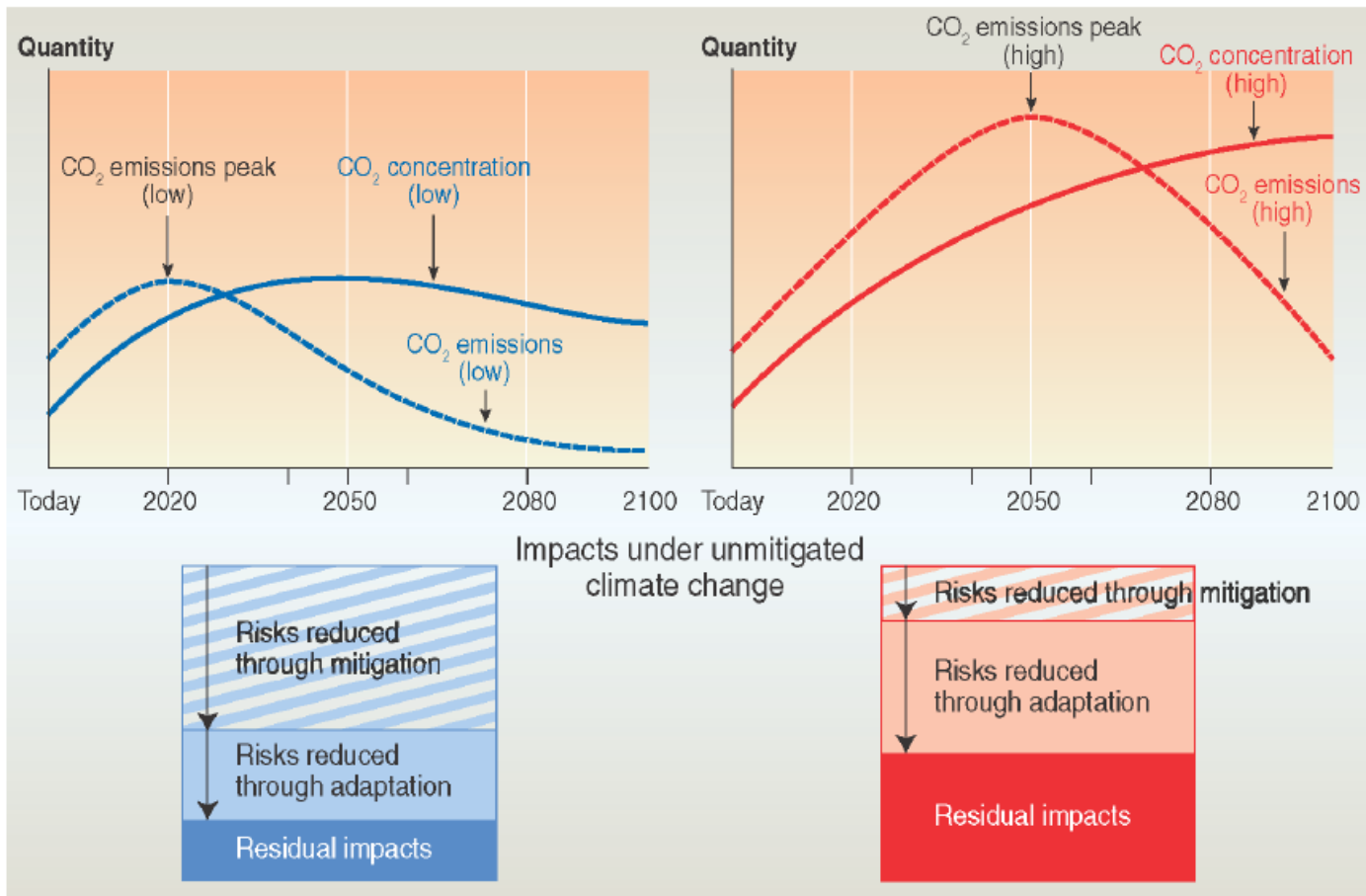
**Mesures d'atténuation** : ensemble des mesures visant à réduire les émissions de GES.

- Améliorer l'efficacité énergétique des systèmes d'élevage (réduction de la consommation, énergies renouvelables)
- Modifier les pratiques de gestion des cultures et des prairies pour accroître leur capacité à stocker le carbone.



Améliorer la gestion des animaux, des effluents et des fertilisants pour réduire les émissions de  $\text{CH}_4$  et de  $\text{N}_2\text{O}$ .

# Une réduction anticipée des émissions réduira les adaptations nécessaires pour limiter les impacts résiduels du CC



# Quelles adaptations des écosystèmes prairiaux ?

## Adaptation

Ensemble des stratégies, initiatives et mesures individuelles ou collectives (entreprises, associations, collectivités, etc.) visant, par des mesures adaptées, à **réduire la vulnérabilité** des systèmes naturels et humains contre les effets réels ou attendus des changements climatiques  
(Glossaire GIEC)



## Flexibilité :

« aptitude à changer durablement de structure sans changer de finalité (et inversement) »

(Alcaras et Lacroux, 1999)

# Quelle approche pour l'adaptation?

## Que peut-on adapter ?

- 1. Occupation du sol : adéquation des systèmes agricoles au pédoclimat
- 2. Génétique (variété ou espèce)
- 3. Pratiques (implantation / pilotage)

## Dans quel contexte de politique environnementale ?

- 1. Objectif de production uniquement, sans limitation des intrants
- 2. Production sous contraintes environnementales (pollution diffuse, limitation des émissions de GES, stockage de carbone)
- 3. Valorisation de la multifonctionnalité des services

# Adaptations Biologique : Cultures fourragères

\* Privilégier des **cultures fourragères** résistantes à la sécheresse et économes en eau.

Substituer, le **sorgho fourrager** au maïs fourrager ; le **dactyle** au ray-grass anglais,



\* Mieux utiliser les **légumineuses** :

Valoriser le potentiel de production qui sera accru grâce à l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique et au réchauffement,



# Adaptations Biologique : Cultures fourragères



- Favoriser des **prairies permanentes à biodiversité** élevée (assurance vis-à-vis de la variabilité du climat ; flexibilité)
- Valoriser la complémentarité des surfaces (phénologie, temporalité)

\* Favoriser les animaux à plus faible besoin à même de mieux valoriser les ressources (réserve corporelle, choix)



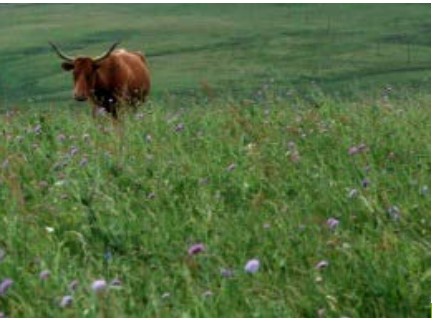
# Adaptations décisionnelles

## ***Changement prévisible et récurrent :***

- ❖ Evitement par anticipation (adaptations planifiées)
  - Dimensionnement des surfaces de base/ de sécurité
  - Stocks de fourrages conservés

## ***Alea non prévisible***

- ❖ Esquive par ajustements en cours de campagne (atténuation des conséquences négatives)
  - Utilisation des stocks/ achat de fourrages
  - Sevrage/tarissement/vente précoce



Dépendant du type de système fourrager

57

# Adaptations des fermes d'élevage

## Adaptations des pratiques d'élevage

- Utilisation des réserves corporelles des animaux allaitants durant les épisodes secs;
- traite des vaches laitières une seule fois par jour
- modifications de la saisonnalité des vêlages

## Adaptations du système fourrager

- Réduction du chargement animal
- Modification du ratio du pâturage aux fourrages conservés (foin/ensilage)
- Extension de la saison de pâturage au printemps et à l'automne, voire pâturage hivernal;
- Utilisation plus importante des stocks d'herbe sur pied
- Augmentation de la diversité des types de prairies

# S'adapter à la variabilité et aux extrêmes

## Esquive

- Décaler les dates de semis, de récolte, de pâturage...
  - Limites = gelées hivernales, rayonnement, travail du sol (fortes pluies hivernales)
- Prévoir les épisodes extrêmes ?

## Evitement

- Irriguer
- Climatiser les bâtiments

## Tolérance

- Augmenter l'efficacité d'utilisation des ressources
  - Sélection variétale : forte efficacité d'utilisation de l'eau
  - Agriculture de précision : adapter les pratiques à la profondeur du sol...
  - Diversifier les cultures, les dates de semis

## Résistance

- Réduire le potentiel de production (changement d'espèces, de races...)
- Augmenter la diversité des cultures...

# Conclusions

Le changement du climat est **sans équivoque**, mais **il ne se traduira pas de la même manière en tout points du territoire.**



Il s'accompagne d'une **variabilité climatique** accrue qui se traduit par des **événements extrêmes** plus fréquents et plus intenses

Le changement climatique peut être source d'opportunités

S'adapter c'est aussi mieux connaître les potentiels de son système et valoriser ses atouts

En zone herbagère, les prairies permanentes présentent de réels potentiels.

**Leur diversité permet :**

- de valoriser les complémentarités entre parcelles (souplesse)
- de réduire les vulnérabilités (risques)

