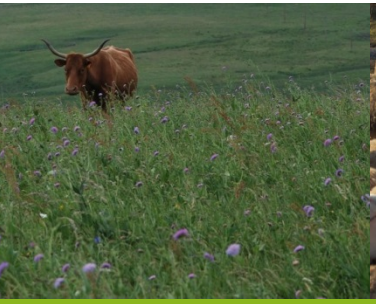
Impacts du changement climatique sur les prairies - quelles alternatives?

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

A.-I. GRAUX, P. CARRERE

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





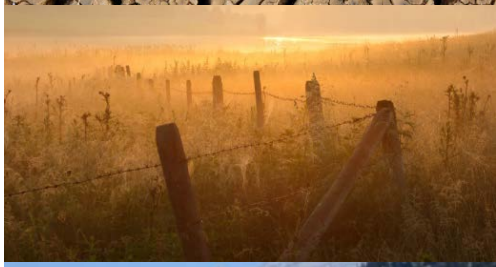


Conférence invité à la demande de la confédération paysanne de l'Orne 19/01/2012

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

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







Partie 1 - Le changement climatique?

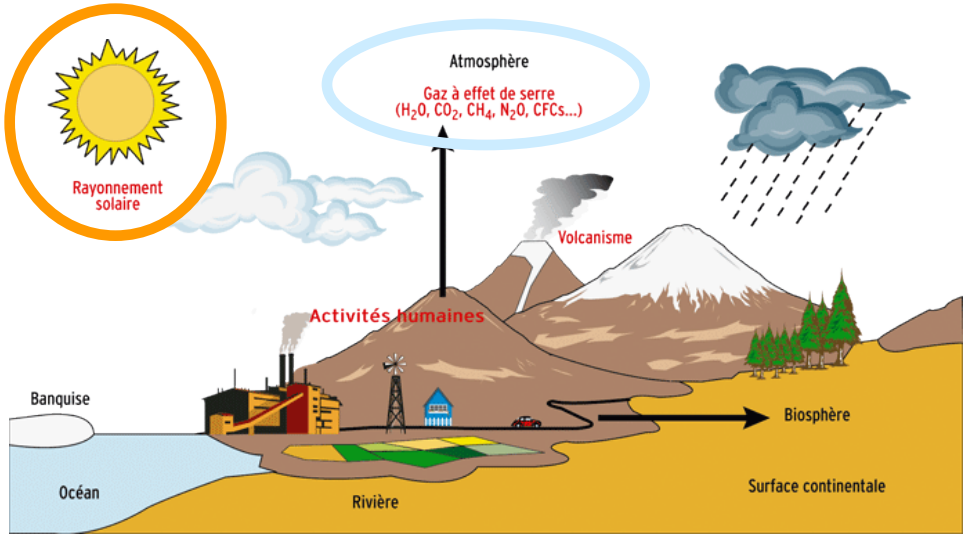
- Mécanisme, origines, formes
- Implication des systèmes d’élevage
- Modifications climatiques envisagées pour le futur



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.)



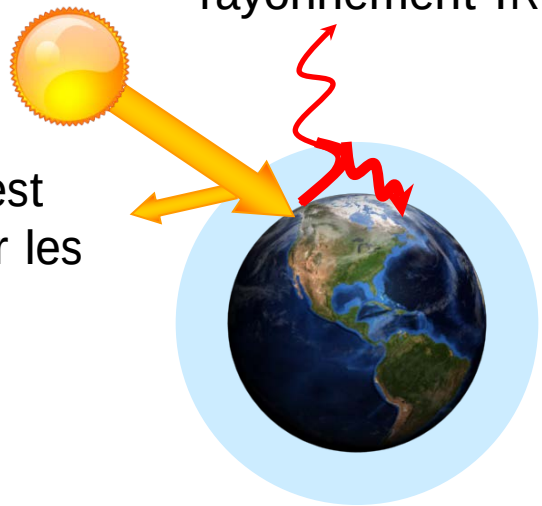
L'**atmosphère** est l'élément du système climatique qui conditionne le climat

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

Effet de serre et changement climatique

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

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

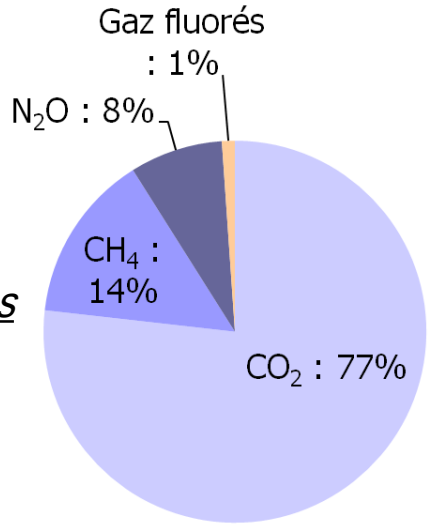
Certains **gaz** de l'atmosphère dits **à effet de serre** absorbent puis réfléchissent la plus grande partie de ce rayonnement thermique, réchauffant la surface du globe : c'est **l'effet de serre**

L'**effet de serre** est un phénomène naturel et bénéfique : sans l'effet de serre, la température de la Terre serait de -18°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



	Durée de vie	P. de réchauffement (à 100 ans)
CO_2	100	1
CH_4	12	25
N_2O	120	298

Pour les comparer, on attribue aux GES un **potentiel de réchauffement**

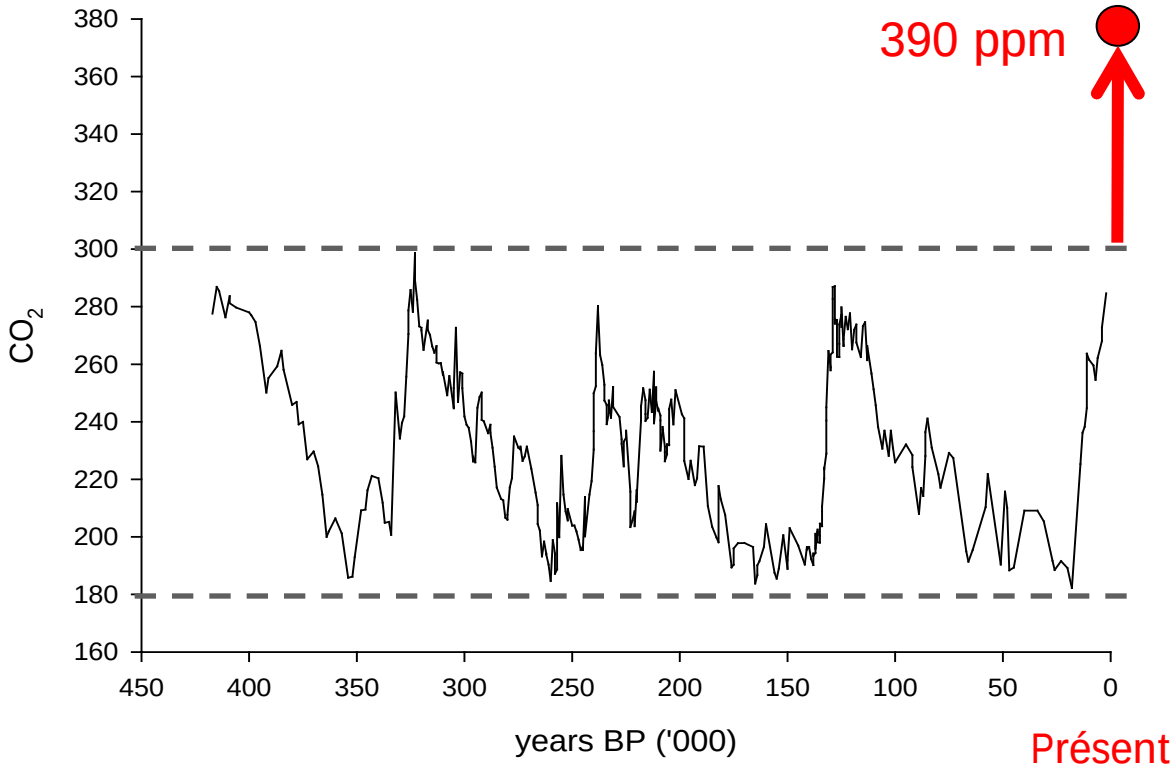
= Cumul du forçage radiatif (aptitude à réchauffer le système climatique) sur un **intervalle de temps** spécifique.

Il est exprimé **par rapport au** pouvoir de réchauffement du **CO_2** (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

Source: GIEC 2007

Evolution du CO_2 dans l'atmosphère sur les 450000 dernières années



Variation de la concentration en CO_2 de l'air sur le site de Vostock (Antarctique)

L'analyse des bulles d'air piégées dans la glace a montré des **variations importantes de la concentration atmosphérique en CO_2** sur les 450 000 dernières années

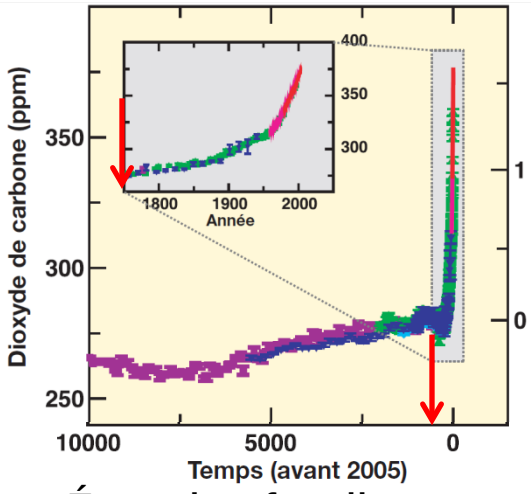
La concentration en CO_2 a donc toujours varié. En revanche, elle **n'a jamais varié aussi vite et aussi fortement que ces dernières années**

Source : Petit et al. 1999

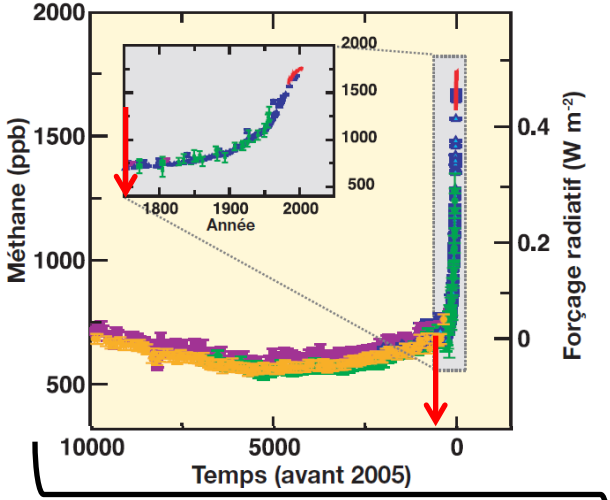
Evolution des concentrations des GES depuis le début de la révolution industrielle (1750)

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

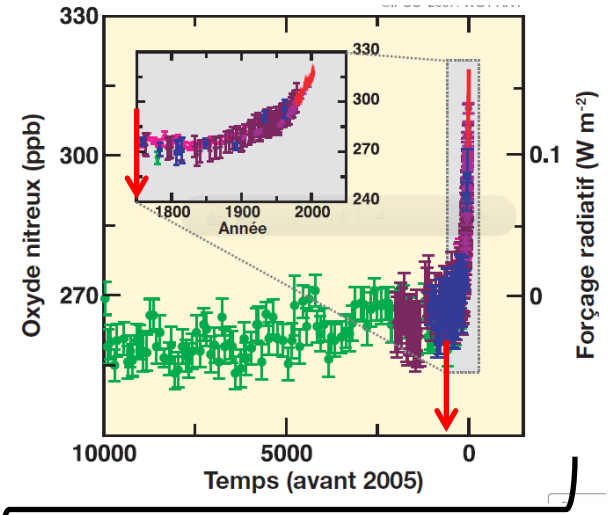
Dioxide de Carbone (CO_2)



Méthane (CH_4)



Oxyde Nitreux (N_2O)



↗ Énergies fossiles

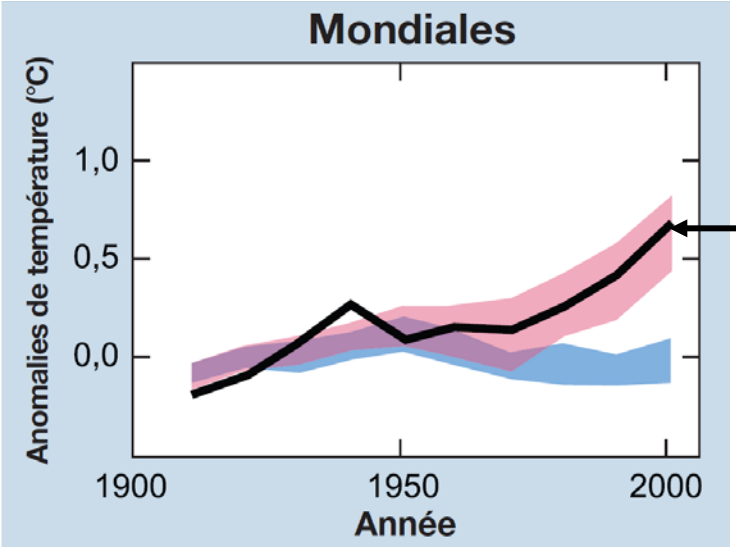
Changements d'affectation des terres

Développement de l'agriculture

Source: GIEC 2007

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

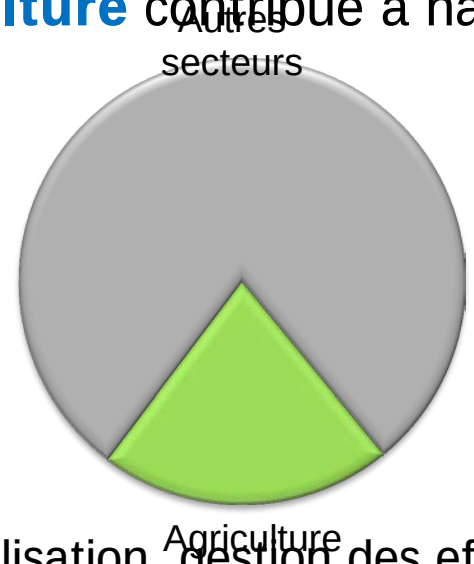
Seuls les modèles qui tiennent compte de l'influence humaine parviennent à simuler les configurations du réchauffement observées et leurs variations

Source: GIEC 2007

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

L'**agriculture** contribue à hauteur de **84 %** du N_2O émis en France
80 % du CH_4
3 % du CO_2

21,2 % des GES en France







N_2O : Fertilisation, gestion des effluents d'élevage

CH_4 : Fermentation entérique des ruminants, rizières

CO_2 : Respiration sol plantes animal, processus fermentaires

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

Source: CITEPA 2009

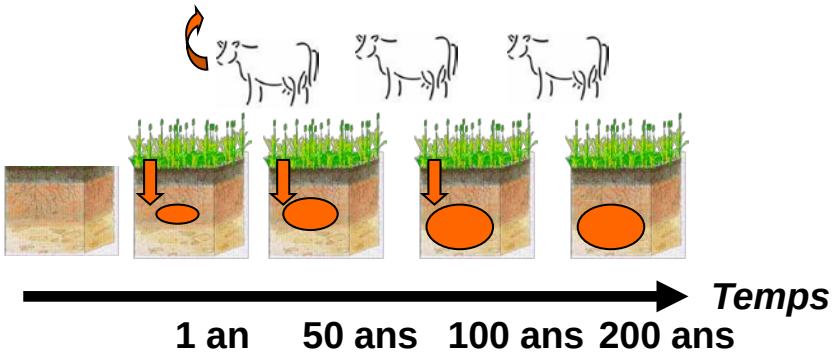
Les prairies sont potentiellement des puits de carbone

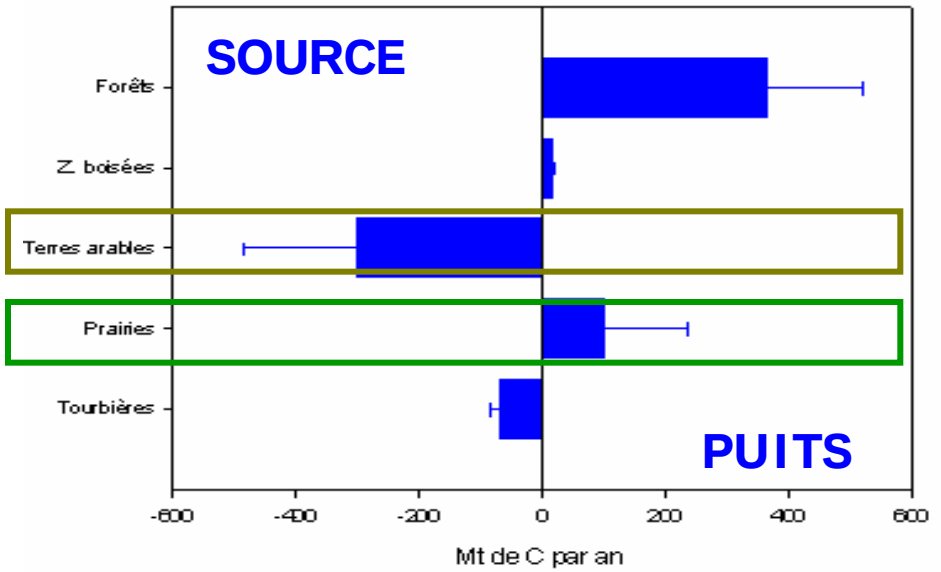
Le **stockage** du **C réduit les émissions de CO_2** donc l'implication de l'élevage dans le CC

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

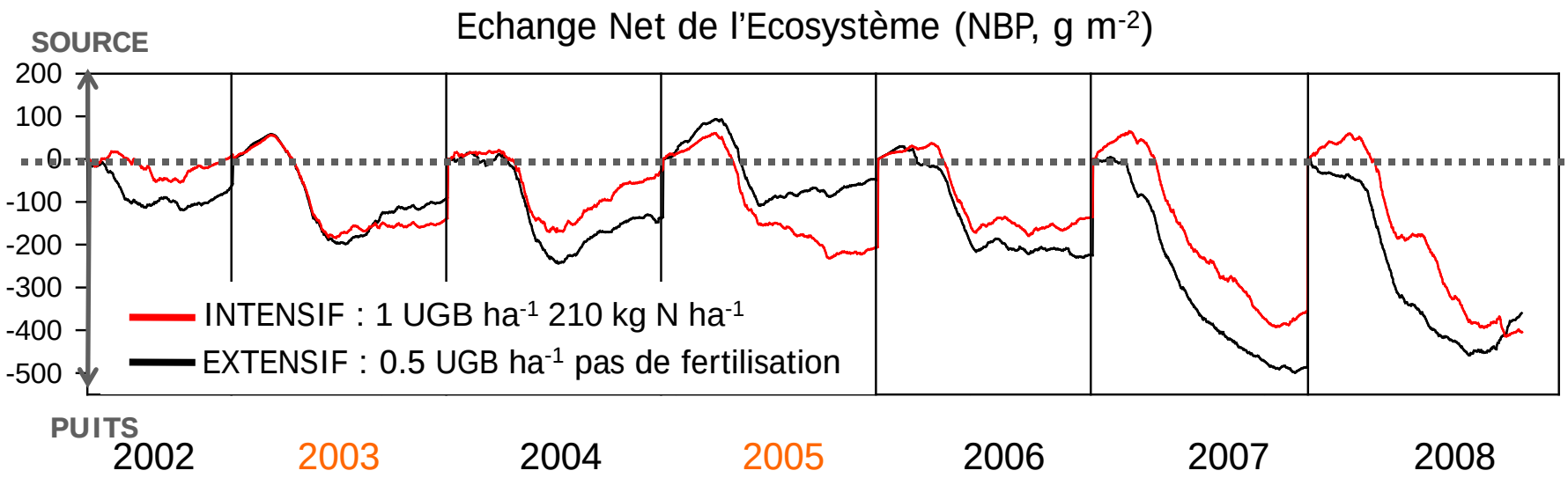




Source: Janssens et al. 2003

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

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



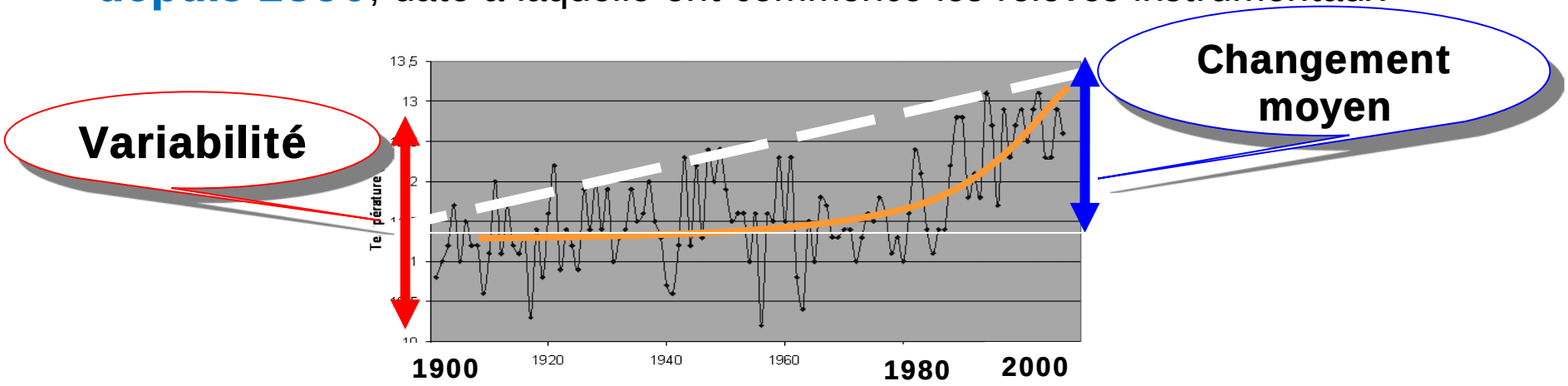
- Maintien de la **fonction puits de C** au cours du temps (**2t C ha^{-1} an^{-1}**)
- Le stockage de C est supérieur en **gestion extensive** (non significatif) sauf en année sèche (2003, 2005) où la tendance s'inverse

Source : Klumpp, Tallec, Guix & Soussana GCB 2011

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

Source: GIEC 2007

Le changement climatique ne se limite pas à un réchauffement!

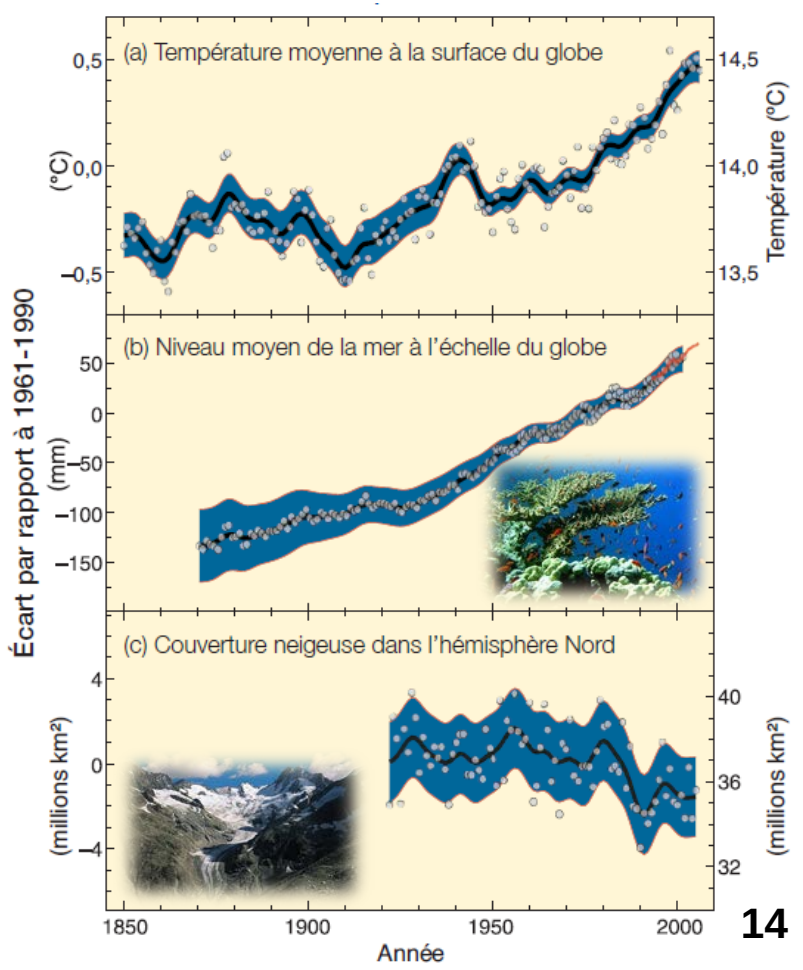
Le réchauffement observé s'accompagne d'une **élévation** du **niveau de la mer** et de la **réduction** du **manteau neigeux** et des **calottes glaciaires**

Acidification des **océans** liée à la dissolution de CO_2

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

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

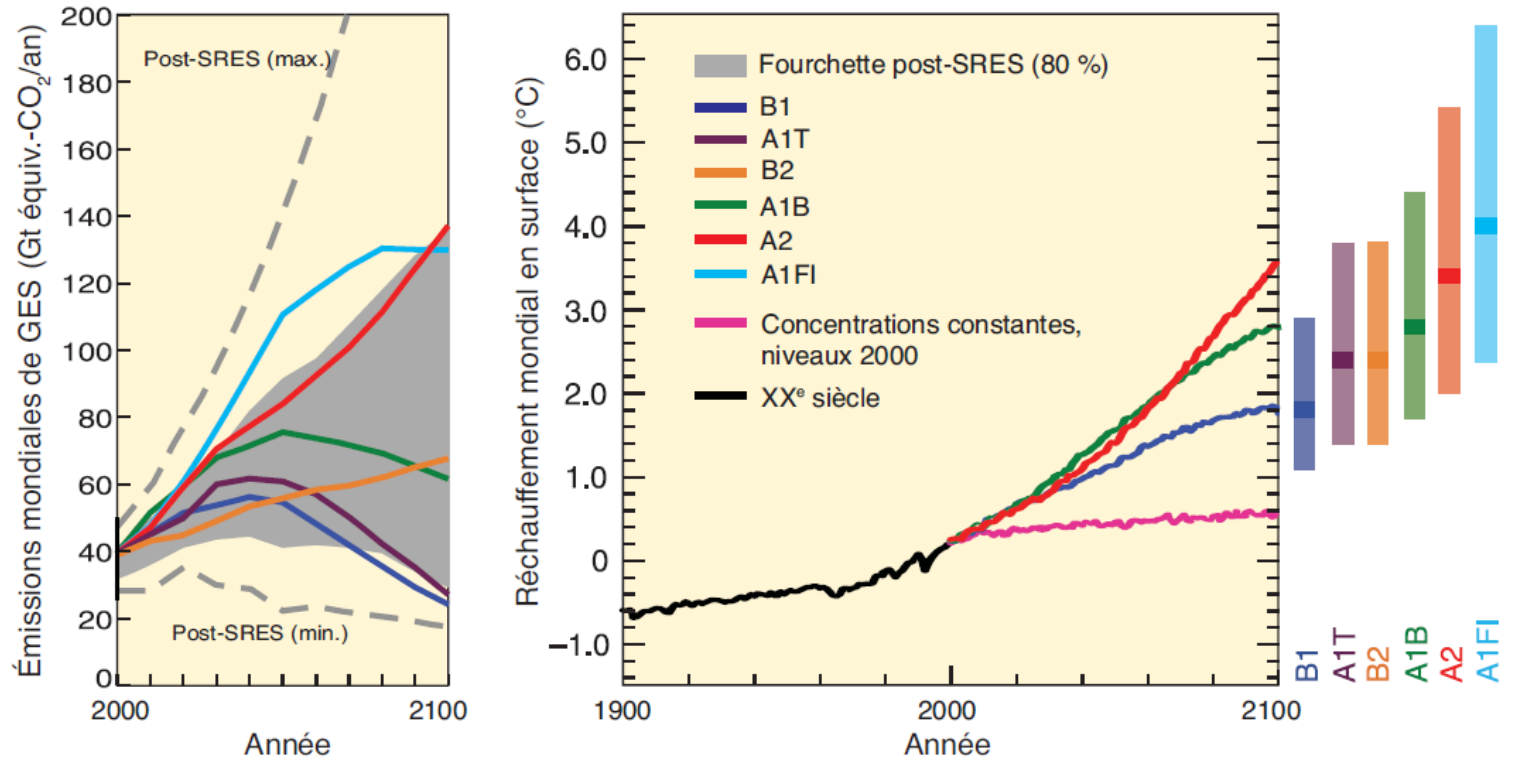
Augmentation de **l'activité cyclonique** tropicale dans l'Atlantique Nord



Source: GIEC 2007

Projections du changement climatique selon les scénarios socio-économiques

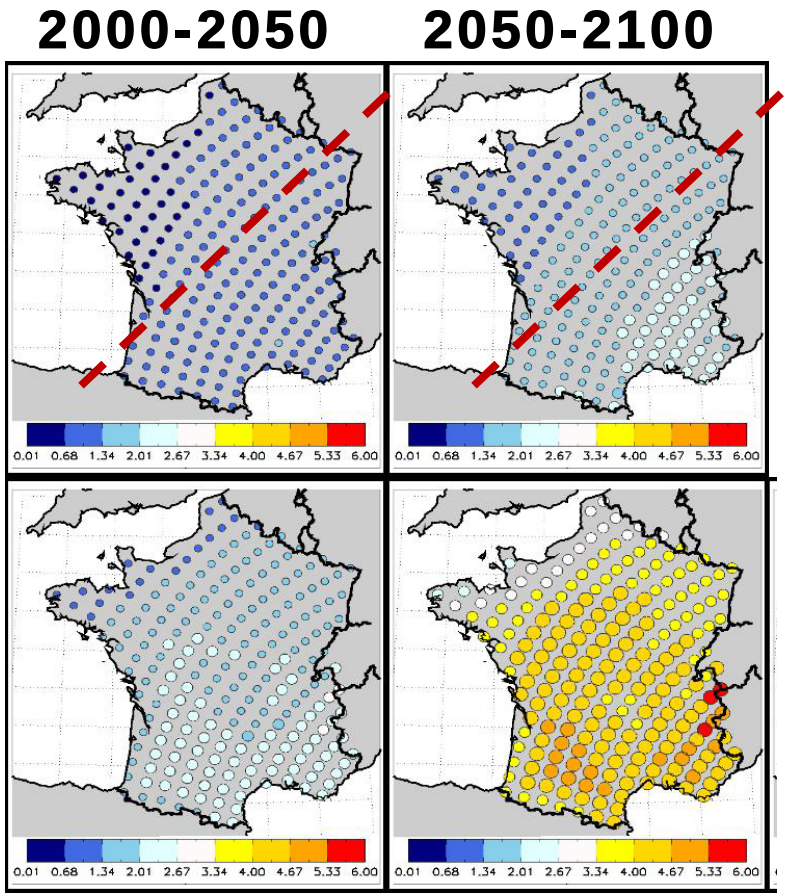
Scénarios d'émissions de GES pour la période 2000–2100 (en l'absence de politiques climatiques additionnelles) et projections relatives aux températures en surface



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

Source: GIEC 2007

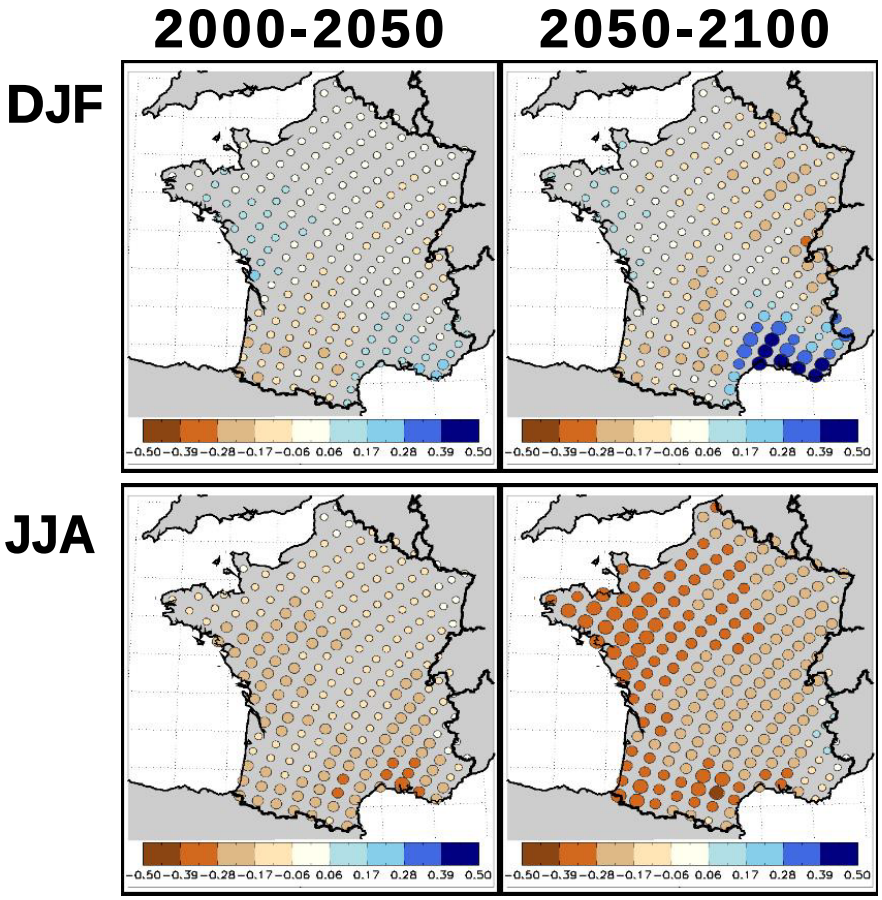
Réchauffement (°C) simulé par ARPEGE (A1B)



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)

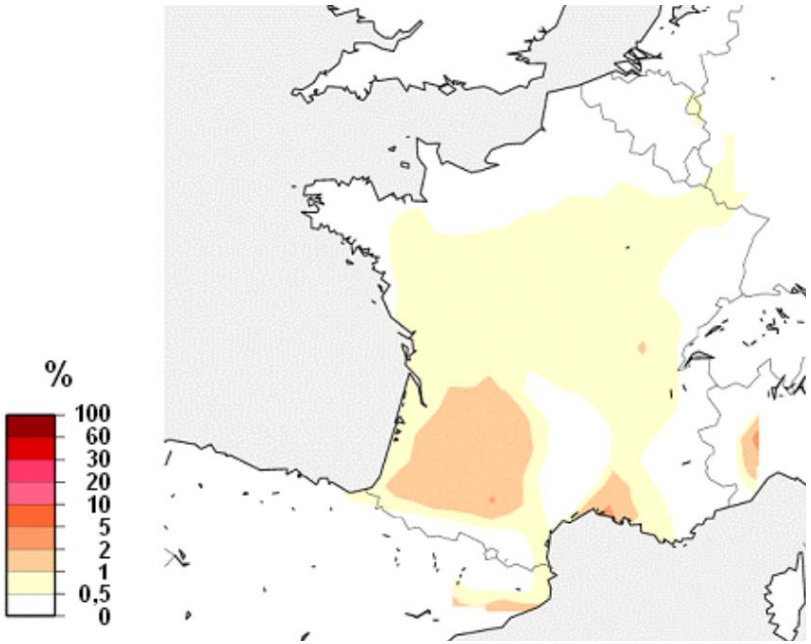


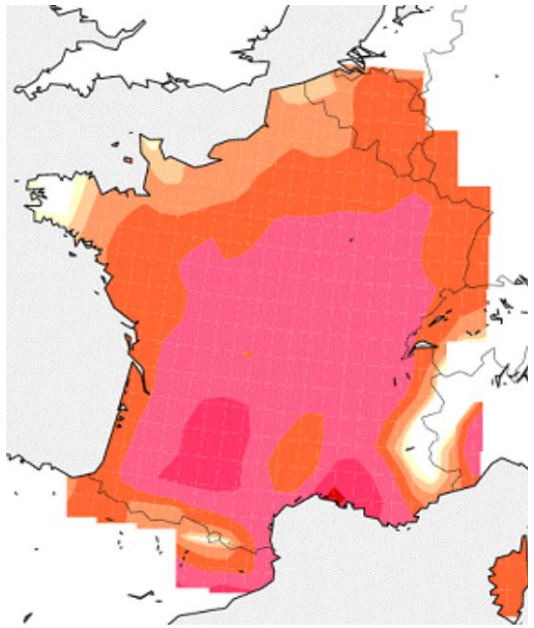
Prévisions **d'hivers plus humides** et d'**étés plus secs**

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°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

Source: Météo France

- Partie 2 – Les impacts du changement climatique

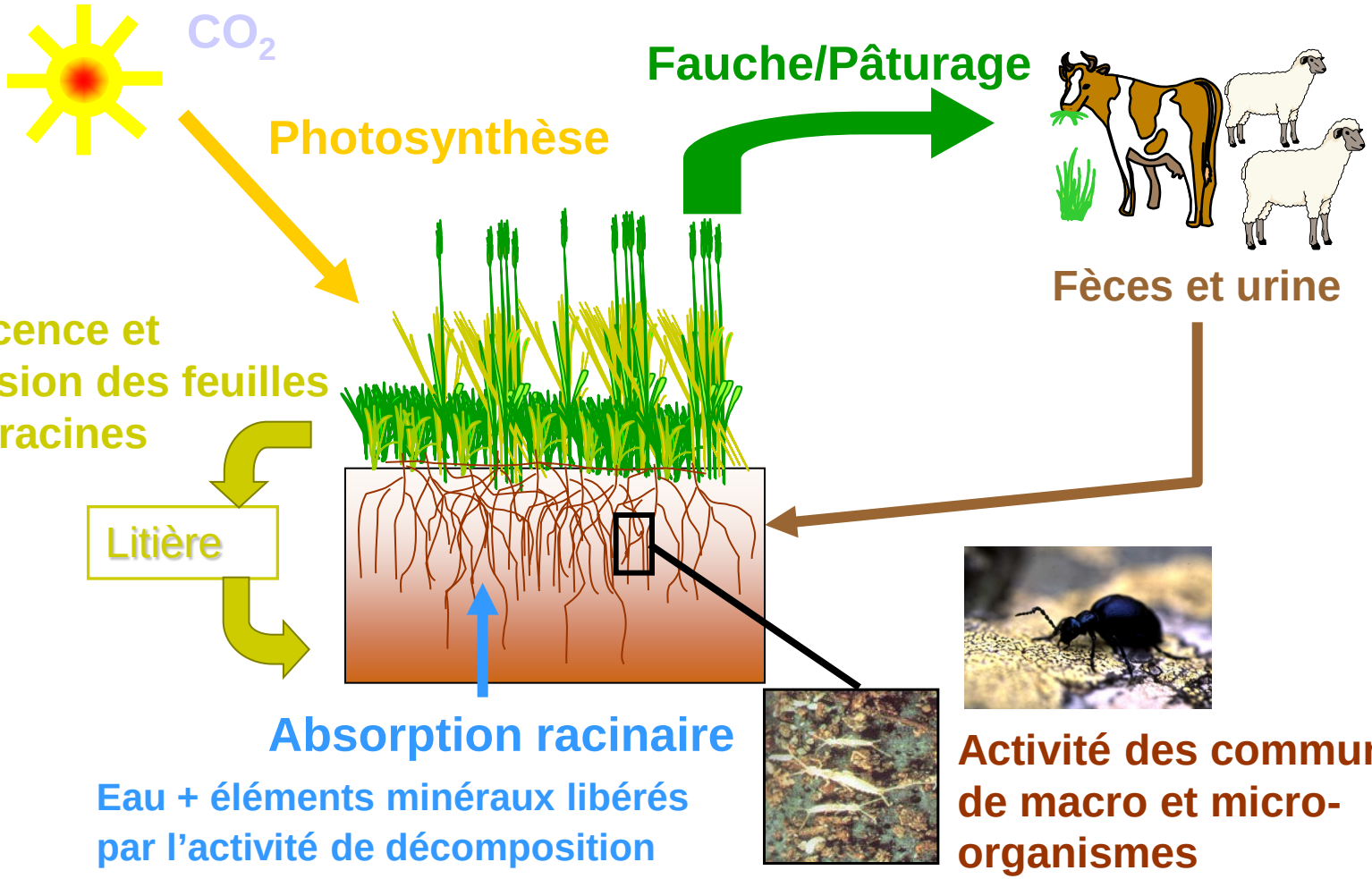
  Etat actuel des connaissances sur les impacts à court-terme

  Prédire grâce aux modèles pour anticiper sur le long-terme

  Intérêt des indicateurs agro-climatiques



L'écosystème prairial



Doublement du CO_2 atmosphérique

Production annuelle

Graminées C_3 : +10 %

Légumineuses : +25 %

Graminées C_4 : +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

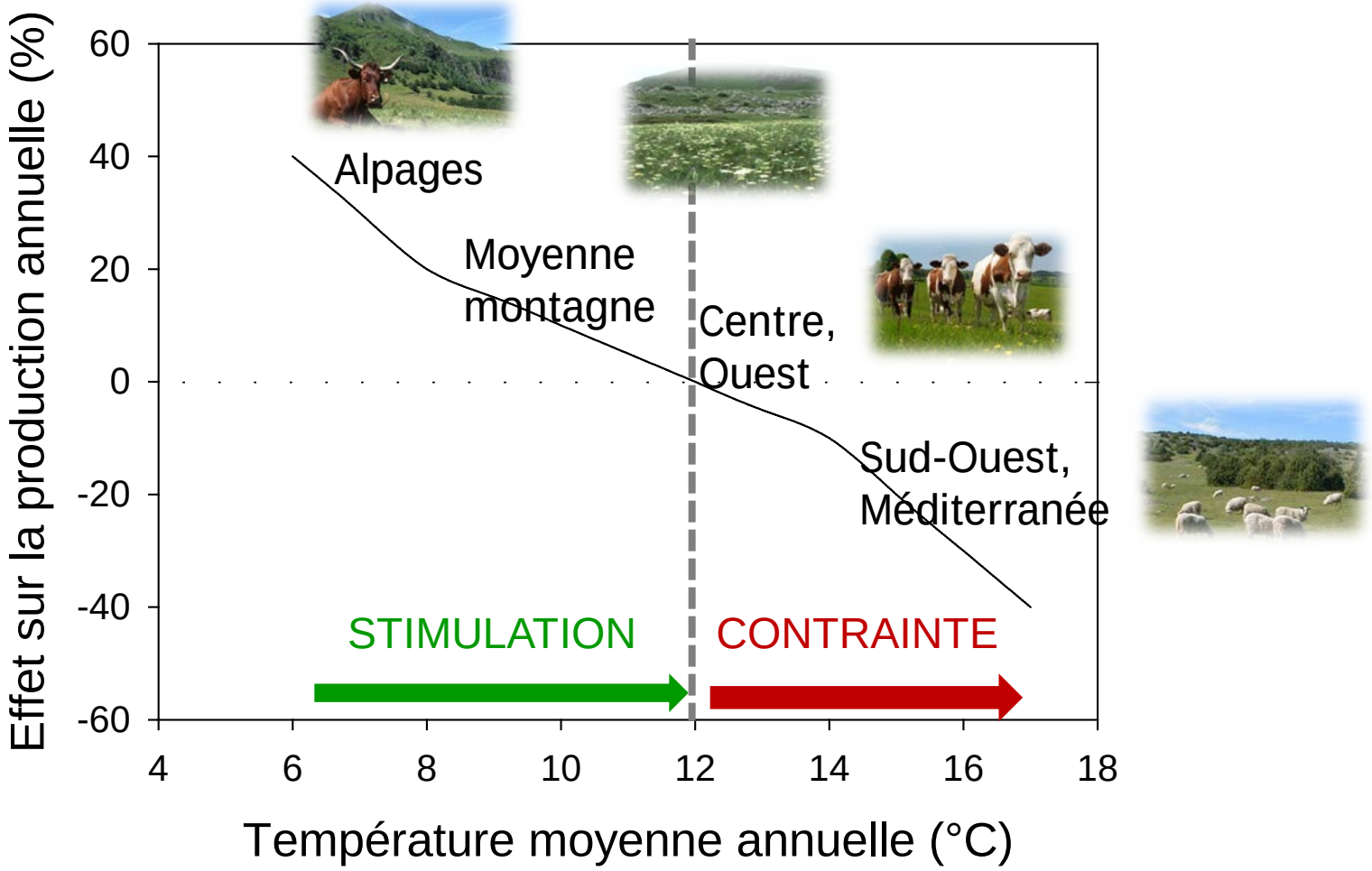
Graminées moins compétitives







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



Source: Rustad et al. 2002

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_2**

INRA, UREP



Dispositif IMAGINE

St Genès (850m)

C
Témoin

+ 3.5 °C
Effet
température

CLERMONT-FERRAND (350m)

T
↑ Température

TD
↑ Température
↓ Précipitations



Technologie Mini-FACE

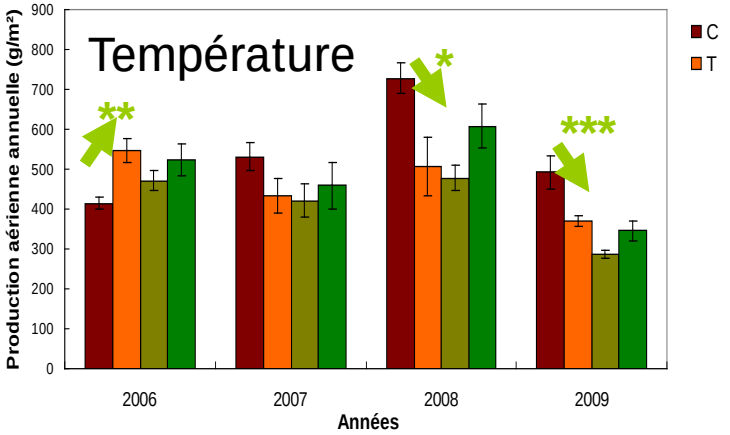
Effet réduction des précipitations

Effet ↗ CO_2

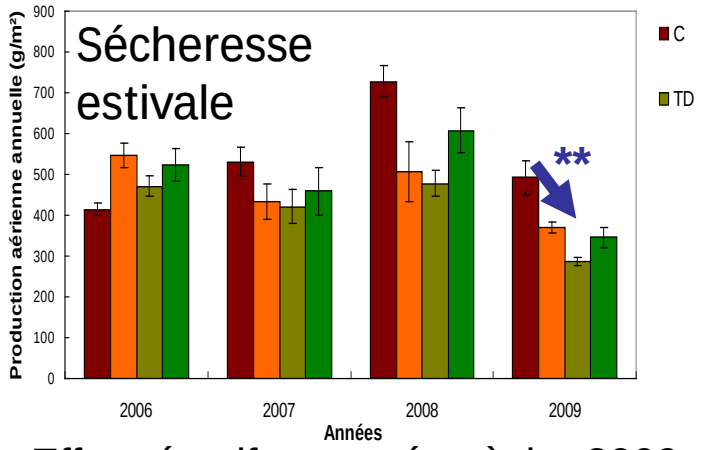
Changement climatique multifactoriel

Source: Cantarel 2011

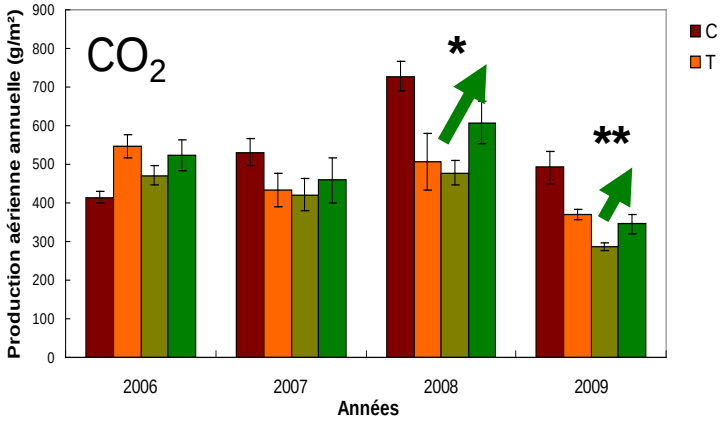
Production de biomasse aérienne sous CC



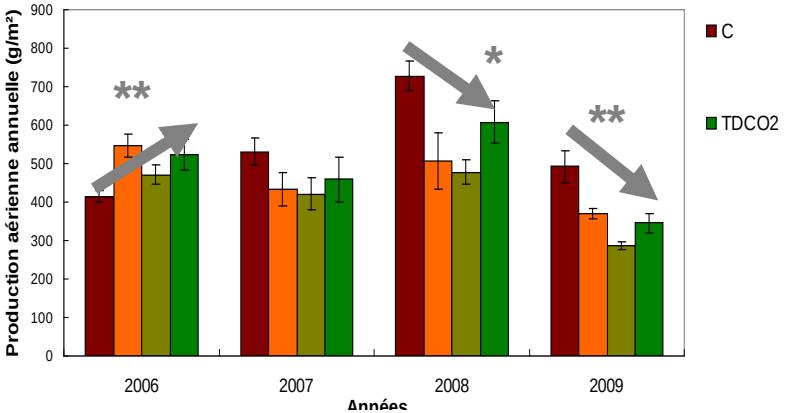
Effet variable: positif à CT puis négatif



Effet négatif en année sèche 2009



Effet positif du CO_2, risque limitation disponibilité en azote

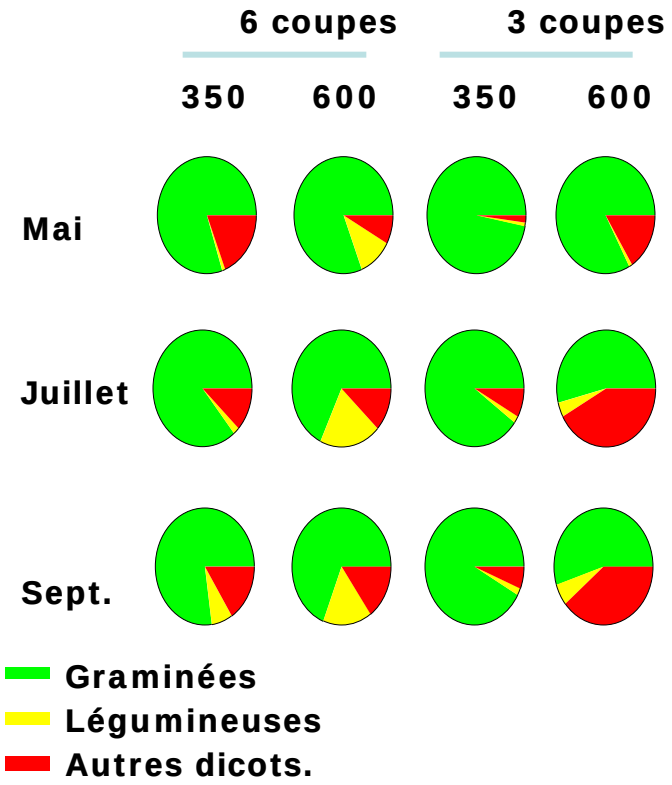


L'effet global du CC

Source: Cantarel 2011

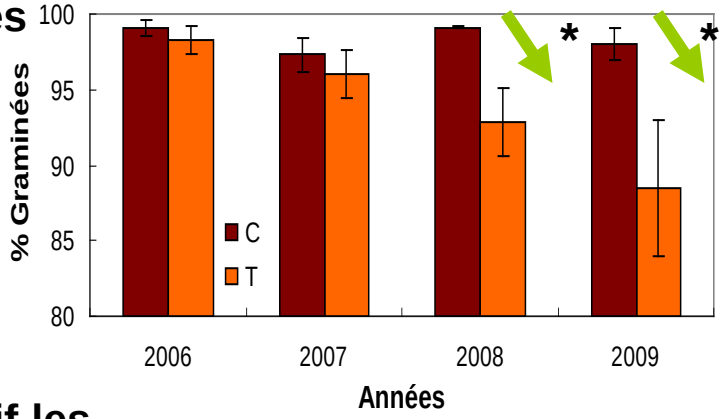
CO_2 , température et composition botanique

Enrichissement en CO_2

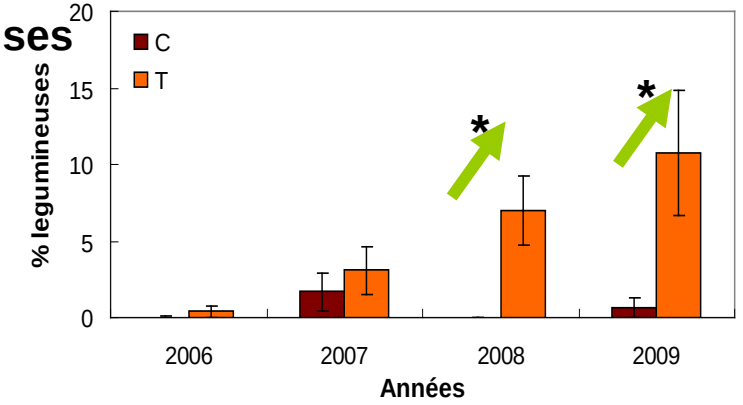


Température

Effet négatif sur les graminées

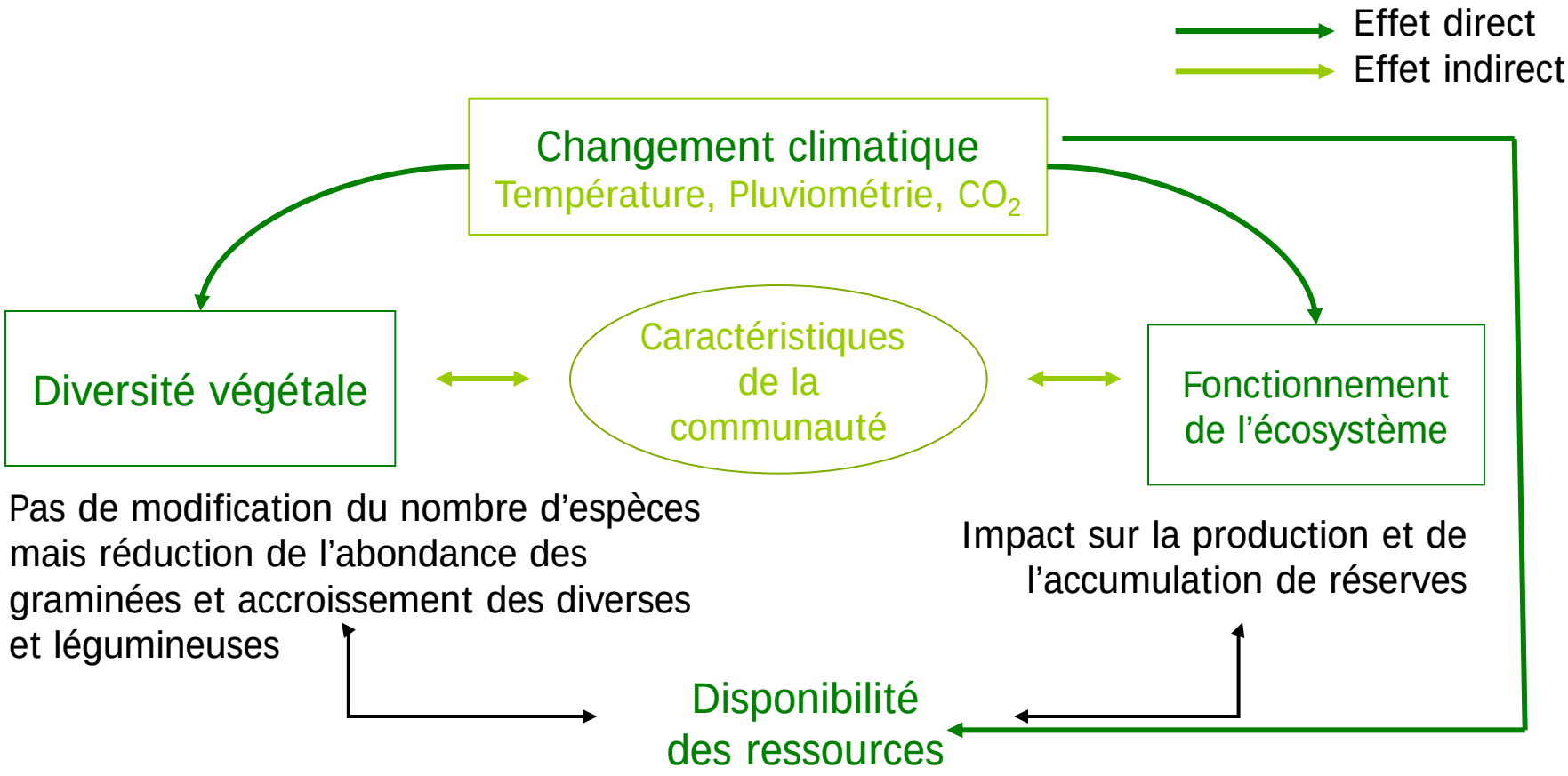


Effet positif les légumineuses



Sources: Teyssonneyre et al. 2002
Cantarel 2011

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**

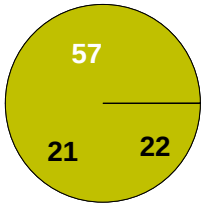
INRA, UREP

- 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

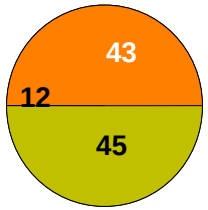
Avril 2009



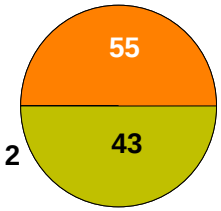
Témoin

Août 2009

Fréquente



Lente

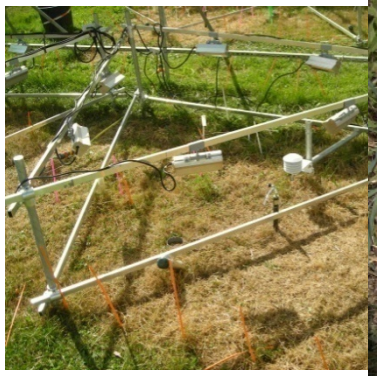


Graminée

Légumineuse (trèfle)

Diverse (pissenlit)

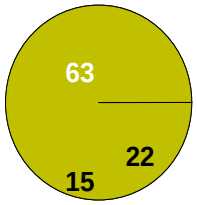
Changement climatique avec extrême



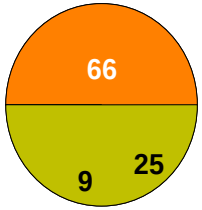


Avril 2010

Fréquente



Lente



Repousse et régénération du couvert végétal

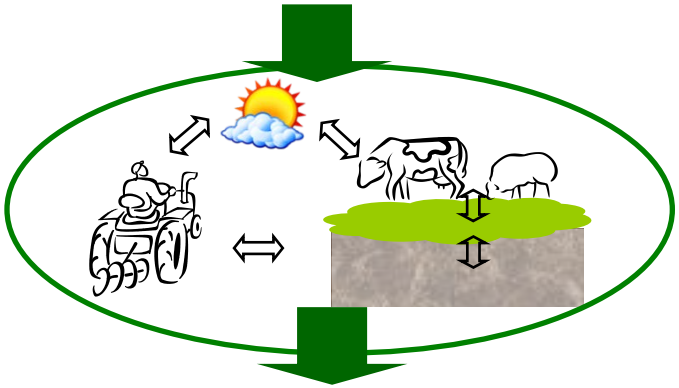
Prédire pour anticiper sur le long-terme

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

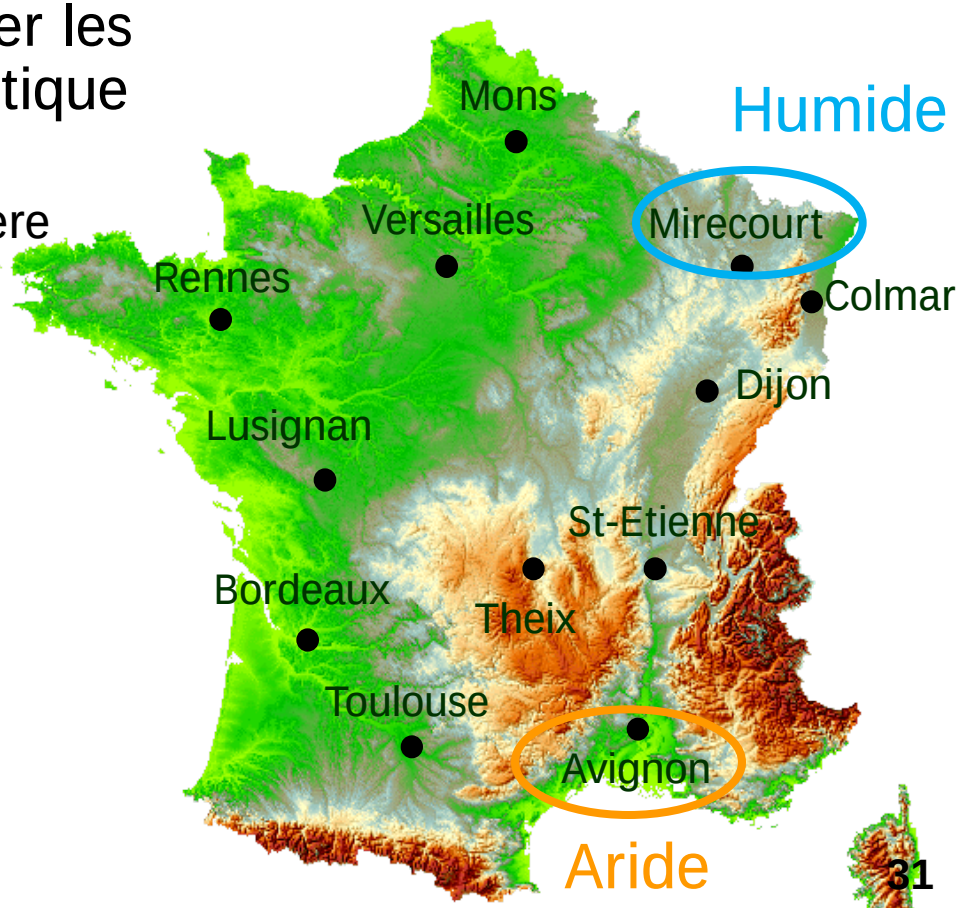
Climat sol végétation herbivores gestion



- Production fourragère, laitière, GMQ
- Bilan hydrique
- GES (CO_2, CH_4, N_2O)
- 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 equivalentes , $[CO_2]$=450 ppm

  2070-2099 : +4°C , -150 mm de pluies, $[CO_2]$= 700 ppm
- 4 prairies ont été comparées, sans adaptation de la gestion (hormis l'irrigation)

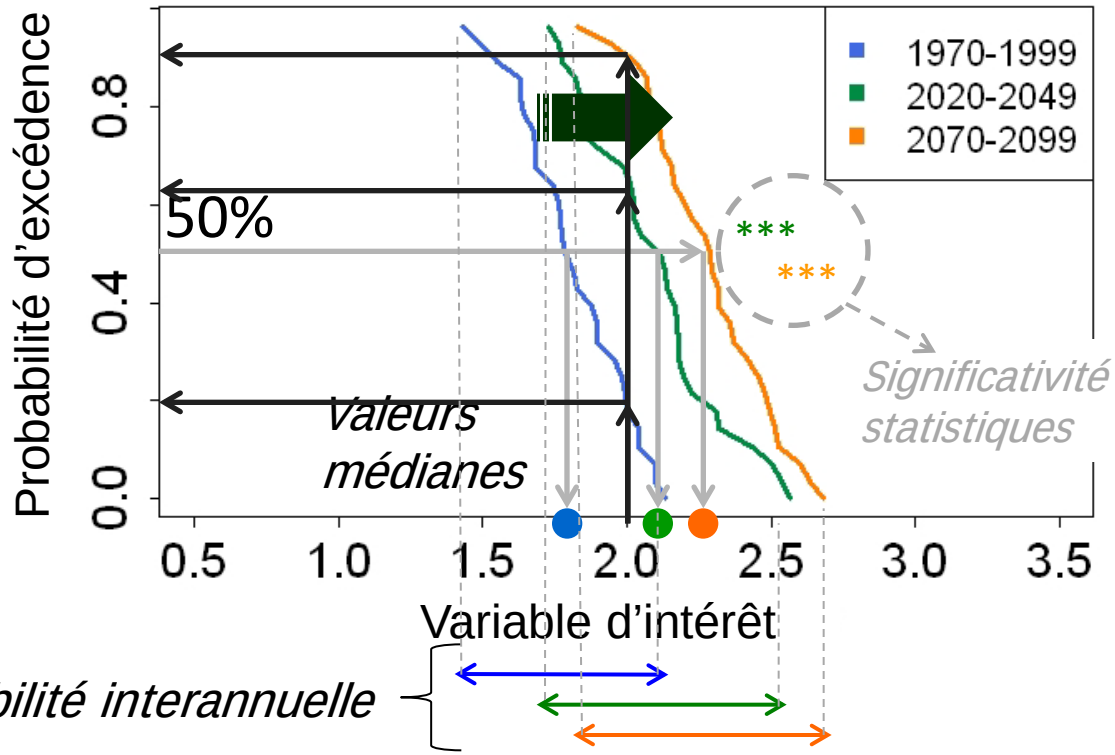
Les systèmes de prairies simulés

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 $ha^{-1}an^{-1}$)	320	200	200	0
Fauches	Mi-avril Fin juin Mi-août Mi-octobre	Mi-avril Fin juin Mi-août Mi-octobre	Mi-avril Début juin - -	Mi-avril Début juin - -
Pâturage	-	-	15 jours en été puis en automne	
Chargement (UGB ha^{-1})	-	-	1.5	0.8

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)*

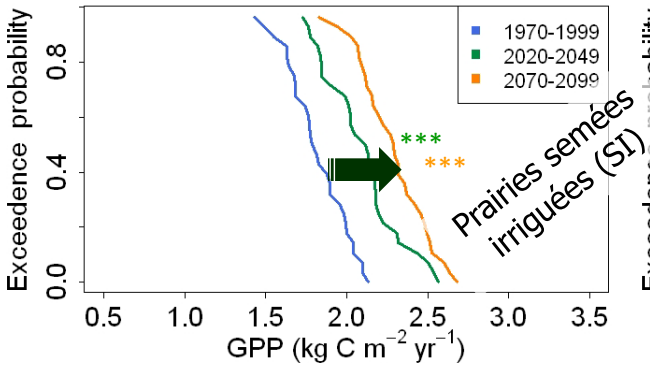


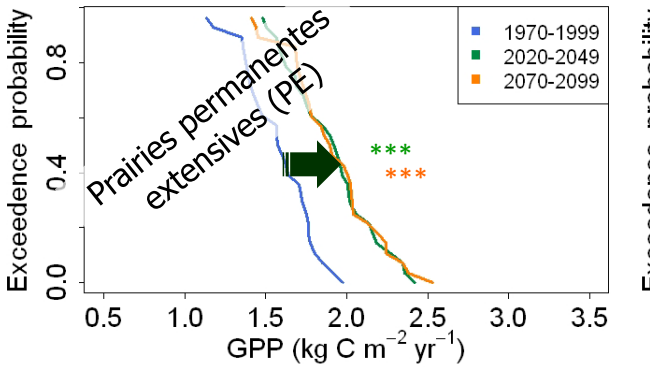
Augmentation de la variable d'intérêt avec le changement climatique …

… hautement significative

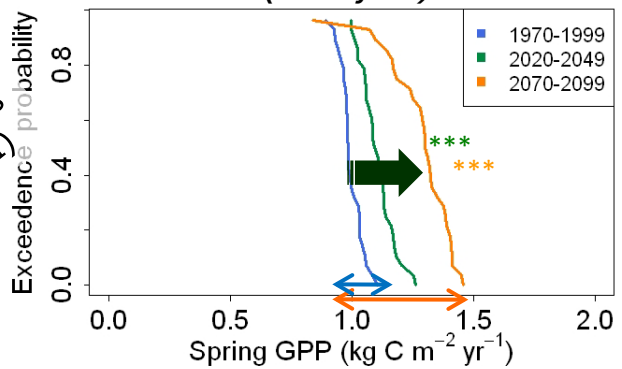
Production fourragère

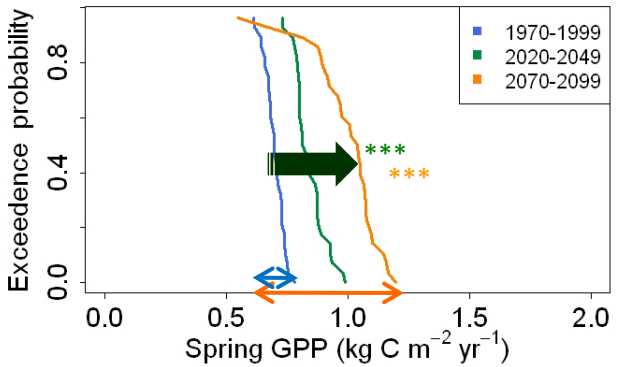
Productivité annuelle



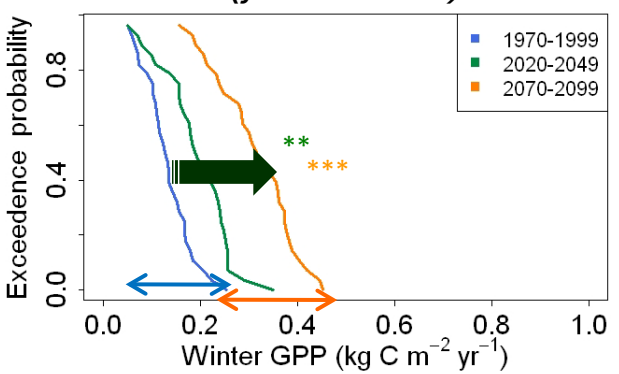


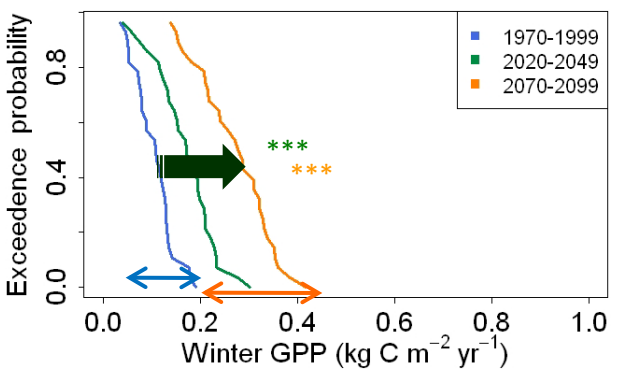
Productivité printemps (avril-juin)





Productivité hivernale (janvier-mars)



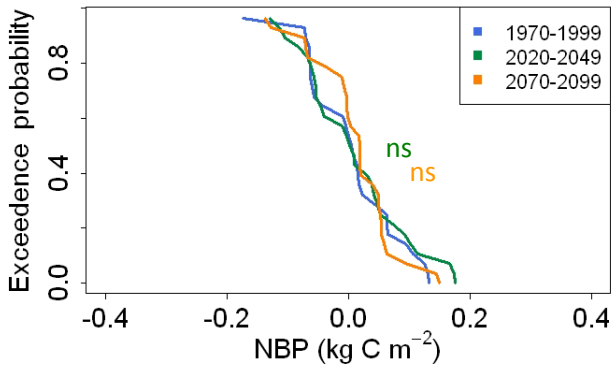


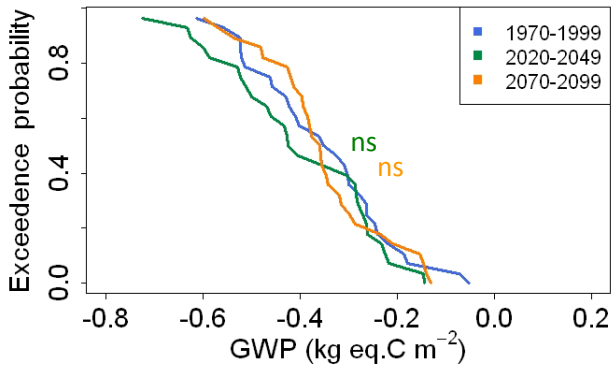
De nouvelles opportunités pour la production fourragère annuelle et saisonnière **mais** une **variabilité** interannuelle et saisonnière **accrue**

Stockage de carbone et bilan de GES des prairies

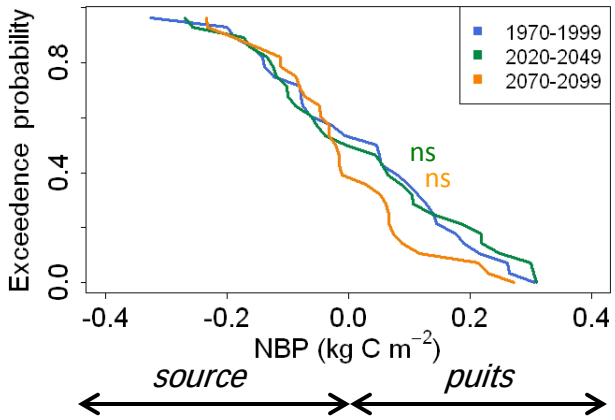
Stockage C | *Bilan de GES de la prairie*

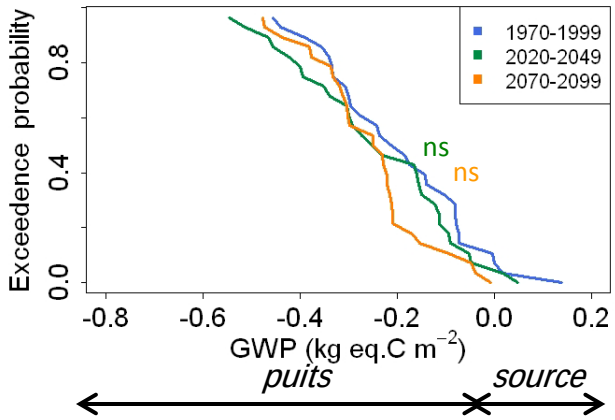
Prairies semées irriguées (SI)





Prairies permanentes extensives (PE)

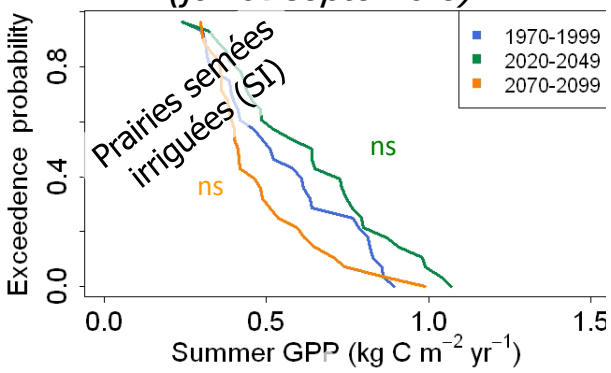


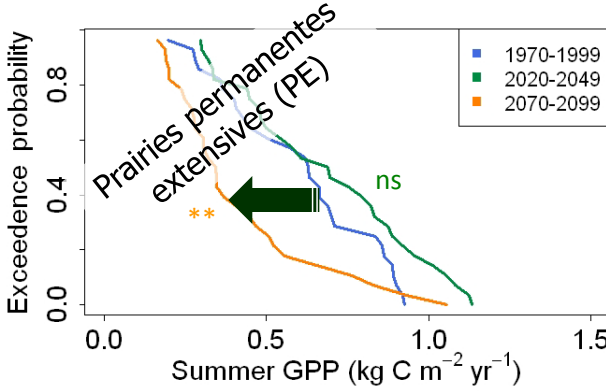


Pas de modification significative du stockage de carbone et du bilan de GES

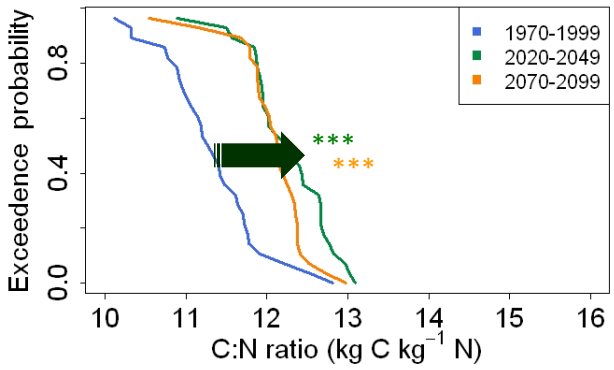
Production fourragère estivale, qualité des fourrages et réalimentation des nappes en eau,

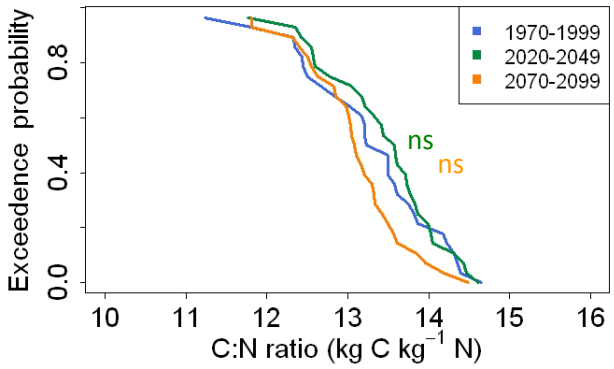
Productivité estivale (juillet-septembre)



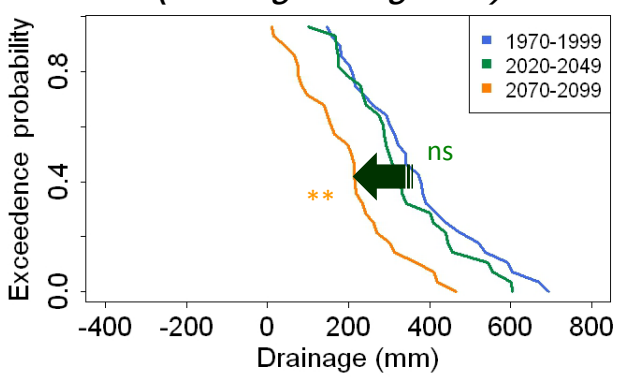


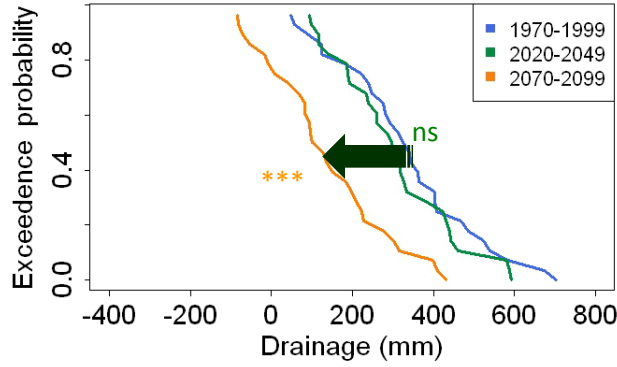
Ratio C:N





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)

Mirecourt ARPEGE A2 CV sol profond

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_2]

Les interactions maladies et ravageurs x [CO_2] x T°C

La variabilité génétique des réponses des plantes au CO_2 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)

Soussana et al. 2010 J. Exp. Bot

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_2 augmente l'efficience 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...

Girardin et al. 1999 J. Sustain. Agr.

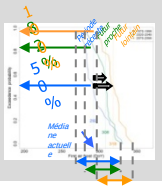
Démarche de co-construction

Connaissances scientifiques et attentes acteurs



Proposition et calcul d'indicateurs

Analyse des résultats



Processus itératif et de co-construction

Capitalisation des retours d'expérience



Amélioration des indicateurs proposés et nouveaux indicateurs

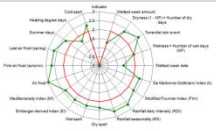
Confrontation aux acteurs (éleveurs, conseillers etc.)

Proposition systèmes innovants adaptés

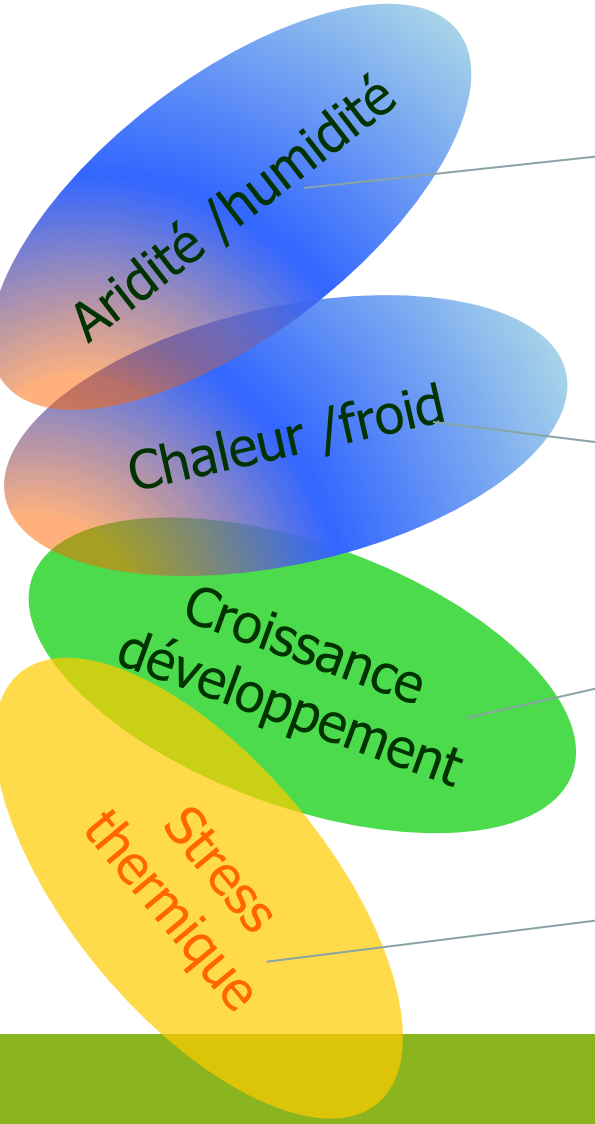
Choix et validation d'indicateurs pertinents



Mobilisation



Thématiques abordées



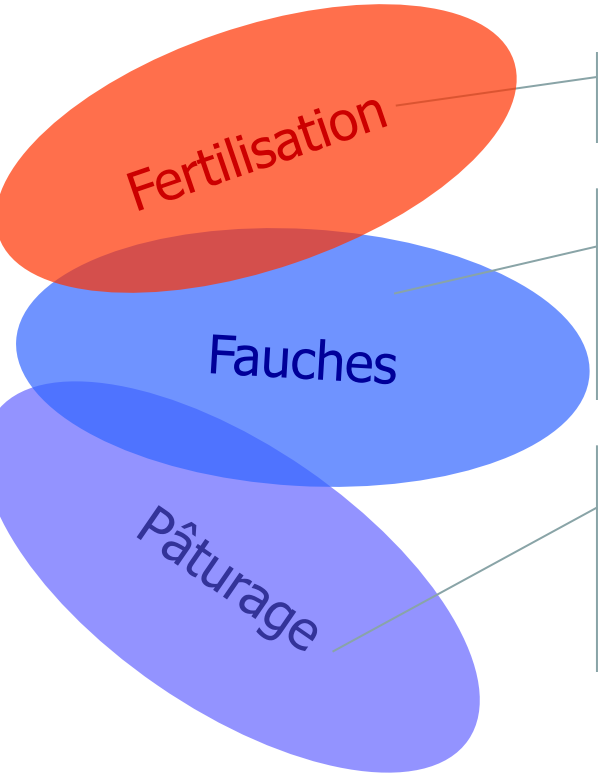
Pluies fortes,
positionnement et durée des vagues de sécheresse ou humides,
indicateur aridité,
indicateurs dérivés du bilan hydrique : jours où le sol est sec,
date à laquelle le contenu en eau du sol est minimal

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

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

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

Thématiques abordées



Date optimale du 1er apport d'azote

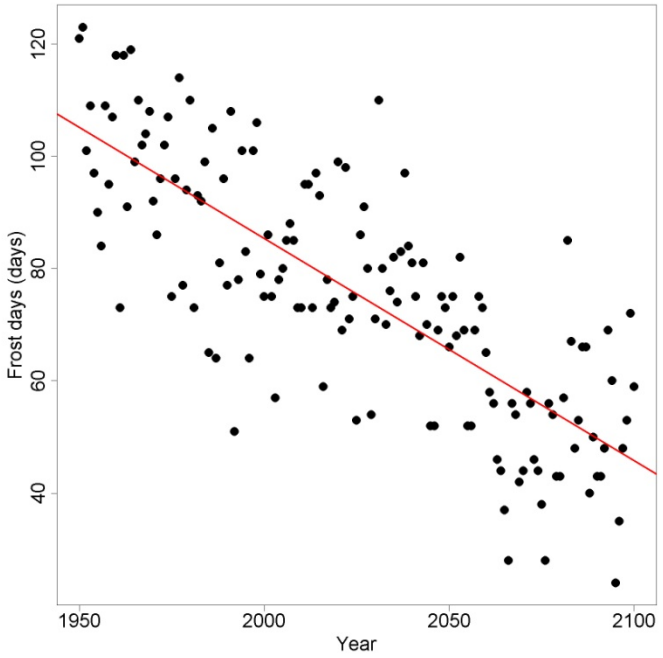
Jours disponibles pour un produire un fourrage de bonne qualité en 1ère coupe
Nombre de jours nécessaires pour sécher le foin au sol

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

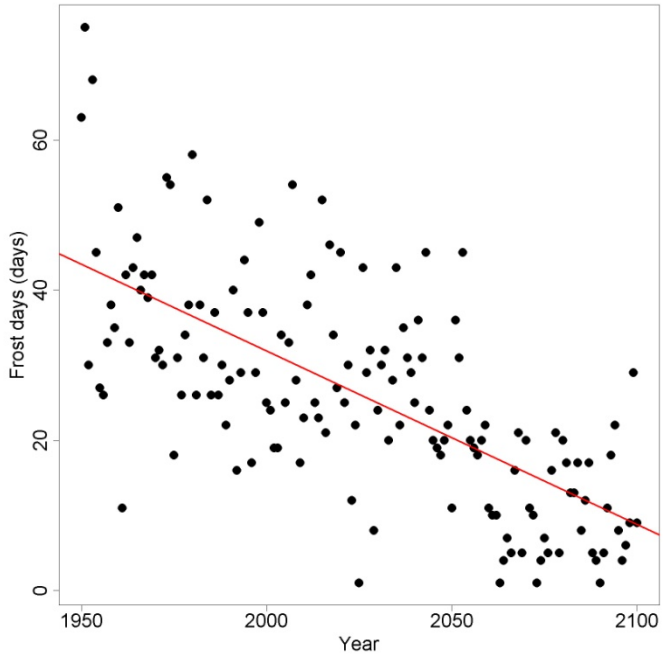
Nombre de gelées

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

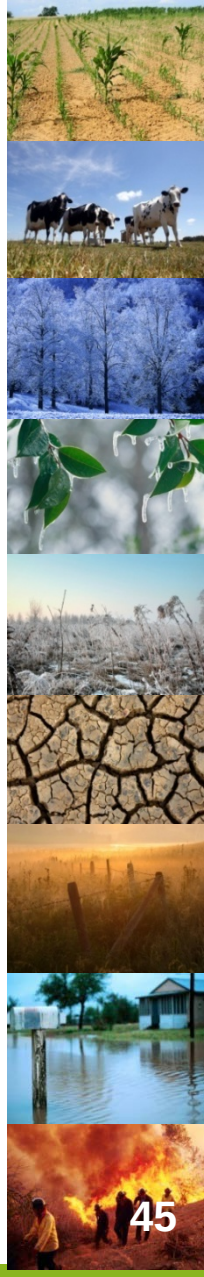
Mirecourt



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)

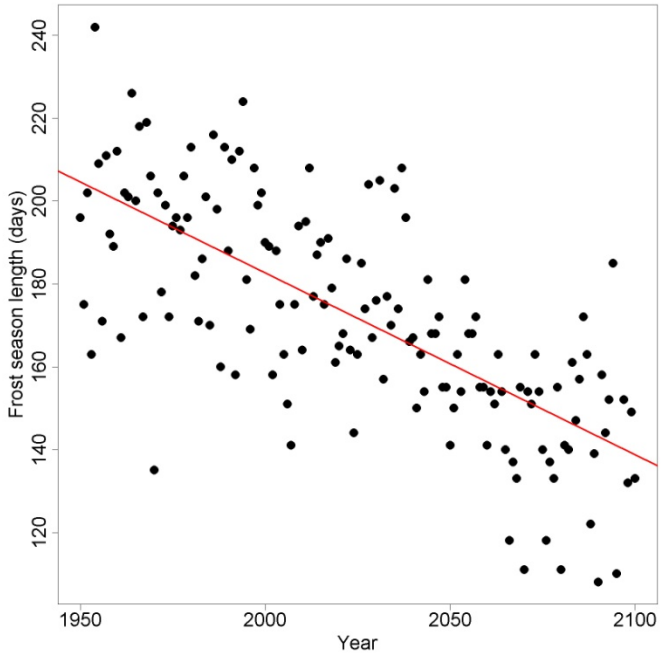


Saison potentielle des gelées

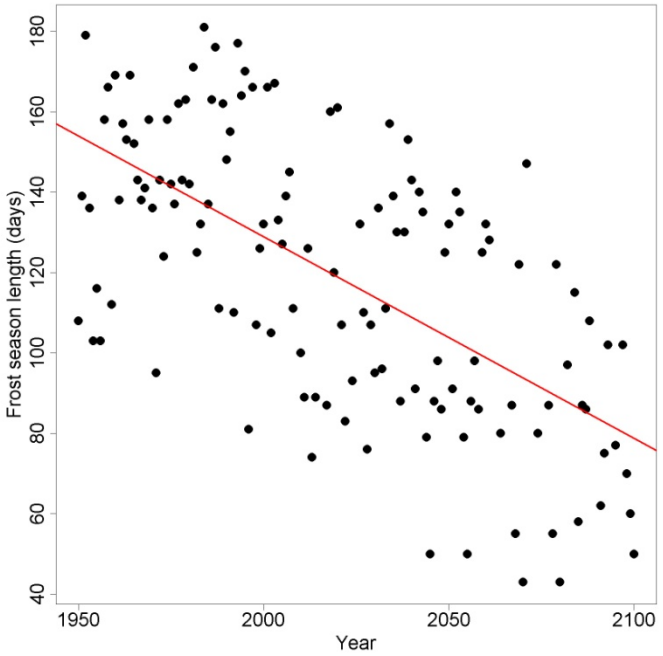
Intervalle entre la 1ère gelée automnale et la dernière gelée printanière

(1er 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

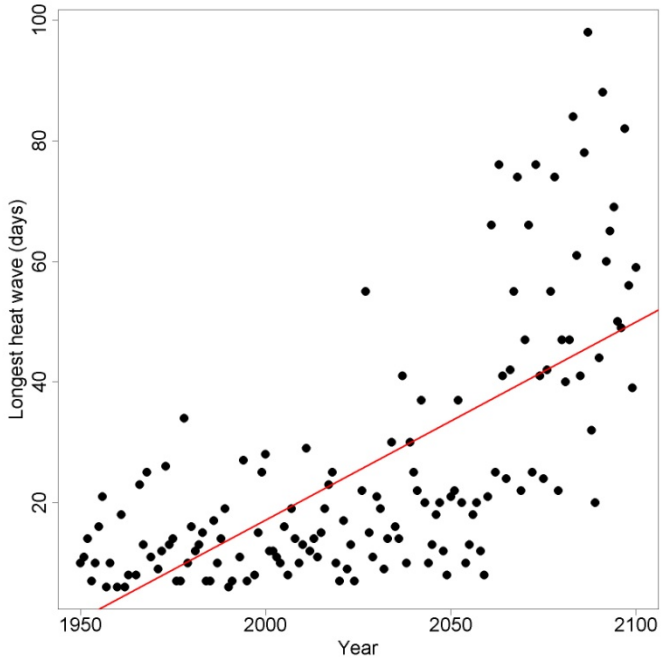


La saison potentielle des gelées pourrait diminuer d'un mois dans le FP, de 2 mois dans le FL : les gelées débuteraient plus tard (+13j FP; +23j FL) et se termineraient plus tôt (-8j FP; -32j FL)

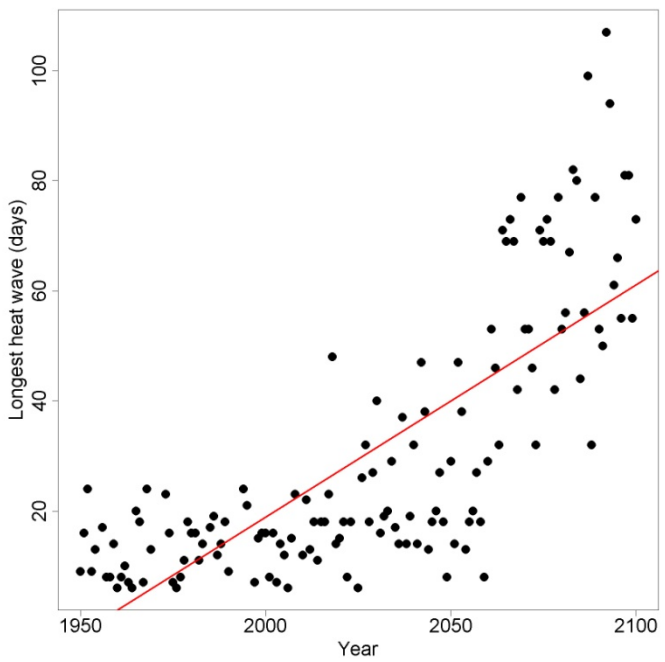
Durée de la plus longue vague de chaleur

+ grand cumul de j. consécutifs ≥ 6 j. consécutifs où $T_{max} > T_{max,ref}$ +3°C (01/01-31/12)

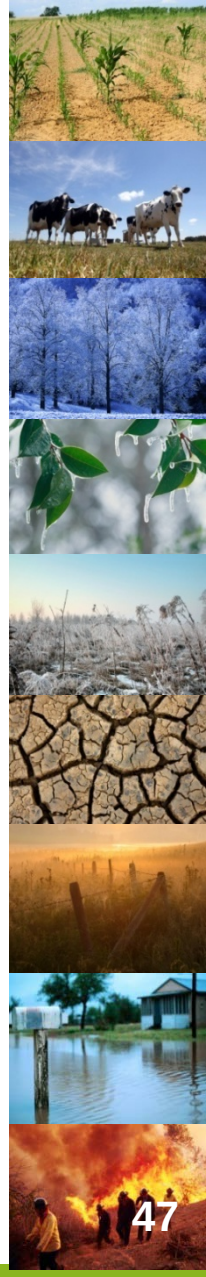
Mirecourt



Toulouse

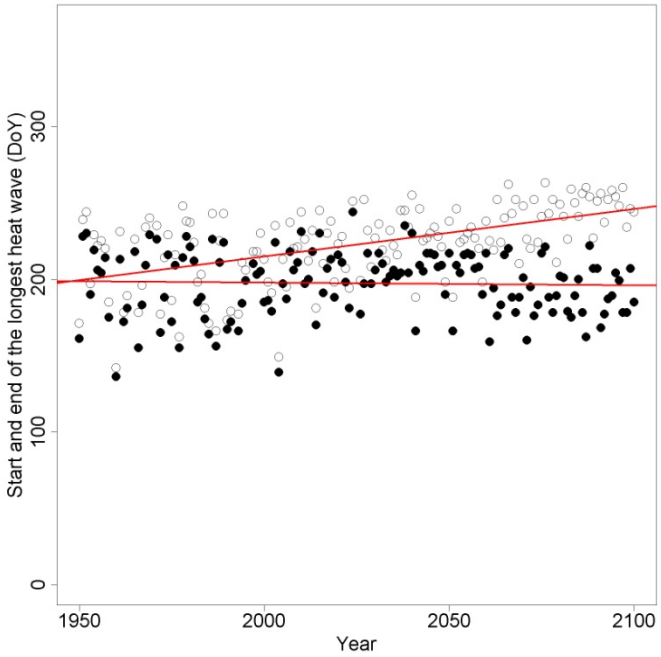


La durée de la plus longue vague de chaleur de l'année pourrait être multipliée par ~ 4 dans le futur lointain (2 mois au lieu de 15j) (pas de modification notable dans le futur proche)

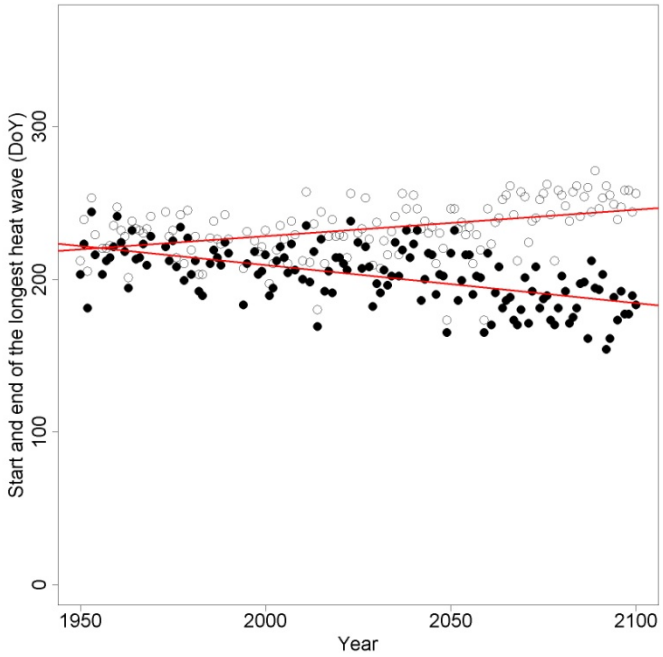


Début et fin de la plus longue vague de chaleur

Mirecourt



Toulouse



La plus longue vague de chaleur de l'année pourrait avoir lieue 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.







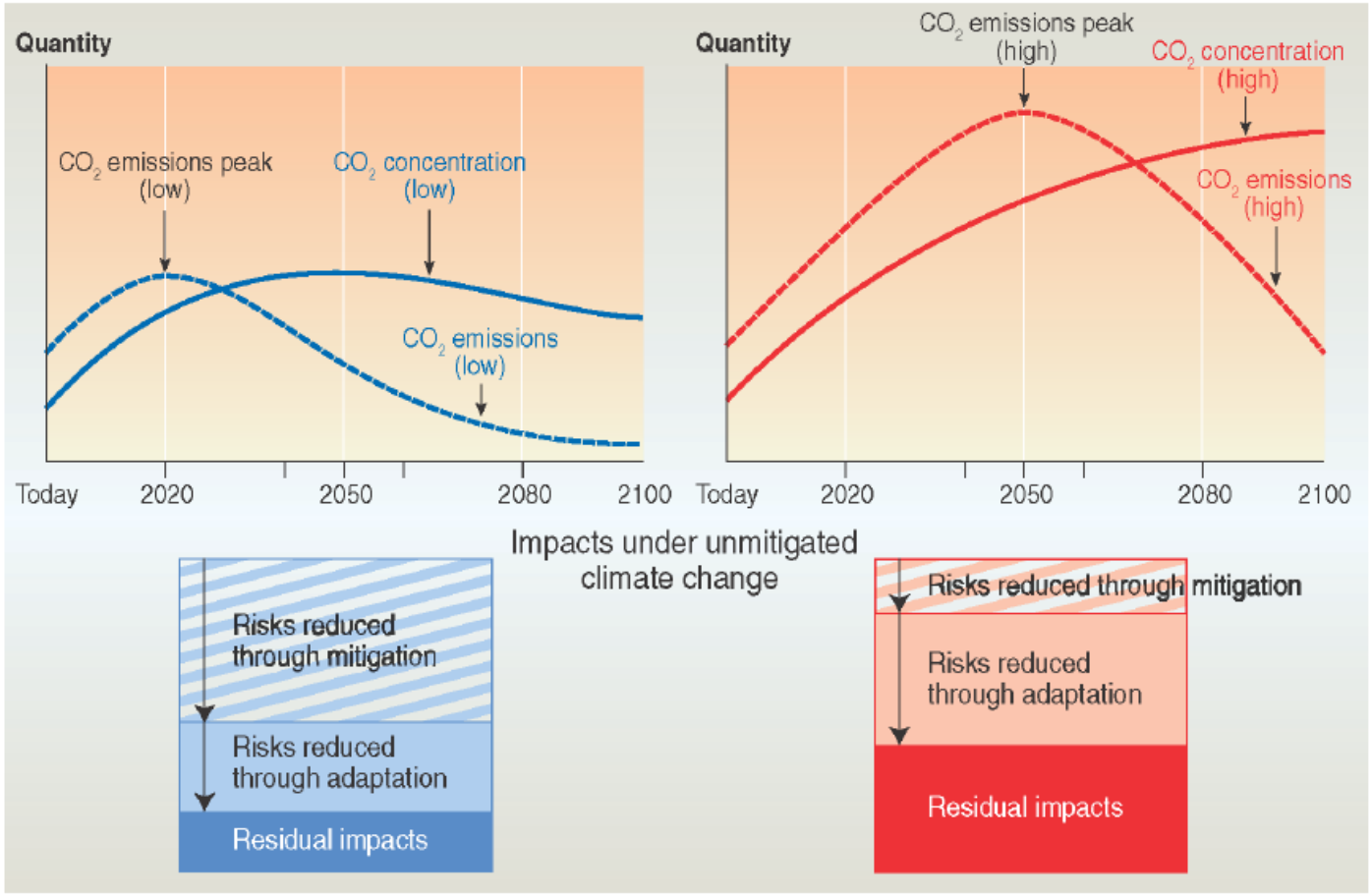
- Améliorer l'éfficience énergétique des systèmes d'élevage (réduction de la consommation, énergies renouvelables)

- 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 CH_4 et de N_2O.

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



Source: GIEC 2007

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_2 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

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 saisonalité 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’efficience d’utilisation des ressources
  - Sélection variétale : forte efficience 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 v**ariabilité climatique** accrue qui se traduit par des **évènements 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)



