



Le changement climatique :
incertitudes et opportunités
pour les prairies et les systèmes fourragers

Journées AFPF (26 - 27 mars 2013 – Paris)

Impacts du changement climatique sur les prairies permanentes

C Picon-Cochard¹, J Bloor¹, M Zwicke¹, M Duru²

1 : INRA Clermont-Ferrand

2 : INRA Toulouse

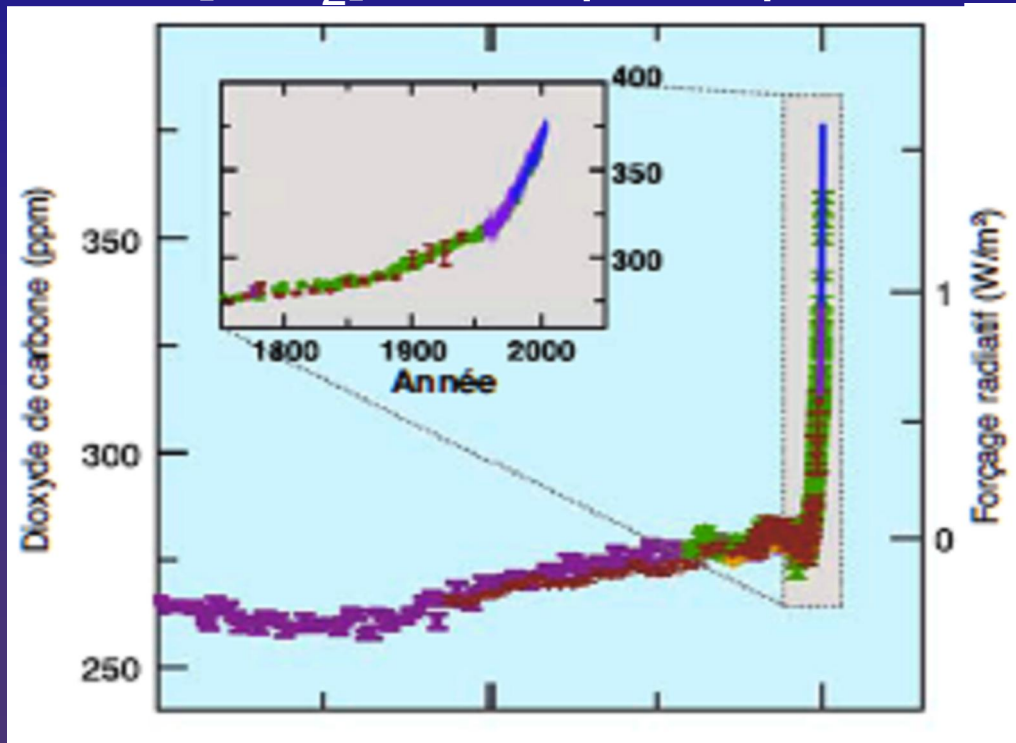


Plan

- Le changement climatique : conséquences pour la production des prairies permanentes
- Approches existantes pour comprendre la réponse des prairies au CC
 - Manipulations *in situ*
 - Suivi des prairies le long de gradient climatique large
- Conclusions

Le changement climatique

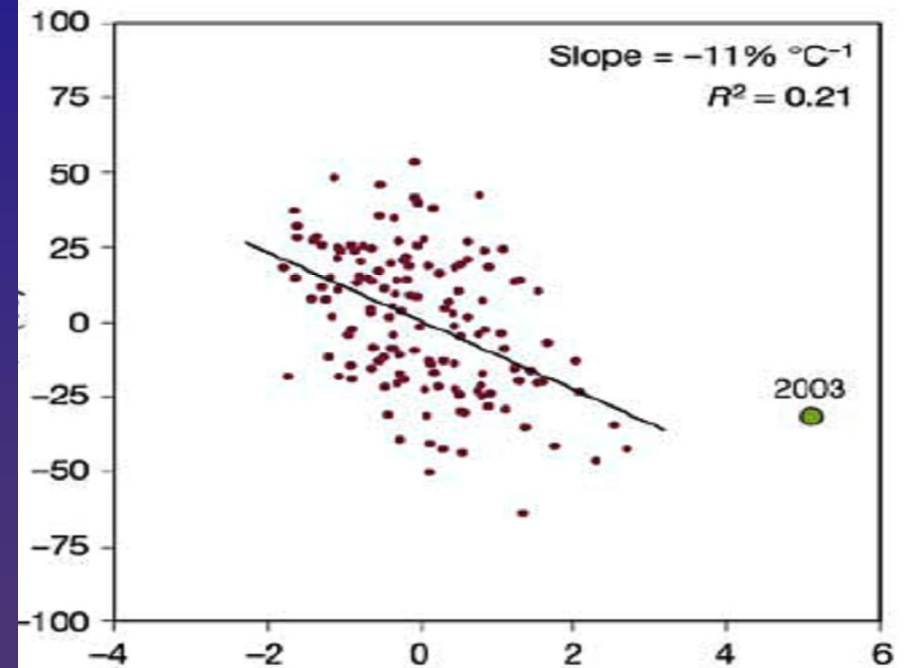
[CO₂] atmosphérique



IPCC 2007

Plus chaud et plus sec

Anomalies de précipitations (%)



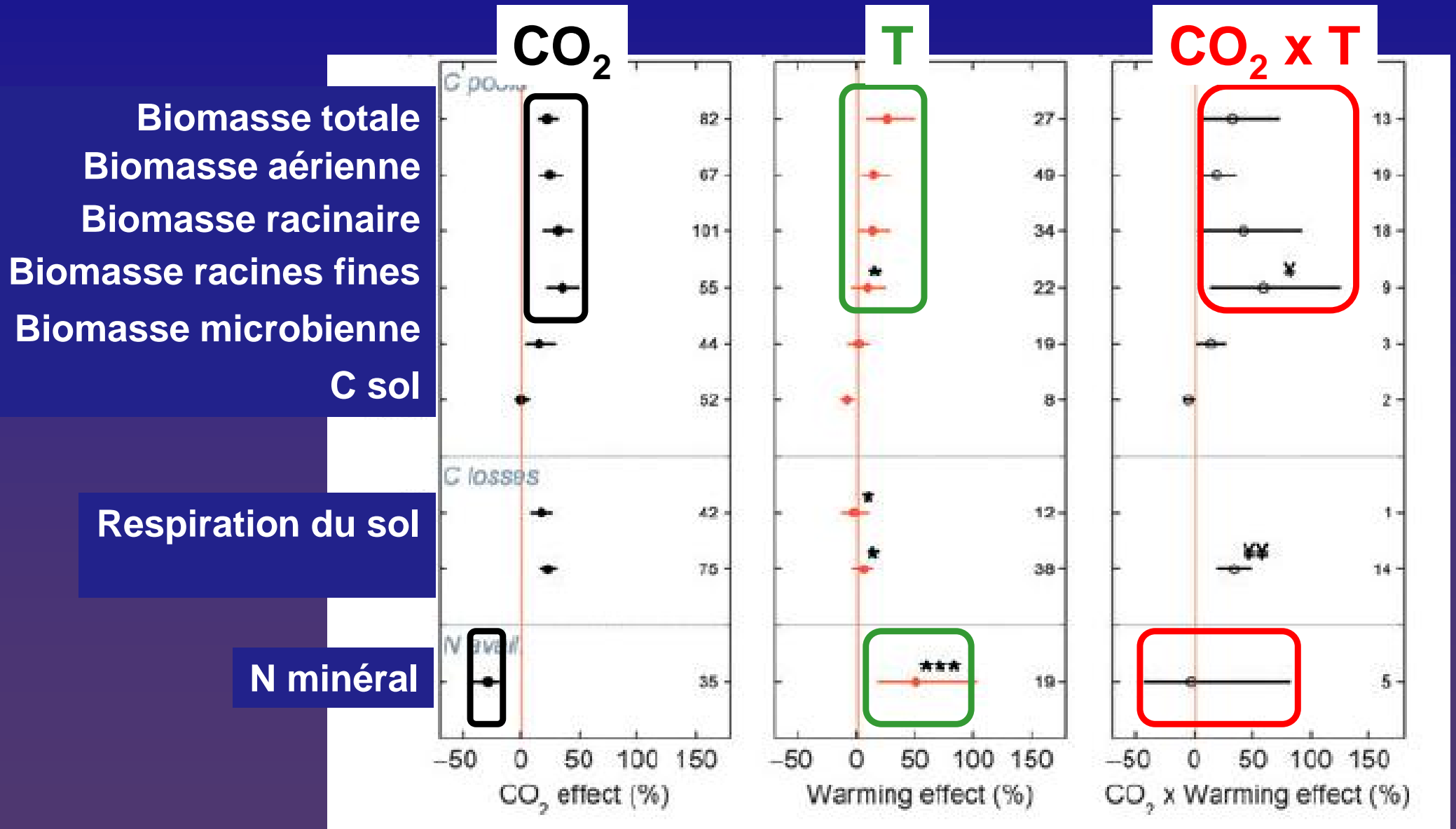
Anomalies de température (°C)

Schär et al. 2004, Nature

Données météo long-terme
(1864-2003) vs 1961-1990

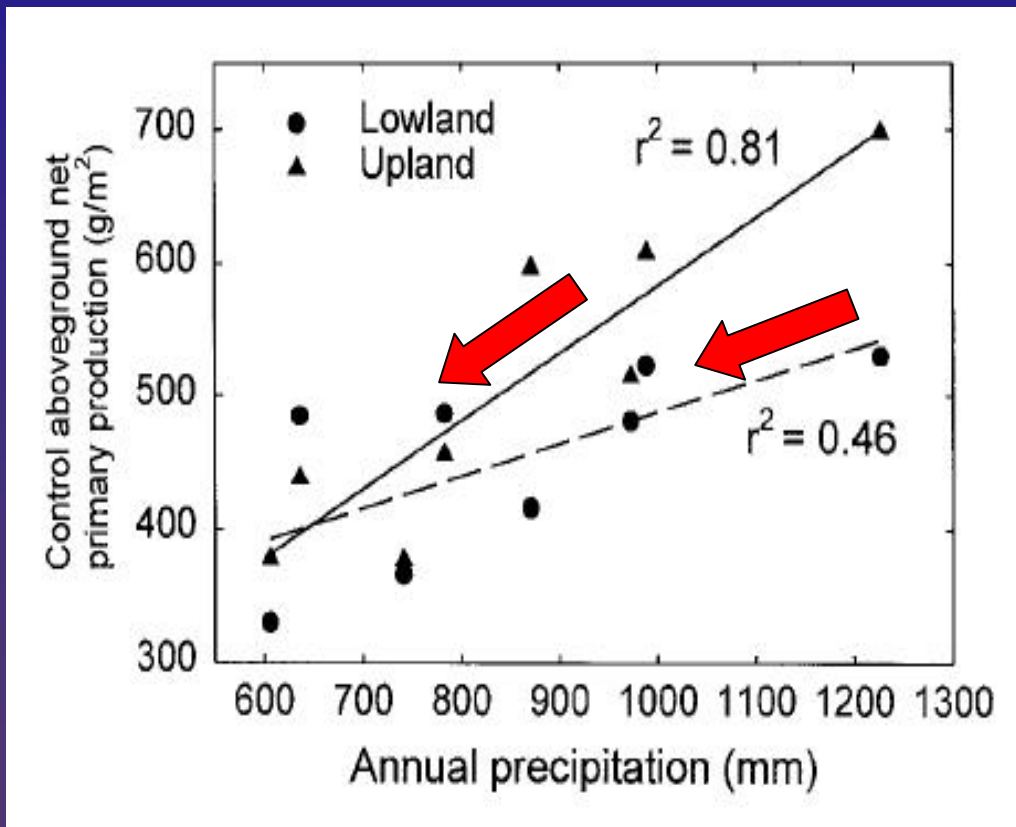
Effets connus du CC sur les plantes

effets simples ≠ effets combinés

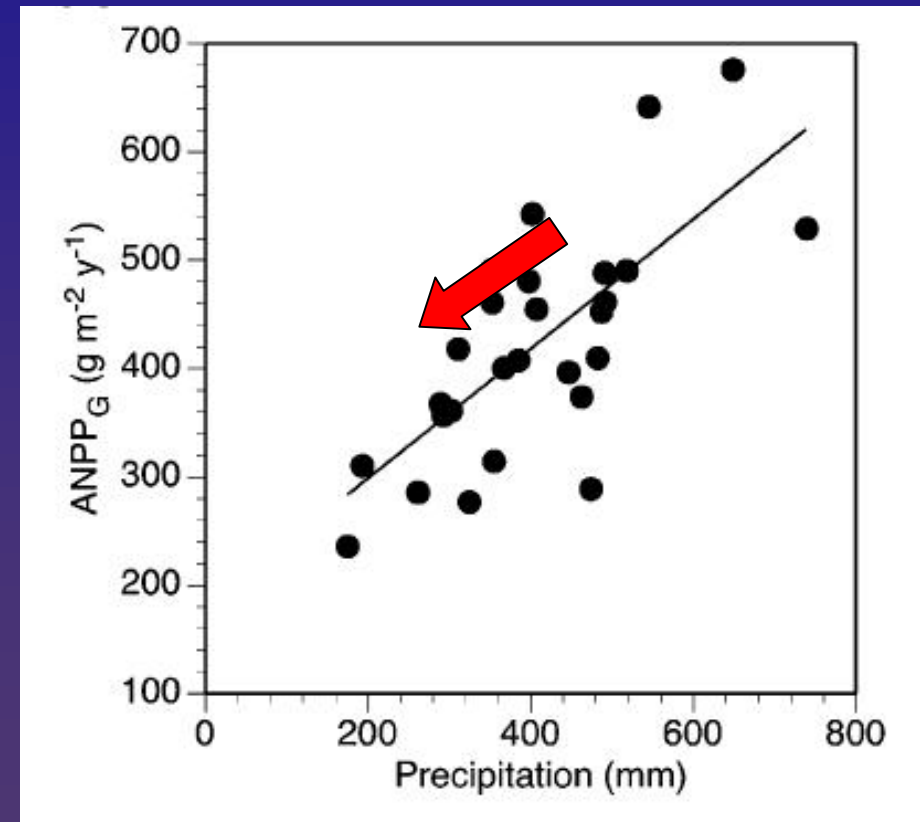


Réponse des prairies aux variations de précipitations

Production annuelle



Knapp et al 2001



Craine et al 2012

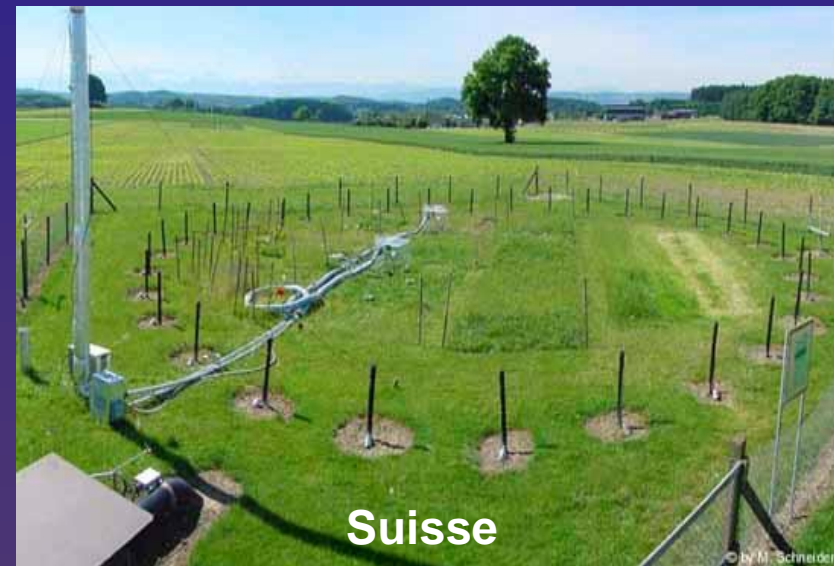
Réponse attendue des prairies au changement climatique

- Réponse aux effets combinés du CC non prévisible car effets directs et indirects sont importants
 - Est-ce que effets > 0 du CO_2 et réchauffement sont maintenus sous stress hydrique ?
- Expérimentations au champ nécessaires
- Effets court-terme \neq effets long-terme

Technologies adaptées aux situations de terrain (1)

- Manipulation de la concentration en CO₂ de l'air

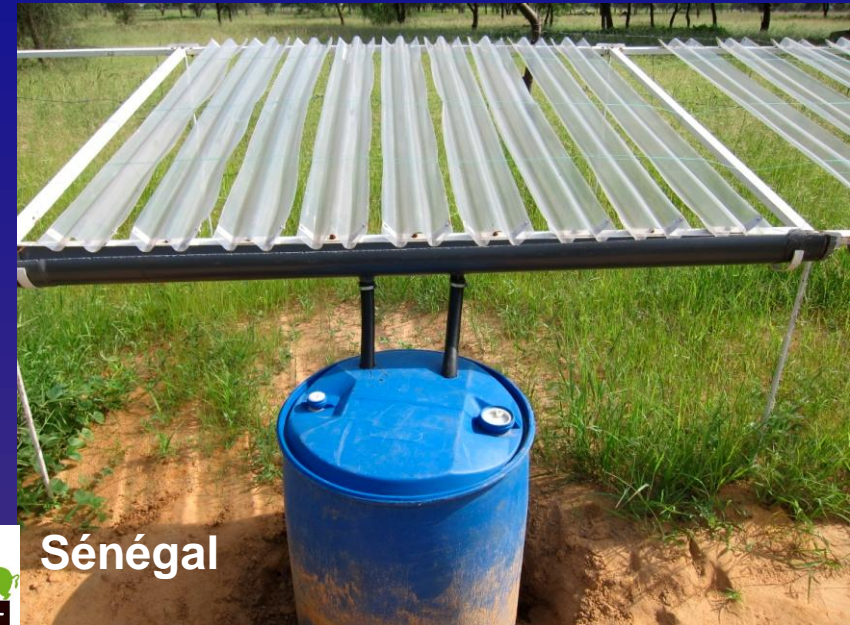
(Mini)-FACE (Miglietta et al 2001)



- Injection à l'air libre de CO₂

Technologies adaptées aux situations de terrain (2)

- Manipulation de la pluie



- Manipulation de la température

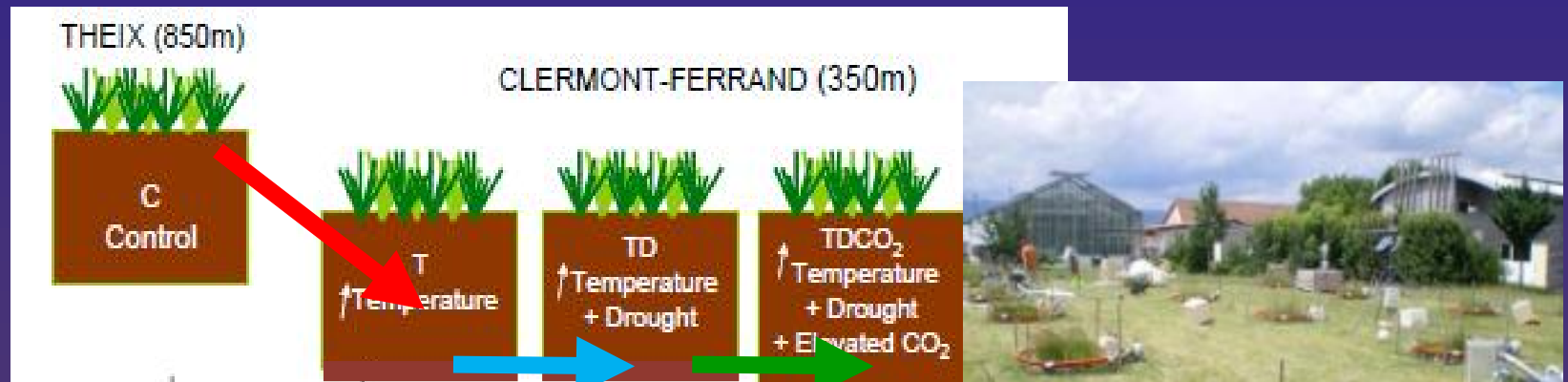


gradient altitudinal
radiateurs IR
câbles chauffants

Effet du CC moyen sur une prairie permanente de moyenne montagne dominée par des graminées

Réchauffement par gradient altitudinal (500 m)

- T : réchauffement avec mêmes précipitations que témoin
- TD : réchauffement et réduction des P estivales vs témoin
- TDCO₂ : réchauffement et réduction des P estivales, + 220 ppm

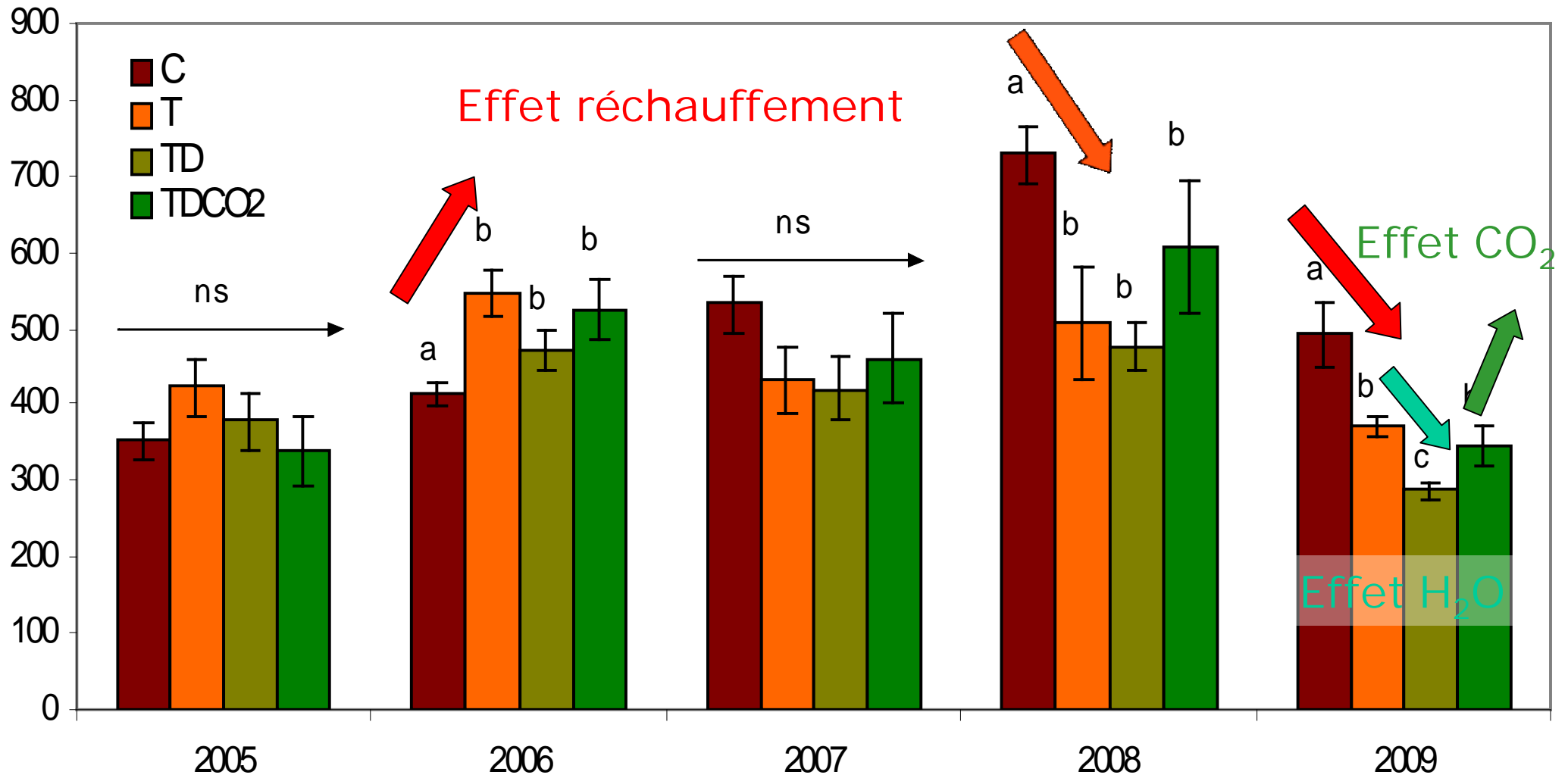


Réchauffement (+3.5°C)
Réduction Précipitations Estivales (-20%)
[CO₂] (600ppm)

Gestion
2 coupes / an
sans fertilisation

Scénario SRES A2 Massif central (2080)

Réponse de la production annuelle



années

Bloor et al 2010; Cantarel et al, 2013

Conclusions préliminaires

- Réponse de la prairie après 2 ans \neq réponse à 3-5 ans
- Baisse de production expliquée par le réchauffement de 3.5°C
 - \uparrow exportations de N 1^{ère} année
 - \uparrow stress induit par le réchauffement
 - Légère \downarrow graminées à stratégie de capture et de conservation des ressources et \uparrow des légumineuses à faible potentiel de production (*Vicia* sp)
- Vulnérabilité accrue de la prairie permanente sous CC

Effet d'un évènement extrême sur une prairie permanente de moyenne montagne

↑ Sécheresse sévère x vague de chaleur



2 fréquences de défoliation
sans fertilisation

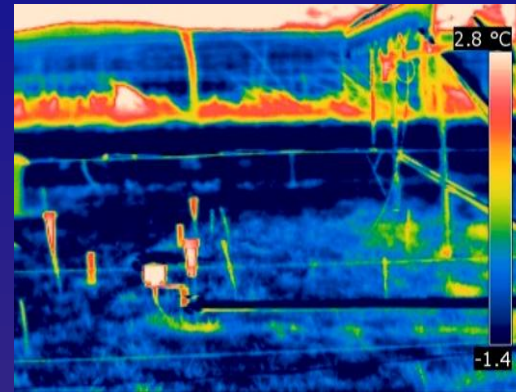
Méthodes



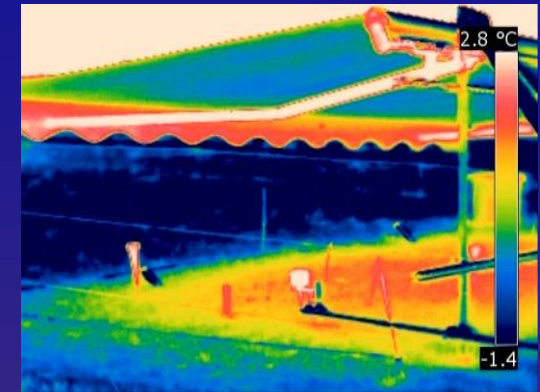
Co-manipulation des précipitations et températures minimales basée sur un modèle climatique régionalisé ('Arpege4', Boé *et al.*, 2006)

➔ Scénario SRES A1B

Conditions climatiques climat actuel



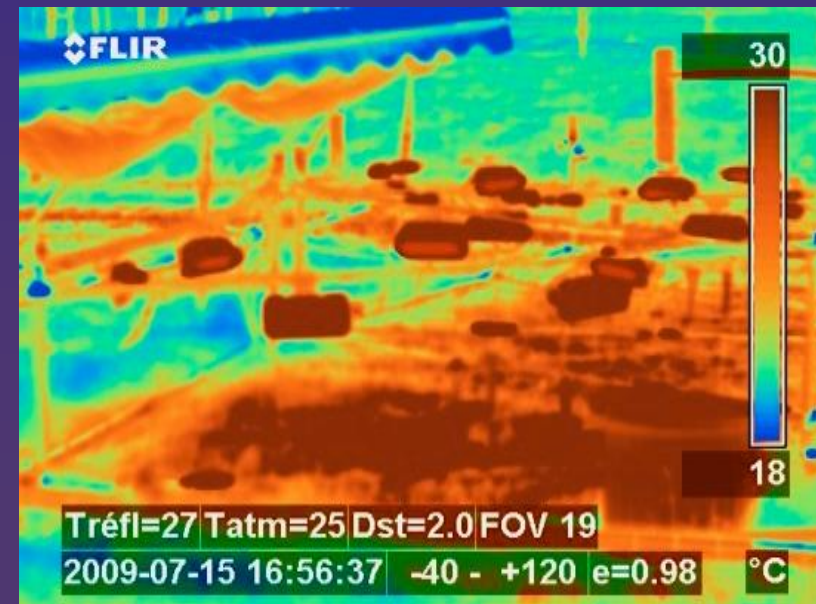
Conditions climatiques futures



Extrême estival : réduction des précipitations et 2 semaines de canicule



radiateurs IR (Kimball, 2005)



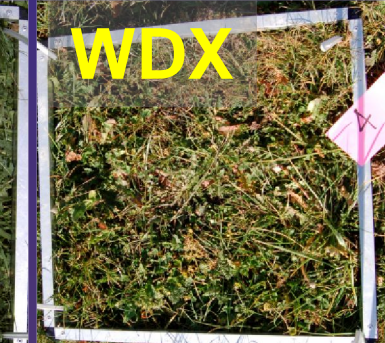
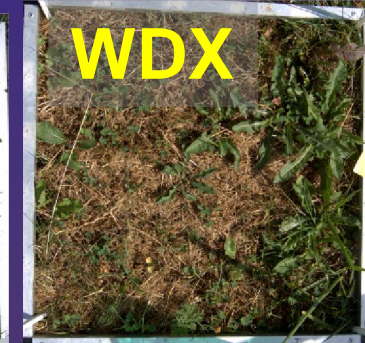
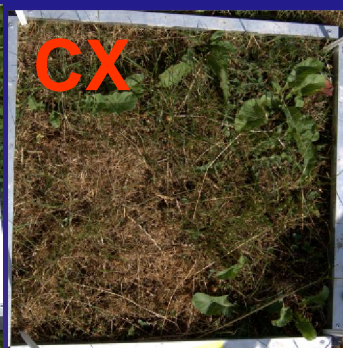
Résistance et récupération du couvert à l'extrême

témoins

fin extrême

1 mois après

3 mois après



Résistance

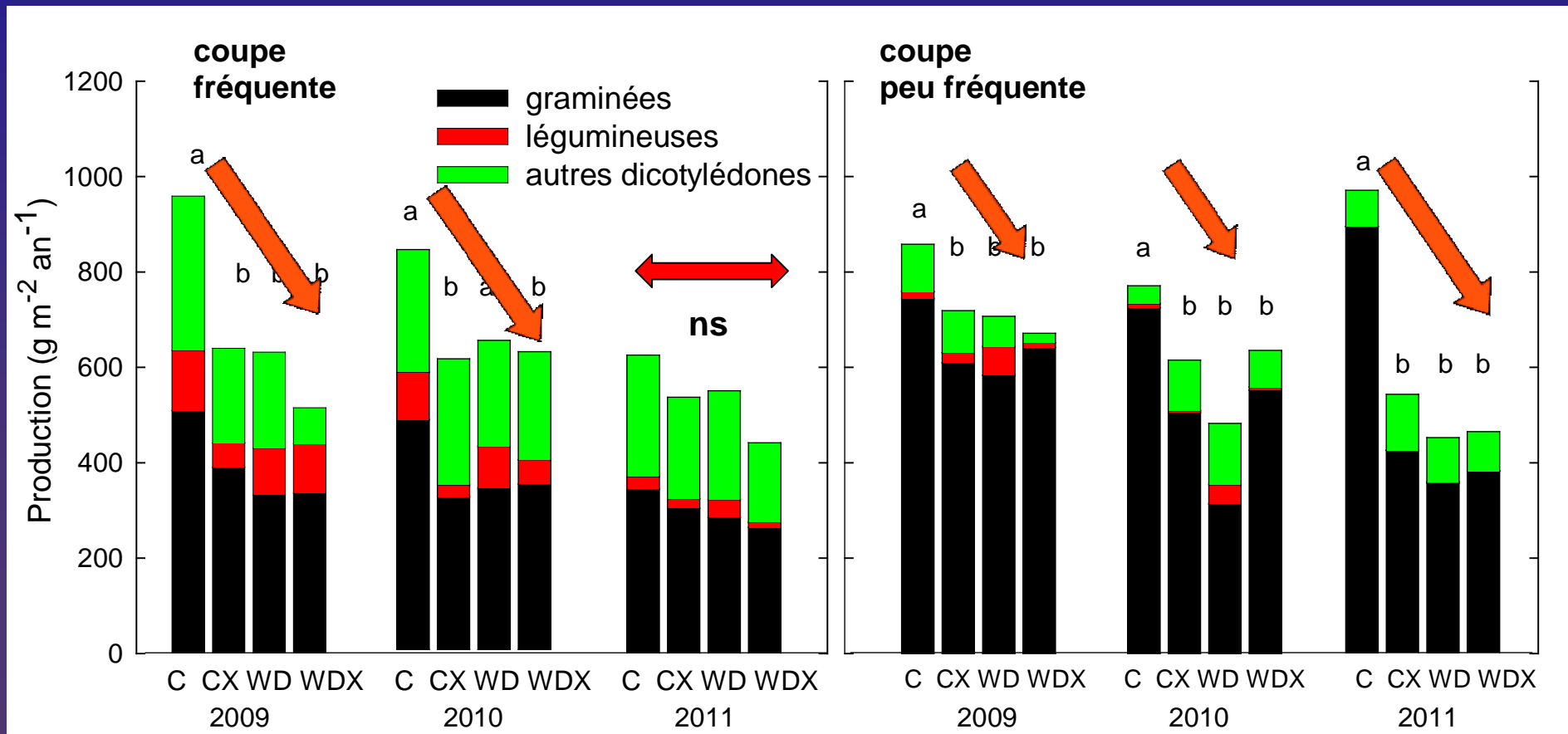
Récupération

Coupe fréquente

Arrières effets de l'évènement extrême sur la production prairiale et les groupes fonctionnels

Coupe +

Coupe -



Conclusions préliminaires

- Arrières effets de l'extrême climatique observé 2 ans après
 - Rôle clé de l'N dans la réponse
- Réponse des groupes fonctionnels et espèces
 - ↓ de tous les groupes
 - Résistance du dactyle et du pissenlit et sensibilité du trèfle blanc
- Sensibilité plus élevée à l'extrême en coupe fréquente
 - Atténuation avec apports d'engrais ?
 - Autres études nécessaires

Comparaison de la composition de prairies situées dans des contextes climatiques contrastés

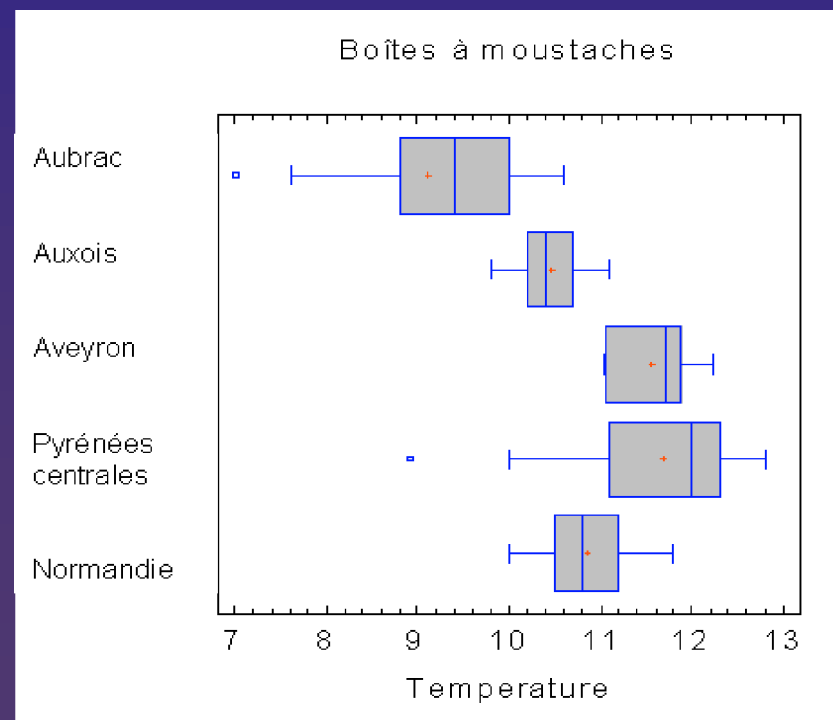
Approche : la comparaison de la composition actuelle de prairies situées dans des conditions climatiques contrastées peut préfigurer des effets du changement climatique

Méthode : analyse de la réponse du type fonctionnel de graminées à la température et à la disponibilité en eau

Hypothèse : les types à stratégie de capture de ressources sont défavorisés par le stress : températures basses et déficit hydrique

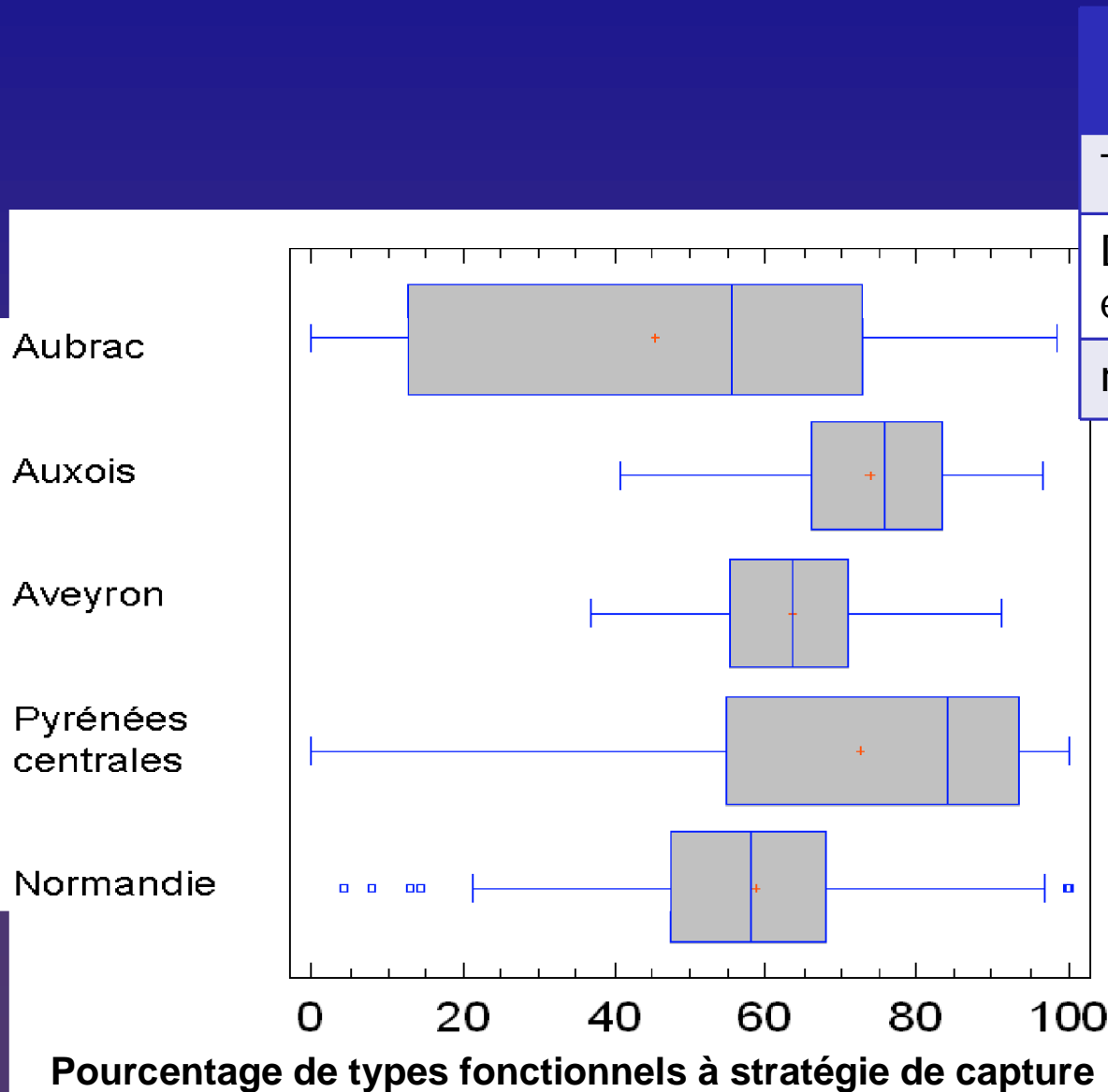
Dispositif

- Données issues de 5 sites (Aubrac, Auxois, Aveyron, Normandie, Pyrénées centrales) présentant des différences intra et intersites pour la température et le déficit climatique en eau ($P - ETP$)
- Caractérisation du climat pour chaque parcelle par données climatiques (corrignées de l'altitude) et les indices d'Ellenberg pour la température et l'humidité



Température

Composition fonctionnelle des prairies et réponse à l'eau et la température



	Données climatiques	Indice d'Ellenberg
Température	+ (***)	+ (*)
Disponibilité en eau	+ (***)	+ (***)
r ²	0,29	0,46

Régression multiple

Simulation (Aubrac)

Altitude de la parcelle	Espèces à stratégie de capture (%)	
	Avant réchauffement	Après réchauffement (1,2°C)
900m	66	-
1100m	60	68

Une différence d'altitude de 200m correspond à une différence de température d'environ 1,2°C

Une différence de 1,2°C peut survenir en moins de 30 ans

Conclusions préliminaires

- Augmentation des graminées à stratégie de capture avec un réchauffement de 1.2°C
- Le stress hydrique favoriserait les graminées à stratégie de conservation
- Augmentation de la digestibilité et de la productivité (6%) (effet indirect du changement climatique) et à rajouter aux effets directs (Duru et al., 2010 Productions animales)

Conclusions générales (1)

- La production des prairies permanentes est vulnérable sous changement climatique avec ou sans extrême
 - L'enrichissement en CO₂ de l'air pourrait ralentir et limiter les effets négatifs du stress hydrique
- La composition fonctionnelle est peu affectée sans différenciation des espèces selon la stratégie fonctionnelle *a priori*
 - Manque de connaissances sur les stratégies de réponse au stress des espèces prairiales
- ↑ vulnérabilité en fauche fréquente mais qui pourrait être atténuée avec fertilisation
- Approche intéressante pour contrôler les composantes du CC mais perturbations induites par la mise en place et cout élevé

Conclusions générales (2)

- Analyse le long de gradient climatique permet de suivre la réponse des PP à l'équilibre avec le climat et la gestion
 - Approche empirique de la réponse des espèces selon les indices d'Ellenberg
- Nécessité d'un grand nombre de sites contrastés pour généraliser
- Non prise en compte de toutes les composantes du CC
- Bilan : complémentarité des 2 approches pour comprendre la réponse des PP au CC
 - Suivi à long terme des PP (> 10 ans, observatoire) et manipulations expérimentales dans une gamme large de situations pédoclimatiques