



INRA
SCIENCE & IMPACT



S'adapter au changement climatique (CC) en mobilisant plusieurs stratégies : quelques illustrations issues du MP ACCAF de l'INRA



Philippe DEBAEKE (UMR AGIR)

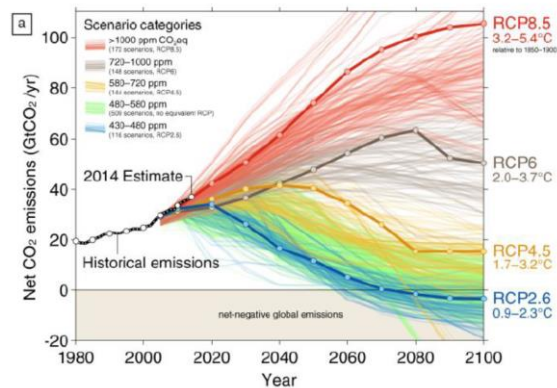
Journée Scientifique Météo & Climat, Toulouse, 30 Mai 2018

le climat change

$[CO_2]_{atm}$

Température

Pluies



quels impacts ?



*Photosynthèse
(potentiel
de production)*

Stress thermique

Durée du cycle

Confort hydrique

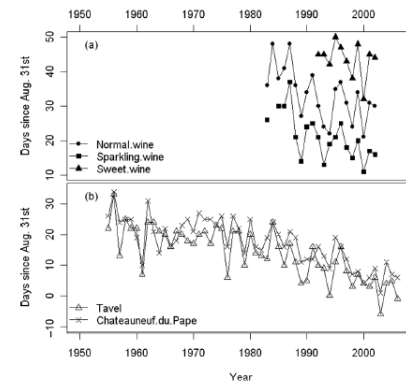
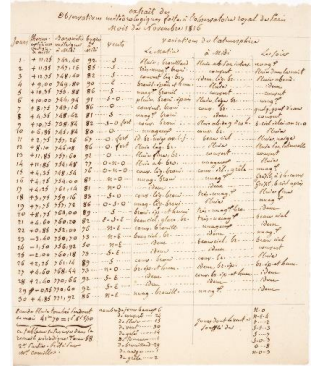
Besoin irrigation

*Interactions
biotiques*

- *Maladies*
- *Ravageurs*
- *Pollinisateurs*
- *Microbiome du sol*

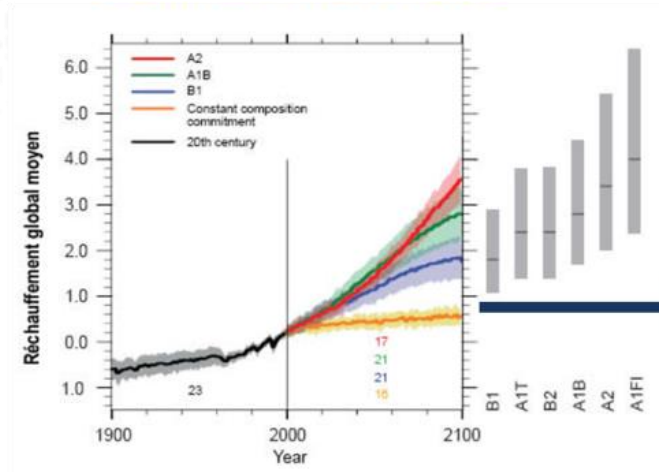
Méthodes d'étude des impacts du CC en agriculture

- Observation de séries chronologiques (rendements, pratiques : dates de semis & récolte, relevés météo)
- Expérimentations en conditions contrôlées ($\text{CO}_2 \times \text{T}^\circ\text{C} \times \text{Eau}$)
- Modélisation avec données de climats futurs

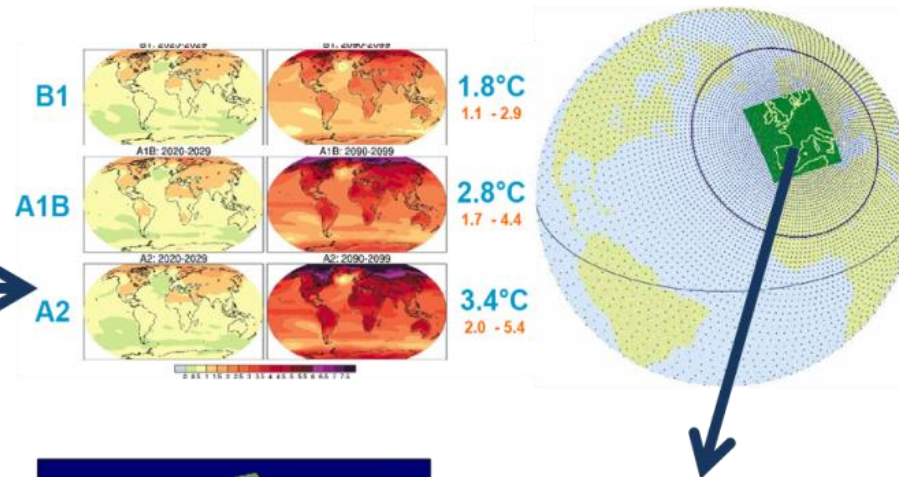


La chaîne de prédiction des impacts du changement climatique sur la production agricole en France ex. Le projet CLIMATOR (2007-2010)

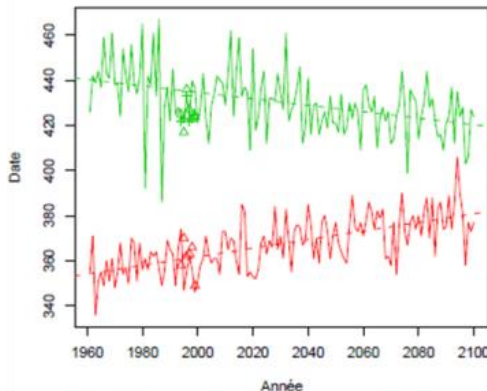
Scénarios futurs du GIEC



Modèles climatiques, simulation des climats futurs



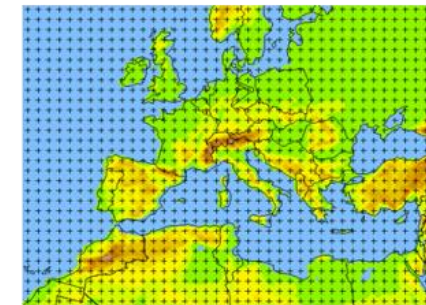
stics



Analyse de l'impact via l'utilisation de modèles



Régionalisation des prévisions climatiques futures



Source : P.Bertuzzi

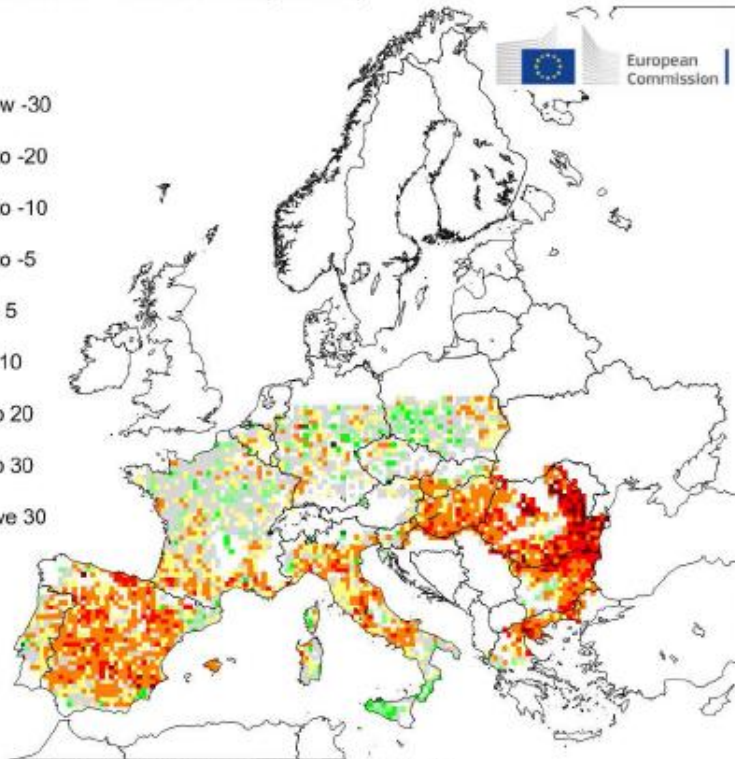
Impacts sur le rendement à 2030 : tournesol

« COLD A1B » - ECHAM5

Percent difference of water-limited yield for sunflower
A1B scenario, ECHAM5, 2030-2000 (baseline)

Units: %

- Below -30
- 30 to -20
- 20 to -10
- 10 to -5
- 5 to 5
- 5 to 10
- 10 to 20
- 20 to 30
- Above 30



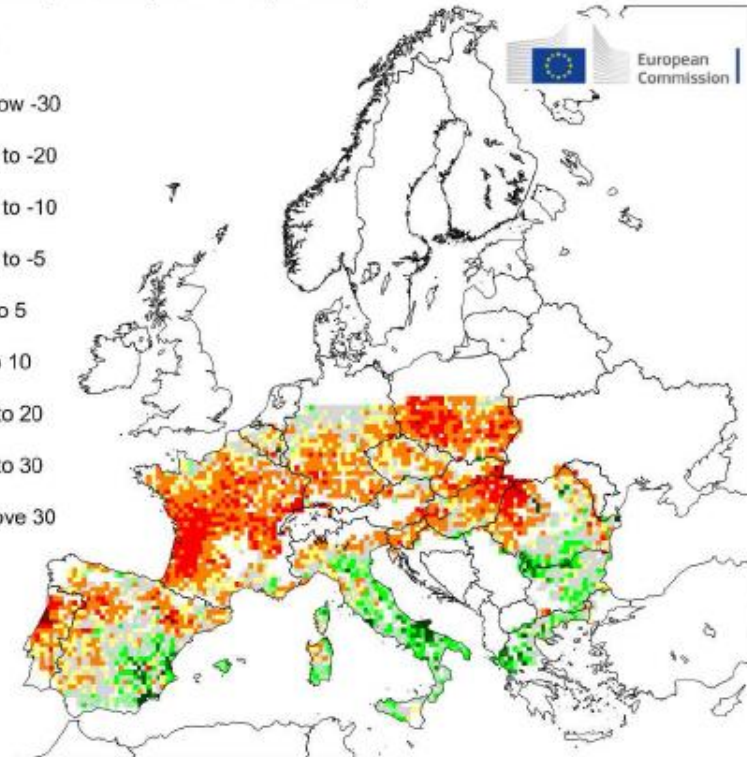
© European Union, 2012. Source: Joint Research Centre

« WARM A1B » - HadCM3

Percent difference of water-limited yield for sunflower
A1B scenario, HadCM3, 2030-2000 (baseline)

Units: %

- Below -30
- 30 to -20
- 20 to -10
- 10 to -5
- 5 to 5
- 5 to 10
- 10 to 20
- 20 to 30
- Above 30

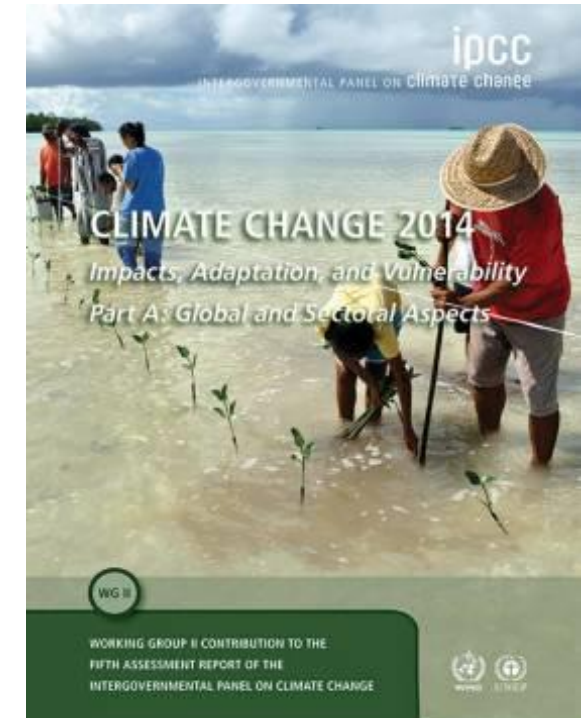


© European Union, 2012. Source: Joint Research Centre

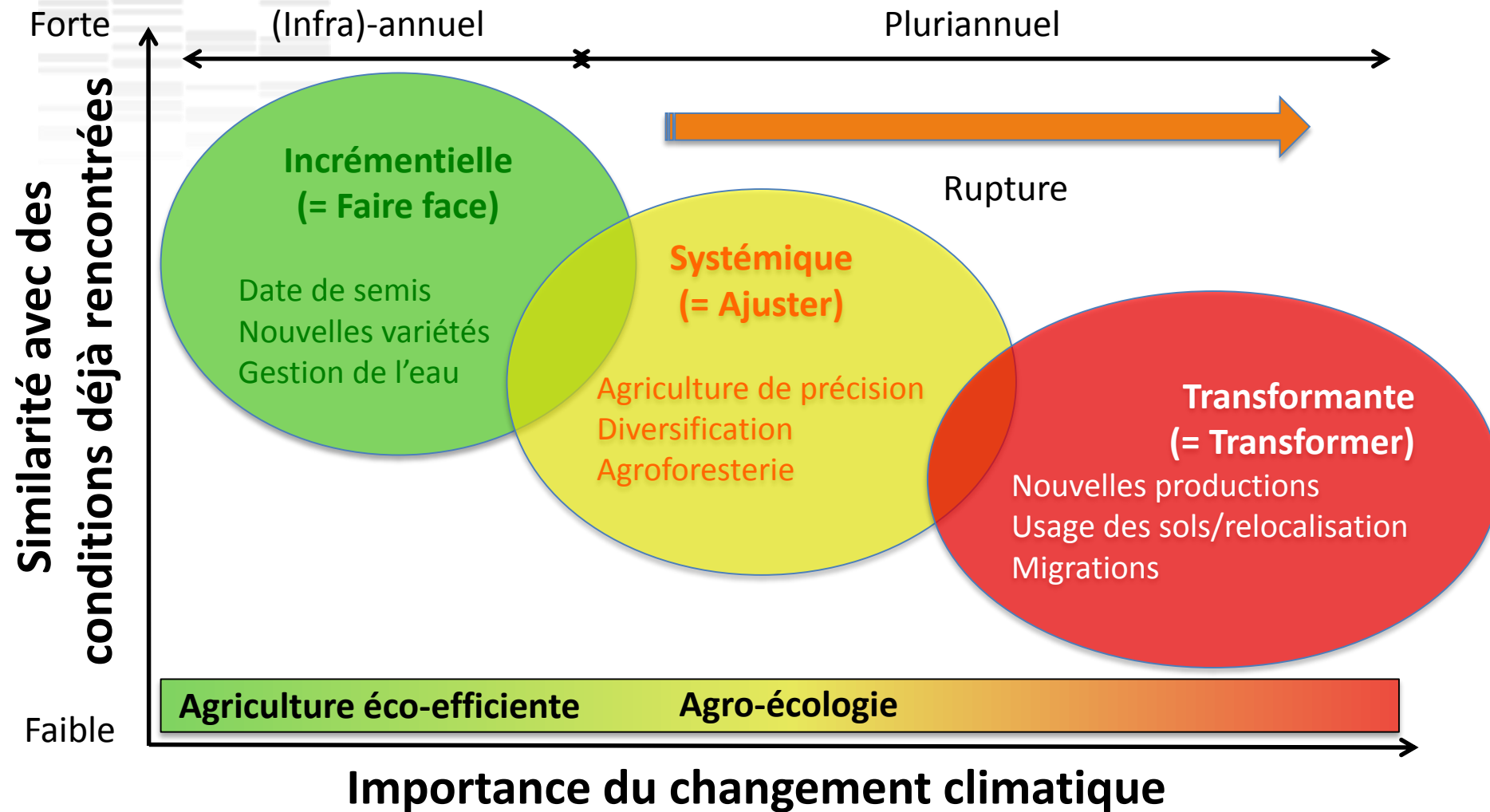
Projet AVEMAC - Donatelli et al., 2012

L'adaptation au CC : une nécessité

- L'atténuation seule ne suffira pas.
- Adaptation au CC : *actions et processus mis en œuvre par une organisation sociale pour limiter les impacts négatifs du changement climatique et maximiser ses effets bénéfiques* (Hallegate, 2009).
- Première mention dans le 2^{ème} rapport d'évaluation du GIEC (1996).



Nature et formes de l'adaptation en agriculture



(d'après Thornton, 2014) - GIEC

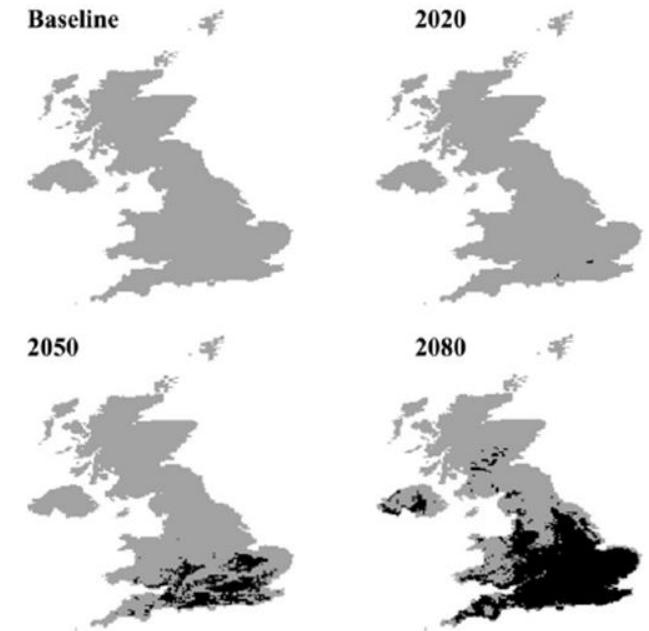
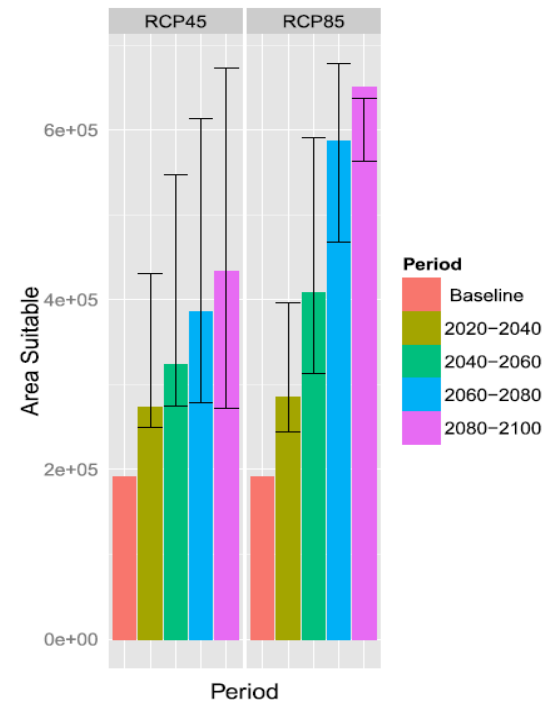
Valoriser les opportunités

- Effet fertilisant de l'augmentation du CO₂
- Modification des aires de culture
- Réduction de l'impact de certaines maladies
- Augmentation du nombre de jours disponibles
- Fenêtres pour les doubles cultures



[CO₂] actuel

[CO₂] x 2

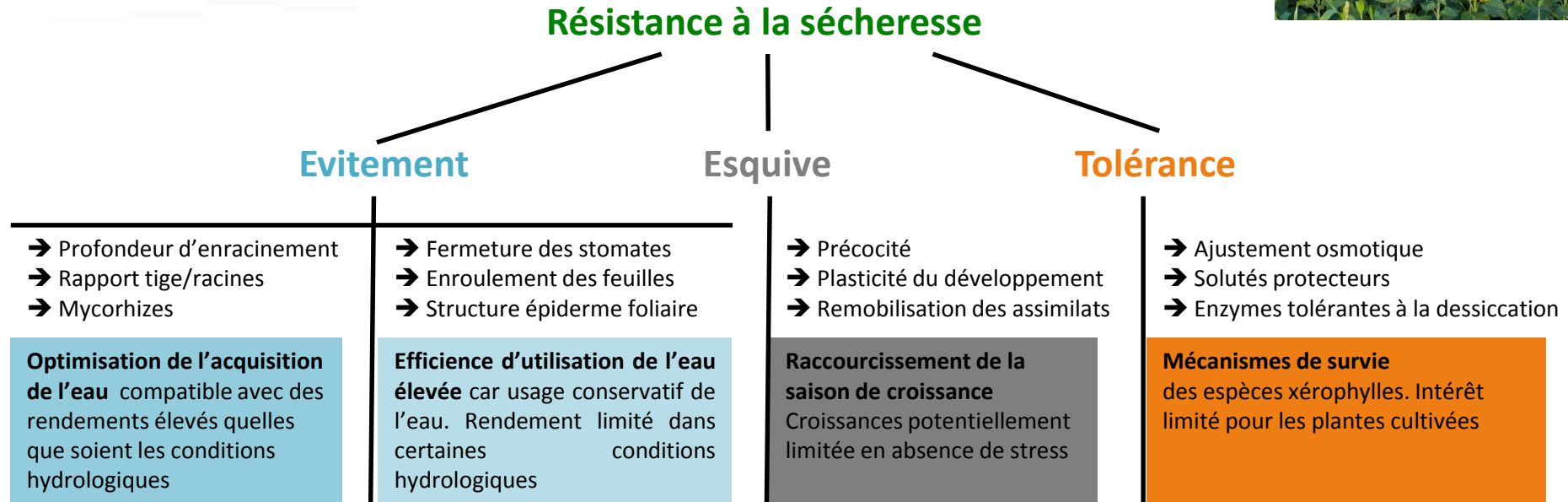


Bellarby *et al.* (2010), B&B

Blé-soja (culture dérobée) aux USA
Seifert *et al* (2015)

Les options d'adaptation

❖ Nouvelles cibles pour la sélection variétale



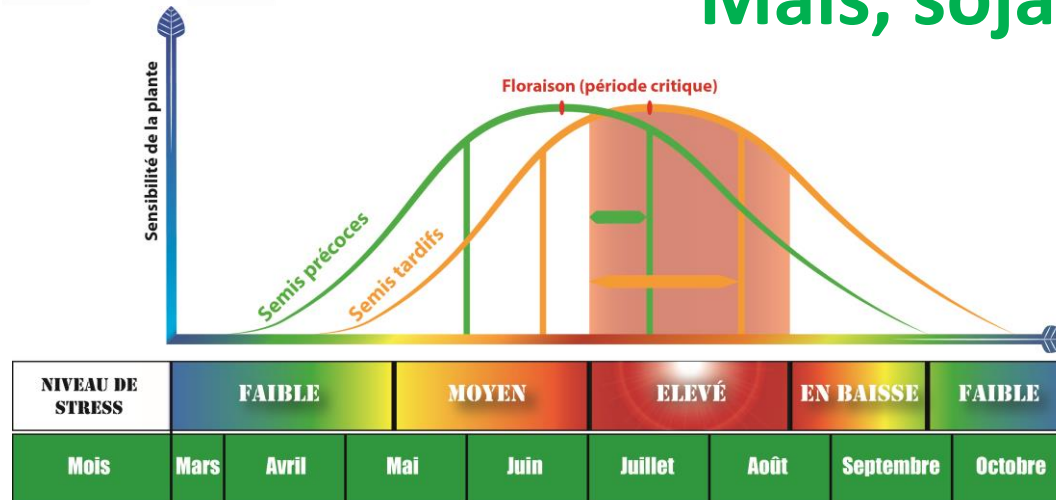
(d'après Bodner *et al.*, 2015)

Les options d'adaptation

❖ Adaptation des itinéraires techniques

- Esquive : Décalage du semis (esquive stress thermique, économie d'eau, ...)

Maïs, soja



(<http://www.semencesdefrance.com/dossier/maïs-méthode-desquive/>)

- Atténuation : Irrigation (supplémentaire ou déficitaire)
- Conservation : Travail du sol simplifié (avec mulch)

Les options d'adaptation

❖ Reconception/diversification des systèmes de culture

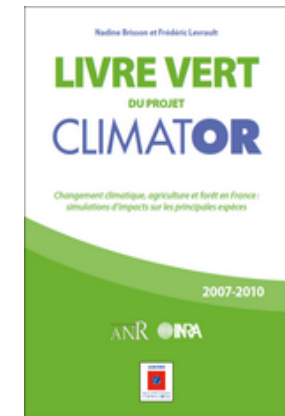
- Décalage des aires de culture
- Remplacement d'espèces (ex. maïs -> sorgho)
- Diversification poussée pour augmenter la résilience face aux aléas → **AgroEcologie**
 - *intra-parcelle (associations, successions de cultures, ...)
 - *intra-exploitation (« panier » de cultures + variétés)
 - *intra-territoire (gestion de l'eau)
- Nouvelles domestications



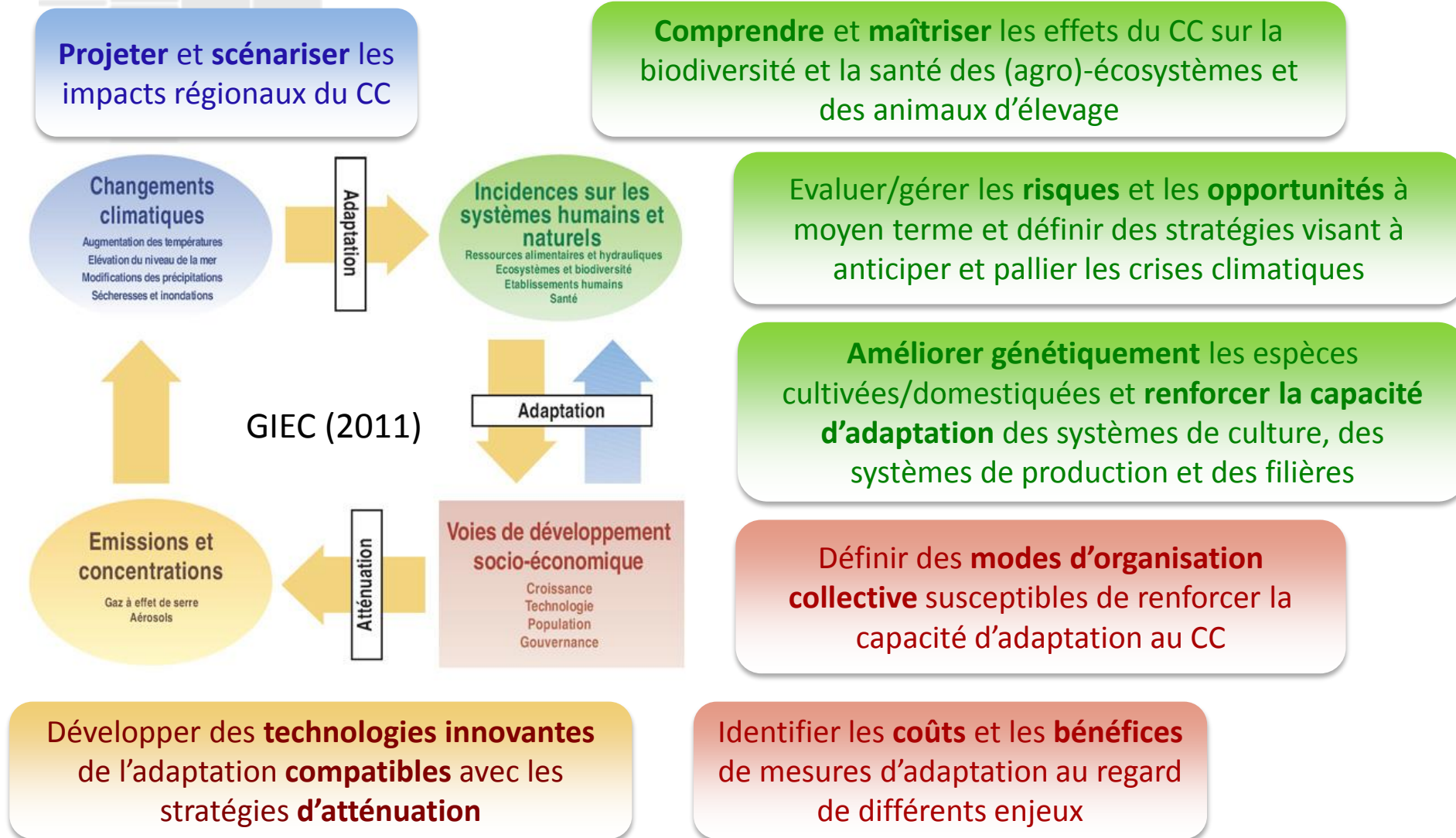
Lancement du métaprogramme ACCAF sur l'Adaptation de l'Agriculture et de la Forêt au Changement Climatique en 2011 (www.accaf.inra.fr)

à partir de 2 dynamiques INRA :

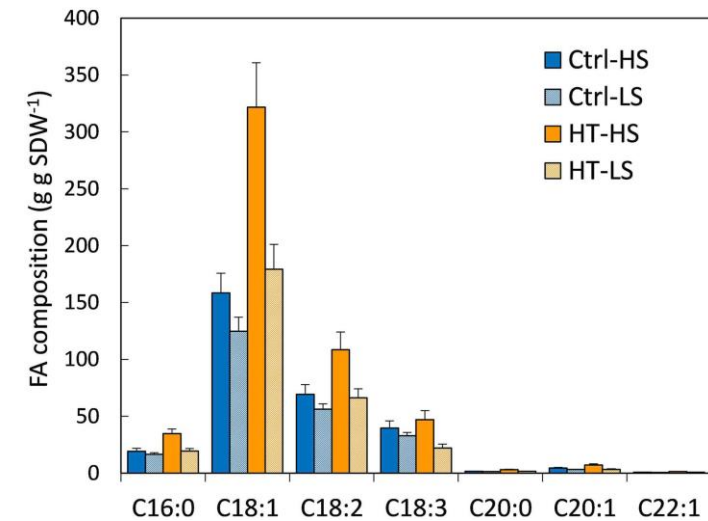
- **ADAGE** (2009-2010) : Atelier de réflexion prospective Adaptation de l'agriculture et des écosystèmes anthropisés au changement climatique (coord JF Soussana)
- **CLIMATOR** (ANR VMC 2007-2010) : Changement climatique, agriculture et forêt en France – Simulations d'impacts sur les principales espèces (coord N.Brisson)



Les objectifs du MP ACCAF



CAQ 40 Changement climatique et **qualité des graines, semences et fruits** à l'horizon 40 ans : adaptation aux contraintes hydriques et thermiques de fin de cycle (source : C.Dürr & H.Gautier)

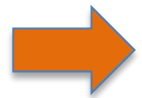
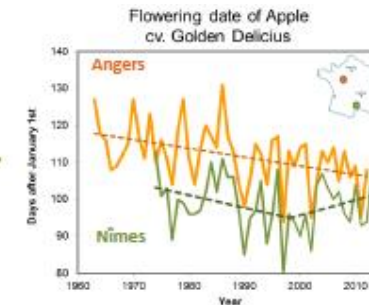


Colza (Brunel-Muguet *et al.*, 2015)

PERPHECLIM Evolution de la phénologie des espèces pérennes face au changement climatique



Historical records



Développer l'infrastructure nécessaire à l'observation, l'archivage des données et la modélisation de la phénologie des différentes espèces pérennes d'intérêt



Observatoires Vigne (Poster Éric Duchêne)

- Angers → suivi 7 variétés - 4 variétés (1969)
- Colmar → suivi 2 variétés - 221 variétés (1958)
- Bordeaux → suivi 52 variétés - 38 variétés (1970)
- Marseillan Plage → 7726 accessions - 11 variétés (1987)
- Gruissan → suivi 30 variétés

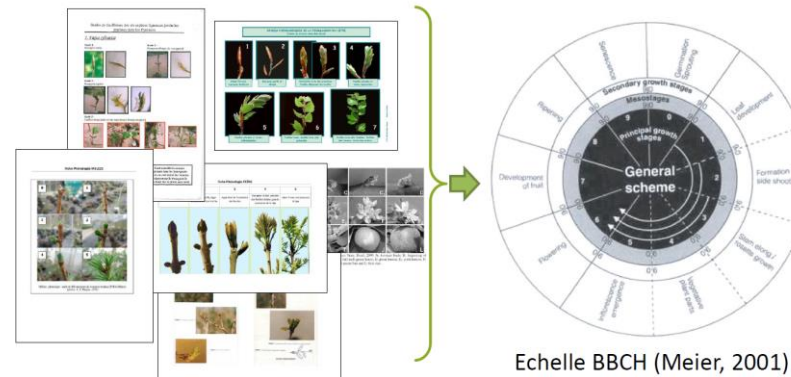
Observatoires Fruitiers (Poster M. Bonhomme)

- Angers → PERPHECLIM Obs.*, Poire, Pomme, petits fruits
- Bordeaux → PERPHECLIM Obs.*, Noyer, Prunier
- Clermont Ferrand → PERPHECLIM Obs.*, Noyer
- St Marcel les Valences → PERPHECLIM Obs.*
- Mauguio → PERPHECLIM - Pommier*, Olivier
- Avignon → PERPHECLIM Obs.*, Abricotier, Pêcher, Amandier

Observatoires Forêts (Poster C. Anger et F. Jean)

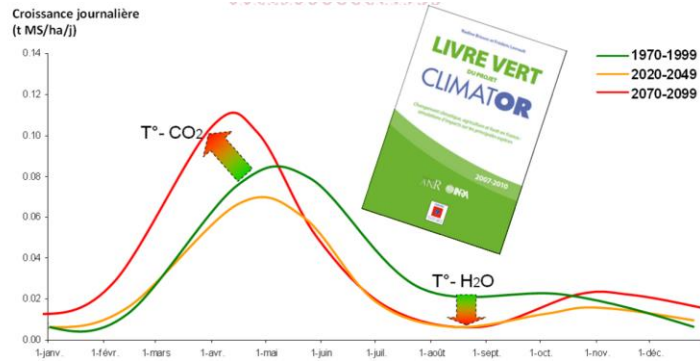
- PlantaComp: 7 sites; Chêne, Hêtre, Sapin Douglas, Noyer...
- Arboretum: 4 sites; plusieurs espèces

Donnée historique



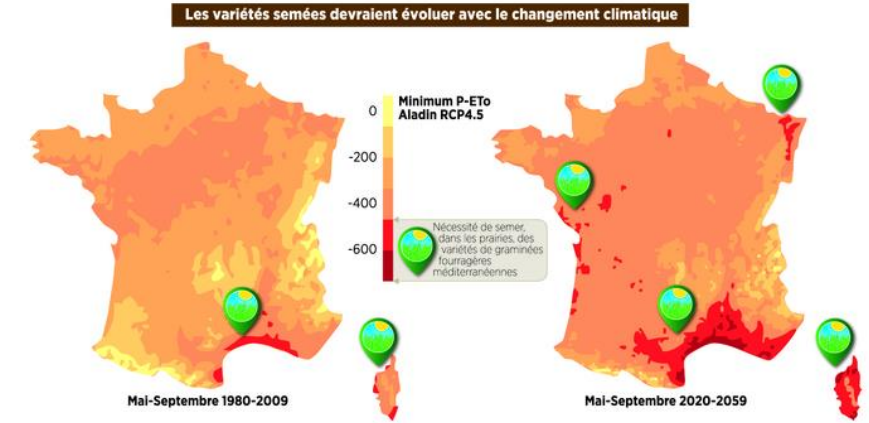
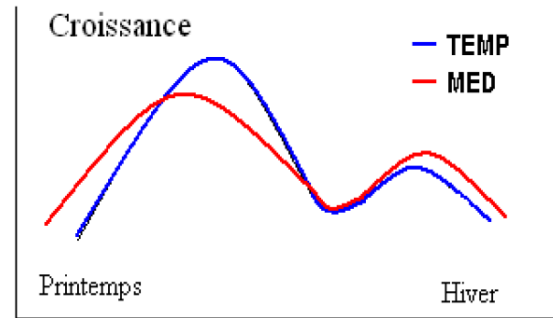
Source : I Garcia de Cortazar, JM Audergon, P.Bertuzzi

CLIMAGIE Adapter les prairies semées au changement climatique par l'amélioration génétique et l'intensification écologique

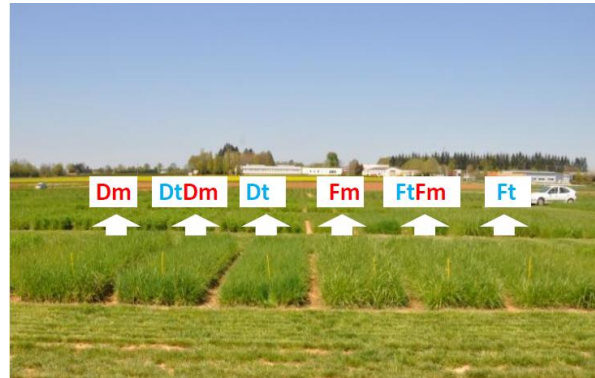


Production quotidienne de fourrage d'une prairie de fétuque en Bretagne, aujourd'hui, vers 2050 et 2100 simulée avec le modèle STICS prairie (Durand et al 2010, in Brisson et Levrault)

Répartition saisonnière du potentiel de croissance des types tempérés et méditerranéens



❑ Les mélanges de variétés méditerranéennes/tempérées: plus de régularité ?

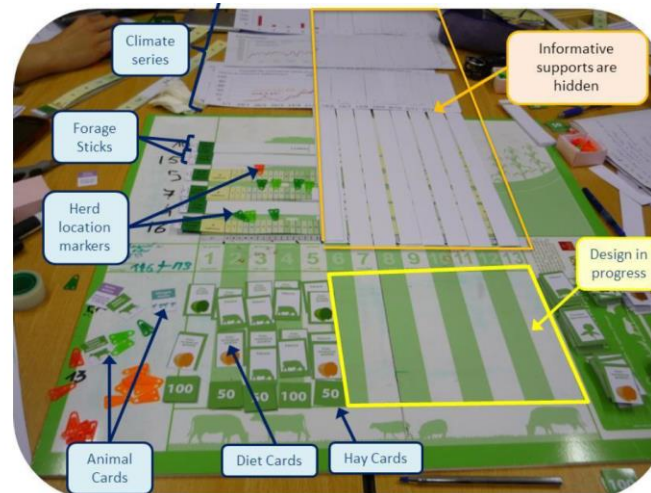


❑ Sélection de dactyle à dormance estivale pour les zones méditerranéennes

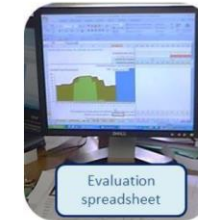
Source : JL Durand), M.Ghesquière

FARMATCH Adaptation des systèmes agricoles au changement climatique

- ❑ analyser les adaptations réalisées dans le passé et développer une méthode d'analyse - à base de modèles – de l'exposition au changement et à la variabilité climatique
- ❑ développer avec des agriculteurs et/ou conseillers puis diffuser **une méthode participative de conception de systèmes d'élevage** adaptés à de nouveaux contextes climatiques, économiques, techniques, environnementaux et sociaux.

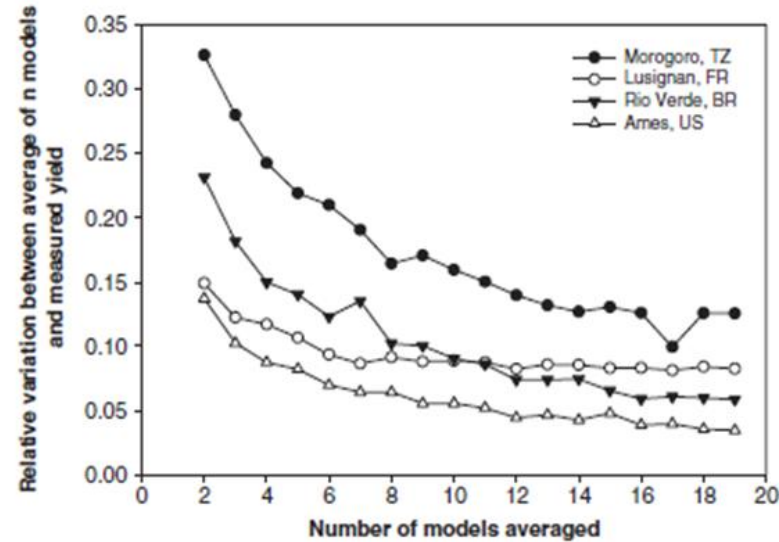
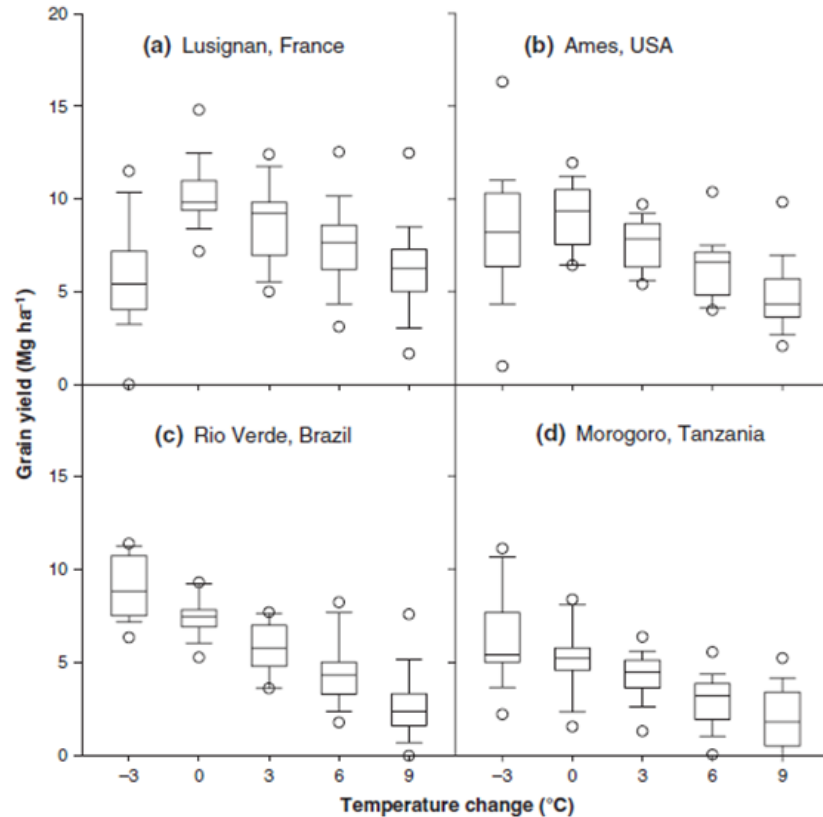


+

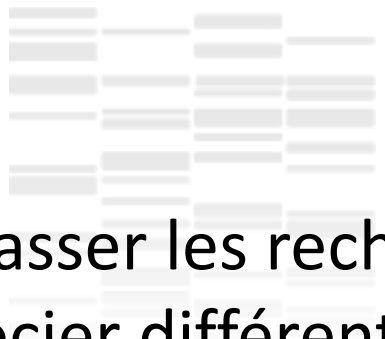


(source : M,Duru, R.Martin-Clouaire)

AgMip & MACSUR - 2 réseaux internationaux de modélisation des cultures pour améliorer les prédictions sous CC



17 modèles de maïs (Bassu et al., 2014)
Global Change Biology



"Philosophie ACCAF"

- Dépasser les recherches sur les impacts
- Associer différentes échelles d'analyse, de la multidisciplinarité et diverses approches (observation, expérimentation, ...)
- Intégrer les connaissances *via* des modèles à différentes échelles spatiales et temporelles en évaluant (réduisant) les incertitudes
- Construire des outils qui favorisent les réflexions stratégiques et prospectives
- Mobiliser les acteurs de la recherche, du transfert et de la formation pour favoriser les échanges de connaissances, la créativité et la réactivité et les approches intégrées en vue d'un transfert vers les acteurs

Merci de votre attention !

