RENDEZ-VOUS T&B DIVERSIFICATION GRANDES CULTURES

TECH&BIO,
LE MEILLEUR DES TECHNIQUES
AGRICOLES BIO EN ÎLE-DE-FRANCE

CHANGEMENT CLIMATIQUE : CONSÉQUENCES ATTENDUES SUR LES CULTURES ET PISTES D'ADAPTATION

ARVALIS Institut du végétal

Jean-Charles DESWARTE
Pôle Valorisation de l'Ecophysiologie
ARVALIS – Institut du végétal

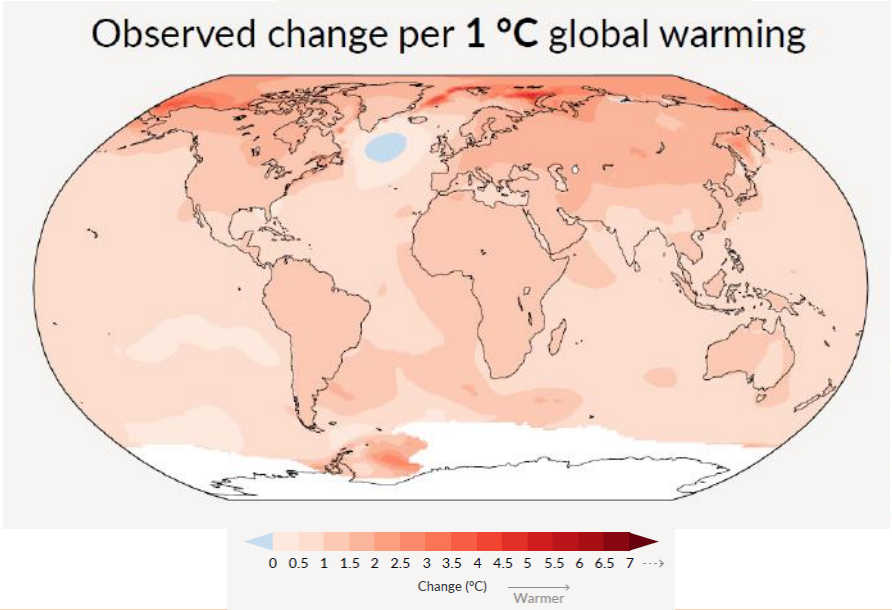
CHANGEMENT CLIMATIQUE : CONSÉQUENCES ATTENDUES SUR LES CULTURES ET PISTES D'ADAPTATION

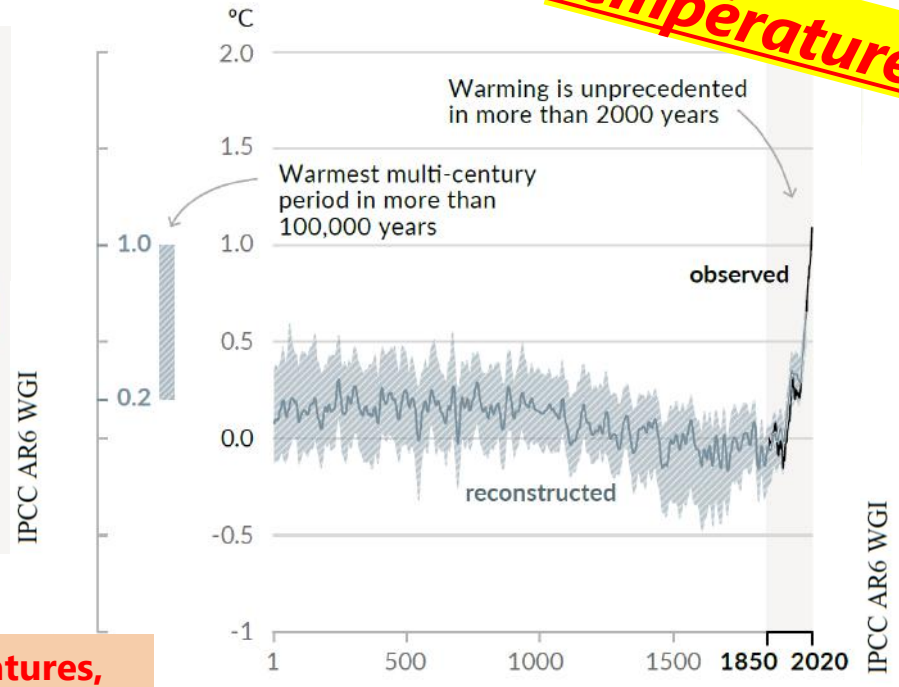
- *les **preuves** du changement climatique*
- *les **mécanismes** du changement climatique*
- *les **projections climatiques***
- *Les **impacts** sur les **plantes** et les **cultures***
- *Les **réflexions générales sur l'adaptation** des cultures, des exploitations et des filières*

Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

*les **preuves** du changement climatique*

Températures



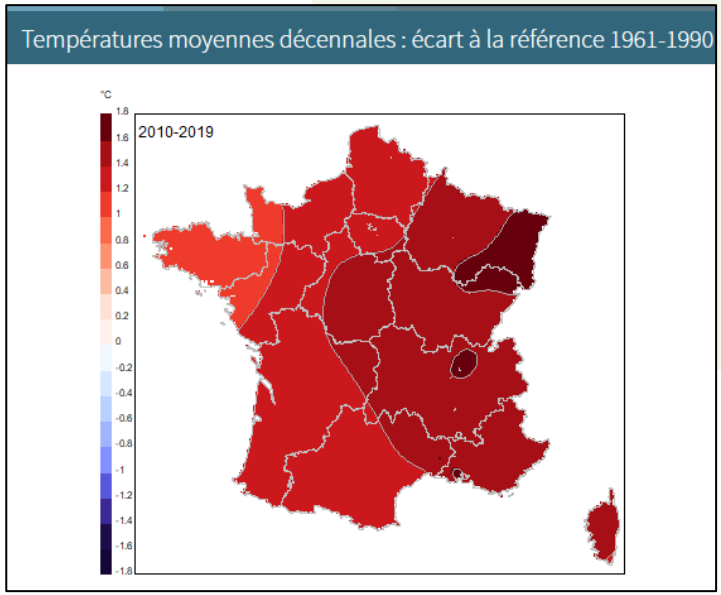


➔ **Une hausse substantielle et rapide des températures, à toutes les échelles… mais pas homogène partout!!**

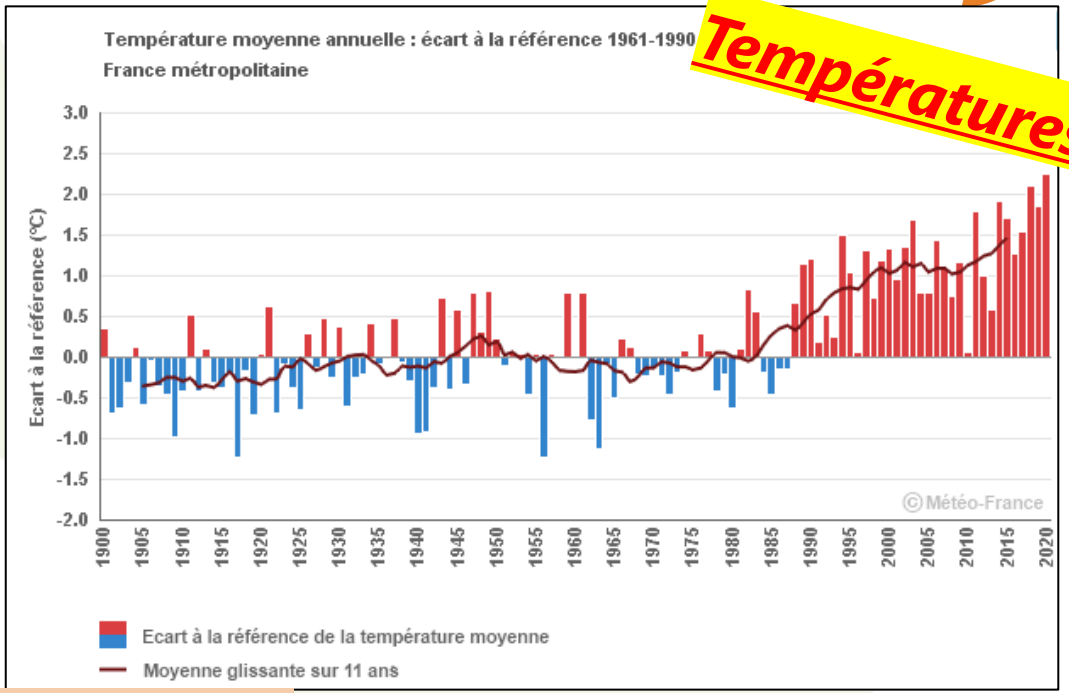
Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

*les **preuves** du changement climatique*

Températures



https://meteofrance.com/climathd

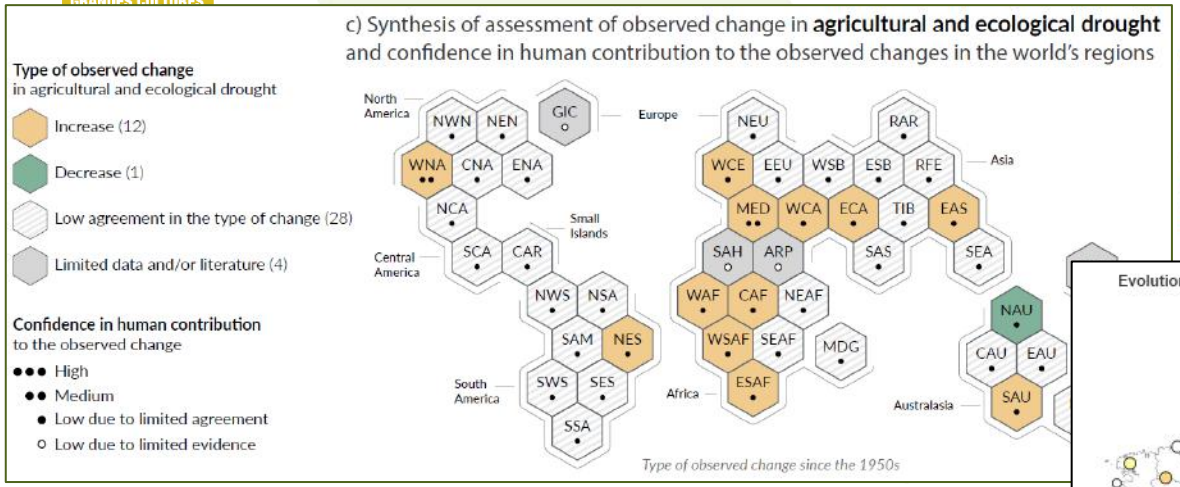


➔ **Une hausse substantielle et rapide des températures, à toutes les échelles… mais pas homogène partout!!**

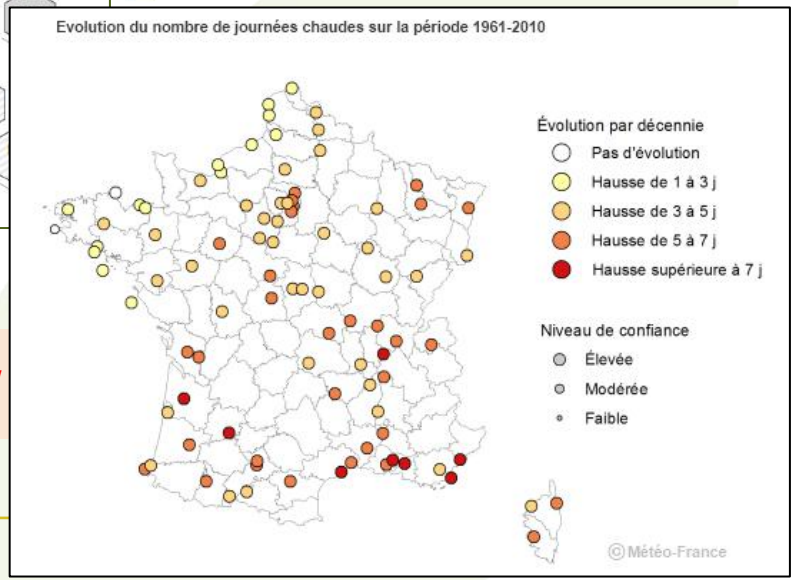
Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

*les **preuves** du changement climatique*

Evènements extrêmes



IPCC AR6 WGI

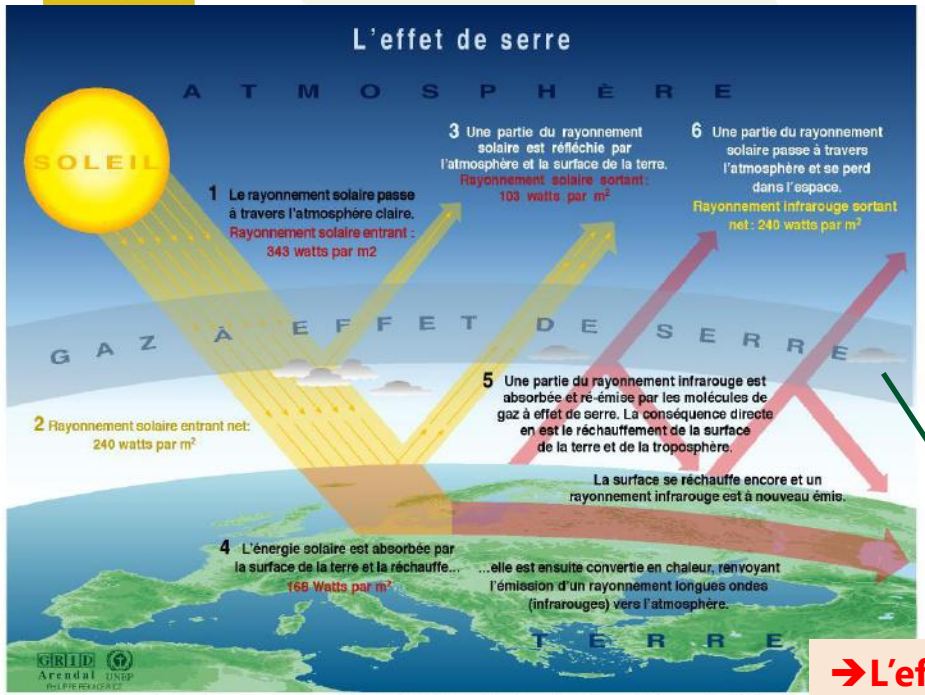


https://meteofrance.com/climathd

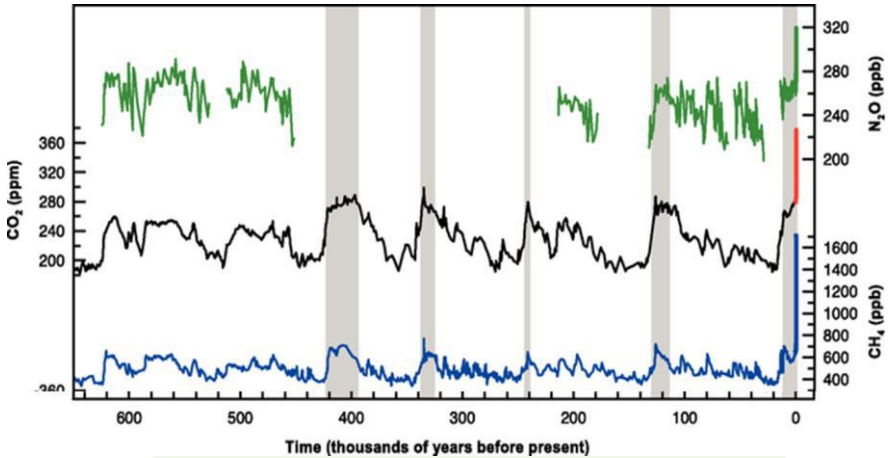
➔ **Une hausse généralisée des extrêmes thermiques chauds, mais des tendances hydriques moins nettes**

Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

*les **mécanismes** du changement climatique*



Sources : Okanagan university college Canada, section géographie ; université d'Oxford, section géographie ; Agence américaine pour la protection de l'en... Washington ; Changements climatiques 1995 ; Données scientifiques sur les changements climatiques, Contribution du groupes de travail au deuxième rapport d'é... d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, PNUE et OMM, Cambridge University Press, 1996.



- **Gaz à Effet de Serre : CO_2, CH_4, N_2O**
- **Changement climatique : perturbation de l'effet de serre (forçage radiatif positif)**

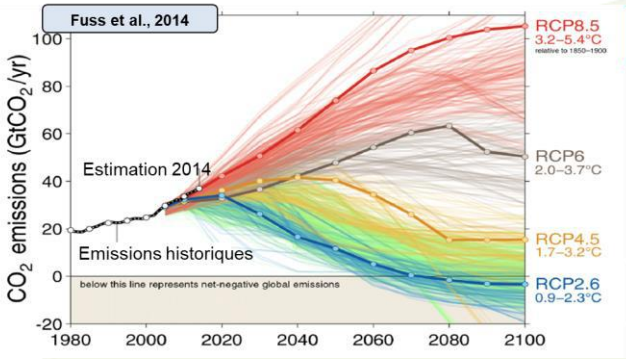
➔L'effet de serre est naturel et indispensable à la vie, mais les activités humaines le déséquilibrent progressivement

➔On peut agir sur nos émissions de GES pour limiter le réchauffement

Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

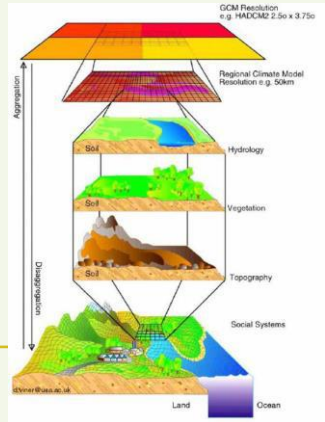
*les **mécanismes** du changement climatique*

1. Scénarios d'émissions de GES (monde)
2. Estimation de l'intensité de l'effet de serre
3. Application de Modèles de Circulation Globale
4. Application de modèles de régionalisation



On ne fait rien

Objectif COP 21

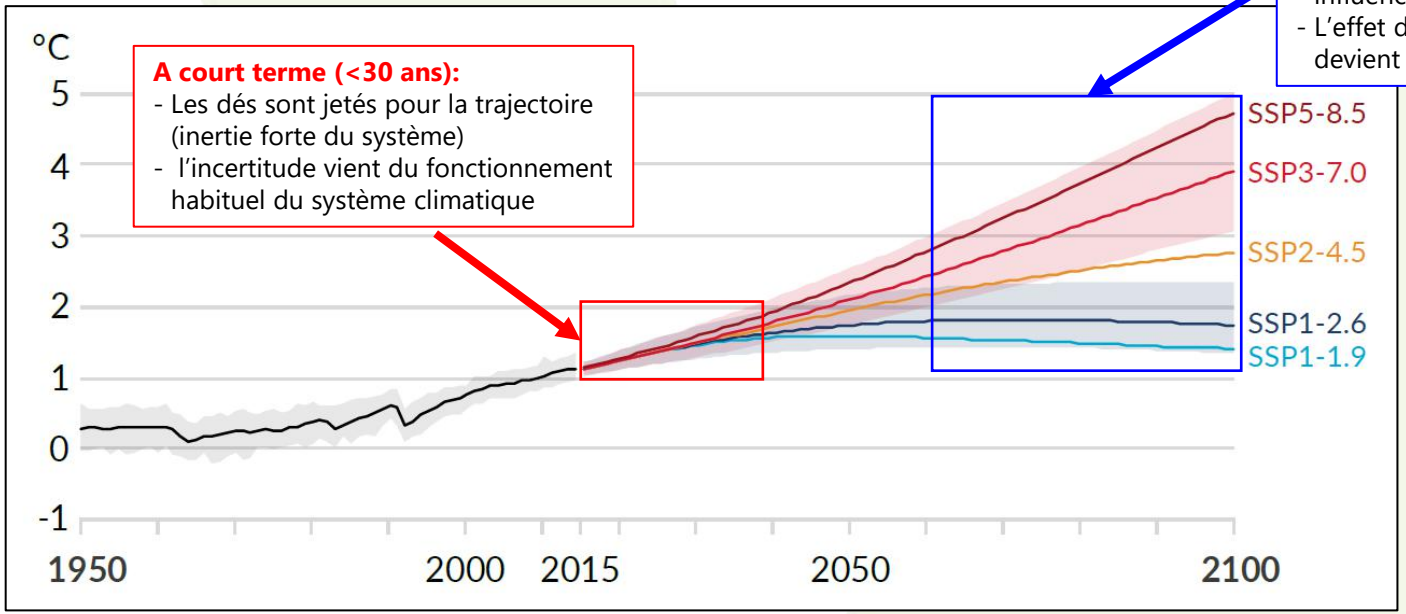


Multitudes de modèles imbriqués
➔ incertitudes importantes, mais aussi convergence des tendances

Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

*les **mécanismes** du changement climatique*

A moyen/long terme (50-80 ans):
- Les décisions politiques/ sociales/ environnementales peuvent influencer l'issue
- L'effet du scénario d'émission devient prépondérant



Fortes émissions

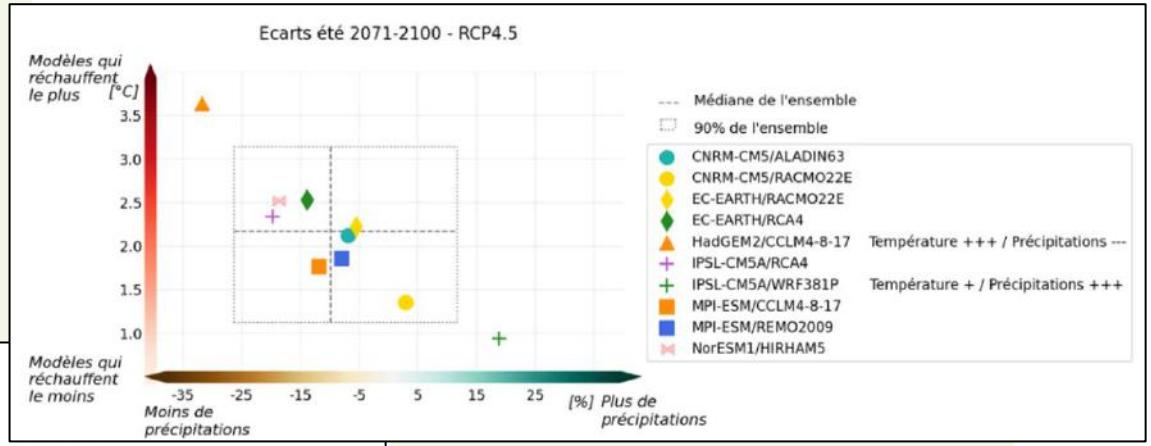
Comportement vertueux

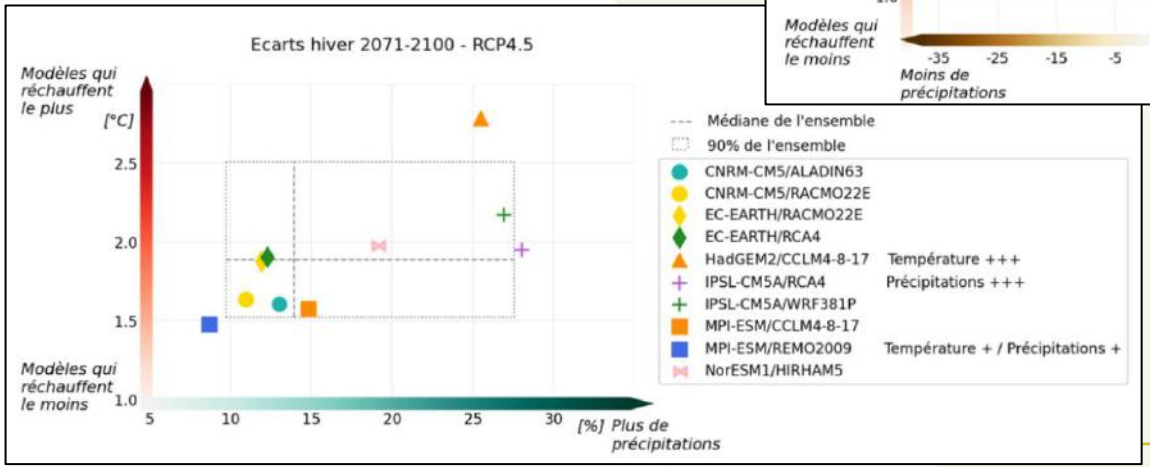
Forte inertie du système
➔ Les 20 à 30 prochaines années sont prédéfinies
➔ On peut influer sur la trajectoire post-2050

Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

*les **projections** climatiques*

« Tous les modèles sont faux, mais certains sont utiles »
(G. Box)





- Un modèle est une représentation simplifiée des processus, dépendante des connaissances
- Chaque modèle a ses spécificités et ses limites

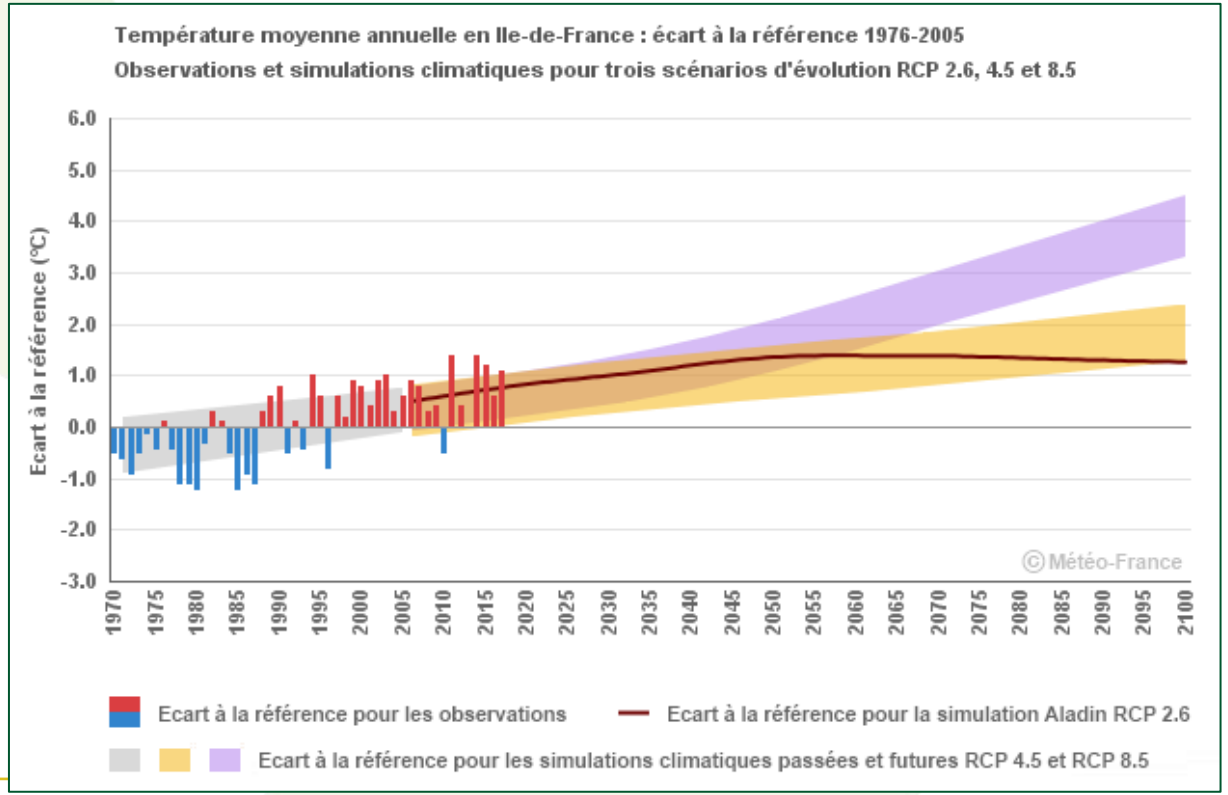
➔ **Le recours à <u>plusieurs modèles</u> permet de couvrir le champ des possibles et des probables**

Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

*les **projections** climatiques*

Ce qui est prévu en Ile-de-France
(et plus globalement en France):

- Températures:
  - Prolongement de la hausse, au moins jusqu'en 2050; au-delà, ça dépend des trajectoires d'émission
  - L'élévation de températures sera plus marquée en été qu'en hiver

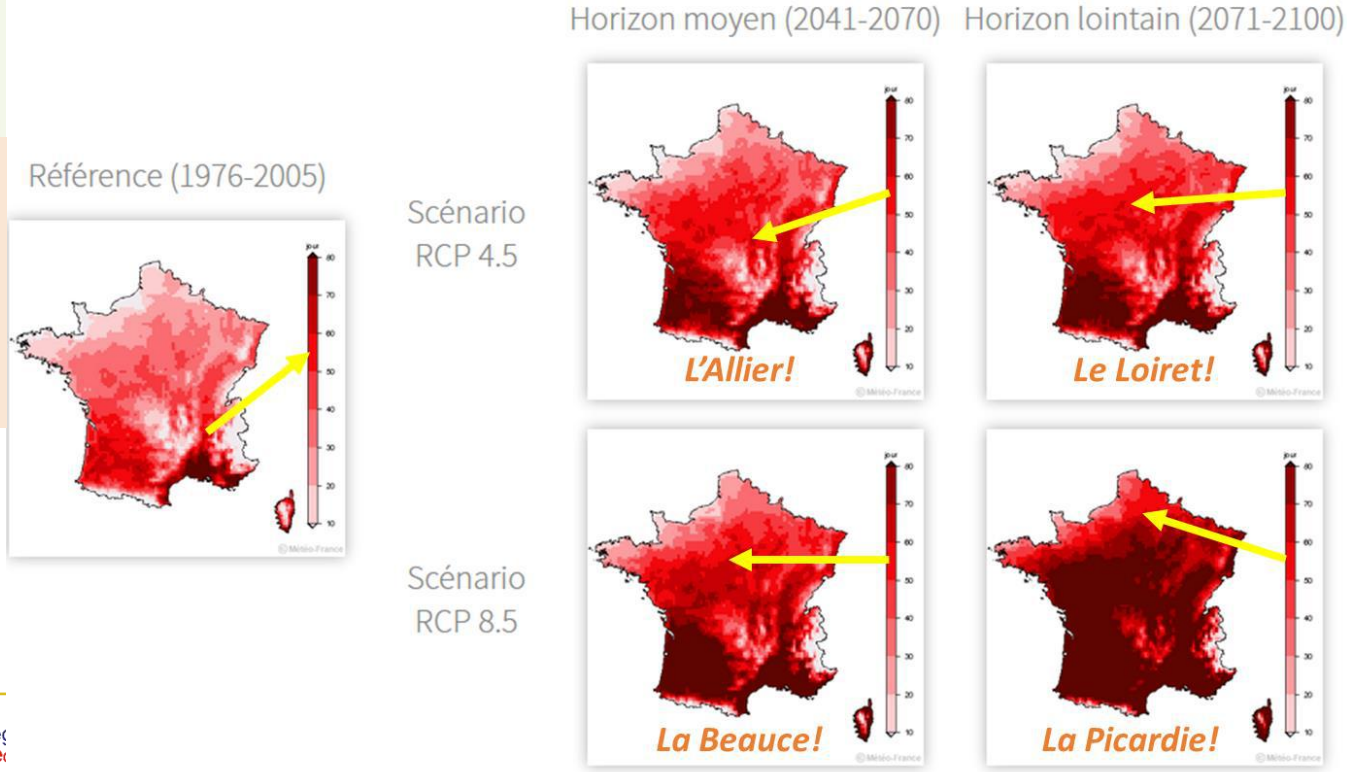


Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

*les **projections** climatiques*

Analogies climatiques: Les coups de chaud estivaux de Vienne (38) à la fin du 20e siècle se déplacent progressivement vers…

Nombre de journées chaudes : référence1976-2005 et deux horizons temporels
Simulations climatiques pour climat passé et futur avec les scénarios d'évolution RCP 4.5 et 8.5



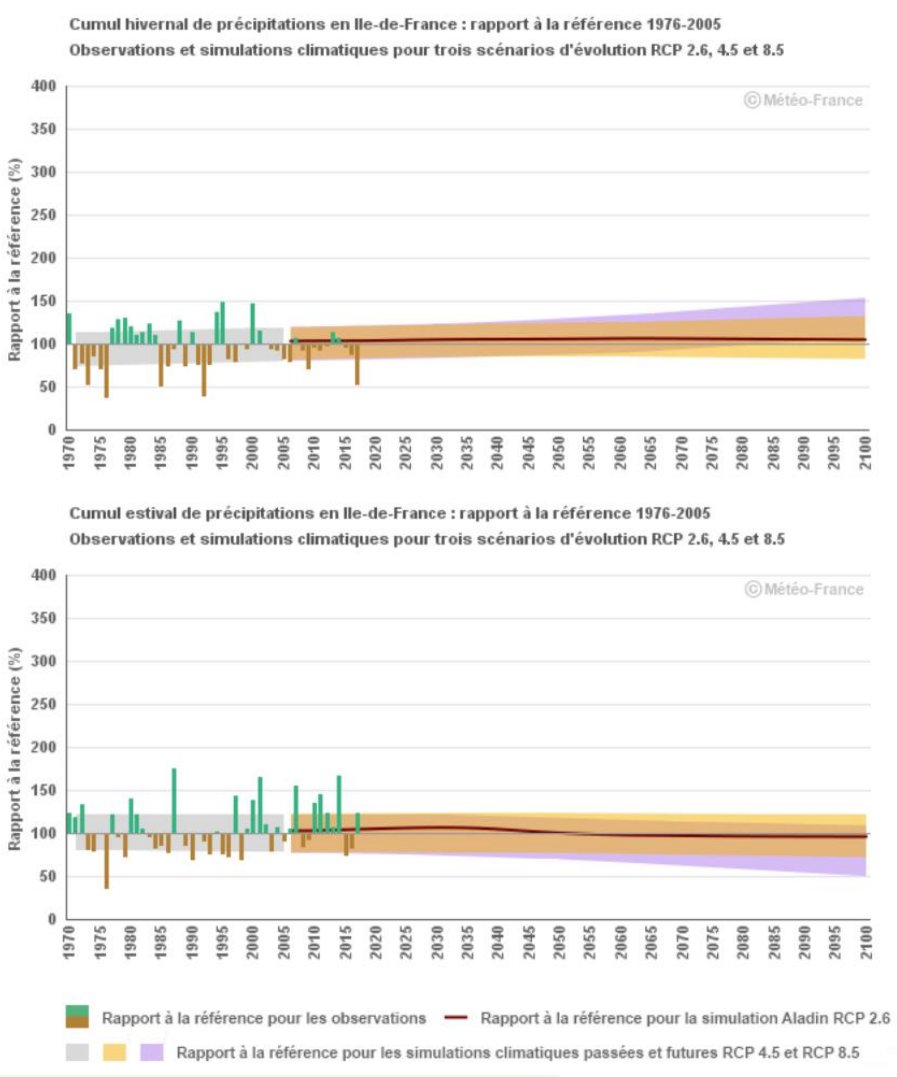
https://meteofrance.com/climathd

Changement
conséquences attendues sur les
*les **projection***

Ce qui est prévu en Ile-de-France (et plus globalement en France):

- Précipitations:
  - Stabilité à légère hausse en hiver
  - Stabilité à légère baisse en été
  - Des épisodes de pluie potentiellement plus violents

- Bilan hydrique (P-ETP):
  - En très nette dégradation au cours de l'été



Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

*les **impacts** sur les plantes*

+ de CO_2 = mieux??

➔Attention aux effets de communication détournée sur l'impact du CO_2 sur les plantes

Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

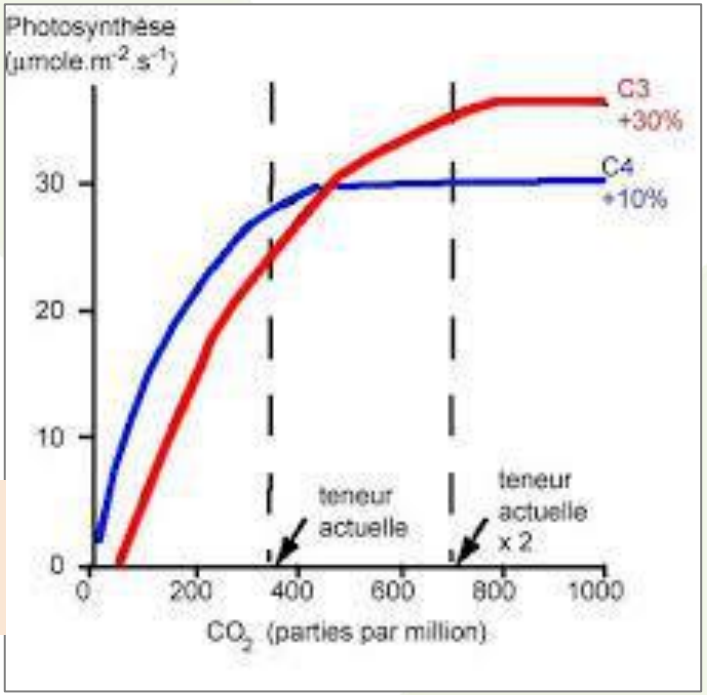
*les **impacts** sur les plantes*

➔La **photosynthèse** de certaines cultures est **dopée par la hausse du CO_2**

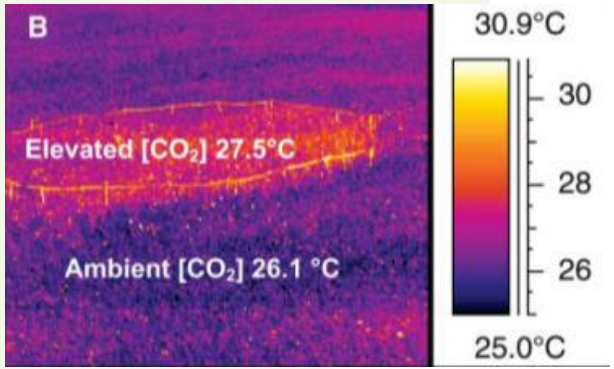
➔Les **fortes teneurs en CO_2** ont un **effet antitranspirant**

➔La **réduction de la transpiration** peut causer une **élévation de la température** des feuilles

Effet CO_2 globalement positif pour les plantes, mais bénéfice final incertain



Long et al (2006). *Science*

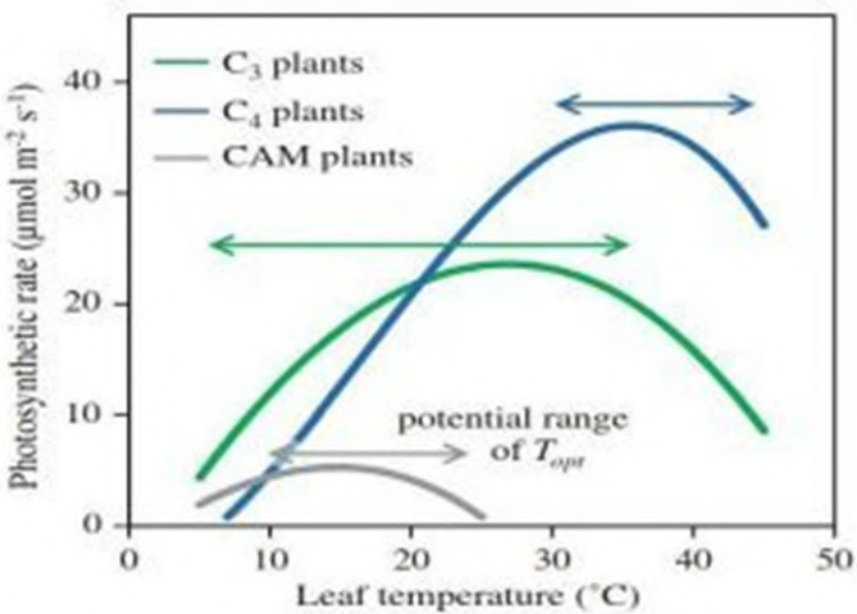


Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

*les **impacts** sur les plantes*

➔ La **hausse moyenne** des températures va davantage **bénéficier au cycle des plantes « tropicales » type C_4** (maïs, sorgho)

➔ Les **plantes en C3 « tempérées »** (blé) vont **valoriser les conditions hivernales moins froides**, mais risquent d'être **en températures supra-optimales en fin de cycle**

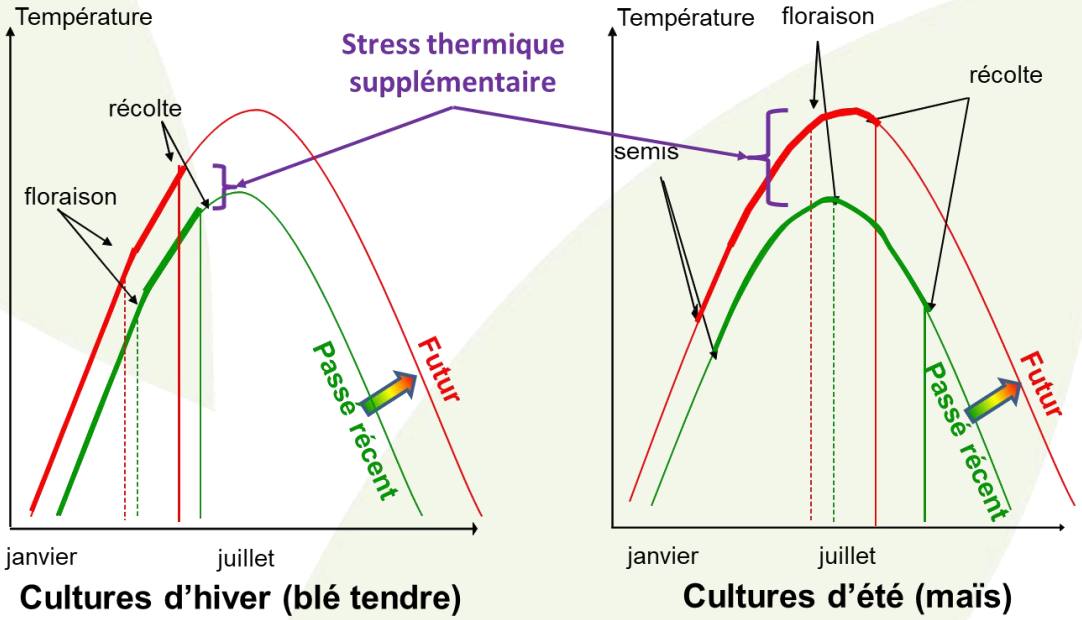


Temperature responses of photosynthesis in C_3, C_4, CAM plants

Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

*les **impacts** sur les plantes*

- ➔ La **hausse de la température va accélérer le développement**: les stades vont apparaitre plus tôt (à pratiques constantes)
- ➔ Pour les **cultures d'hiver**, cette **précocification va permettre d'éviter** une partie des fortes températures estivales
- ➔ Pour les **cultures d'été**, **l'esquive sera nulle ou imparfaite**: elles seront exposées aux fortes températures à un moment de leur cycle



Phénologie = 1ère forme d'adaptation au changement climatique

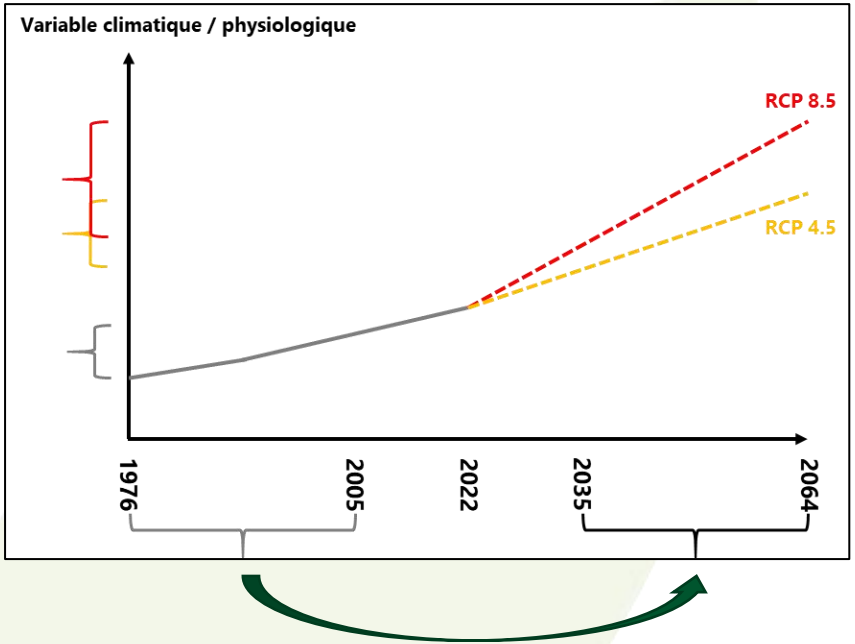
Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

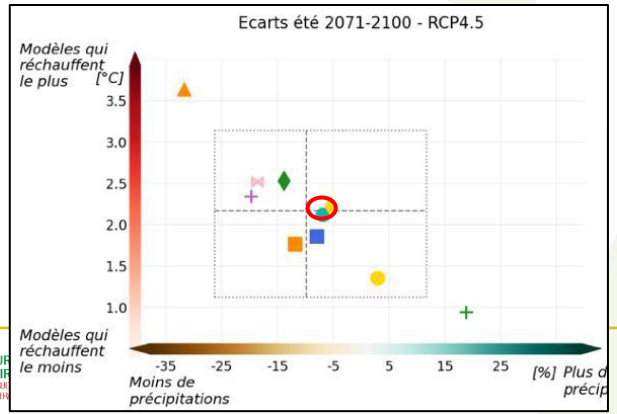
*les **impacts** sur les cultures*

Quelques simulations pour mieux se projeter

/!\ Analyse sur 30 ans: passé (1976-2005) vs futur (2035-2064) ➔ déjà à mi-chemin!

/!\ 1 seul modèle climatique utilisé ➔ précision faible



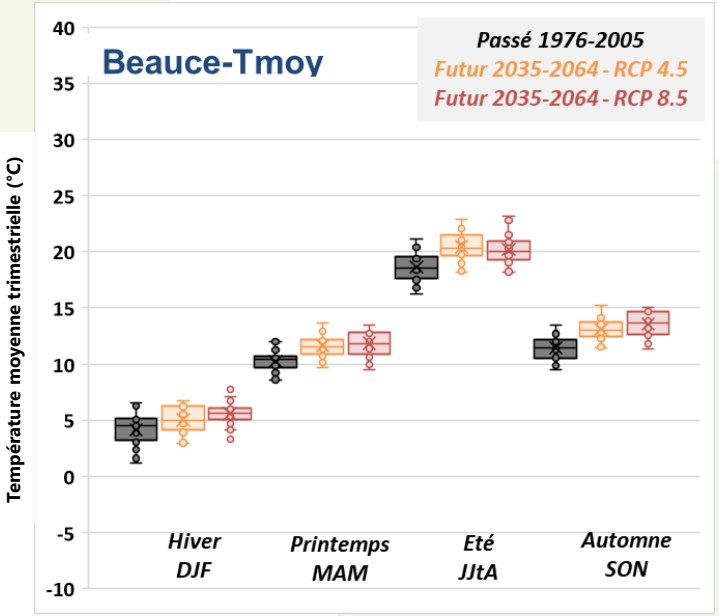


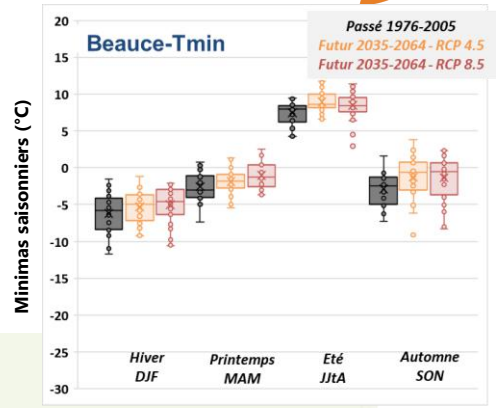
Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

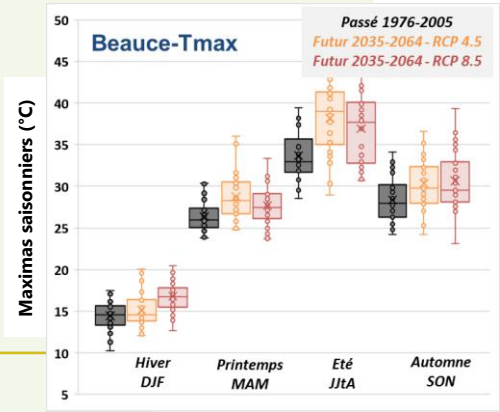
*les **impacts** sur les cultures*

Beauce: Evolution thermique et hydrique:

- Hausse des températures: +1.2 à +1.8°C sur les températures moyennes
- Réchauffement plus marqué en été et automne
- Légère évolution des minimas trimestriels ➔ on pourra toujours avoir des -7 - -8°C!
- Forte hausse des maximas saisonniers ➔ on pourra fréquemment dépasser 30 voire 35°C au printemps et en automne, et 35 à 40°C en été!





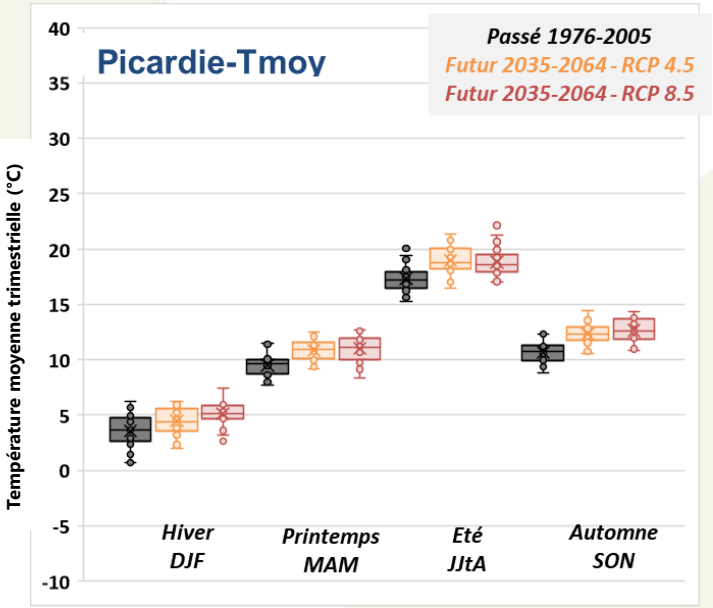


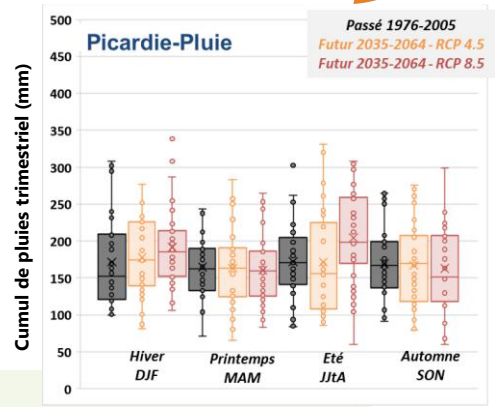
Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

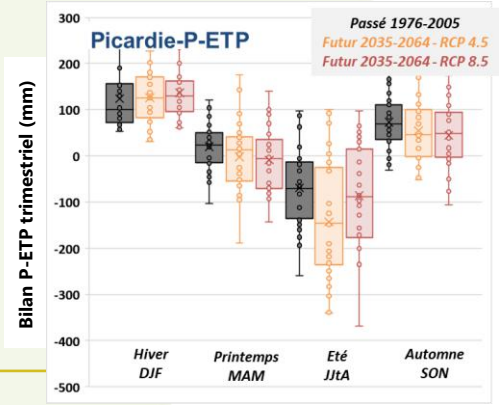
*les **impacts** sur les cultures*

Picardie: Evolution thermique et hydrique:

- Hausse des températures: +1.2 à +1.8°C sur les températures moyennes
- Réchauffement plus marqué en été et automne
- Pas de tendance nette sur les cumuls saisonniers de pluie – forte variabilité maintenue!
- Augmentation des ETP causée par les températures en hausse ➔ bilans P-ETP dégradés





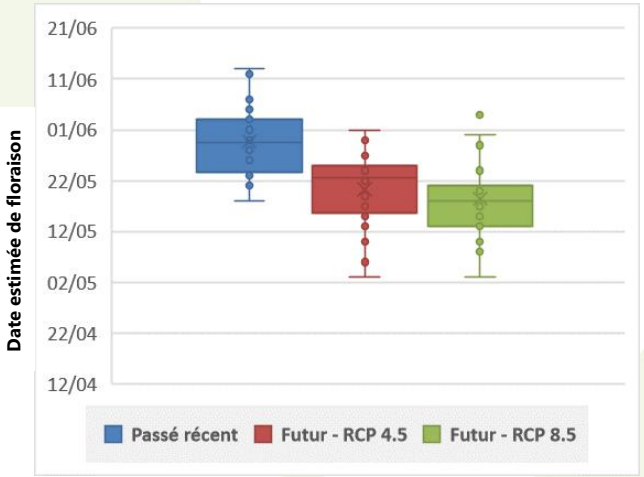


Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

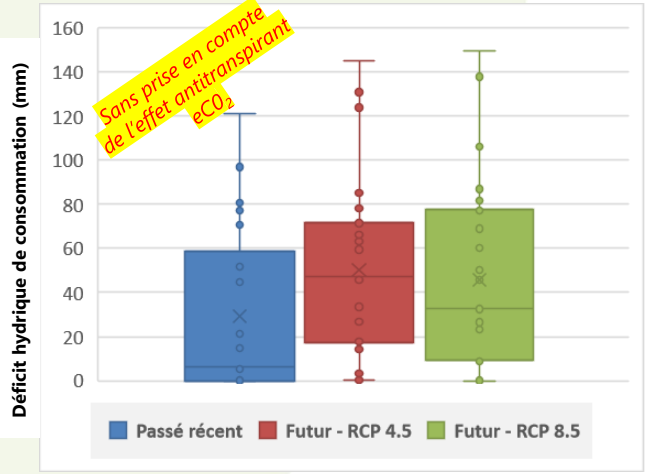
*les **impacts** sur les cultures*

Beauce: conséquences possibles pour le blé:

- Avancement naturel des stades à pratiques inchangées: env. -10 à -15j selon le stade et les scénarii
- Conséquence de la précocification:
  - Esquive d'une partie de l'échaudage causé par la hausse des températures
  - Raccourcissement du cycle qui contrebalance partiellement les forts besoins en eau



Hypothèses:
Variété de type « précoce » (not. 7 à épiaison)
Semis du 15/10
Sol Limono-argileux moyennent profond, RU=120mm

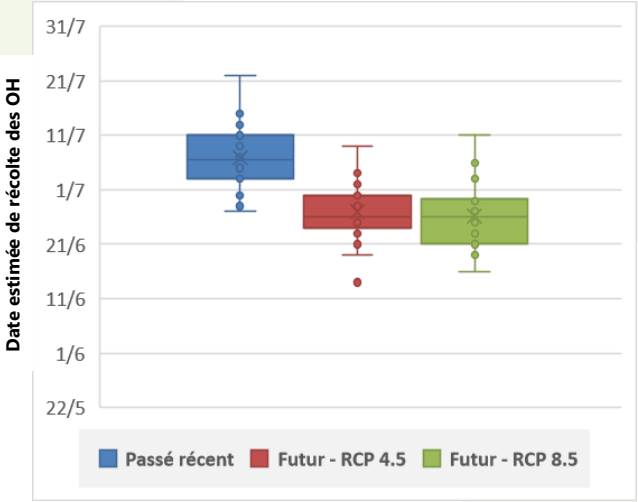


Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

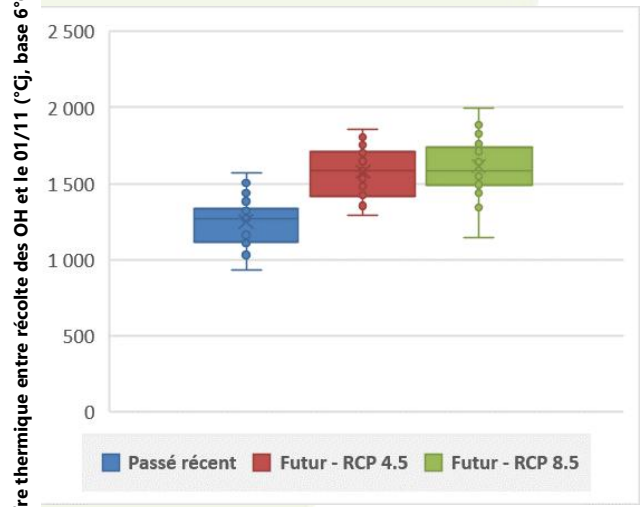
*les **impacts** sur les cultures*

Beauce: opportunités de dérobées après une orge d'hiver

- Récolte des OH avancée à fin juin
- Offre thermique pour une dérobée post-récolte en nette augmentation: tournesol, sarrasin, CIVE, etc… *sous réserve d'eau!*



Hypothèses:
Variété de type « précoce » (not. 7 à épiaison)
Semis du 15/10
Sol Limono-argileux moyennent profond, RU=120mm

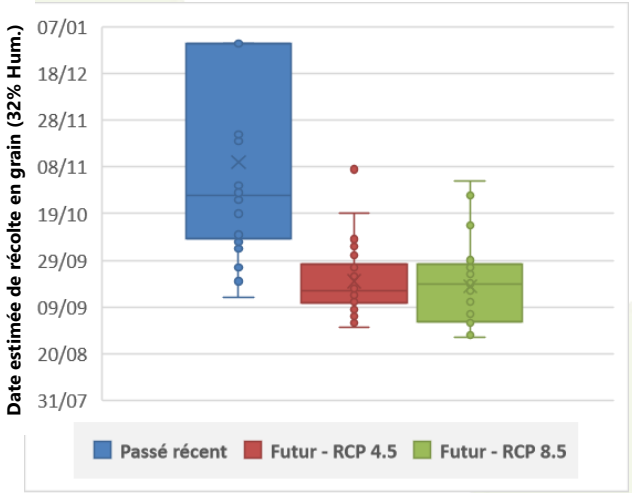


Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

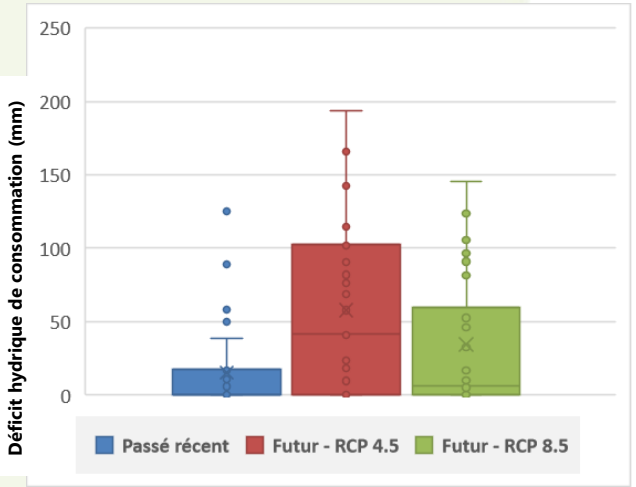
*les **impacts** sur les cultures*

Picardie: opportunités de maïs grain et cultures d'été

- Cas du maïs: à précocité variétale inchangée, date de récolte en grain nettement avancée et sécurisée
- En sols relativement profonds: stress hydriques modérés, donc cultures pluviales envisageables



Hypothèses:
Variété de type « précoce » (groupe G1)
Semis du 10/04
Sol Limoneux profond, RU=160mm



Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

*les **impacts** sur les cultures*

Pour résumer:

- **Réchauffement des T°C :** Avancement des stades: montaison et remplissage anticipés. On récolte plus tôt… on peut tenter des dérobées (sous réserve d'eau)
- **Hiver plus doux,** moins de T°C négatives → croissance hivernale excédentaire (tallage)
- **Stress thermique « chaud » :** L'accélération des stades permet aux cultures d'esquiver une partie des stress (échaudage).

➔ **selon les secteurs,** intérêt à viser des **variétés plus précoces** pour éviter le stress restant, ou des **variétés plus tardives** pour exprimer un potentiel élevé

- **Stress thermiques « froids » :** vont se réduire sans totalement disparaitre (/!\ endurcissement hivernal)
- **Stress hydrique (Pluie-ETP)** : Cycle anticipé pour les cultures d'hiver ➔ esquive. Pas forcément de stress hydrique plus élevé en cumulé, mais besoins instantanés plus importants.
- **Pluie et valorisation de l'azote** : Les conditions ne seront pas fortement dégradées, mais variabilité toujours aussi forte

Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

*les **impacts** sur les cultures*

Pour résumer:

- **Progression vers le nord du maïs, tournesol, soja, sorgho, etc…** car offre thermique suffisante
- À précocité et date de semis égale, **récolte fortement avancée, dans de meilleures conditions**
- **Opportunité pour des variétés plus tardives? Ou des semis plus tardifs** après des dérobées, des CIVE, **sous réserve de disponibilités en eau**
- **Semer plus tôt?** Pas forcément évident car sol froid et risque de gelées tardives
- **Sols profonds et Nord-Paris: cultures pluviales possibles; Sud-Paris et sols superficiels et moyens: irrigation nécessaire. A l'extrême (sols très superficiels): passer au sorgho**

Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

*les **impacts** sur les cultures*

Le maillon faible: la connaissance du trio Climat-Cultures-Bioagresseurs

- ***En théorie:*** **Température = moteur du métabolisme des insectes et de leur démographie ➔ hausse des dégâts**
- ***En pratique:*** **pas forcément applicable sur les dernières années**

Conditions climatiques	- ↗T° en **tendances** mais surtout ↗**aléas et variabilité** (chaud-froid) - Jouent aussi sur les **auxiliaires** (régulation)
Synchro cycles ravageurs / plantes	- +chaud ne veut pas dire +de dégâts de ravageurs *Ex: pyrale 2020 précoce et étalée* - Impact des étés chauds et secs sur les **repousses et relais écologiques**?
L'état de stress de la plante	- Nuisibilité = f° pression ET **seuil tolérance** de la plante *Ex: JNO 2020 +stress hydrique +WSMV +maladies du pied*
Evolution de la protection	- Evolution des **solutions techniques** *Ex JNO 2020: combinatoire Pression Haute et Protection Basse* - Emergence et écroulement des **résistances variétales**
Pratiques culturales	- Evolution des **précédents et des rotations** - Evolution des modalités de **travail du sol,** des **dates de semis**

Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

L'adaptation des cultures, des exploitations et des filières

➔ *Céréales à paille: quelle stratégie d'adaptation vis-à-vis du stress thermique de fin de cycle?*

Hausse des températures ➔ hausse de l'échaudage en fin de cycle - Test de 3 stratégies d'adaptation :

- **Semis 20/10 → 20/09**

➔ *Anticipation des semis = fausse bonne idée*

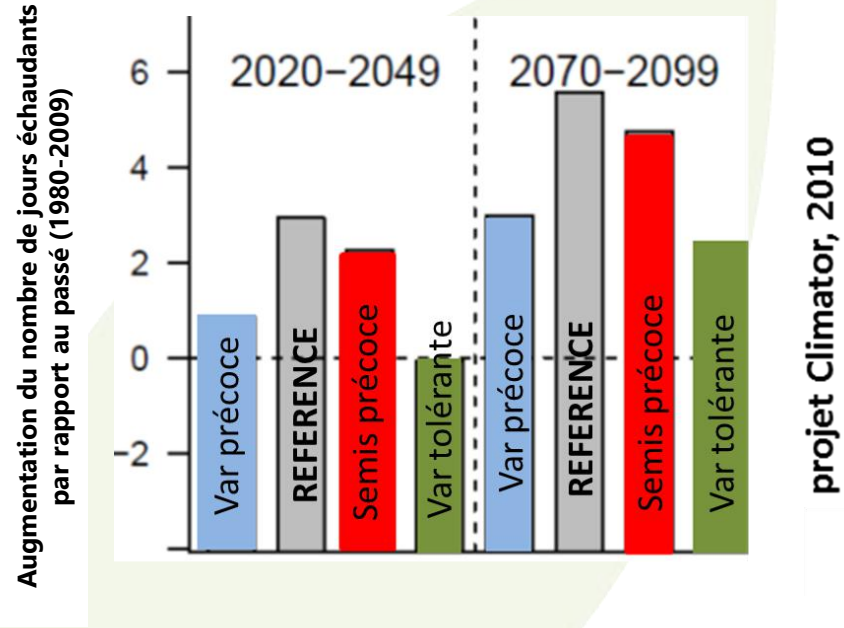
- **Blé avec précocité d'orge**

➔ *Variété précoce = intéressant (quid résistance au gel et potentiel de rendement?)*

- **Tolérance +1°C**

➔ *Variété plus tolérance : déplacement du seuil de confort d'1°C : meilleure parade*

Génétique = levier pertinent pour limiter les impacts négatifs du changement climatique

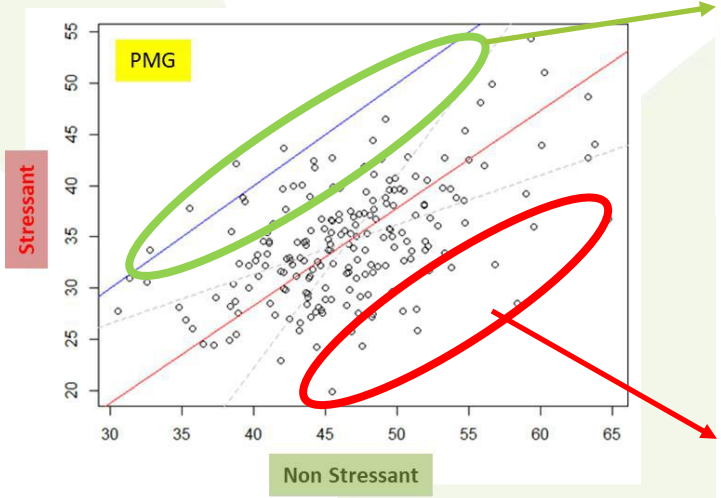


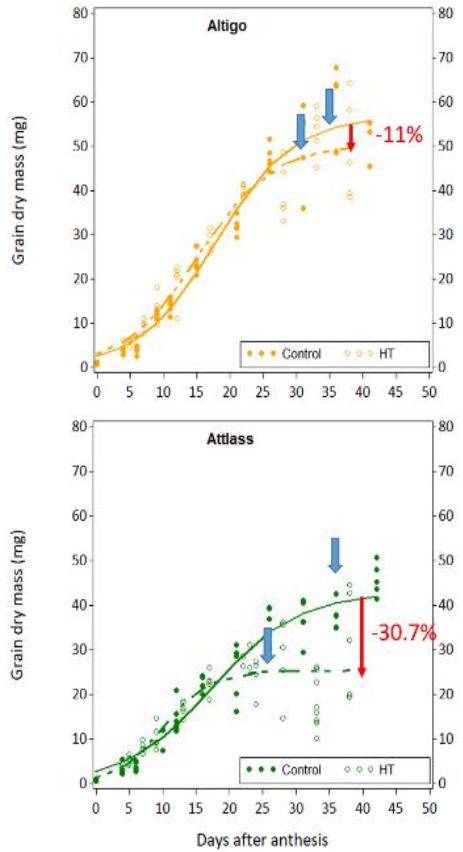
Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

L'adaptation des cultures, des exploitations et des filières

Variétés plus tolérantes aux fortes températures?

➔ ***Il existe une variabilité génétique de la réponse aux fortes températures***





Source: projet FSOV 2014 « HeatWheat »

Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

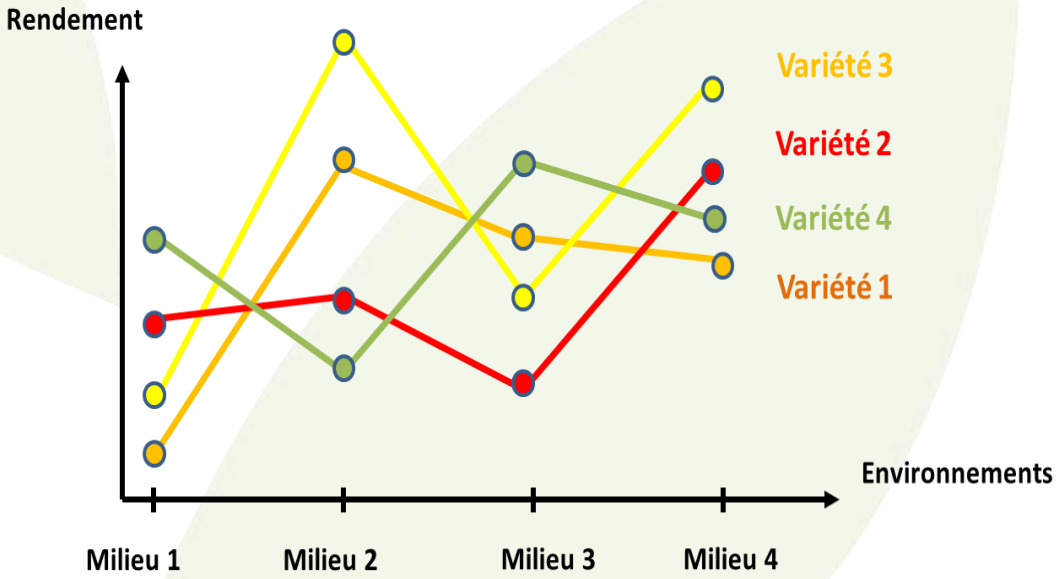
L'adaptation des cultures, des exploitations et des filières

Effet sur les aléas: valoriser la diversité des variétés/des cultures pour amortir les extrêmes

Passer d'une **préconisation « à la variété »** (on fait rentrer la dernière nouveauté la plus productive/la plus rentable) à une **préconisation de complémentarité** au sein d'un bouquet

…voire même étendre la réflexion à un bouquet de cultures, d'ateliers

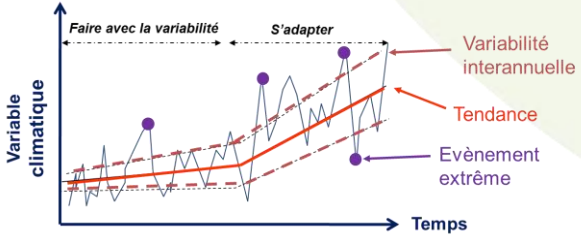
➔ ***Intégrer plus de diversité (de variétés, d'espèces, d'ateliers, de sources de revenus) pour servir d'amortisseur –ou prendre des assurances!***



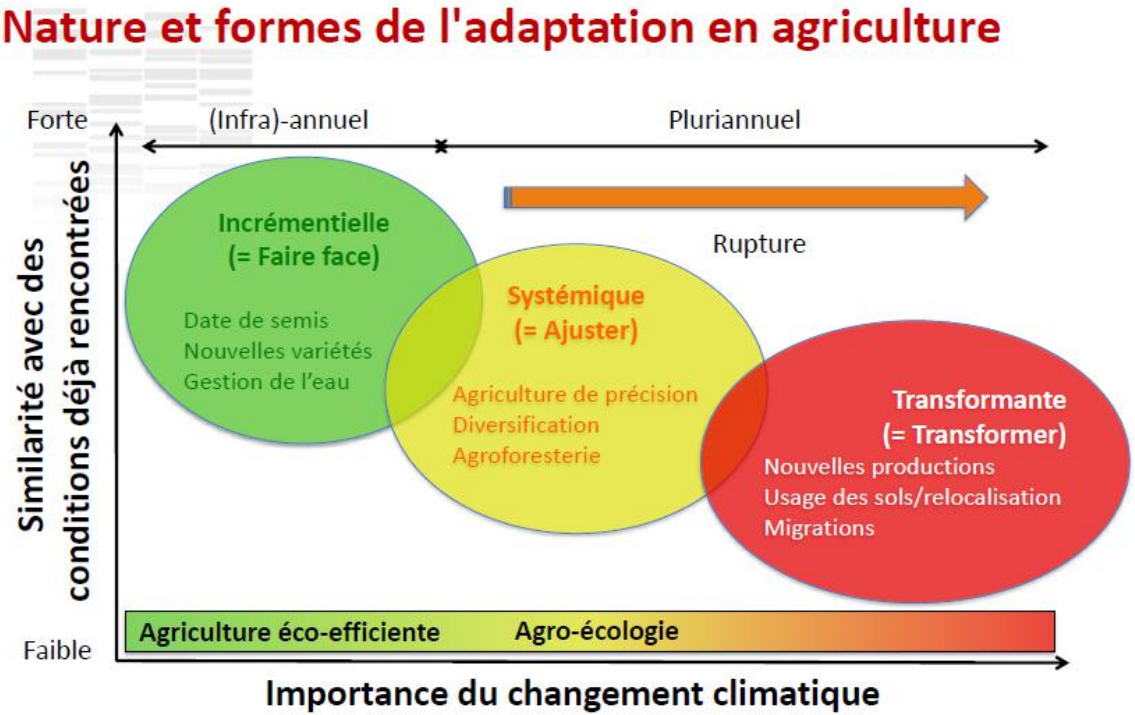
Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

L'adaptation des cultures, des exploitations et des filières

➔ ***Exploitations et systèmes de culture: faire évoluer ou transformer?***



1. **Réchauffement: il « suffirait » de changer de variétés et/ou d'espèces**
2. **Aléas: il peut être nécessaire de changer de système**



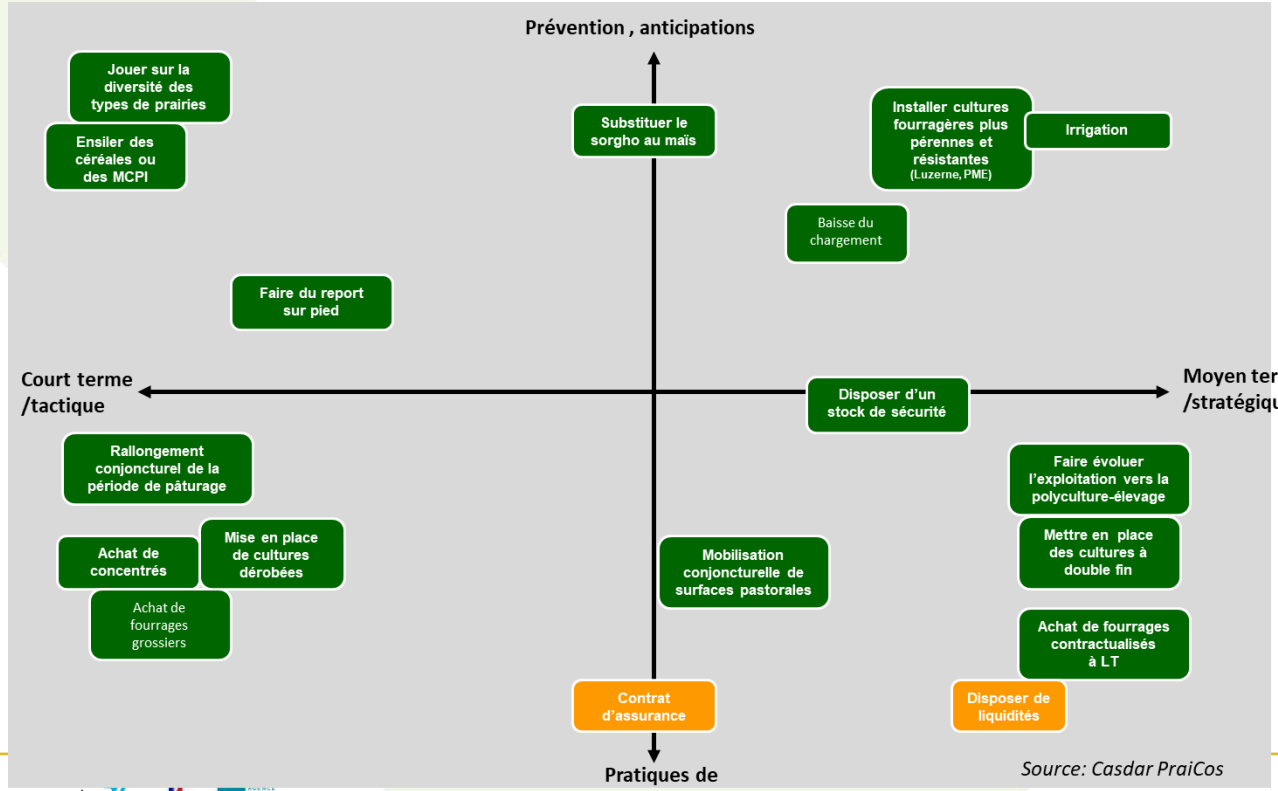
(d'après Thornton, 2014) - GIEC

Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

L'adaptation des cultures, des exploitations et des filières

➔ ***Proposer des solutions pour et avec les producteurs***

Exemple des systèmes d'élevage ruminants



Changement climatique : conséquences attendues sur les cultures et pistes d'adaptation

*En **conclusion***

- **Evolution climatique déjà observable :** En tendance + chaud, + de variabilité
- **Grace à l'esquive**, les stress de fin de cycle ne **devraient pas pleinement frapper les céréales d'hiver**
- Les **cycles plus courts** vont **limiter les besoins en eau, mais aussi le potentiel** ➔ selon l'espèce et la ressource en eau, il faudra raccourcir (blé en zone séchante) ou rallonger (maïs irrigué) la durée du cycle
- **La hausse des teneurs en CO_2** sera positive pour les plantes (↗ photosynthèse, effet antitranspirant), sans garantir de totalement contrebalancer les effets négatifs des T°
- **Moisson anticipée**, pouvant laisser place à des dérobées ou des CIPAN, sous réserve d'eau
- Les projections se font « toutes choses égales par ailleurs », ce qui conduit à **sous-estimer**:
  - Les formes **d'optimisation voire d'invention des systèmes de culture**
  - Les **potentialités de nouvelles techniques** (OAD, génétique / précocité, calage cycle, bouquet, variété plus tolérantes aux stress climatiques, gestion de l'eau …)
  - Les **interactions avec les bioagresseurs**
- Le poids des attentes sociétales et des contraintes règlementaires et par conséquent les modifications de pratiques/de systèmes de cultures vont également peser lourd

Merci pour votre attention!
Place aux questions et échanges…

Jc.deswarte@arvalis.fr