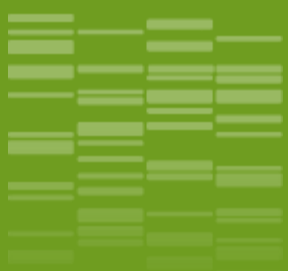


# Conséquences du changement climatique sur la filière fruits et légumes



Vincent Mathieu, CTIFL, Balandran  
Patrick Bertuzzi, INRA, Avignon

Aprifel - 28/11/2019

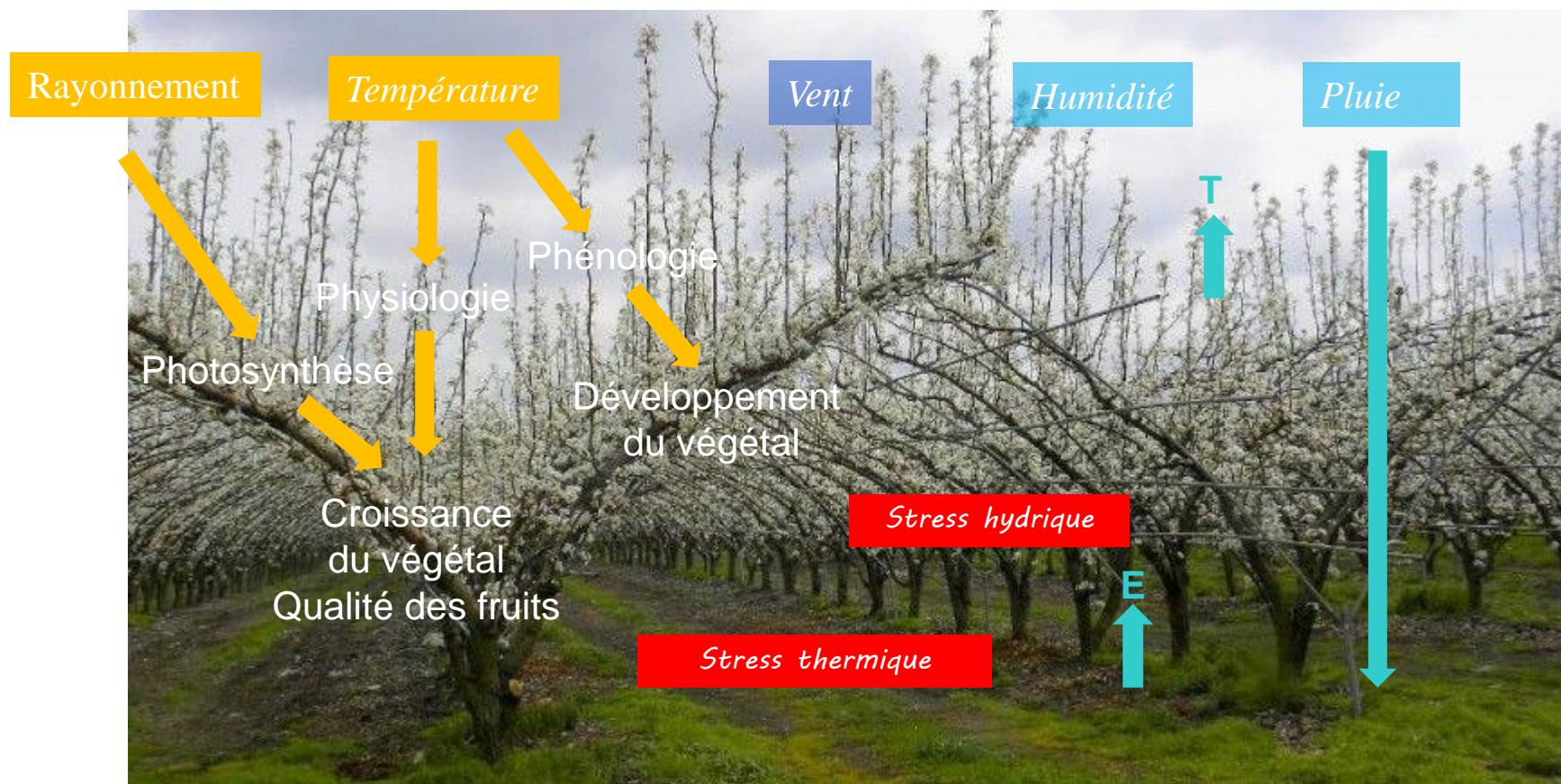


# Les interactions climat - culture



# Les interactions climat – agriculture

*Influence sur la croissance et le développement*



# Les interactions climat – agriculture

## Relations avec les bioagresseurs

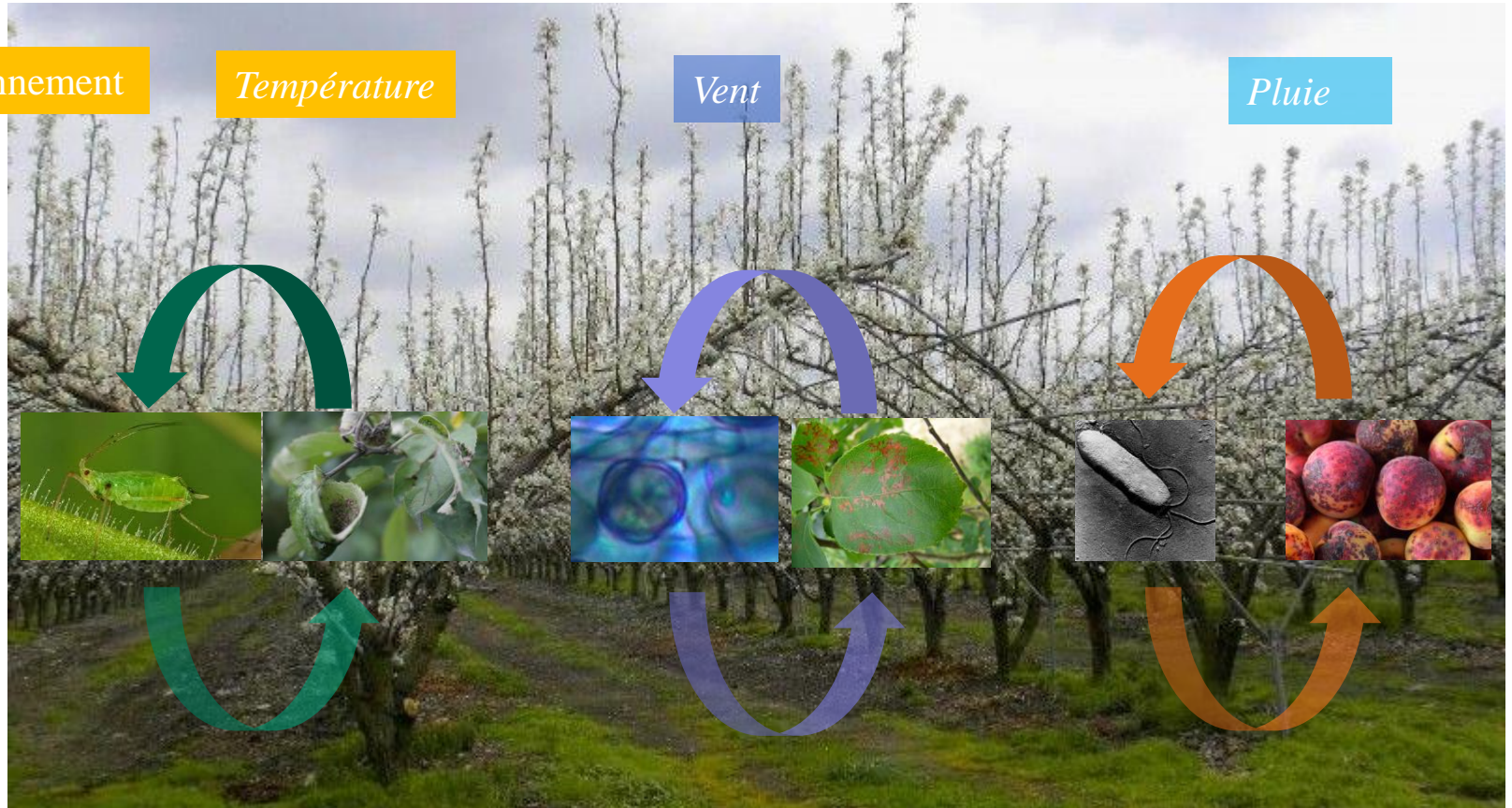


Rayonnement

Température

Vent

Pluie



# Les interactions climat – agriculture

## *Relations avec les pratiques agricoles*

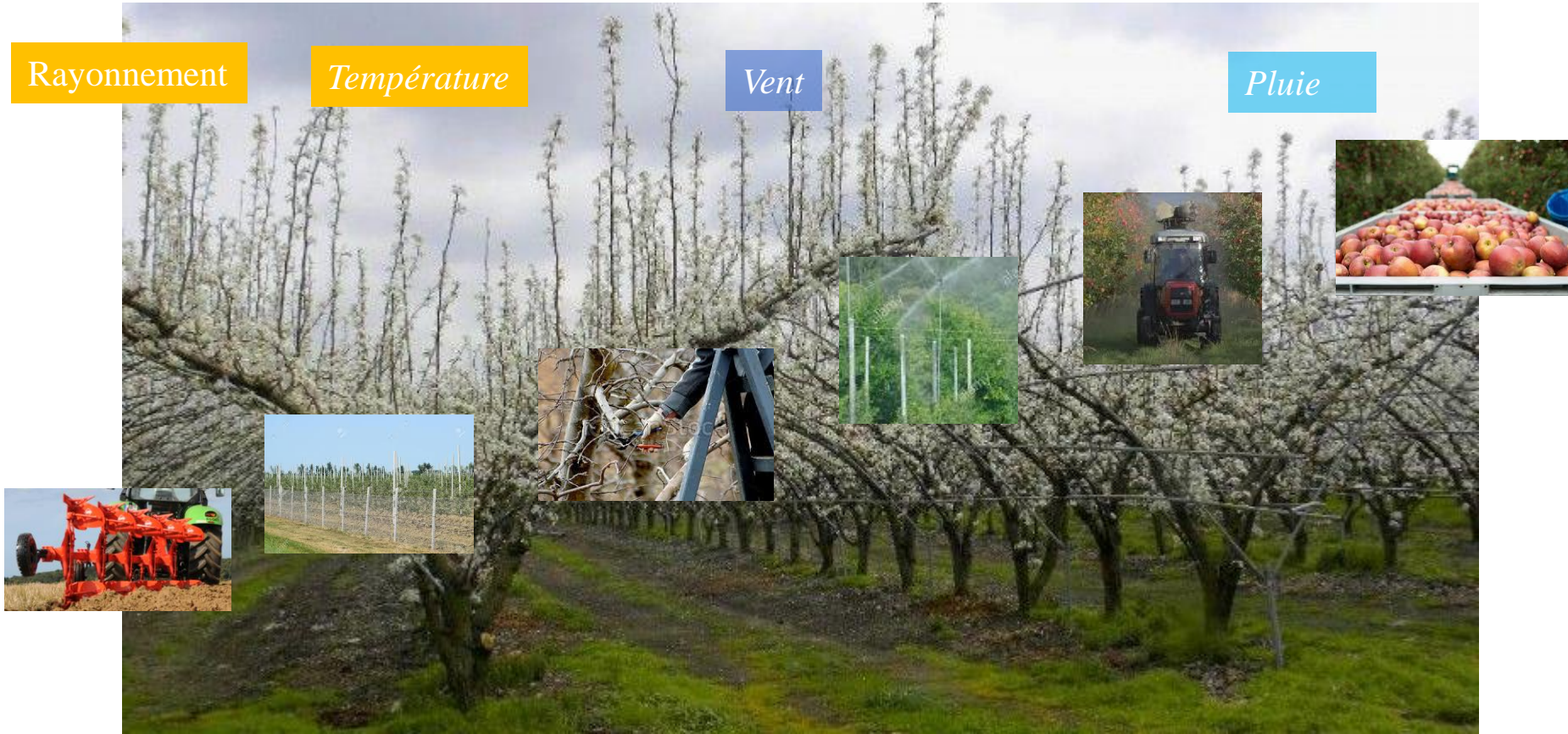


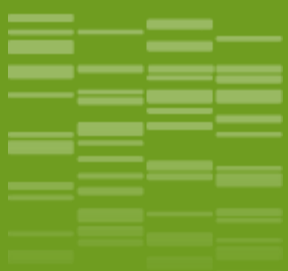
Rayonnement

Température

Vent

Pluie





# La sensibilisation selon les 2 filières



# La sensibilisation selon les 2 filières

*Des différences notables de perception*

## Culture fruitière : une question prégnante

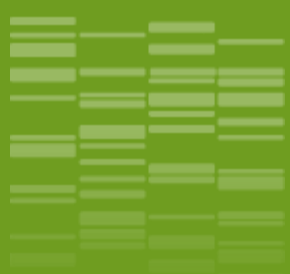
- Fortement concernée par le changement climatique dès à présent,
- Culture pérenne nécessitant une plus grande anticipation car forte inertie aux changements,
- Beaucoup de travaux sur les impacts, une vision prospective doit être encore éprouvée.



## Culture légumière : une question perçue uniquement sous l'angle impact des aléas climatiques

- Culture à cycle court,
- Principalement sous abri,
- Pas de vision à moyen et long terme.





## Les impacts déjà observés



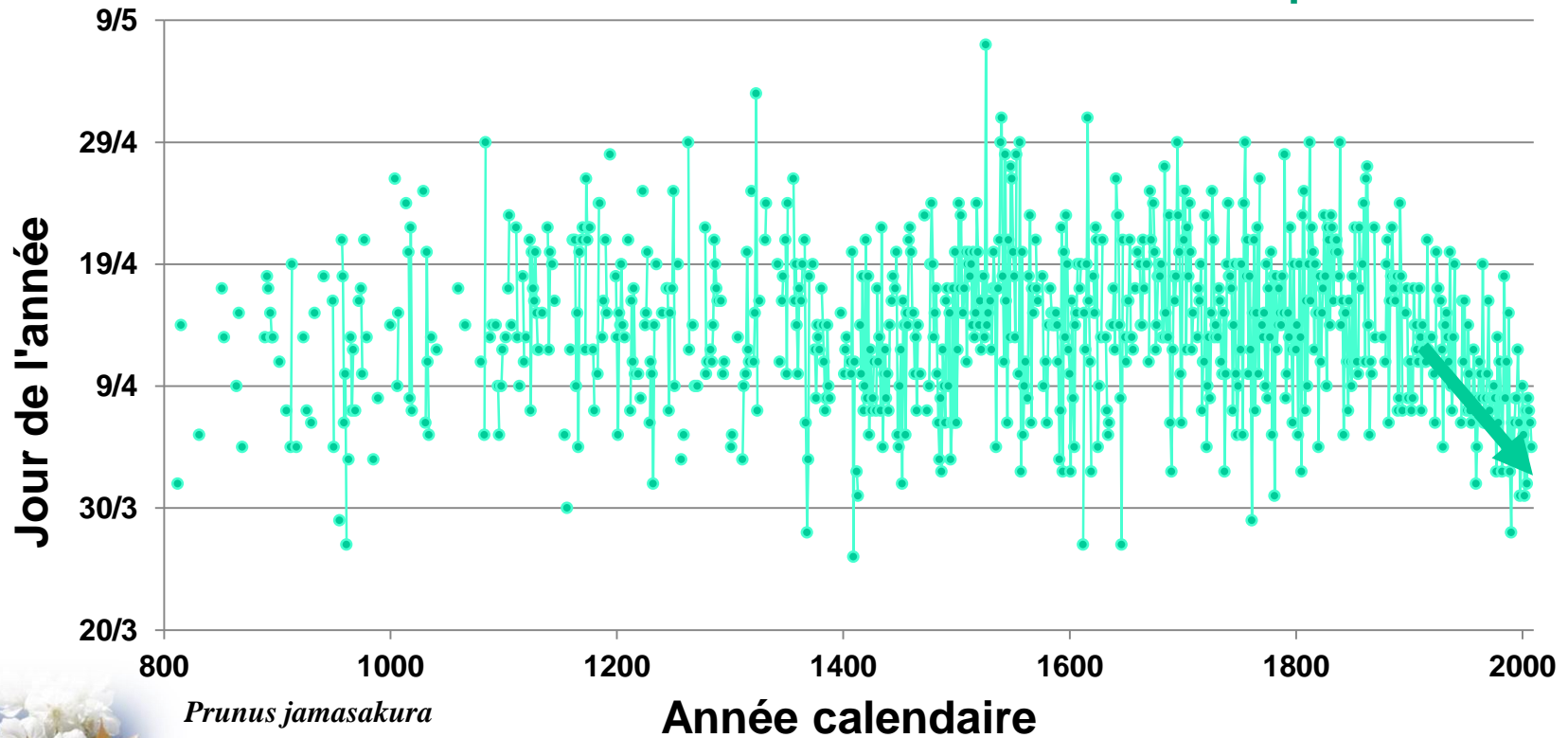
- *Phénologie*
- *Rendement*
- *Qualité*
- *Maladies*
- *Pratiques*
- *Synthèse*



# Les impacts déjà observés

## Phénologie

### Evolution de la floraison du Cerisier au Japon



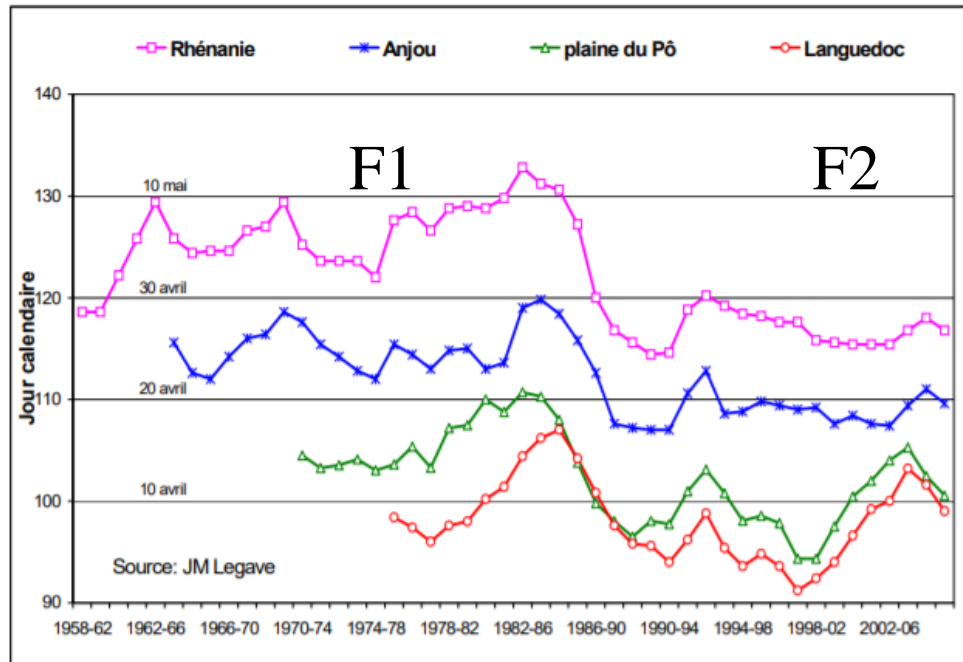
(D'après: Aono et Kazui, 2008; Aono et Saito, 2010 et Aono, 2010).

# Les impacts déjà observés

## Phénologie

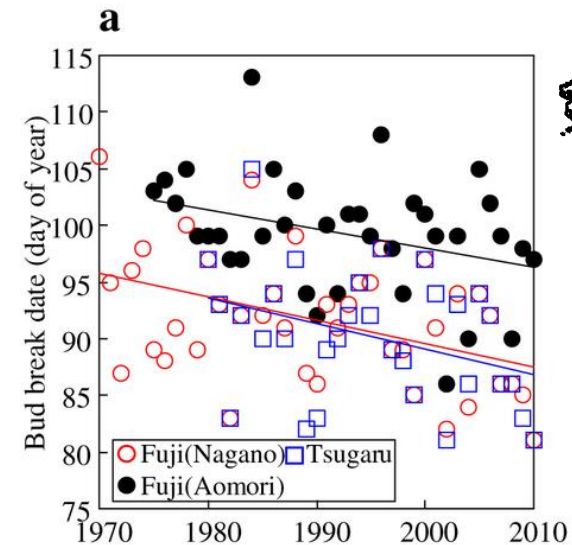
### Pour les espèces fruitières

Evolution de la floraison de la pomme Golden



Legave et al., 2013

Evolution de la floraison de la pomme Fuji et Tsugaru depuis 1970



Sugiura et al., 2013

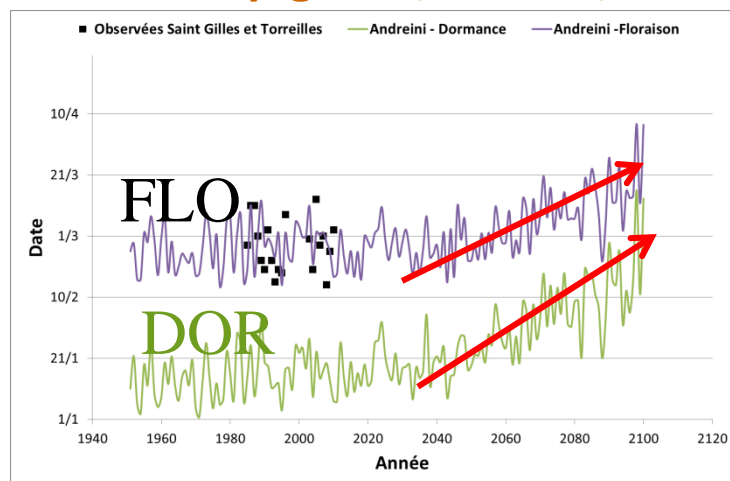
Même tendance pour plein d'espèces (pas la même intensité)

# Un impact futur qui questionne

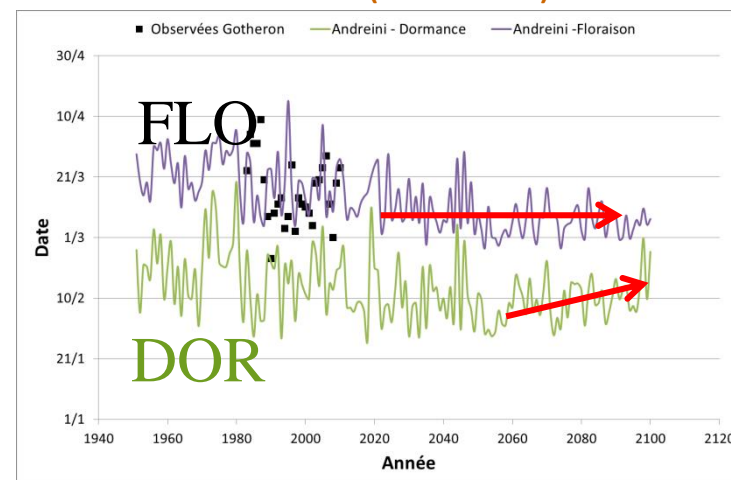
## Phénologie

### Dormance et floraison de l'abricotier

#### Perpignan (Précoces)



#### Valence (Tardives)



- + Plus forte sensibilité au gel
- + Risque de ne pas fleurir
- + Problèmes d'anomalies à floraison / débourrement

# Les impacts déjà observés

## Phénologie

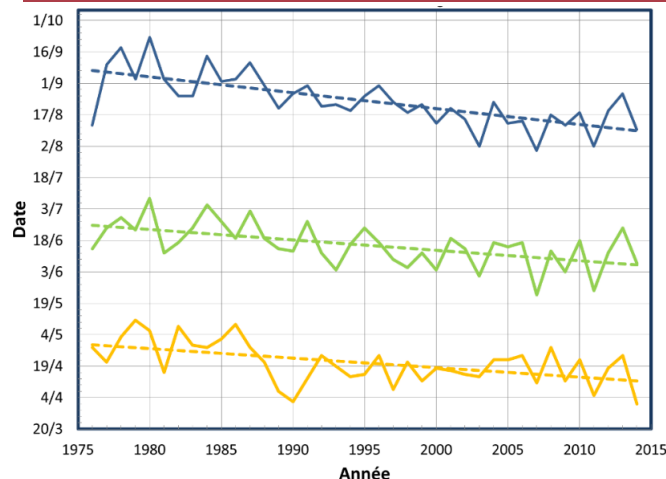
Phénologie : calendrier du développement d'une plante. L'augmentation de la température accélère le calendrier.

Culture	D floraison en j/°C	D récolte en j/°C
Blé	5	6
Maïs	5	15
Tournesol	4	9
Vigne	8	10

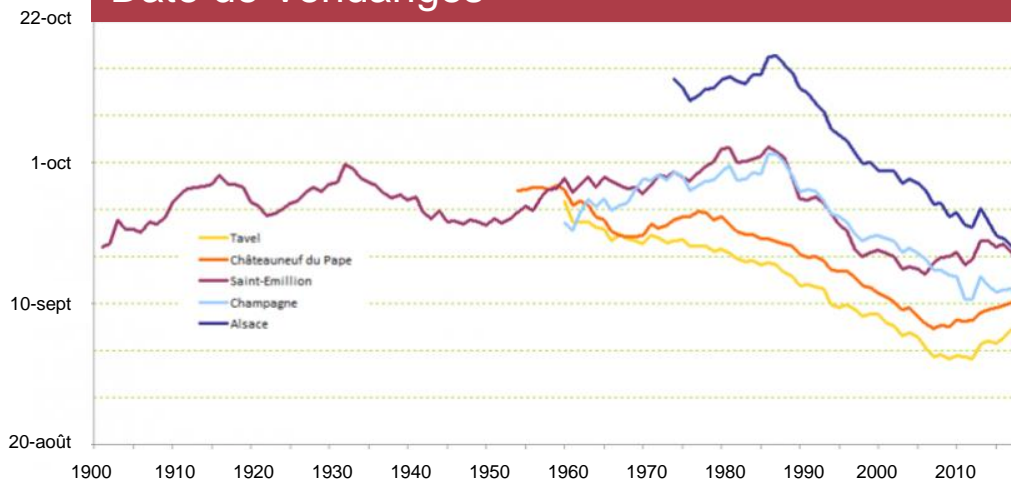
Nombre de jours par degré d'augmentation de la température



### Cépage Riesling à INRA Colmar



### Date de Vendanges



Crédits : Inter-Rhône - ENITA Bordeaux - INRA Colmar - Comité interprofessionnel du vin de Champagne

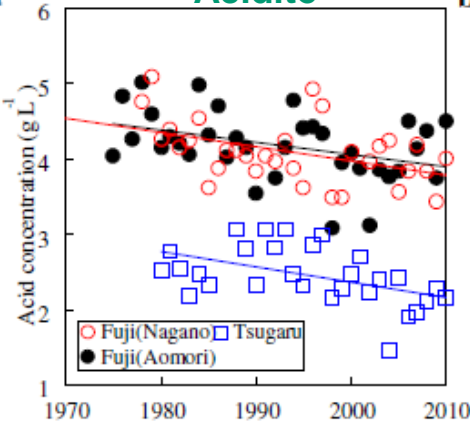
# Les impacts déjà observés en agriculture

## Qualité

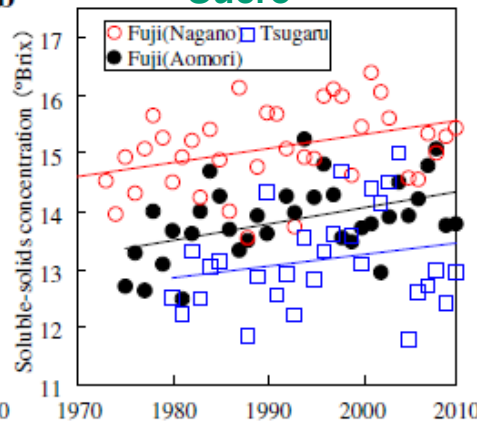
Pomme Fuji et Tsugaru



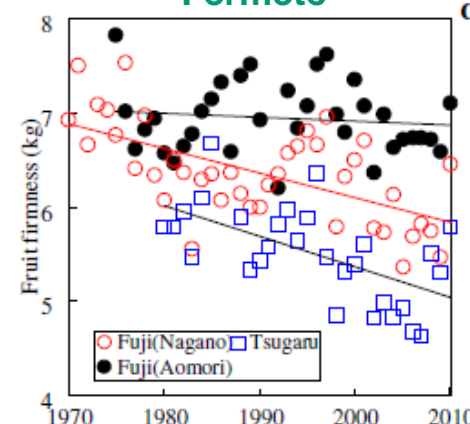
### Acidité



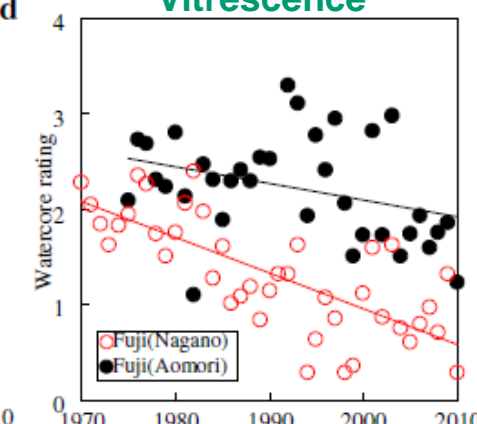
### Sucre



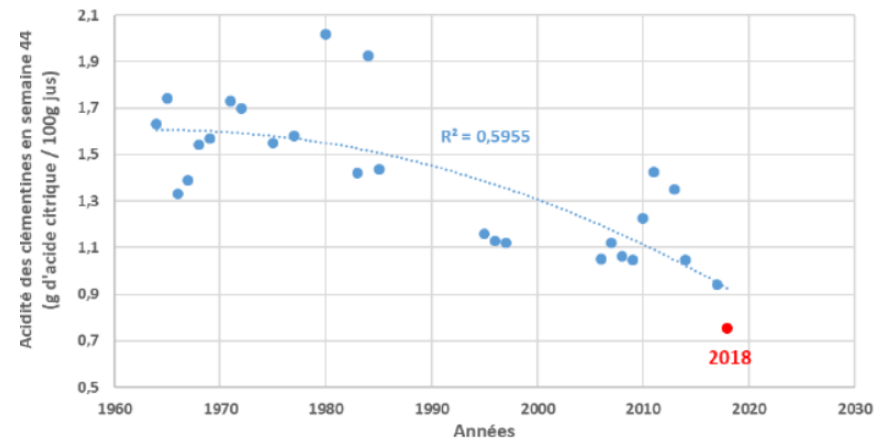
### Fermeté



### Vitrescence

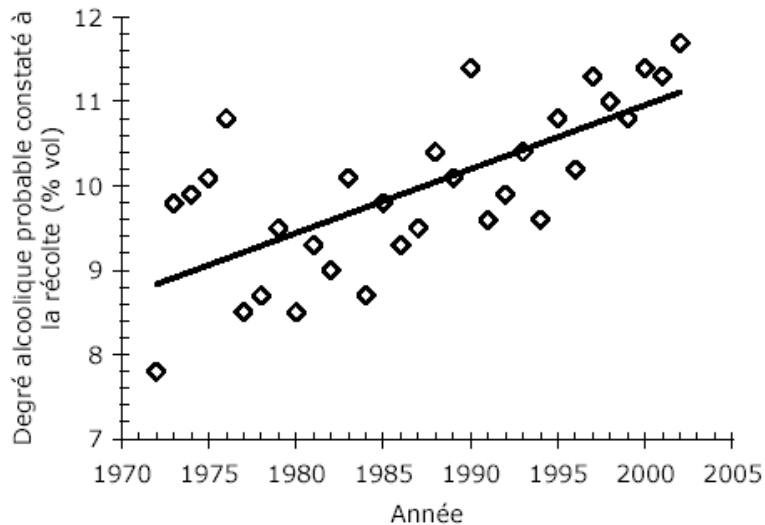


Clementine Corse : baisse tendancielle de l'acidité des fruits, critère important de l'Indication Géographique Protégée.

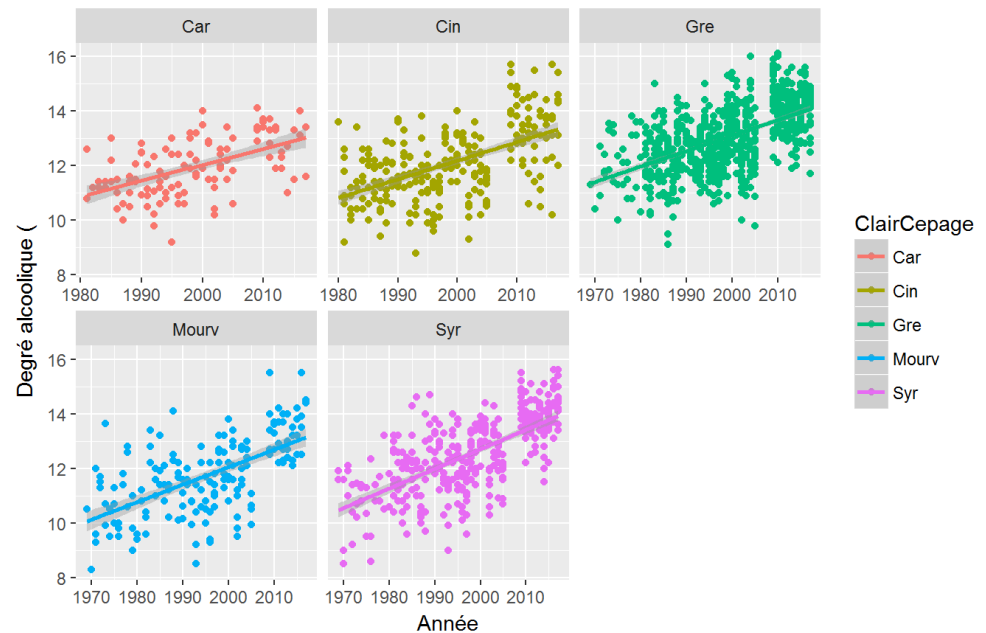


# Les impacts déjà observés en agriculture

## Qualité



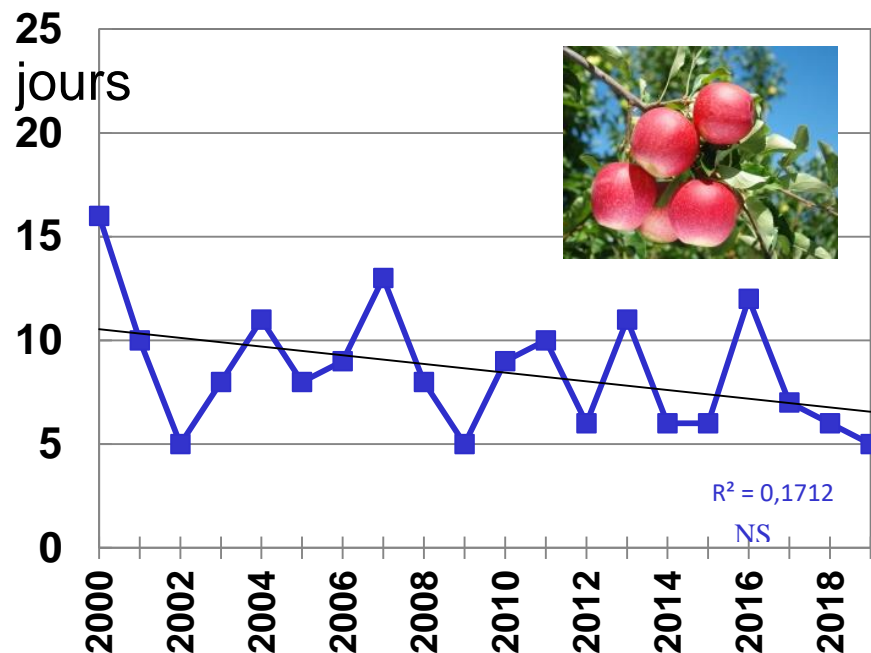
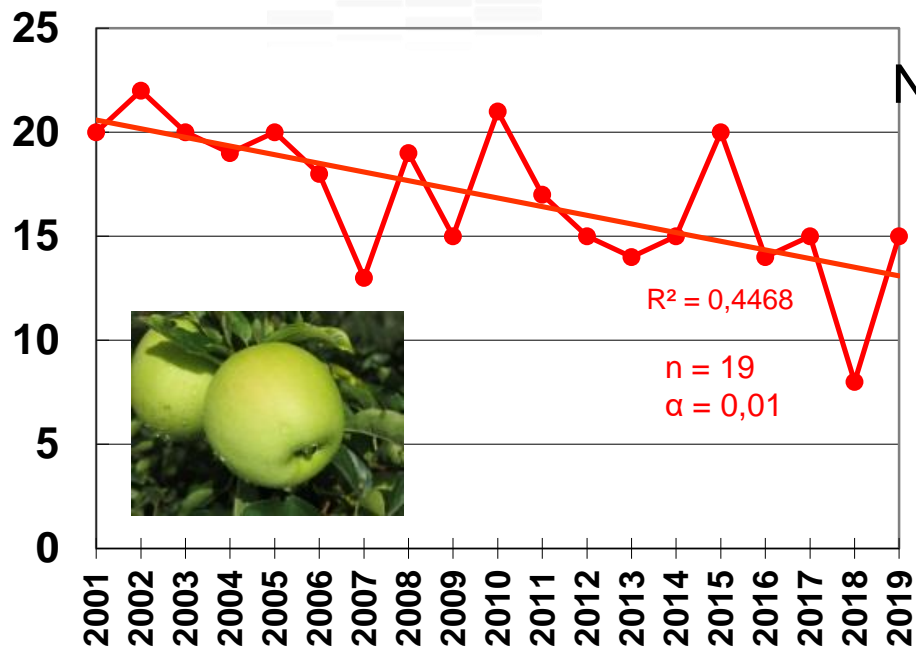
Vigne : Augmentation du taux de sucre  
Languedoc : +1° / 10 ans  
Côtes du Rhône : +1° / 10 années  
Val de Loire : +0.5 - 1° / 10 années



Alcool – Vallée du Rhône  
pour différents cépages

# Les impacts déjà observés

## Qualité à la récolte

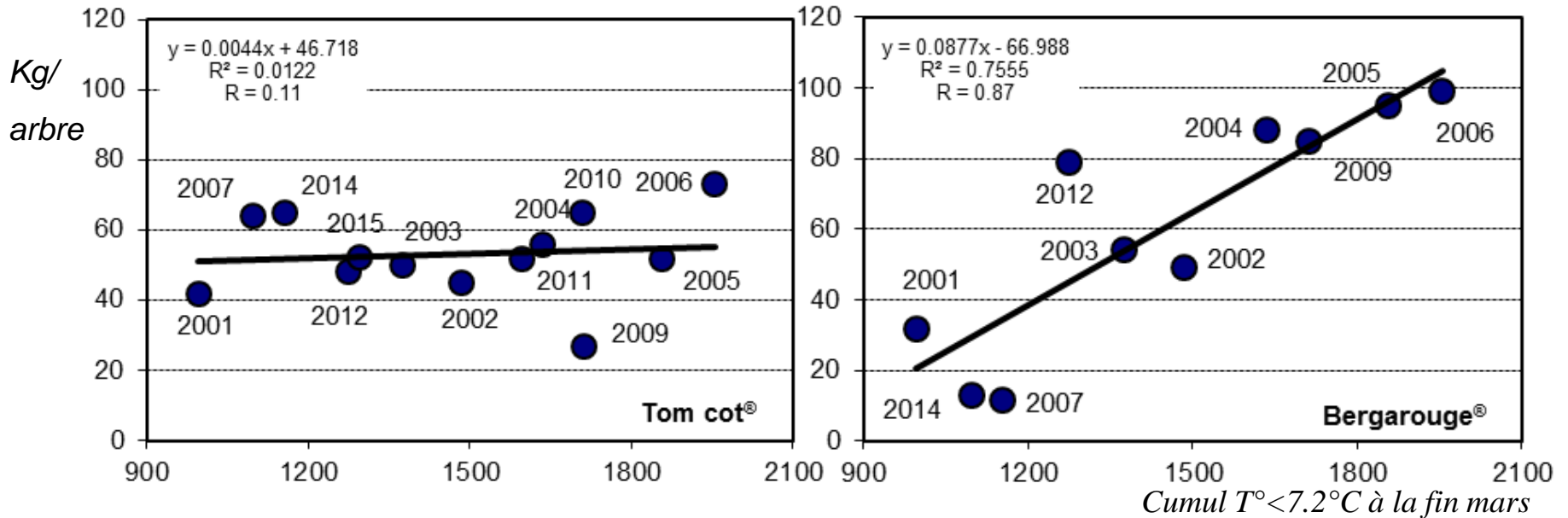


Réduction du nombre de jour entre le début récolte et l'entrée en surmaturité = plus de personnel ou risque de perte qualitative



# Les impacts déjà observés

## Relation froid hivernal et rendement



Les températures hivernales influencent globalement la production de la saison suivante, mais de façon variable selon les variétés

Jay et al., 2016



# Les impacts déjà observés

*Qualité*



Moindre part de 1<sup>er</sup> choix



Désordres physiologiques

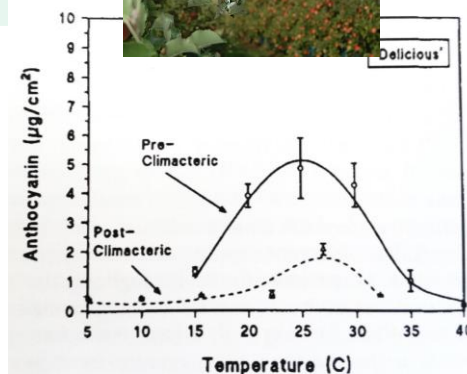
# Les impacts déjà observés

## Qualité et coloration

Températures diurnes	Observations
> 30 ° C	Effet négatif, baisse de la teneur en anthocyanes
25 - 30 ° C	Accélération de la dégradation des anthocyanes et inhibition de leur synthèse
22 – 25 ° C	Coloration correcte, limitée par élévation des températures
19 – 22 ° C	Coloration maximale
16 – 19 ° C	Coloration correcte limitée par baisse des températures
< 16 ° C	Température insuffisante pour obtenir une coloration commerciale



**Corail® Pinova cov**  
 1992 ← → 2019

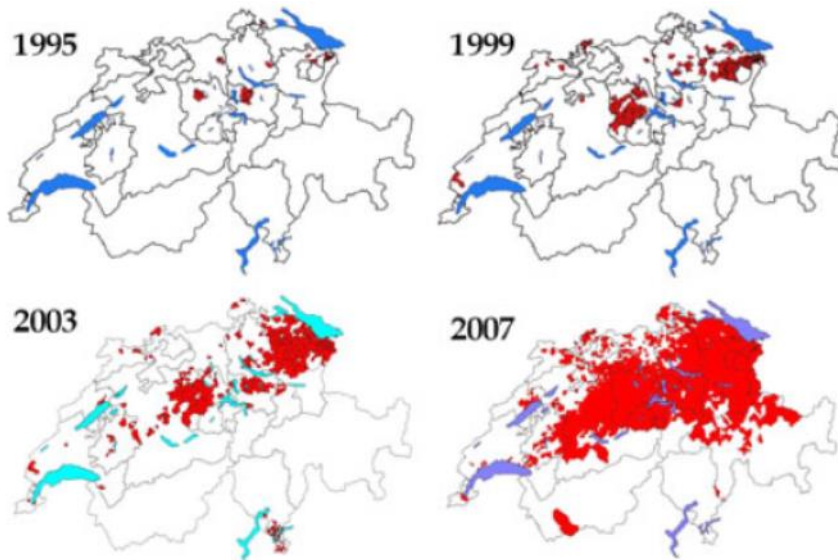


Shafiq et al., 2011, Chagne et al., 2016, Curry, 1997, Gouws et al., 2014, Lin-wang K. et al., 2011, Telias et al., 2011

# Les impacts déjà observés en agriculture

## Ravageur / Maladie

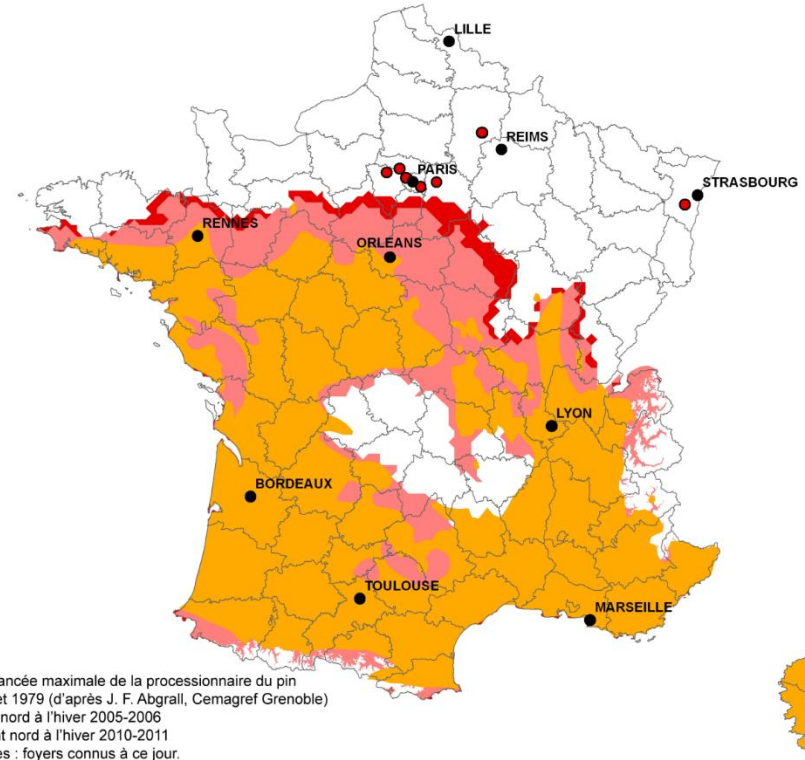
### Feu bactérien



*Bactérie Erwinia amylovora*

Holdenrieder et al., 2008

### Processionnaire du pin



Orange : avancée maximale de la processionnaire du pin entre 1969 et 1979 (d'après J. F. Abgrall, Cemagref Grenoble)  
Rose : front nord à l'hiver 2005-2006  
Rouge : front nord à l'hiver 2010-2011  
Points rouges : foyers connus à ce jour.

en latitude 5 km/an)  
en altitude (3 à 7 mètres /an)

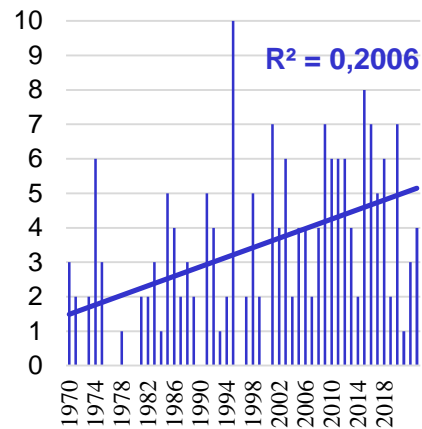


# Les impacts déjà observés en agriculture

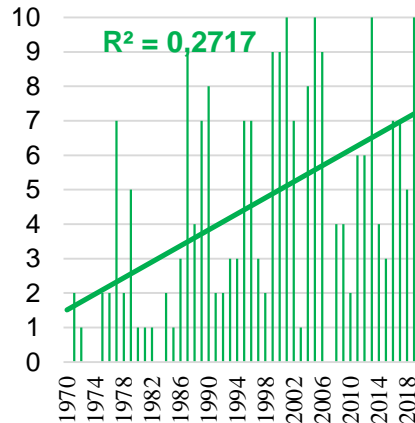
## Ravageur / Maladie

### Cératite

Nb jours

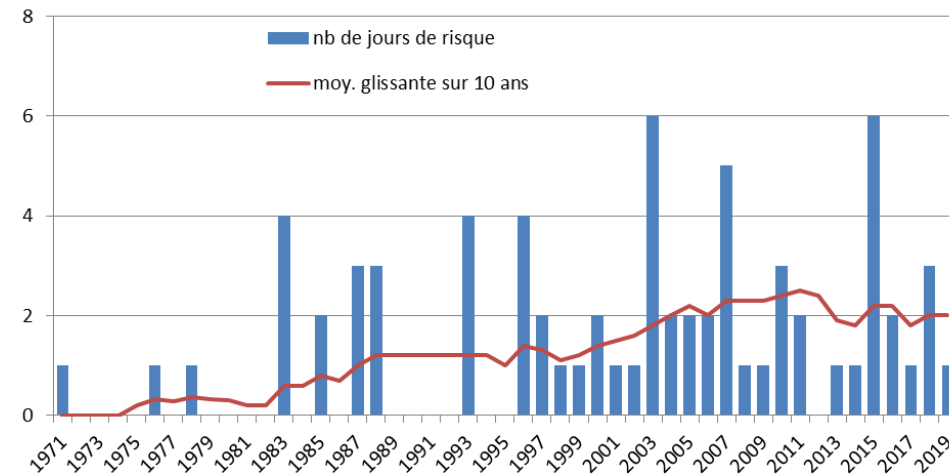


1ère décade 09



3ème décade 10

### Black Rot



Pluie + T° max > 20°C  
Indice / 2<sup>ème</sup> quinzaine d'avril

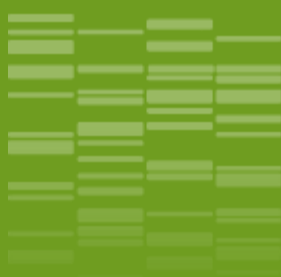


# Les impacts déjà observés en agriculture

## Synthèse

- ❑ Dès à présent des modifications de pratiques agricoles pour s'adapter.
- ❑ Changements importants dans le bilan hydrique selon le sol et les cultures.
- ❑ Impacts sur les rendements notamment commercial, baisse tendancielle et plus grande variabilité entre les années.
- ❑ Incertitude et pas d'évolution claire sauf maladie fongique concernant la distribution, la fréquence et l'impact de maladies et ravageurs (Espèces invasives – lien avec le changement climatique...??).
- ❑ Evènements extrêmes – forte variabilité (2003, 2006, 2011, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019...).





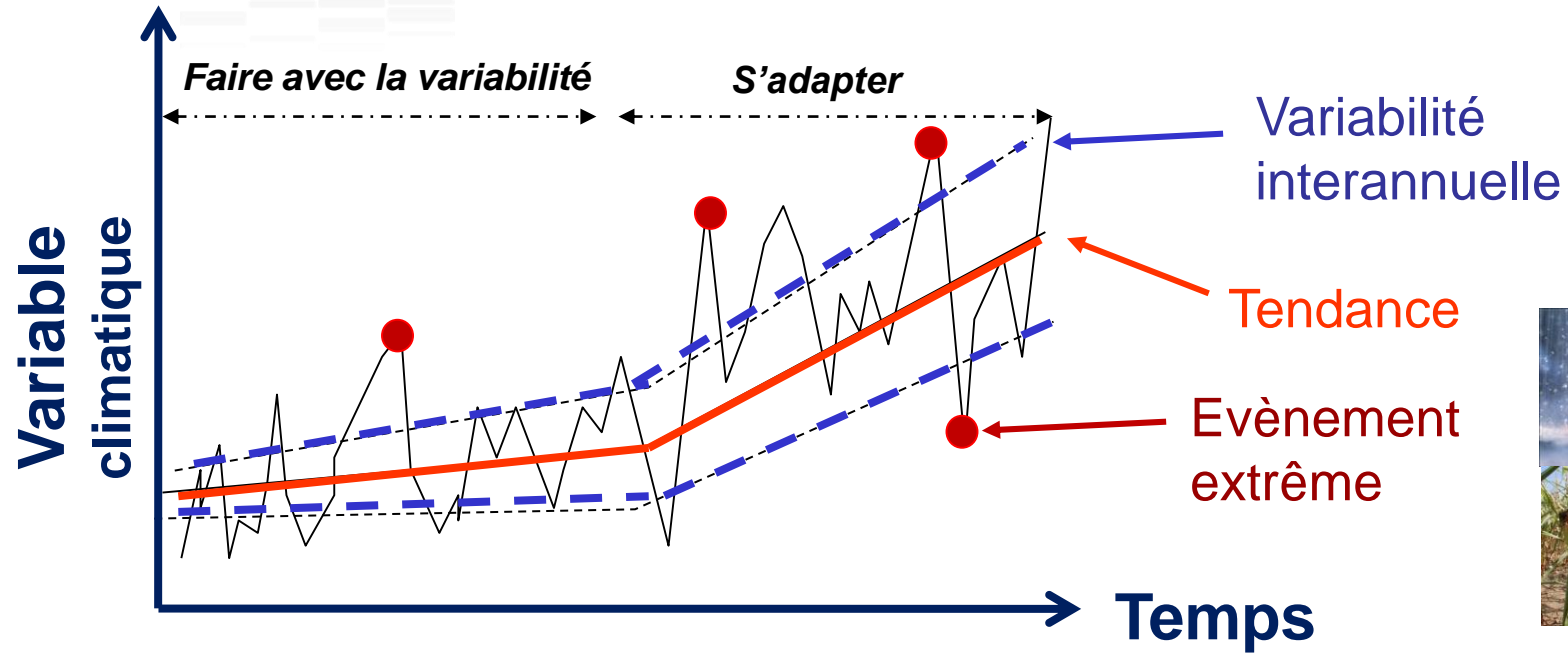
# Quelles pistes d'adaptation ?



L'adaptation désigne les stratégies et mesures visant à réduire la vulnérabilité des systèmes agricoles contre les effets présents et attendus du changement climatique.

# Quelles pistes d'adaptation?

Adaptation de l'agriculture : 3 contraintes subies



- ✓ S'adapter à une tendance de fond
- ✓ Réduire la vulnérabilité à la variabilité interannuelle probablement croissante
- ✓ Résister à des événements extrêmes croissants (stress hydrique, stress thermique, fortes pluies, etc.)



# Quelles pistes d'adaptation

*Combiner des travaux à différents niveaux d'analyse*



Tester de nouveaux modes de transformation et de commercialisation

Tester de nouveaux modes de conduite (semis, irrigation...)

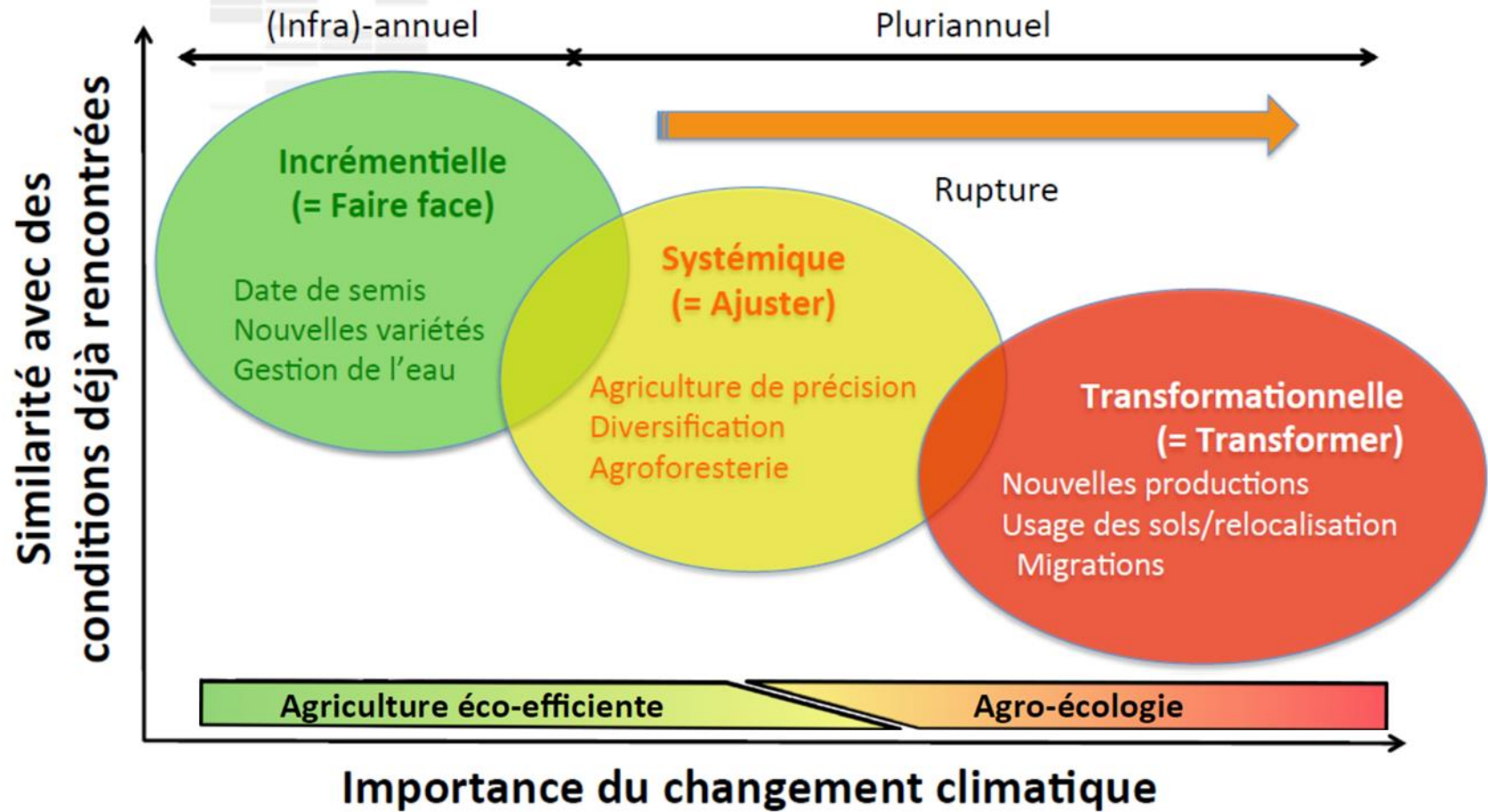
Acquérir des connaissances sur le fonctionnement de la plante et la qualité (réponses aux stress)

Explorer les ressources génétiques  
Phénotypage /  
Génotypage



# Quelles pistes d'adaptation?

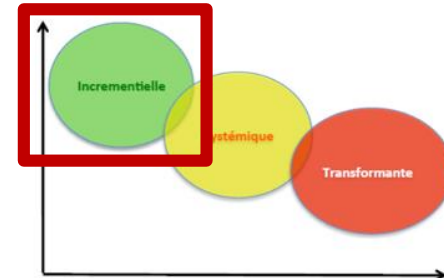
Adaptation de l'agriculture : 3 niveaux d'adaptation



(d'après Thornton, 2014)

# Quelles pistes d'adaptation?

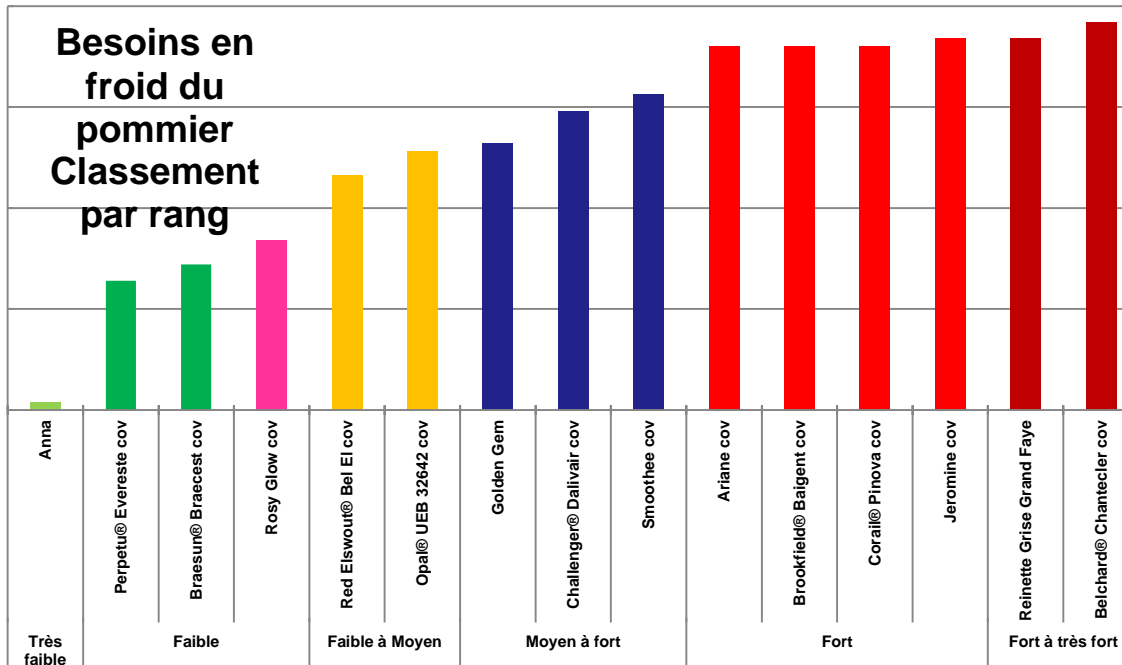
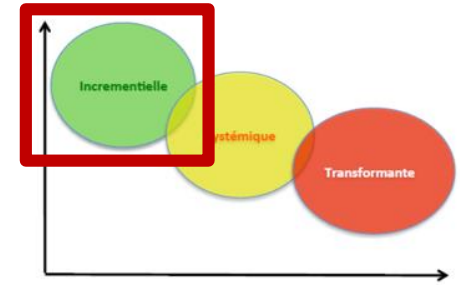
*Adaptation : modalité incrémentielle*



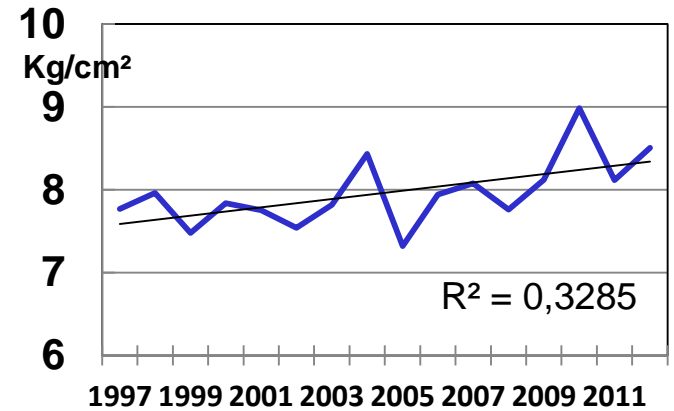
# Quelles pistes d'adaptation?

*Adaptation : modalité incrémentale*

Changement variétal



Evolution fermeté chez les variétés de pommier en cours de sélection  
Réseau CTIFL/INRA/CEP



# Type de travaux conduits par le CTIFL

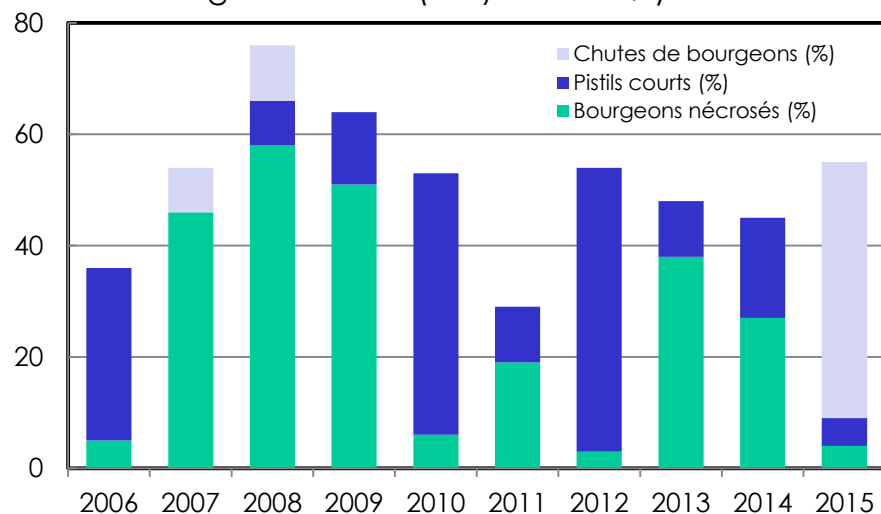
*Relation froid hivernal et causes de perte de rendement*

Suivi des anomalies florales pour établir des liens entre froid hivernal et pertes de production

Anticipation de l'obsolescence climatique

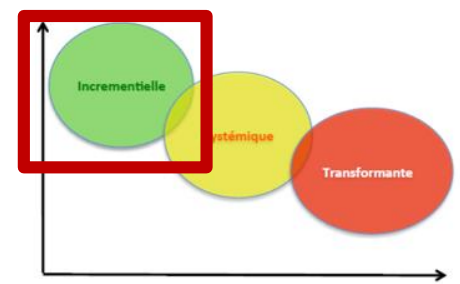


Orangered® Bhart (moyenne: 51%)



# Quelles pistes d'adaptation?

*Adaptation : modalité incrémentielle*

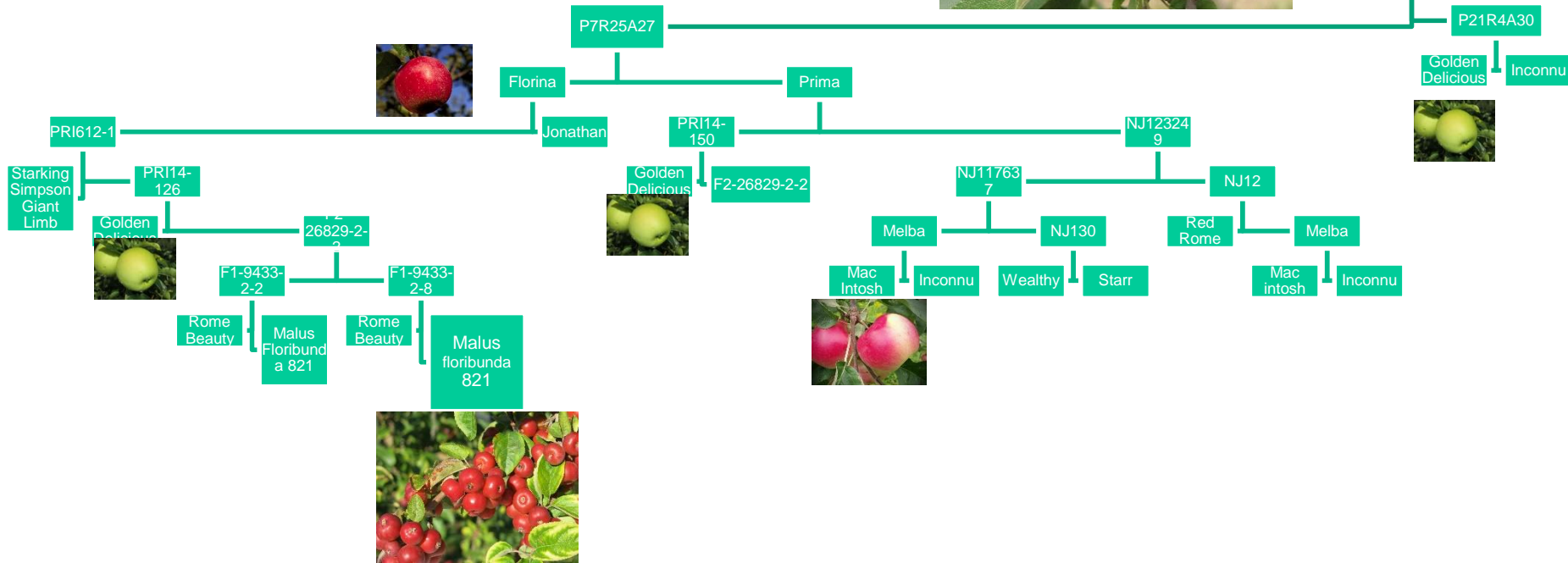


Résistance au bio-agresseur

Introduction du gène Vf contre la tavelure

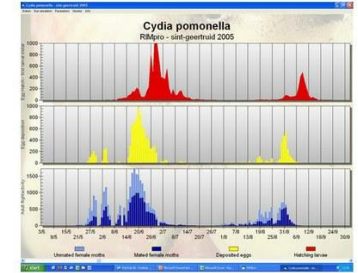
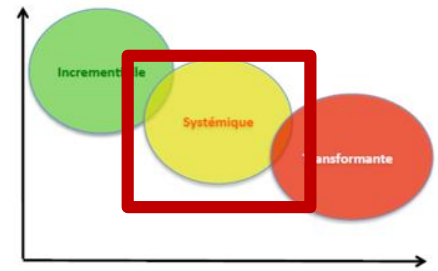


Ariane  
cov



# Quelles pistes d'adaptation?

*Adaptation : modalité systémique*



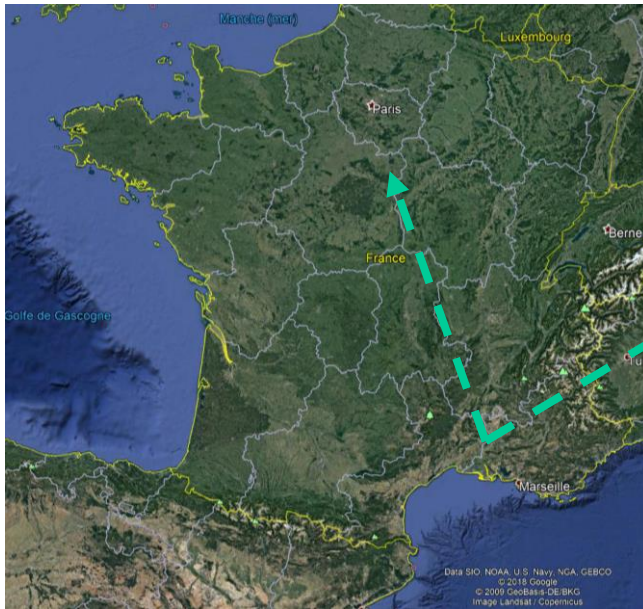
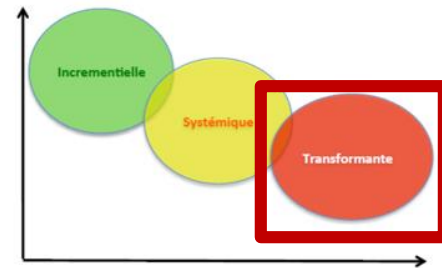
Diversification espace de production – Projet ALTO

Agriculture de précision

# Quelles pistes d'adaptation?

*Adaptation : modalité transformante*

Diversification espèces



Déplacement vers le nord  
ou en altitude

# Agriculture et émission de gaz à effet de serre

## Adaptation et Atténuation

- Favoriser le stockage du carbone :



Si on augmente de 4‰ (0,4%) par an la quantité de carbone contenue

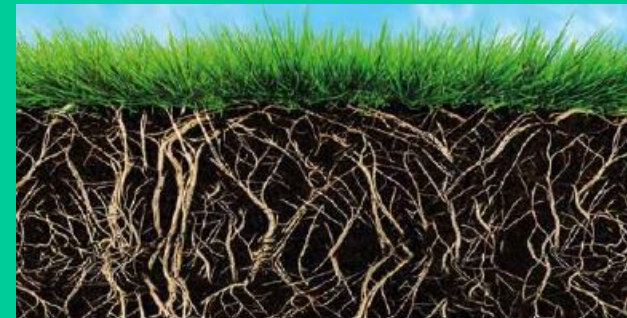
ADAPTATION ↔ ATTENUATION

### Intensification écologique :

- ✓ Concevoir une agriculture productive, plus résiliente économe en intrants et moins nocive pour l'environnement. Il s'agit d'intensifier des mécanismes naturels des écosystèmes.

*Ex : favoriser le fonctionnement du sol pour nourrir les plantes, stocker du carbone et réduire les émissions de gaz à effet de serre.*

### Agroécologie



MIEUX VALORISER LA RESSOURCE « SOL »



l'atténuation du changement climatique.



# En guise de conclusion

## *Quelle trajectoire pour l'agriculture ?*

1. Concevoir des modes de conduite résilients, diversifiés, qui minimisent les risques en combinant sélection génétique, modification de pratiques ou de système de cultures.
2. Enjeu crucial de la gestion de l'eau.
3. Réduire l'empreinte carbone de l'agriculture :
  - Réduire les émissions directes,
  - Faire de l'agriculture un puit à carbone en favorisant son stockage.
4. Mais de grosses incertitudes sur l'avenir :
  - A court terme effet aléa des événements extrêmes,
  - A long terme le type de scénario qui se produira.

# Et pour le consommateur

## *Quelles conséquences ?*



- Consommation urbaine à court / moyen terme = aucune conséquence :
  - Marché mondialisé face à des aléas climatiques localisés
    - Calendrier et approvisionnement respectés
  - Adaptations mises en place tamponnent les effets
  - Produits transformés nivellent les différences qualitatives
  - Cahier des charges/normalisation limitent visibilité des défauts cosmétiques voire qualitatifs
  - Segmentation offre un débouché aux différents niveaux qualitatifs

# Et pour le consommateur

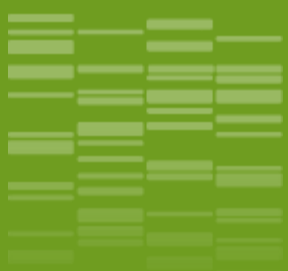
*Quelles conséquences ?*



- Consommation de proximité beaucoup plus impactée :
  - Calendrier perturbé
  - Approvisionnement moins régulier
  - Potentiel conservation diminué mais délai réduit par la proximité
  - Perte en 1<sup>er</sup> choix mais aspect visuel moins important



Merci pour votre attention

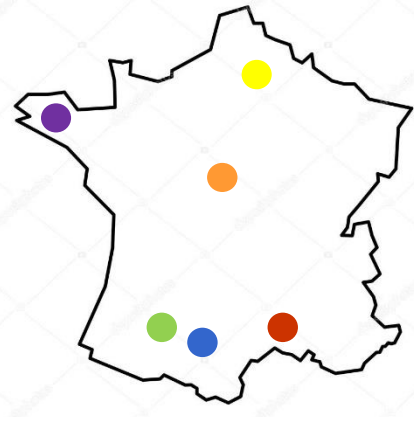


# Quelques notions sur l'évolution du climat



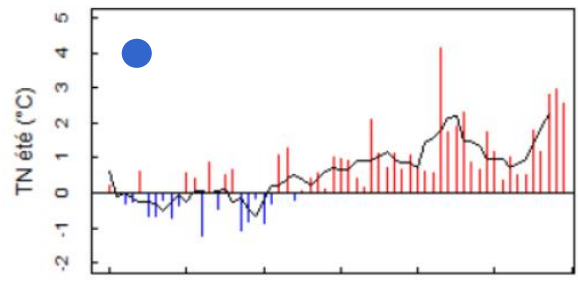
# Quelques notions sur le changement climatique

*Changement des températures au cours des dernières années*

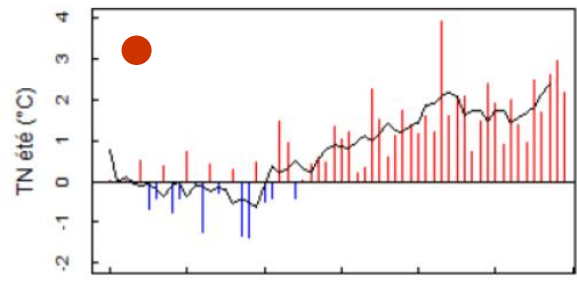


**Stationnarité du climat n'existe plus**  
**Anomalie température de l'été**

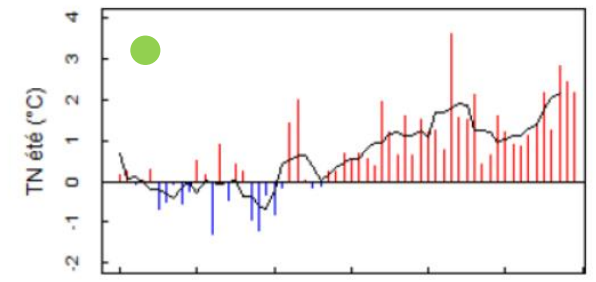
Pixel Auzeville : Anomalie ~ 1960-89



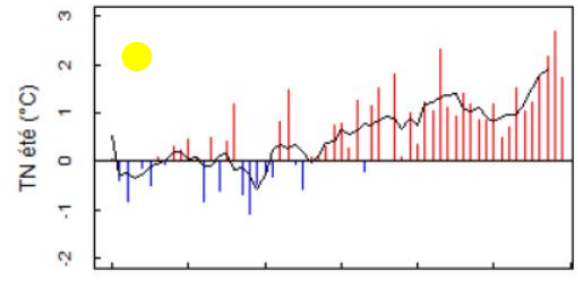
Pixel Avignon : Anomalie ~ 1960-89



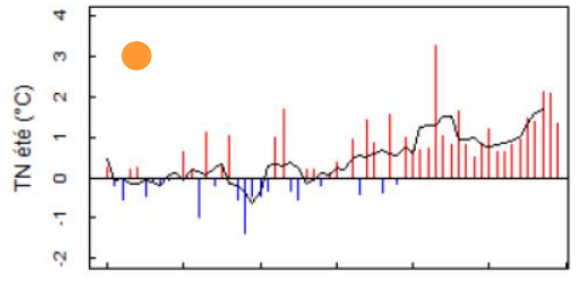
Pixel Bourran : Anomalie ~ 1960-89



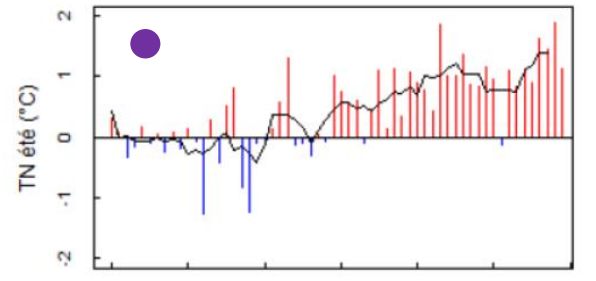
Pixel Mons : Anomalie ~ 1960-89



Pixel Orléans : Anomalie ~ 1960-89



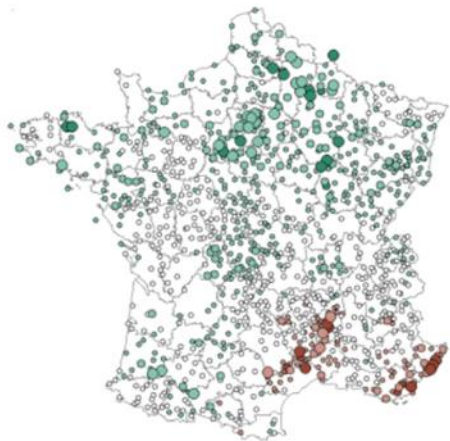
Pixel Ploudaniel : Anomalie ~ 1960-89



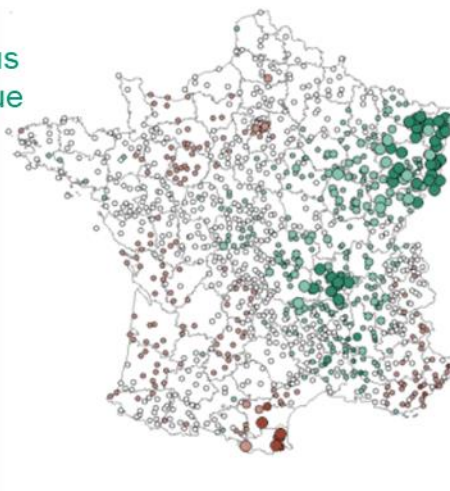
Source F Huard, 2019

# Quelques notions sur le changement climatique

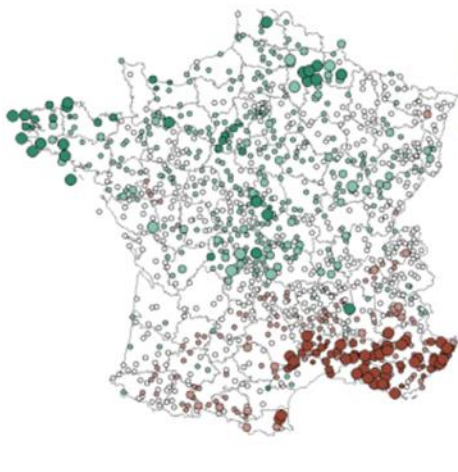
Changement du régime des pluies au cours des dernières années



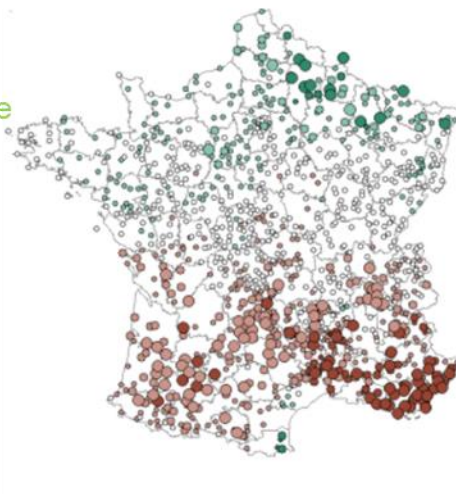
Printemps plus arrosé presque partout au Nord



Automne plus arrosé dans l'Est



Été nettement plus sec dans le Sud-Est



Hiver plus sec dans le Grand Sud



*Tendance à une coupure Nord/Sud*

# Quelques notions sur le changement climatique

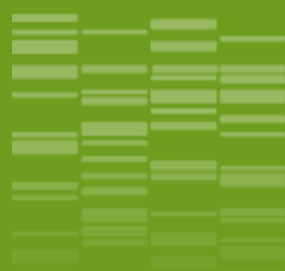
Changements des concentrations de GES et des températures au cours des dernières années



De plus en plus d'évènements climatiques qui perturbent l'activité agricole.

Extrême	Années	Périodes	Impact
Canicule	2003, 2006, 2015, 2016, 2017, 2018, <b>2019</b>	Fin Juin – Début Août	Maturation, arrêt physiologique
Sècheresse	2003, 2011, 2015 – 2018, <b>2019</b>	Printemps, Été, Hiver	Localisé et variable Croissance, nutrition, qualité, production
Températures élevés	2007, 2011, 2015-2016, 2018	Hiver, Printemps	Précocité du développement, Hiver doux—> moins de contrôle sur les pathogènes
Période pluvieuse	2002, 2004, 2011, 2013, 2016, 2018	Printemps, Été, Automne	Mortalité – Destruction – Recrudescence maladie fongique
Gel	2012, 2016, 2017, <b>2019</b>	Sortie d'hiver, printemps	Mortalité de plants, d'organes de fructification
Grêle	2008(3), 2009 (5), 2010(3), 2012(4), 2013(3), 2014(4), 2016(2), 2017, 2018, <b>2019</b>	Printemps - Été	Localisé – destruction de plantes et production





# Quelle évolution du climat?



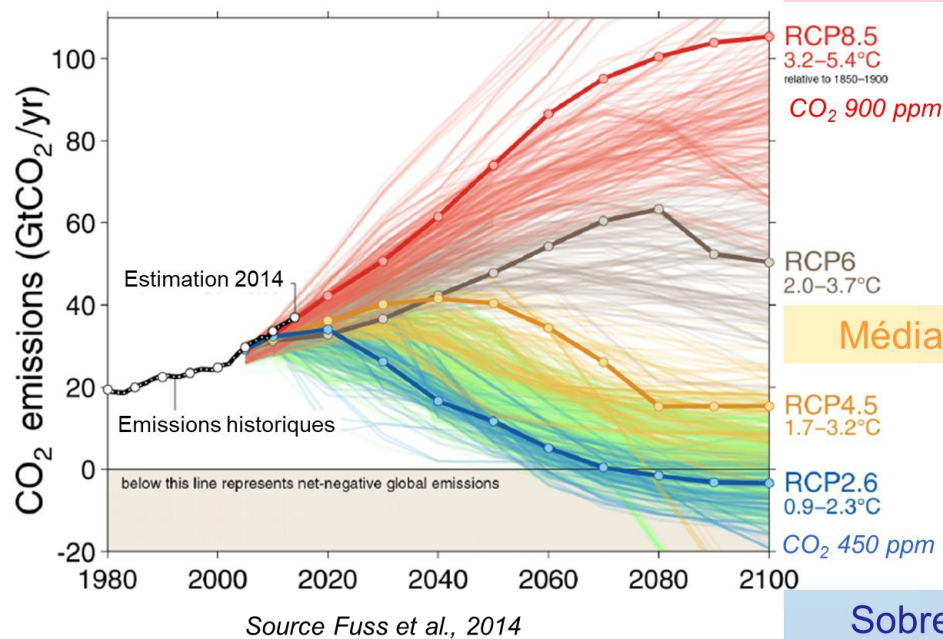
Aprifel - 28/11/2019

# Quelle évolution du climat ?

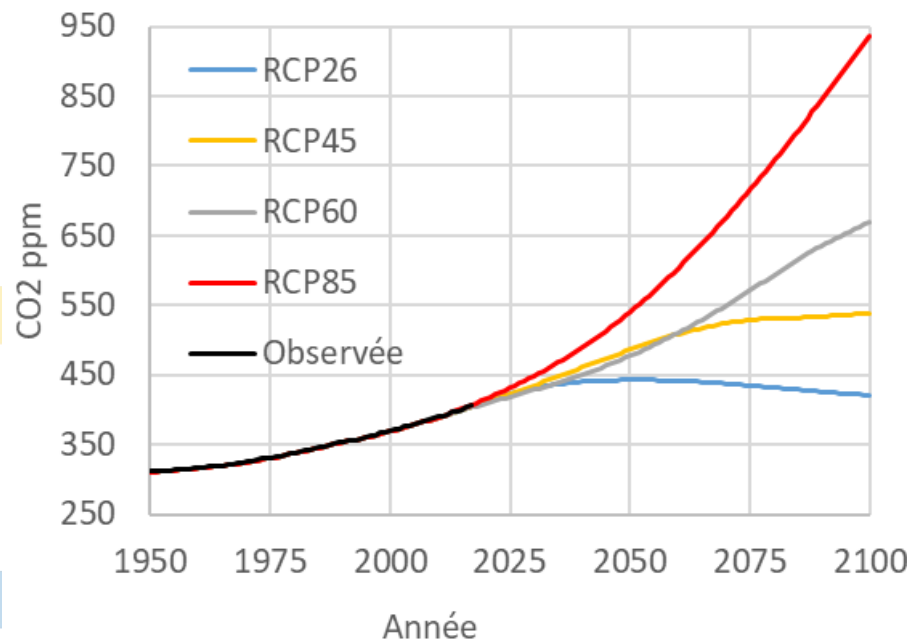
Quelle trajectoire pour la teneur en gaz carbonique CO<sub>2</sub> ?

## Scénario du GIEC AR5

Laisser faire



## Evolution teneur CO<sub>2</sub>



# Quelle évolution du climat ?

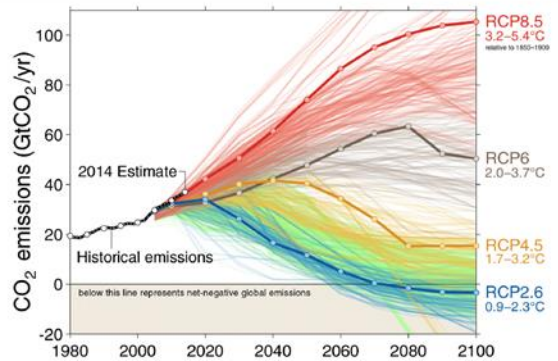
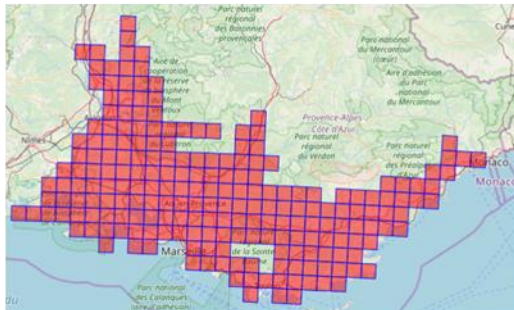
## Quelle trajectoire pour la température ?



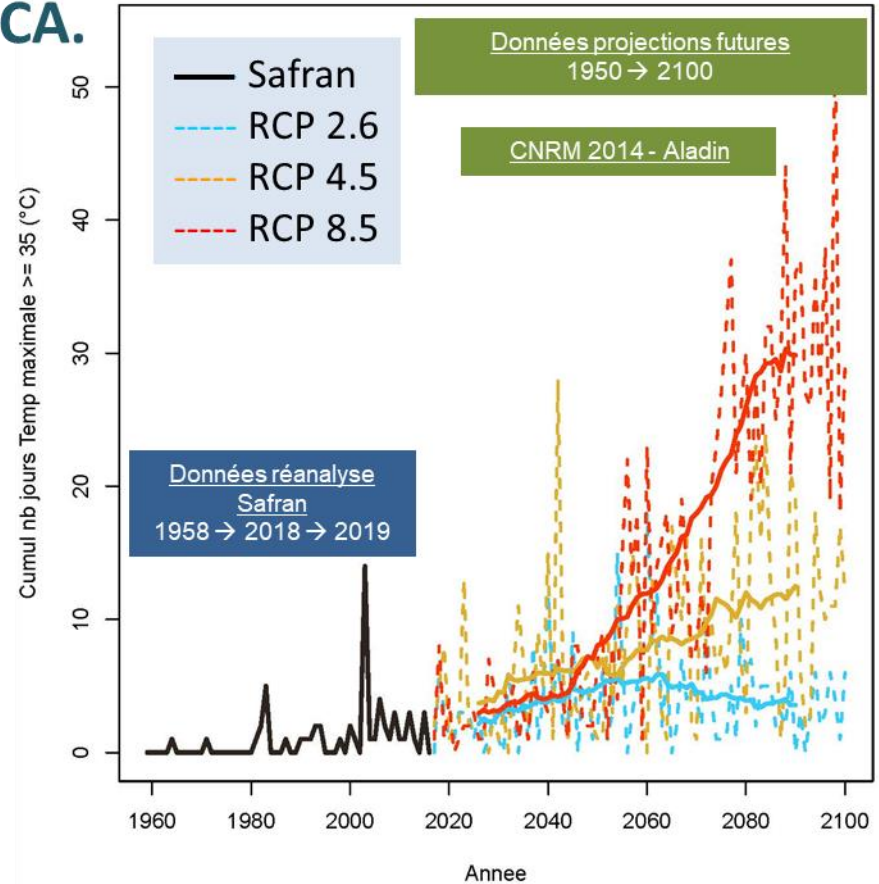
Institut  
Pierre  
Simon  
Laplace



### Illustration indicateur région PACA. Saison Eté, nb jours Temp max > 35 °C



Source Fuss et al., 2014



# Quelle évolution du climat ?

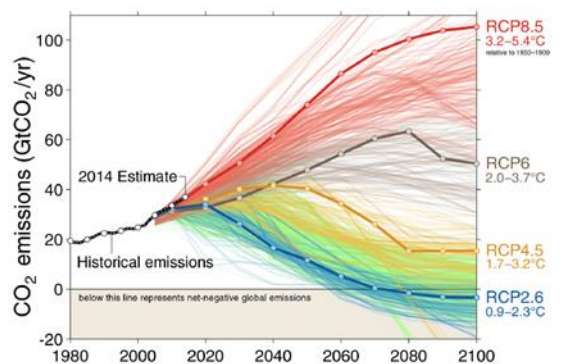
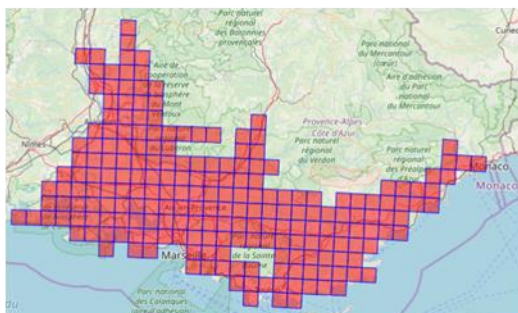
## Quelle trajectoire sur la demande climatique ?



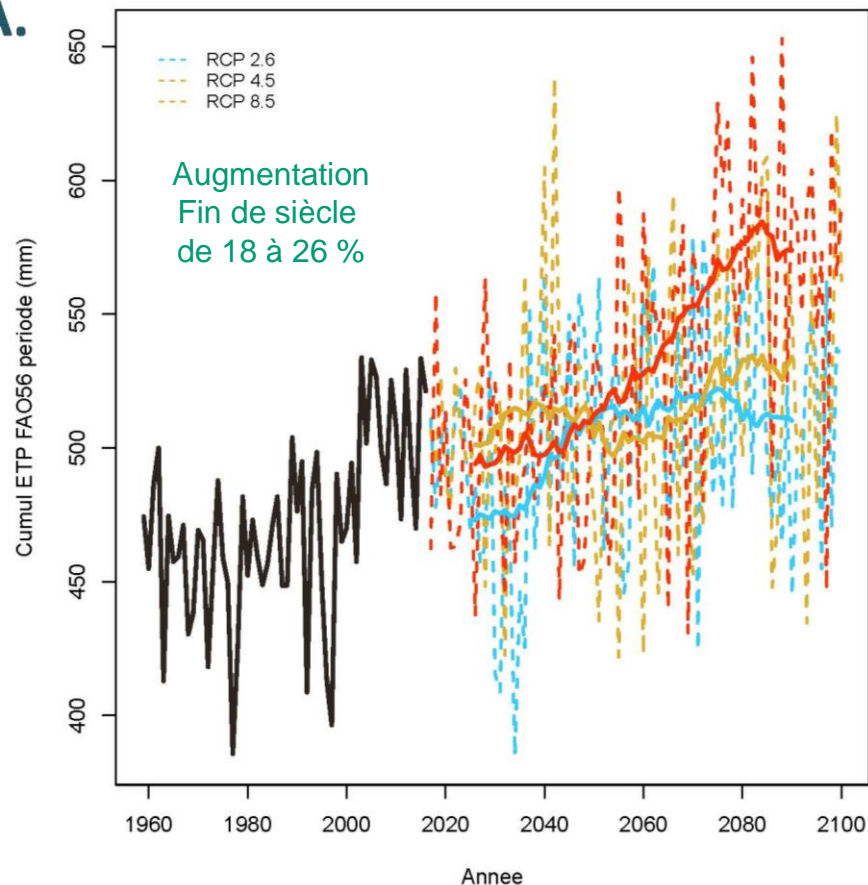
Institut  
Pierre  
Simon  
Laplace



### Illustration indicateur région PACA. Saison Été, cumul ETP (mm) sur la saison

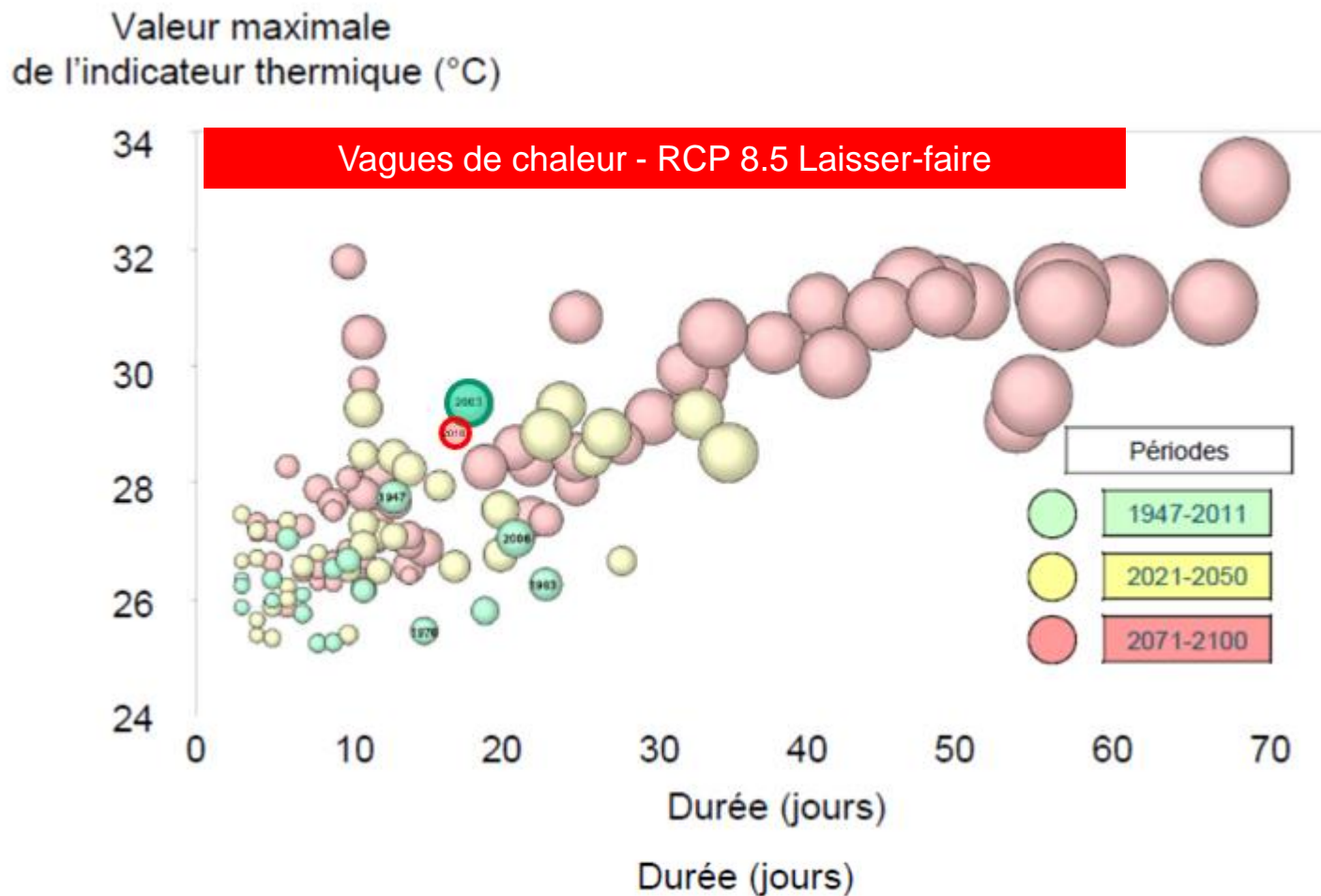


Source Fuss et al., 2014



# Quelle évolution du climat ?

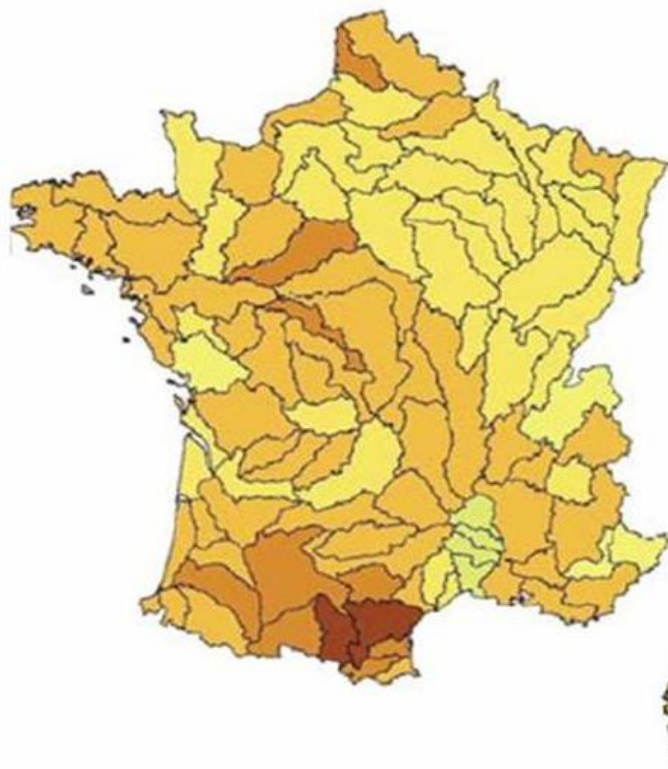
*Quelle trajectoire sur les vagues de chaleurs ?*



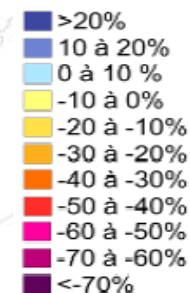
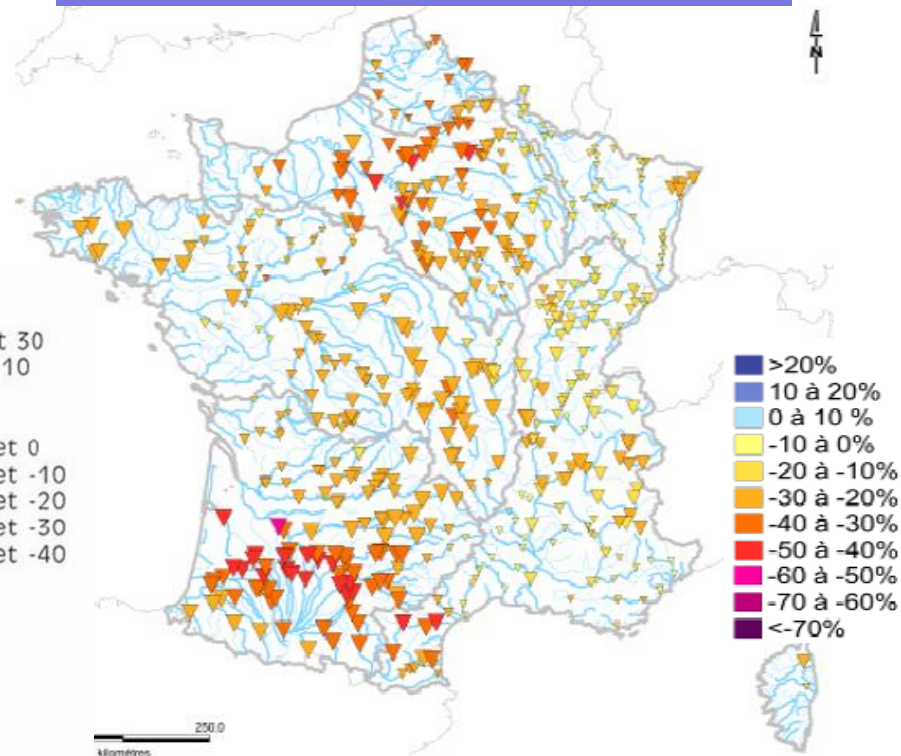
# Quelle évolution du climat ?

Quelle trajectoire sur le cycle hydrologique ?

## Recharge des nappes



## Débit moyen des cours d'eau



# Quelle évolution du climat ?

*Quelle trajectoire sur le cycle de l'eau ?*

Augmentation de la température et du rayonnement solaire implique une augmentation de l'évapotranspiration.

Pluies moins nombreuses en quantité, plus irrégulières dans l'année et plus fortes en intensité.

Diminution des apports naturels d'eau.

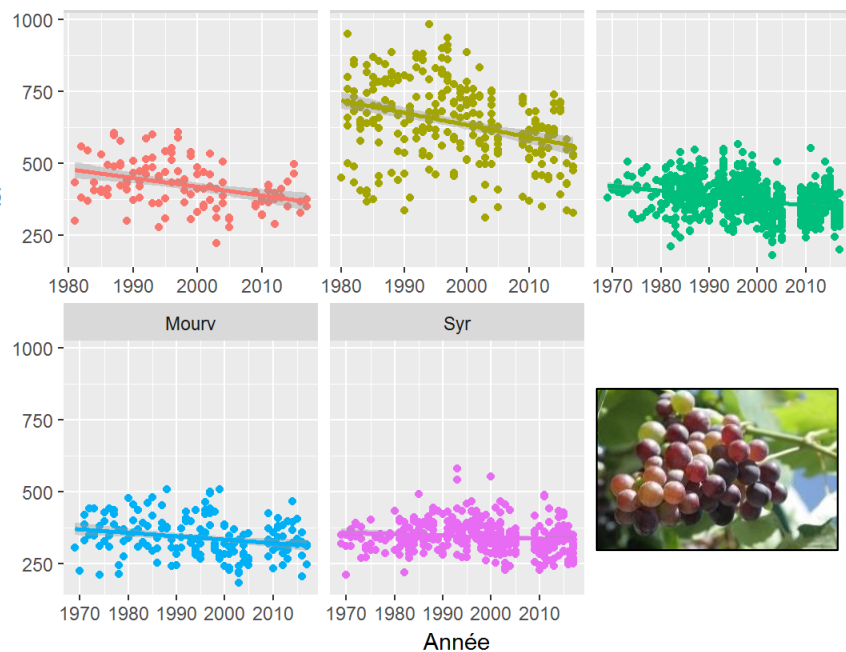
Diminution de la ressource disponible dans les nappes : ruissellement de surface et évaporation plus intenses au détriment de la mise en réserve profonde dans les nappes.

Intensité du phénomène dépendra de la trajectoire des émissions de gaz (laisser faire ou sobre)

# Les impacts déjà observés en agriculture

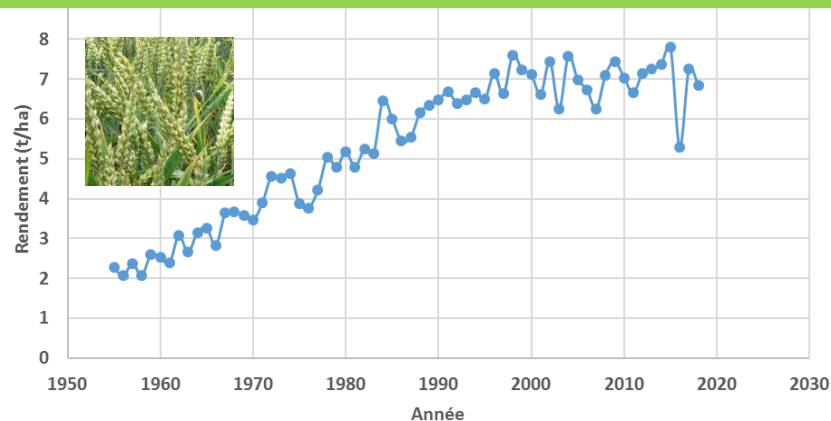
## Rendement

Vigne : baisse tendancielle du poids de 200 baies – Côte du Rhône



Source Inter Rhône

Blé d'hiver : constat de la stagnation du rendement national depuis 1990



Betterave à sucre : constat d'une augmentation du rendement (T/ha)

