



# La phénologie: premier indicateur biologique du changement climatique

Iñaki Garcia de Cortazar-Atauri (US Agroclim - INRA)  
Vincent Mathieu (CTIFL)

Réseau RED  
4 Décembre 2013  
Avignon



Alimentation  
Agriculture  
Environnement



# C'est quoi la phénologie?

La phénologie est l'étude de l'occurrence d'événements périodiques de la vie animale et végétale en relation avec le climat.



Par exemple la floraison des plantes, la coloration des feuilles à l'automne, l'arrivée des oiseaux migrateurs, etc...

# Petite histoire...

- Vielle comme le monde !

« *Floret prima omnium amygdala mense januario... ab ea proximae florent armeniaca dein tuberes et precoces* » Pline l'ancien.

- Premières observations scientifiques en **1587** par le naturaliste Konrad Gesnerus.
- Lien entre température et événements phénologiques et introduit la somme de degré-jour - de Reaumur en **1735**
- Première apparition du mot en **1849** dans une publication de Charles Morren.
- Modèles prédictifs développés années **1970s 1980s** puis repris 2000s.

# La phénologie a été et est utilisée pour...

... étudier la réponse des espèces au climat au cours du temps passé ...

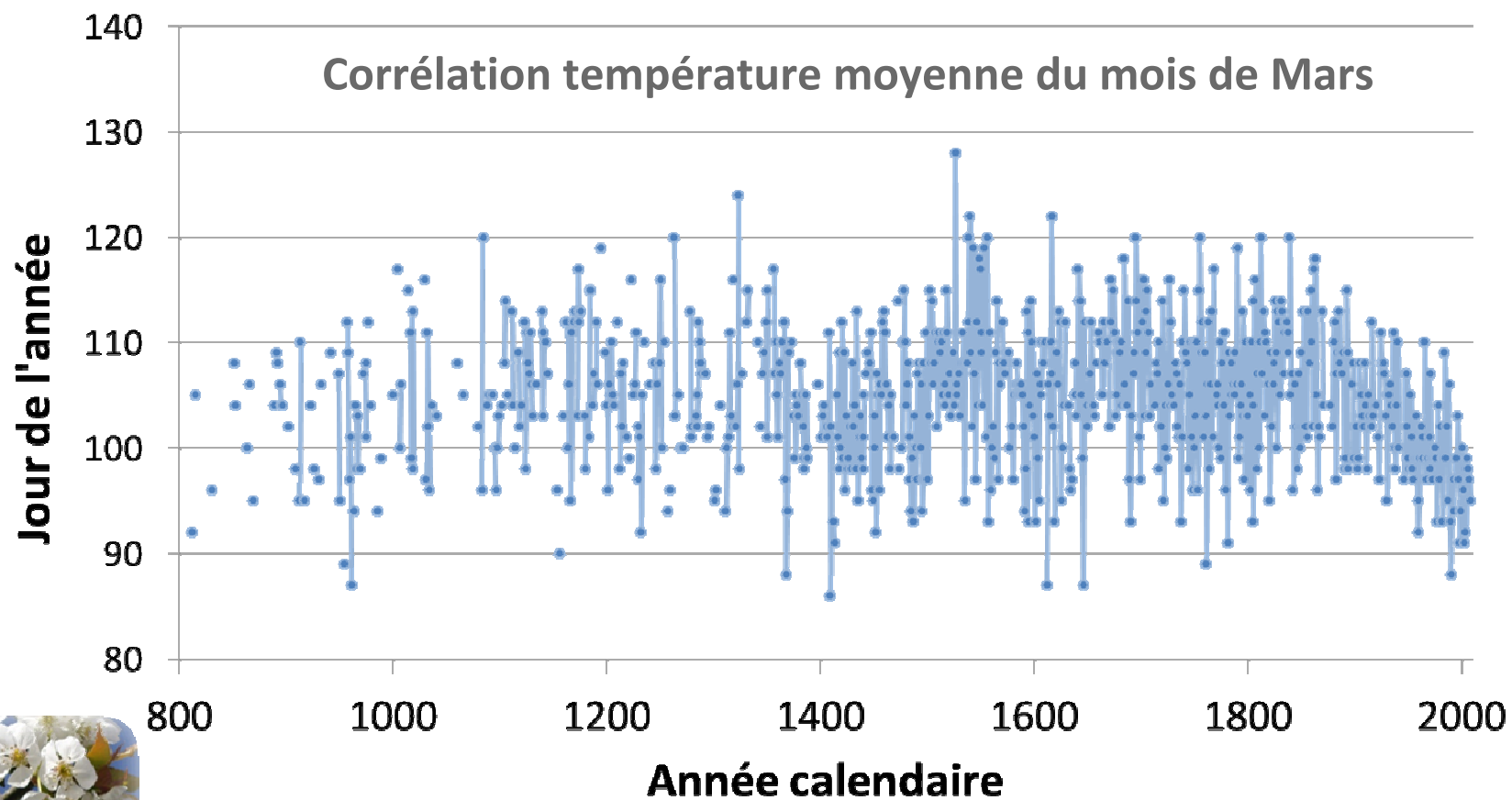
...afin de...

... mieux comprendre la capacité d'adaptation des espèces aux évolutions du climat futur (via des modèles).

Ainsi, la phénologie est un facteur déterminant dans la mise en place de la production, la viabilité des cultures, les risques...

## La phénologie – Etude du climat passé

### Date de floraison du cerisier dans la région de Kyoto, Japon

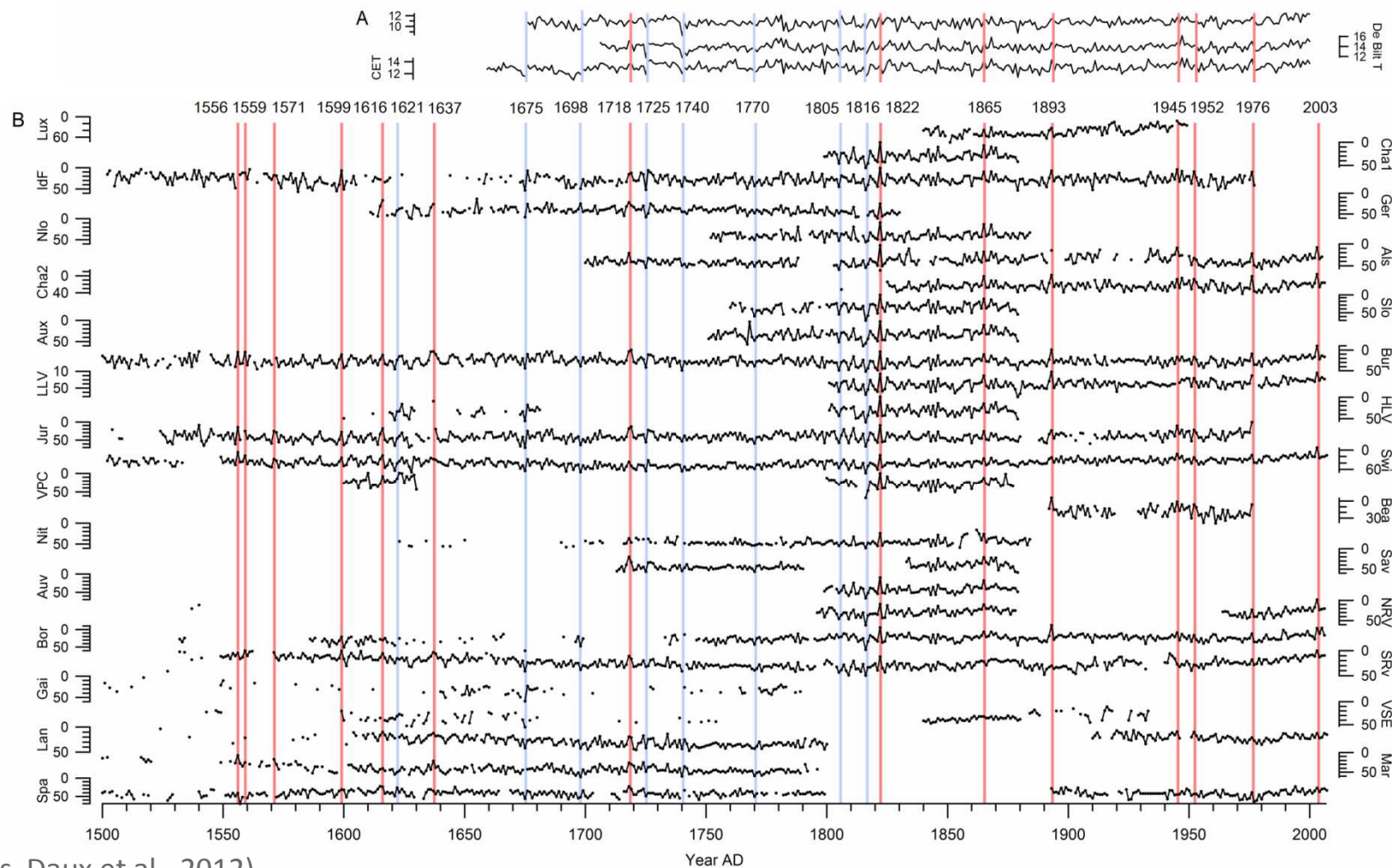


*P. jamasakura*

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

# La phénologie – Etude du climat passé

## Dates de vendange – Base de Données ANR OPHELIE



(D'après Daux et al., 2012).

Réseau RED  
4 Décembre 2013  
Avignon



Alimentation  
Agriculture  
Environnement

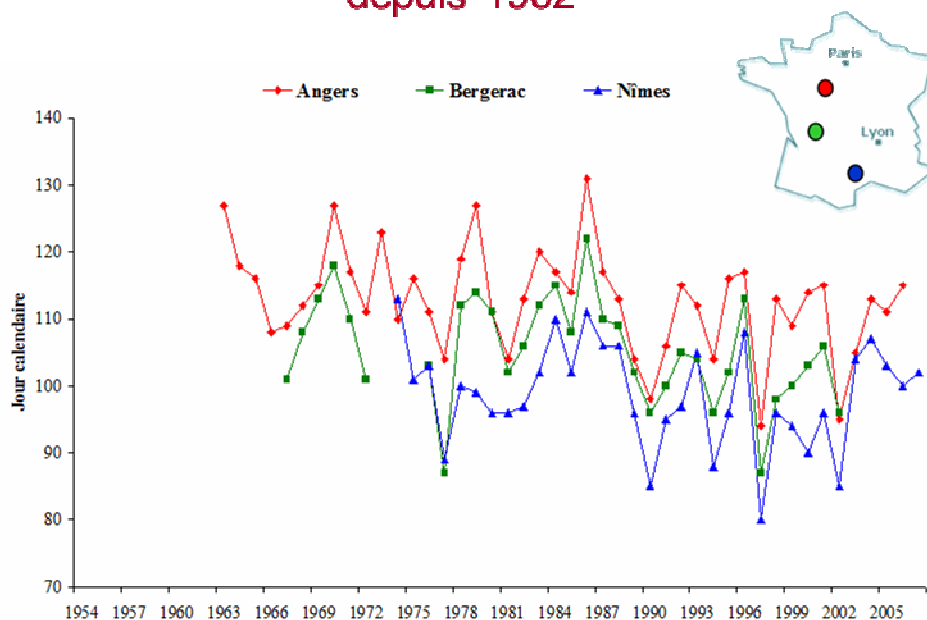




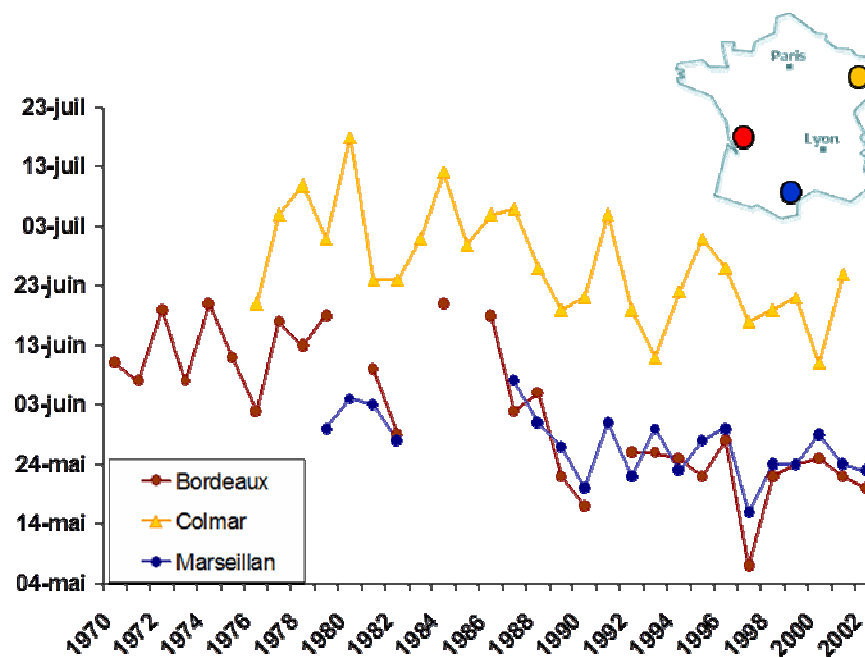
# La phénologie – Etude du climat passé

## Bases de données de la phénologie - Espèces pérennes

Date de floraison de la pomme Golden depuis 1962



Date de floraison du Chasselas depuis 1970



PHENOCLIM (INRA-Agroclim)



Réseau RED  
4 Décembre 2013  
Avignon



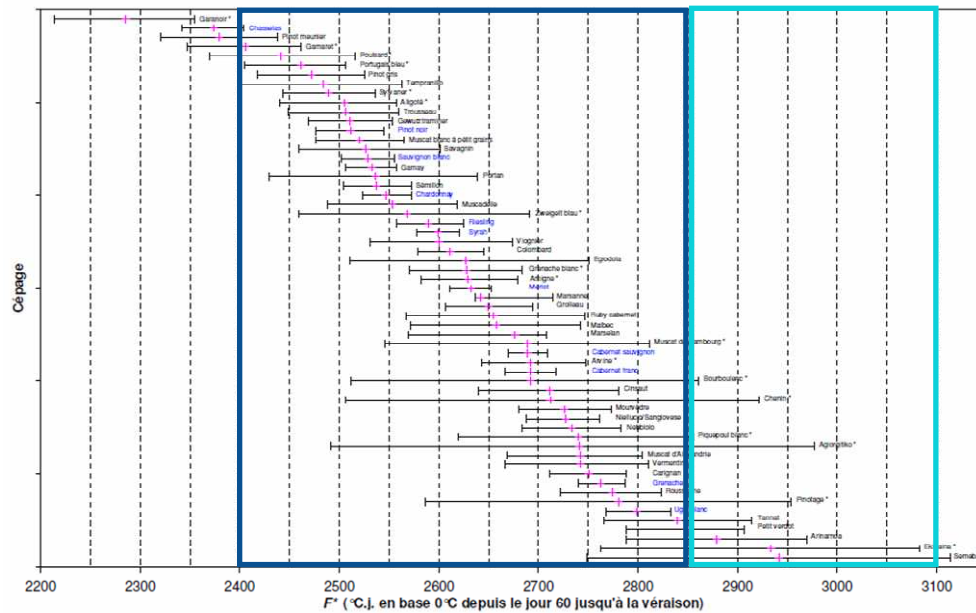
Alimentation  
Agriculture  
Environnement



# La phénologie – Etude de l'adaptation

## Capacité d'adaptation intra-spécifique et géographique

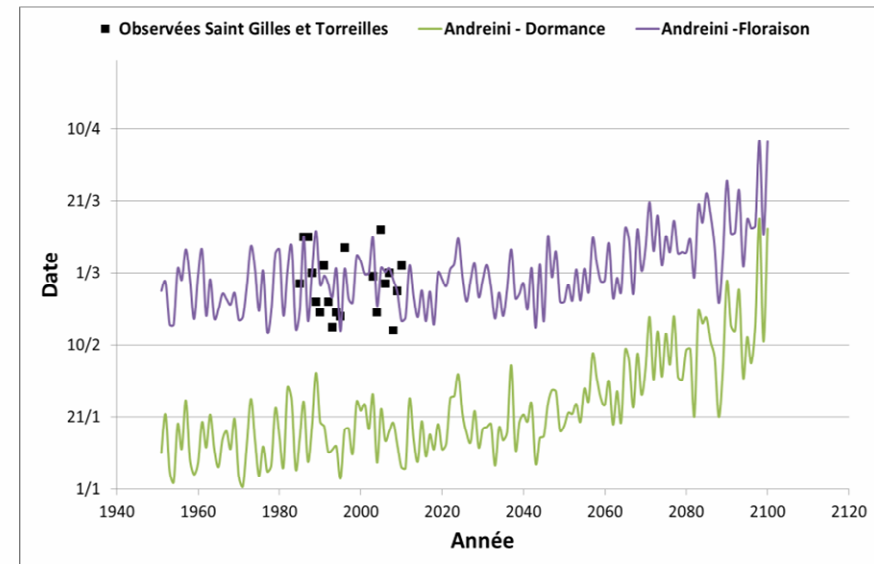
### Adaptation variétales



Variabilité de la somme de températures nécessaires pour la floraison pour 150 variétés de vigne.

(D'après Parker et al., 2013).

### Evolution de la phénologie



Perpignan  
Variétés Précoces

Réseau RED  
4 Décembre 2013  
Avignon



Alimentation  
Agriculture  
Environnement





## La phénologie et aléas de production

Plus la floraison est précoce plus la probabilité de gel est importante

Cependant 2013 année tardive et malgré tout des dégâts de gel sur fruits à noyau

mais

le même épisode une année précoce aurait détruit 90% des fruits à noyaux

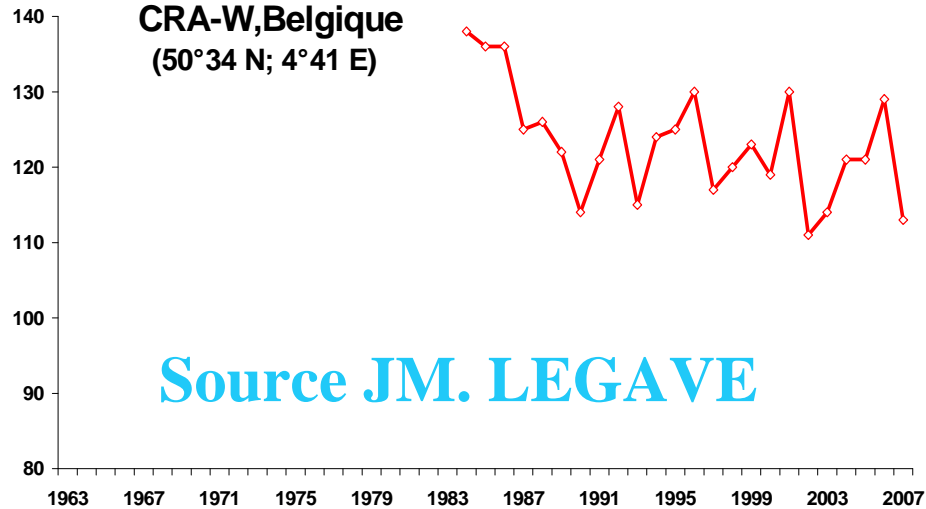
La physiologie des végétaux est largement impactée tout au long du cycle de développement de la plante et du fruit

L'effet physiologie dépasse souvent l'effet phénologie

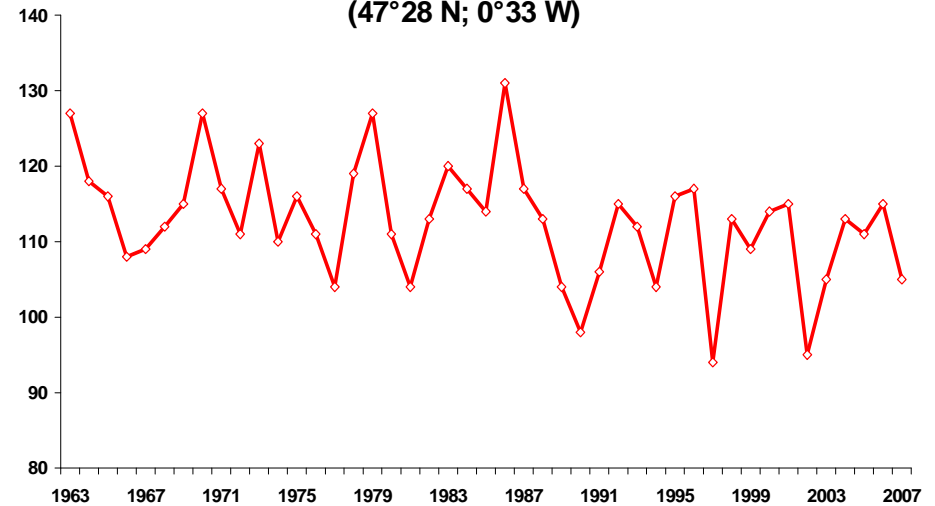
# Avancée date du stade F1 de Golden Delicious

## 4 sites à conditions climatiques très différentes

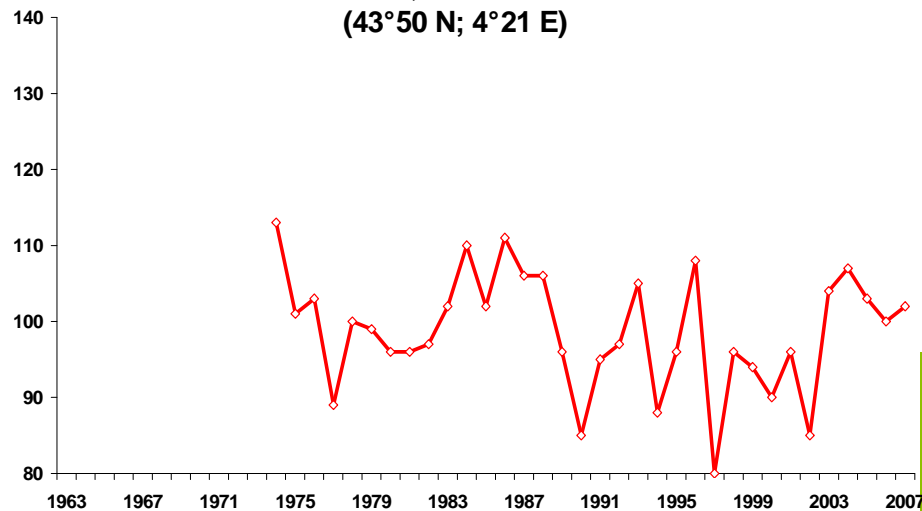
**Gembloux,  
CRA-W,Belgique  
(50°34 N; 4°41 E)**



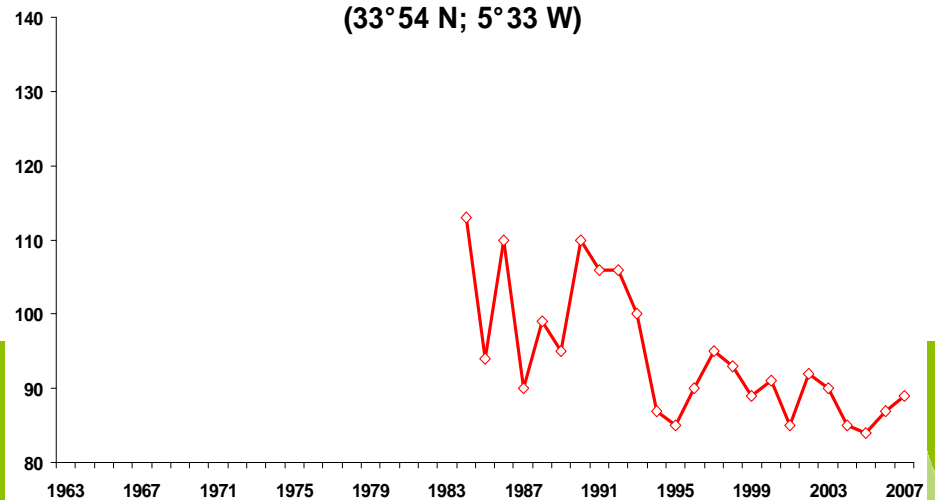
**Angers, INRA France  
(47°28 N; 0°33 W)**



**Nîmes, Ctfl France  
(43°50 N; 4°21 E)**



**Meknès, INRA Maroc  
(33°54 N; 5°33 W)**

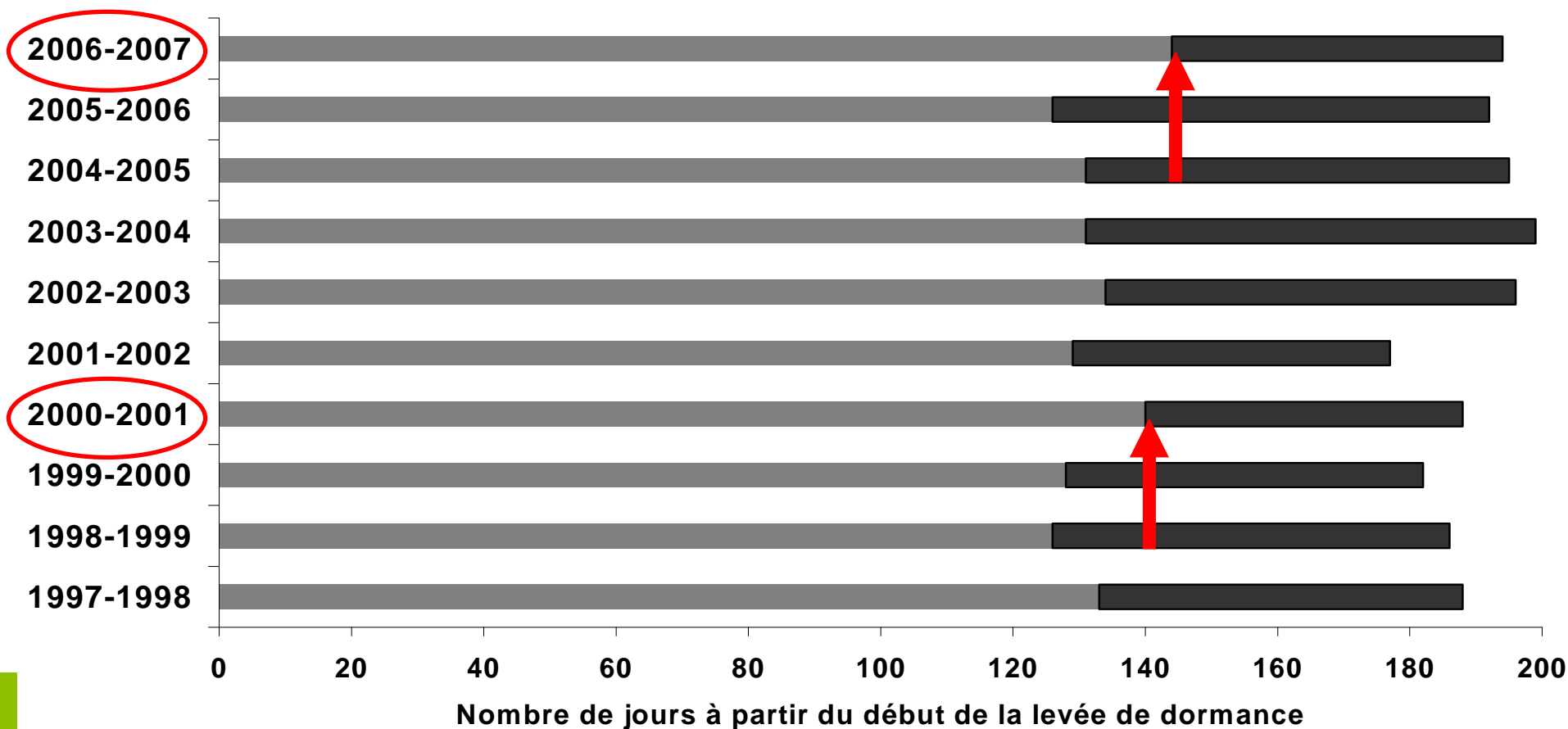


# Variation annuelle des durées de levée de dormance et de croissance florale de Golden Delicious à Nîmes:

## Cycles à dormance notablement prolongée (valeurs estimées)

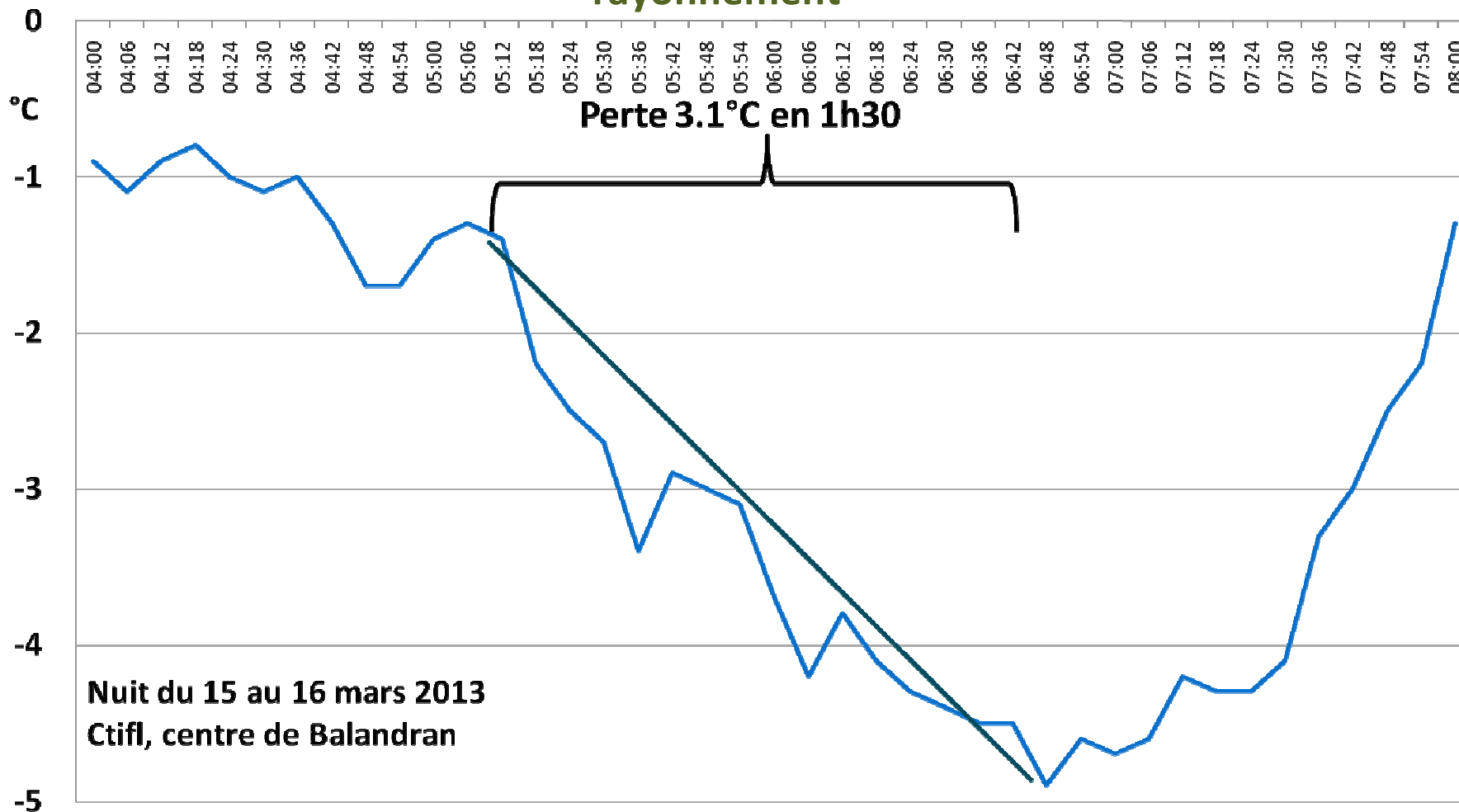
Source : JM Legave

■ Levée de dormance ■ Croissance florale jusqu'au stade F1



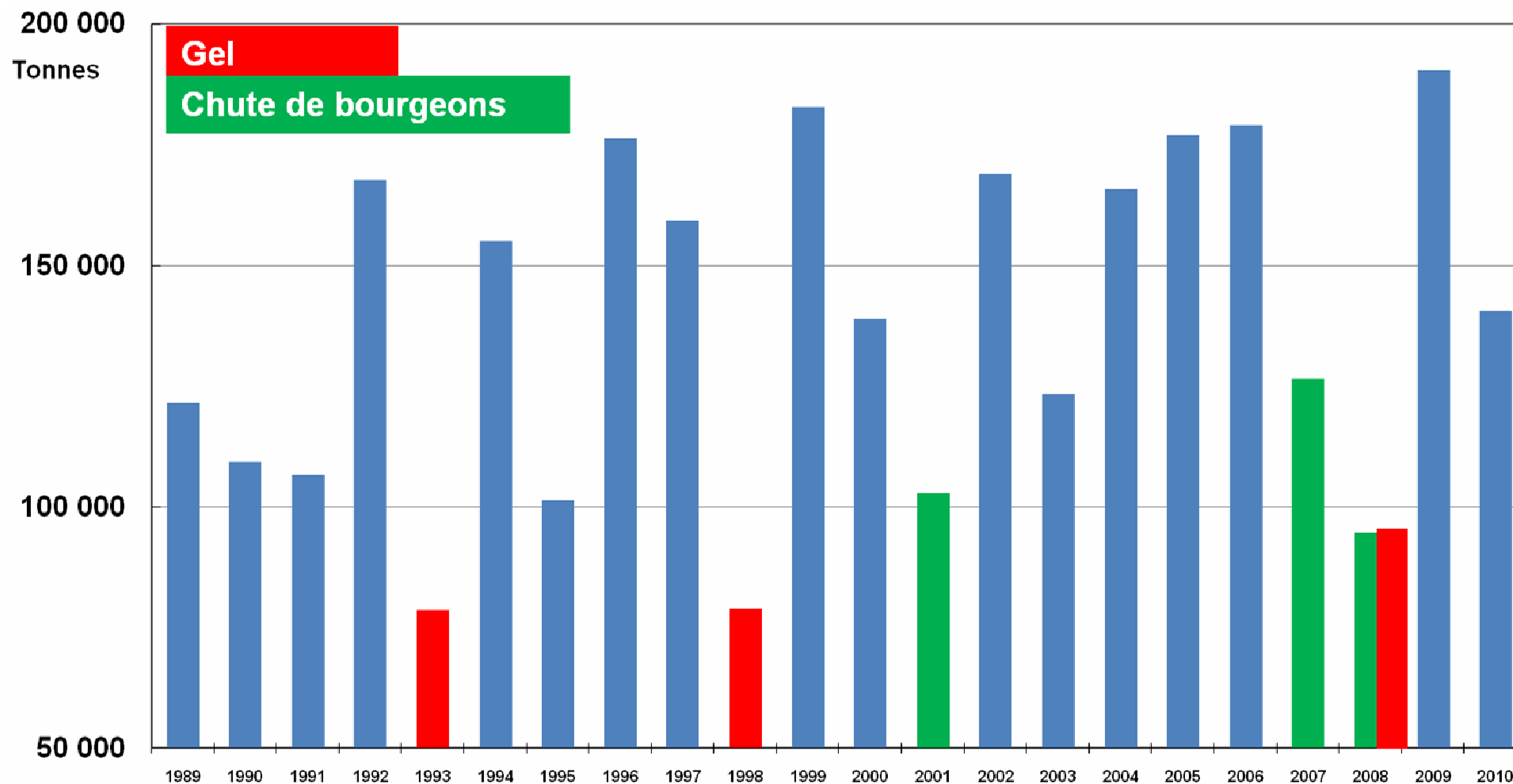
# Réchauffement global ... mais maintien du risque gel

Descente d'air froid scandinave ou sibérien plus redoutable que gel de rayonnement



# Impact du CC sur la production française d'abricots

## Effets successifs ou cumulatifs



Réseau RED  
4 Décembre 2013  
Avignon



Alimentation  
Agriculture  
Environnement



## Nécroses et anomalies florales sur abricotier



Nécrose totale



Pistil nécrosé



Floraison hétérogène



Pistil court



Débourement

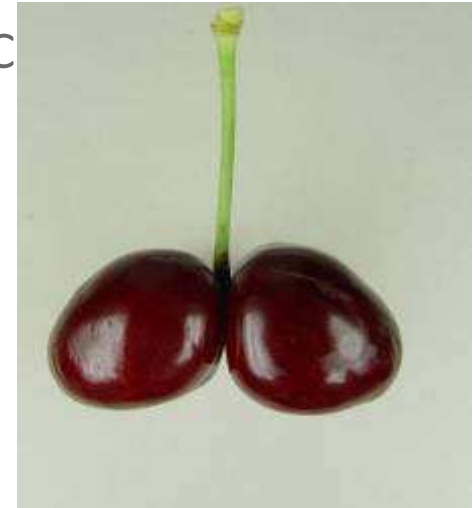


Chute de bouton



# Phénologie et critères de sélection

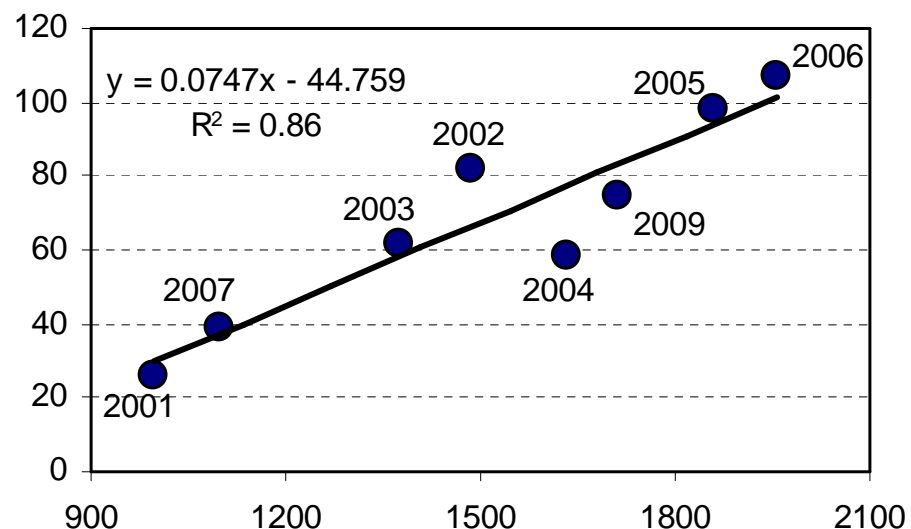
- Suivi de la phénologie pour son importance dans l'itinéraire technique
  - ✓ Dispositif pollinisation
  - ✓ Risque gel
  - ✓ Calendrier de récolte, ...
- Prise en compte de critères spécifiquement impactés par CC
- Impacts variables selon les espèces
  - ✓ Espèces fruitières à noyau plus touchées
  - ✓ Pommier/poirier plus rustiques
- Nombreux désordres physiologiques
  - ✓ Besoins en froid
    - Anomalie
  - ✓ Régulation stomatique = vie ralentie, folletage
    - Baisse des rendements
  - ✓ Pertes qualitatives
    - Fruits doubles en cerise
    - Brûlure épiderme
    - Moindre coloration
    - Dégradation texture
    - Perte potentiel conservation
    - Chute, ...



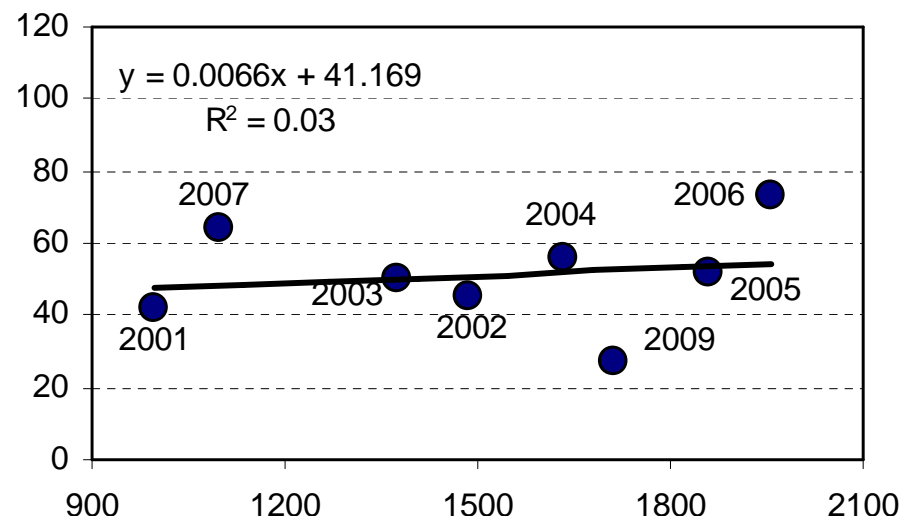
# Relation froid hivernal et production

Kg/arbre

Orangered®



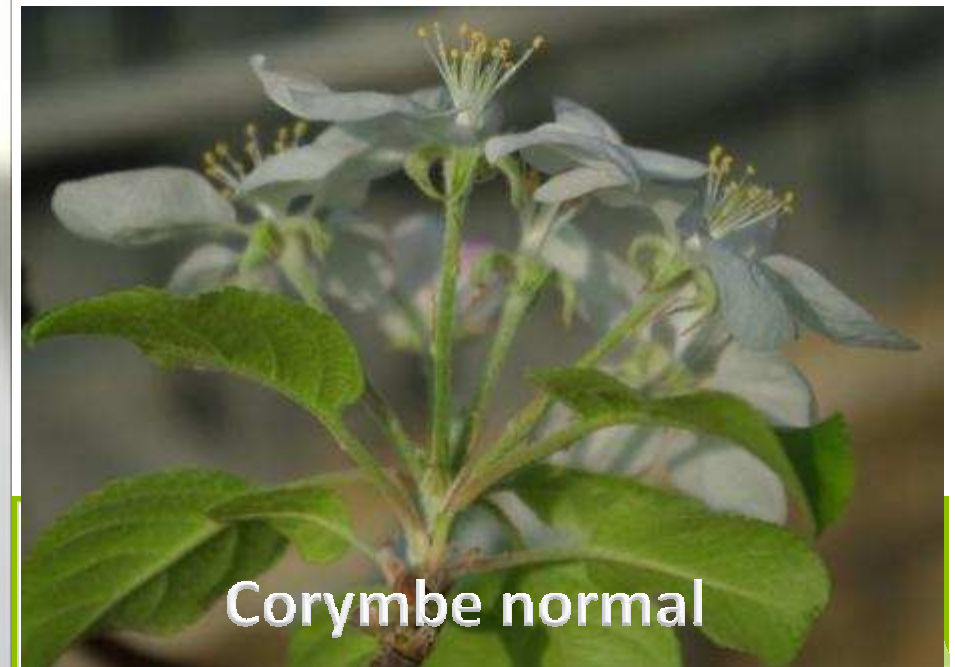
Tom cot®



Cumul T° < 7.2°C à la fin mars - Ctifl, Centre de Balandran

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

Manque de froid et anomalies  
florales Pommier



## La phénologie – Facteur déterminant

Intégration des données phénologiques dans une base de données spécifique pour évaluation variétale niveau 1 et 2

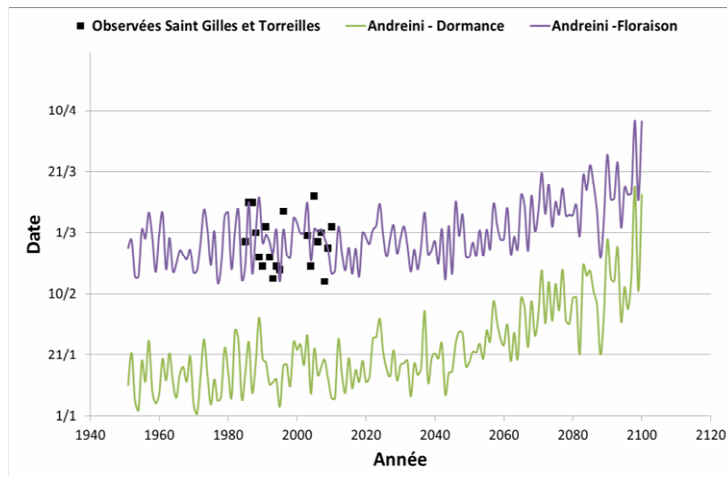
Possibilité de déterminer la variabilité d'une espèce sur les critères de phénologie

Construction d'outils robustes de modélisation... en cours

# La phénologie – Facteur déterminant

## Impacts futurs

### Evolution des dates face au CC



- Changement de la température autour de la floraison.
- Modification des conditions hydriques autour de la floraison
- Changement des risques de gel (pas forcément disparition)
- Adaptations locales, pas globales



## Perspectives

### Actions en cours:

- Réseaux d'observation
- Observatoire « Charte » niveau 1 et 2, parcelles dédiées
- Collaborations Recherche/Développement
  - Compréhension de mécanismes physiologiques – dormance, nécroses..
  - Bases de données
  - Outils de modélisation
  - Protocoles d'observation : adaptation au CC
- Caractère très étudié dans la sélection de nouvelles variétés

