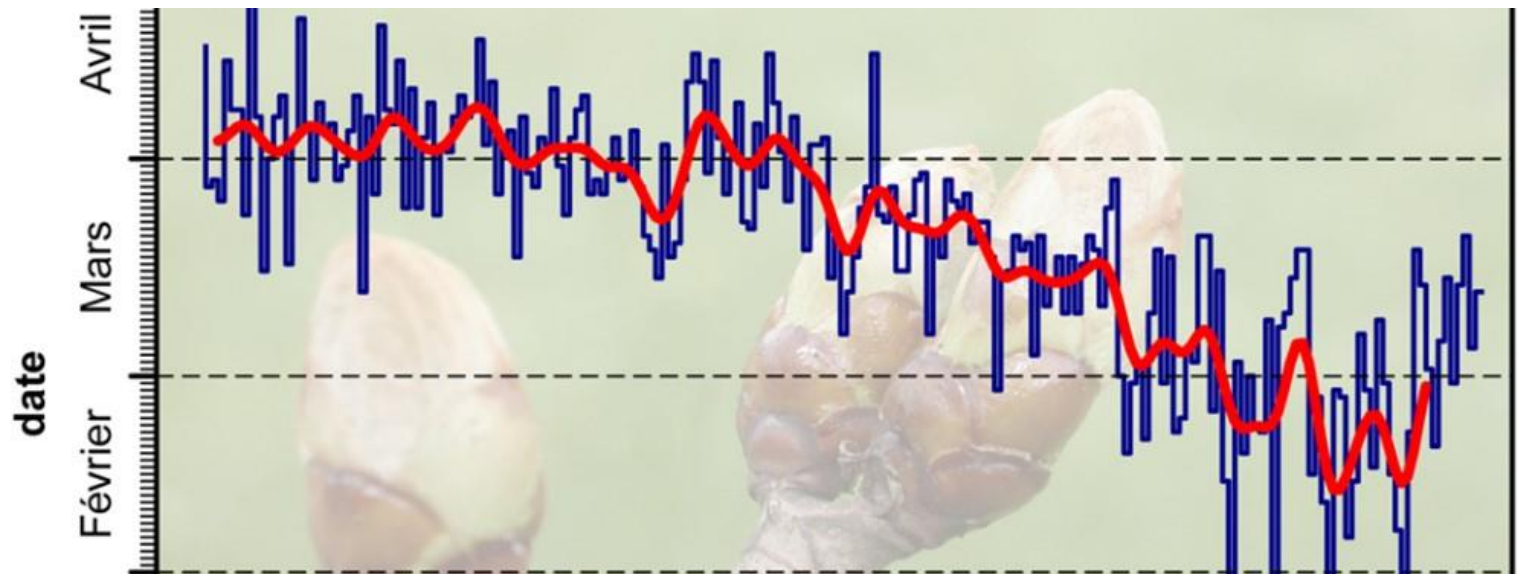




# Organisation des observations phénologiques en Suisse et impacts du climat sur la période de maturité et la qualité des pommes

Danilo Christen, Anne-Lise Fabre, Pierre-Henri Dubuis, Olivier Viret

17 novembre 2015, PHENO 2015, Clermont-Ferrand

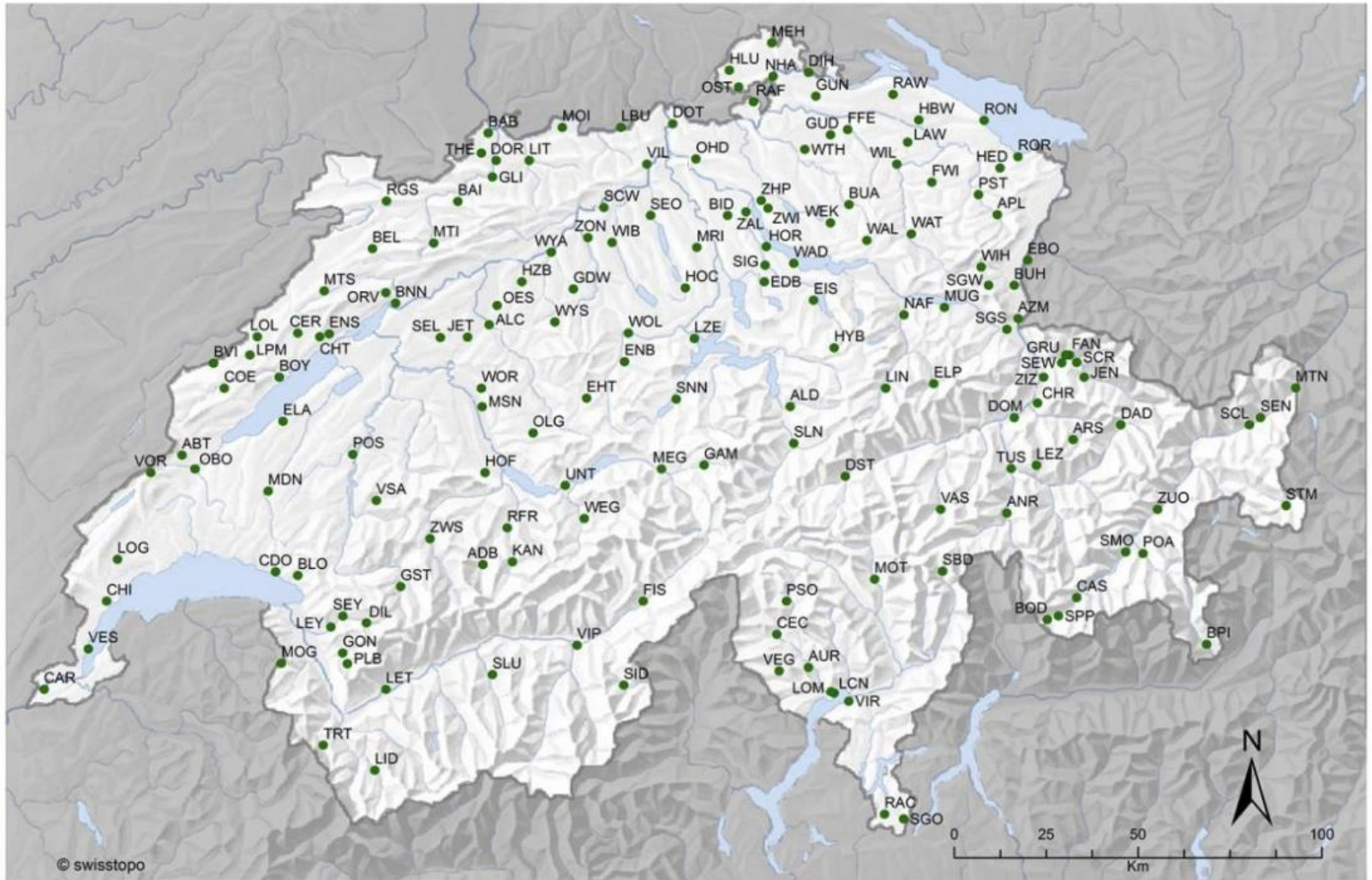


# 2 réseaux d'observations parallèles en Suisse

	<b>MétéoSuisse</b>	<b>Agrométéo</b>
Buts	Prestations générales	Aides à la décision
Clients	Population/recherche	Producteurs
Enjeux	sociétaux	durabilité
Stations	160	157
Données	payantes (sauf science)	gratuites
Modèles	climatiques	prévisions mal./ravageurs
Espèces	26 (tous types)	9 (production)
Observ.	pro/amateurs	professionnels
Type	collaboratif citoyens	collaboratif vulgarisateurs



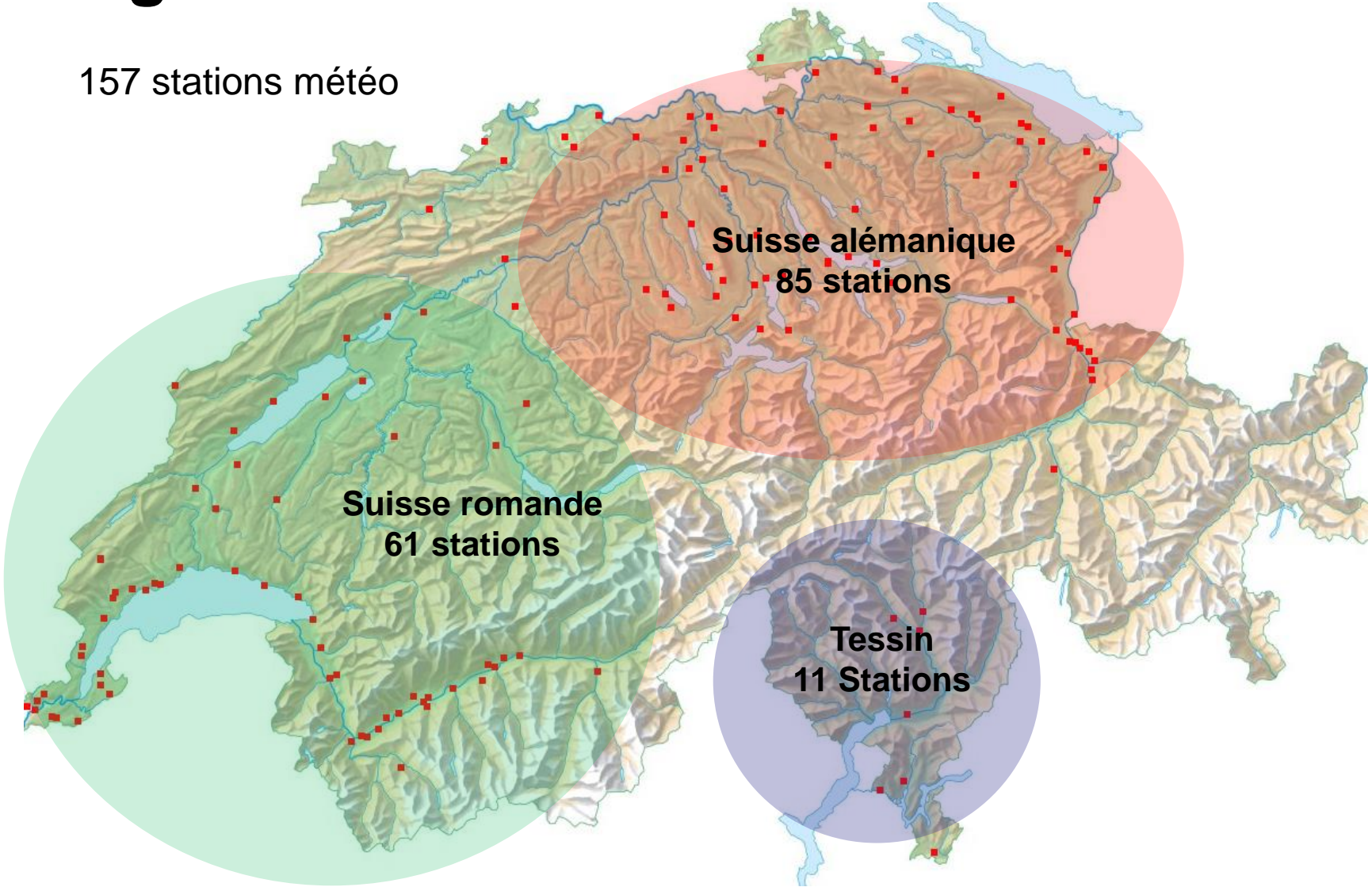
# MétéoSuisse – 160 stations





# Agrometeo - réseau actuel

157 stations météo





# AGROMETEO – Données météo

MÉTÉOROLOGIE → VITICULTURE → ARBORICULTURE → GRANDES CULTURES →

**DONNÉES**  
 ↳ Effectuer une requête

**GRAPHIQUES**  
 Sélectionner une région

**SERVICES**  
 ↳ Suisse  
 ↳ Internationaux  
 ↳ Observations

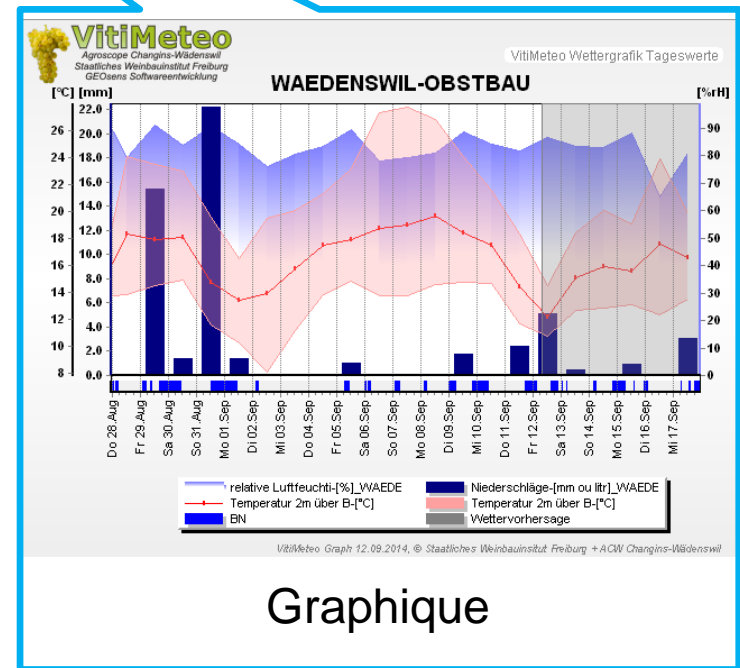
**DOCUMENTS**  
 ↳ Normes climatologiques  
 ↳ Bulletins climatologiques mensuels de MétéoSuisse  
 ↳ Généralités  
 ↳ Situations particulières  
 ↳ Types de stations

Modifier Météologie

**RESULTATE**  
 Fr, 12/09/2014 - 15:26  
 x: unbekannte Daten      vorhergehende Werte  
 ?: fehlende Daten      Werte von Ersatzstation      Prognose (meteoblue)

Ort	CHALAIS	CHALAIS	CHALAIS	CHALAIS	CHALAIS	CH
Parameter	Temperatur mittel	min. Temperatur	max. Temperatur	Rel. Feuchte mittel	Niederschlag	T
Einheit	°C	°C	°C	%	mm	
07.09.2014	19.2	13.6	25.9	64.3	0.0	
08.09.2014	19.7	13.6	27.0	63.8	2.6	
09.09.2014	17.7	14.9	23.4	80.7	1.8	
10.09.2014	18.5	15.2	25.1	76.7	0.0	
11.09.2014	17.9	14.1	23.3	64.3	0.0	
12.09.2014	13.4	8.5	21.0	64.4	0.0	
13.09.2014	15.3	10.1	22.4	52.4	0.0	
14.09.2014	16.9	11.5	24.3	49.4	0.0	
15.09.2014	16.6	11.4	22.9	65.5	0.0	
16.09.2014	17.0	11.8	22.7	81.2	0.7	
17.09.2014	16.1	13.6	20.0	78.1	3.6	

Données depuis 2003 (10 Minuten)  
 Valeurs horaires disponible librement





# Agrométéo

## **Observations phénologiques pour viti et arbo**

Réseau de sites dans différentes régions de production  
Observations disponibles en tableaux et graphiques  
Comparaison de plusieurs années (depuis 1993), ou plusieurs sites

## **Module de maturation du raisin**

Suivi de l'évolution des principaux paramètres (analysés par laboratoires d'Agroscope)  
Depuis 2000, Changins, Pully, Leytron, Gudo et Cugnasco. Depuis 2007, Wädenswil et Stäfa.  
Comparaisons entre années pour chaque cépage et lieu



# Agrométéo

Suivi du développement des **prairies herbagères** au Tessin depuis 2012

En **grandes cultures**, réseaux d'observations de maladies ou de ravageurs

Contrôles à des stades phénologiques précis

P.ex. maladies du blé, de l'orge, pucerons, viroses et mildiou de la pomme de terre, pyrale du maïs, tordeuse du pois, phoma du tournesol, sclérotiniose du colza

# Réseau d'observations phénologiques

## Phénologie vigne:

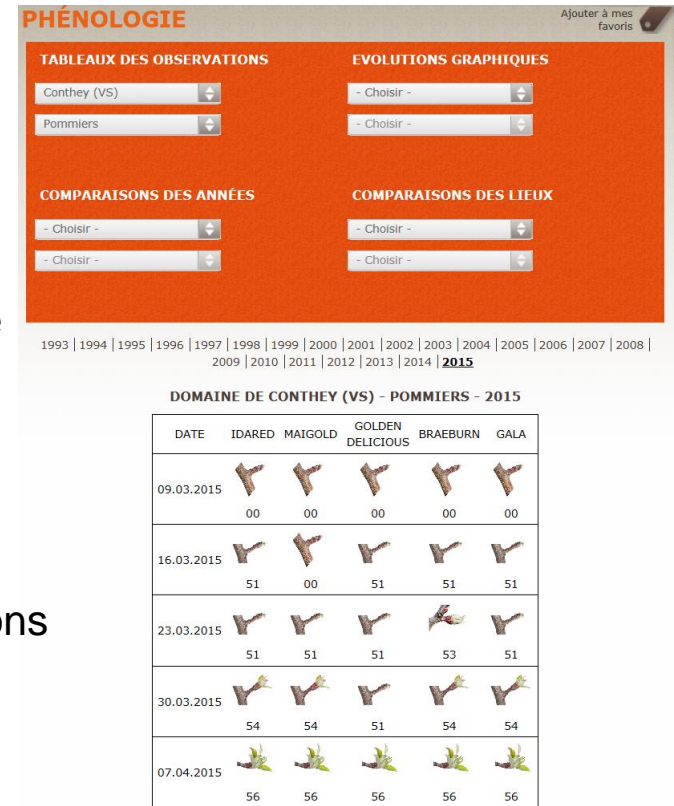
- 20 sites d'observation
- Différents cépages dont Pinot noir, Chasselas, Gamay, Müller-Thurgau
- Historique disponible depuis 1993 sur [www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch)

## Phénologie arboriculture:

- 24 sites d'observation
- Arbres à pépins et arbres à noyau
- Différentes variétés selon l'importance locale
- Historique disponible sur [www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch)

Possibilité de comparer les années et les lieux

Possibilité de représenter graphiquement les évolutions





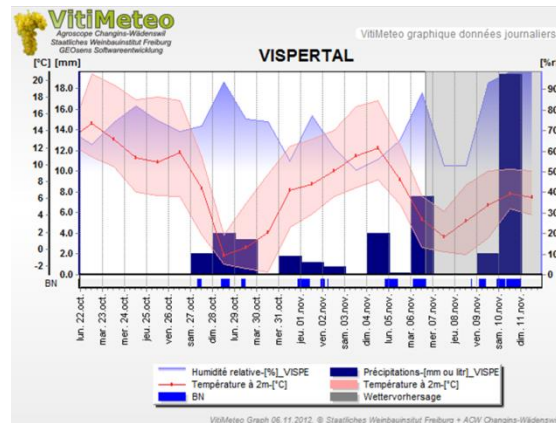


# AGROMETEO



Plateforme rassemblant toutes les informations utiles pour la protection phytosanitaire

- Base de données météo microclimatiques
- Modèles de prévisions des maladies et ravageurs (viti- et arboriculture)
- Données d'observations des maladies et ravageurs au champ
- Information pour la gestion des questions phytosanitaires
- Outils pour une agriculture de précision (dosage adapté au volume foliaire)





- 2000:** Projet d'un réseau régional de données météorologiques au niveau micro-climatique
- 2000-01:** évaluation de **7 différents types de station meteo** (ref. MétéoSuisse)
- 2002:** - **Accès aux données météo par Internet** (27 stations)  
- projet **VitiMeteo-Plasmopara** (WBI-Freiburg, Agroscope-ACW)
- 2003:** - utilisation des données dans **des modèles de prévision** (Maryblight, RimPro)  
- **Réseau national suisse** en français et en allemand  
- réalisation de **Vitimeteo** par **Geosens**
- 2004:** 1<sup>er</sup> tests avec **VitiMeteo-Plasmopara** (données actuelles et historiques)
- 2005:** prévisions pour le mildiou, la tavelure et le feu bactérien **libre accès (Internet)**
- 2007:** - **dosage adapté à la surface foliaire** des produits phytosanitaires  
- **Réseau suisse d'observation phénologique** pour la vigne et les pommiers
- 2008:** - **Vitimeteo- insects** (vers de la grappe)
- 2009:** - **138 stations météo**  
- **vraies données de prévision** dans tous les modèles (**meteoblue**)
- 2010:** - évaluation modèle **VitiMeteo-Oïdium**
- 2011:** - **VM-Oidium** disponible
- 2013:** - **NOUVEAU SITE INTERNET**





# AGROMETEO

**VITIMETEO-PLASMOPARA** Consignes d'utilisation

Légende:  < 100  
 100-200  
 > 200  
 aucun risque d'infection  
 données momentanément indisponibles  
 Prévisions

risque d'infection faible    risque d'infection moyen    risque d'infection fort

	30.07.	31.07.	01.08.	02.08.	03.08.	04.08.	05.08.	06.08.	07.08.	08.08.	09.08.
<b>ANTAGNES</b>	78	201	112	332					91	88	318
<b>BEGNINS</b>	855	1001		274					86	100	272
<b>CHANGINS</b>	483	632		286	223				89	102	272
<b>COMMUGNY</b>	465	586	59	242	104				102	102	269

**Modélisations Vitimeteo**  
 Basées sur un réseau de 157 stations météo

- Mildiou: VM-Plasmopara
- Oïdium: VM-Oidium
- Vers de la grappe: VM-Insects

Modèles réalisés en collaboration avec le WBI (Freiburg i. Br.)

MÉTÉOROLOGIE → VITICULTURE → ARBORICULTURE → GRANDES CULTURES →

**OUTILS**  
 ↳ Dosage adapté

**MODÈLES**  
 • Mildiou  
 • Oïdium  
 • Vers de la grappe  
 Sélectionner une région

**OBSERVATIONS**  
 ↳ Phénologie  
 ↳ Vol Vers de la grappe  
 ↳ Maturation

**DOCUMENTS**  
 ↳ Fiches maladies et ravageurs ACW  
 ↳ Guide phytosanitaire  
 ↳ Index phytosanitaire ACW  
 ↳ Index phyto OFAG  
 ↳ Bulletins des cantons

**DOSAGE ADAPTÉ**

Ce module permet de calculer la quantité de produits phytosanitaires à appliquer en fonction de la surface foliaire à traiter en indiquant la hauteur, la largeur du feuillage et la distance interligne, ainsi que le dosage homologué des produits choisis. Le volume d'eau nécessaire, le choix des buses et le réglage du pulvérisateur peuvent aussi être déterminés facilement. Cette méthode ne s'applique qu'aux vignes palissées sur fil de fer et elle nécessite impérativement l'utilisation de pulvérisateurs parfaitement calibrés et adaptés à la culture.

**A QUANTITÉ PRODUIT**

1 CALCUL DU VOLUME FOLIAIRE

Hauteur (m) \*

Largeur (m) \*

**Développement des baies (stade petit pois)**

13 (E) Trois feuilles étalées

75 (K)

**Floraison**

62-63

**Véraison**

83-85 (J)

**En mai, ~ 1000 visites de personnes différentes par jour**  
**En hiver, ~ 50 visites de personnes différentes par jour**



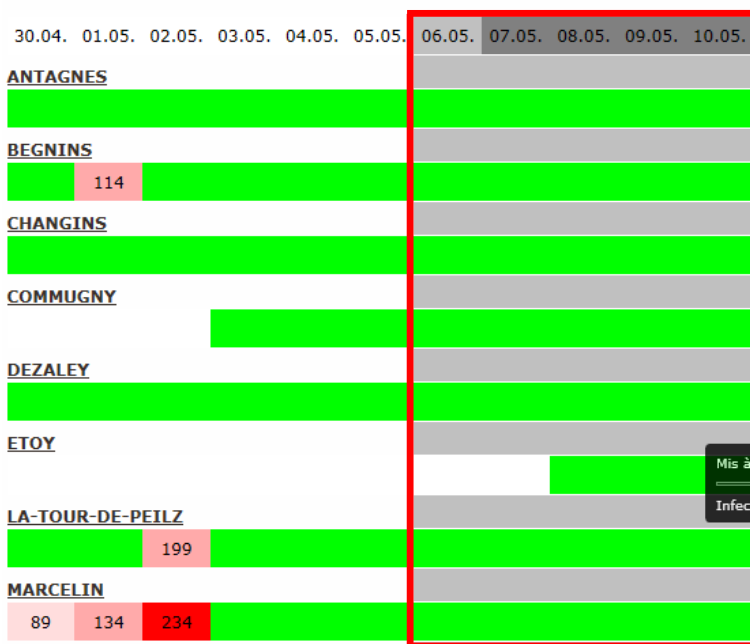
# Modèle mildiou

Risque: code couleur

**VITIMETEO-PLASMOPARA** **Consignes d'utilisation**

Légende:

< 100	100-200	> 200	■	□	□
risque d'infection faible	risque d'infection moyen	risque d'infection fort	aucun risque d'infection	données momentanément indisponibles	Prévisions



**Bulletin détaillé**

**Graphiques**

**DOCUMENTS MILDIOU**

- Fiche technique
- Cycle
- Stratégie

**ARCHIVES MILDIOU**

Sélectionner une station

Sélectionner une année

**Bulletins des années précédentes**

Risque calculé sur la base des prévisions météo

Mis à jour: 06.05. 07:35  
Infection primaire: 02.05.2014



# Stratégie de lutte contre le mildiou

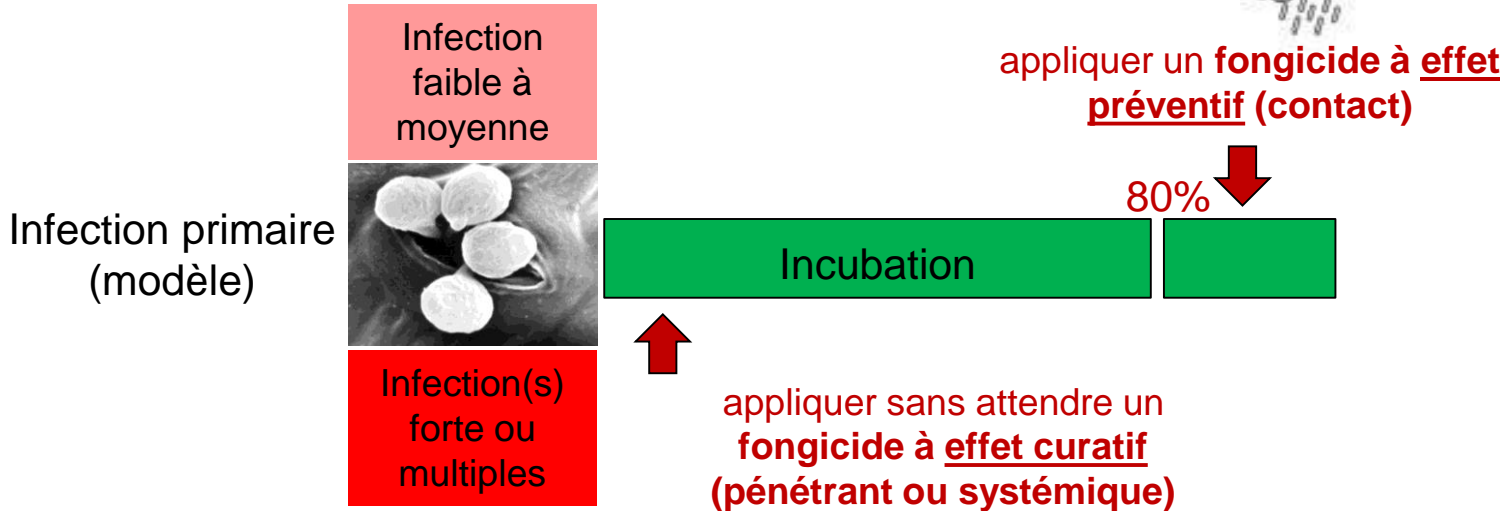
## A. Déclenchement de la lutte

Conditions préalables:

1. œufs hiver à maturité ( $\Sigma \text{ temp} > 8^\circ \geq 140^\circ$ )
2. première feuille étalée



### 1. Stratégie recommandée



### 2. Parcelles à historique difficile ou cultivée en bio



appliquer un **fongicide à effet préventif (contact)** avant l'infection primaire **selon modèle**

## B. Renouvellement de la protection

produits de contact: 8-10 jours

produits pénétrants et systémiques: 10-12 jours

} Moduler selon indications du **modèle**, l'**état sanitaire** de la parcelle et raccourcir si forte **croissance**

# Prévision mildiou: VitiMeteo-Plasmopara

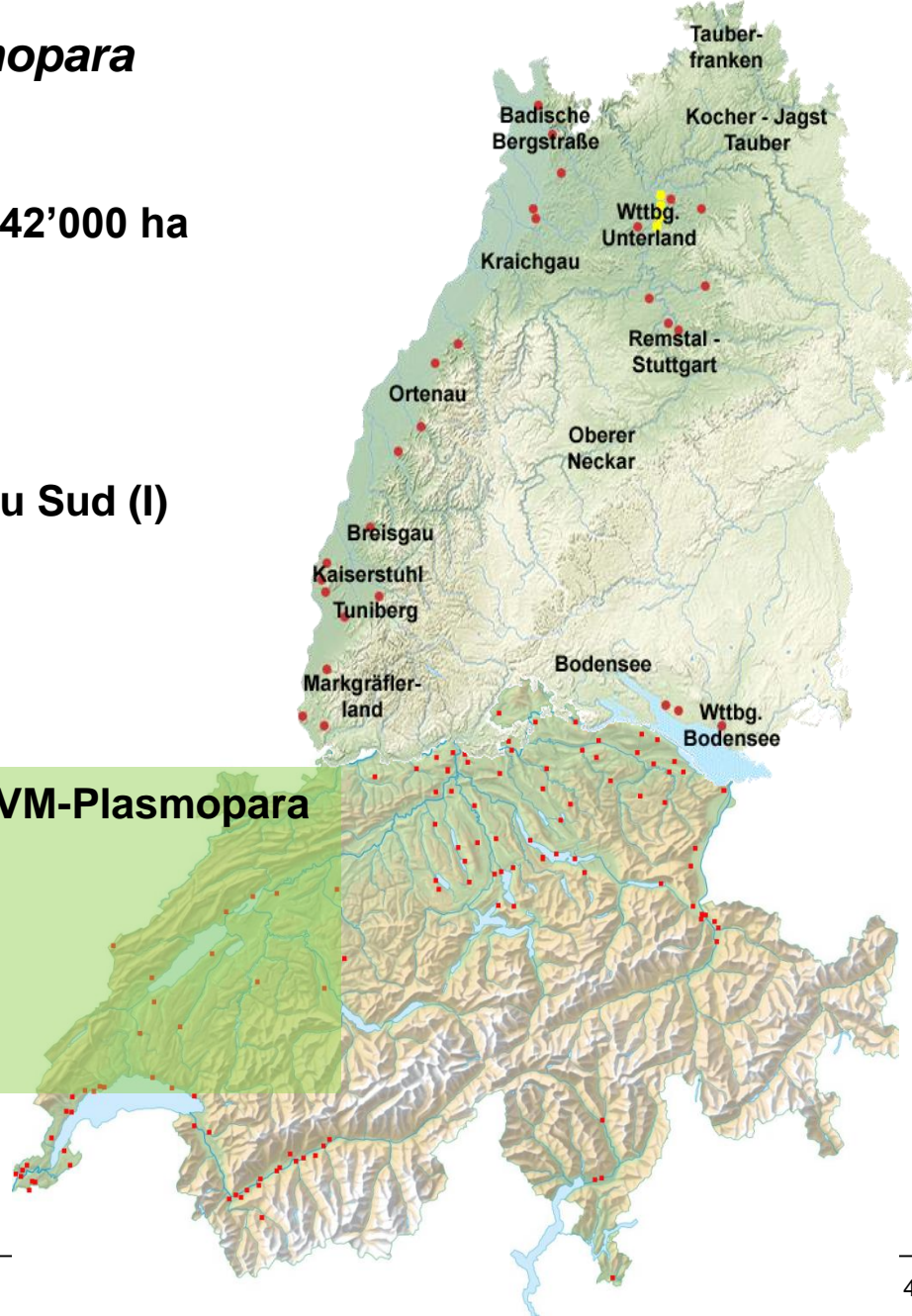
Prévision du mildiou depuis 2005 pour 42'000 ha de vigne en Suisse et en Allemagne (Baden-Würtemberg: 27'0000 ha)

Validé en 2008 et utilisé depuis 2009

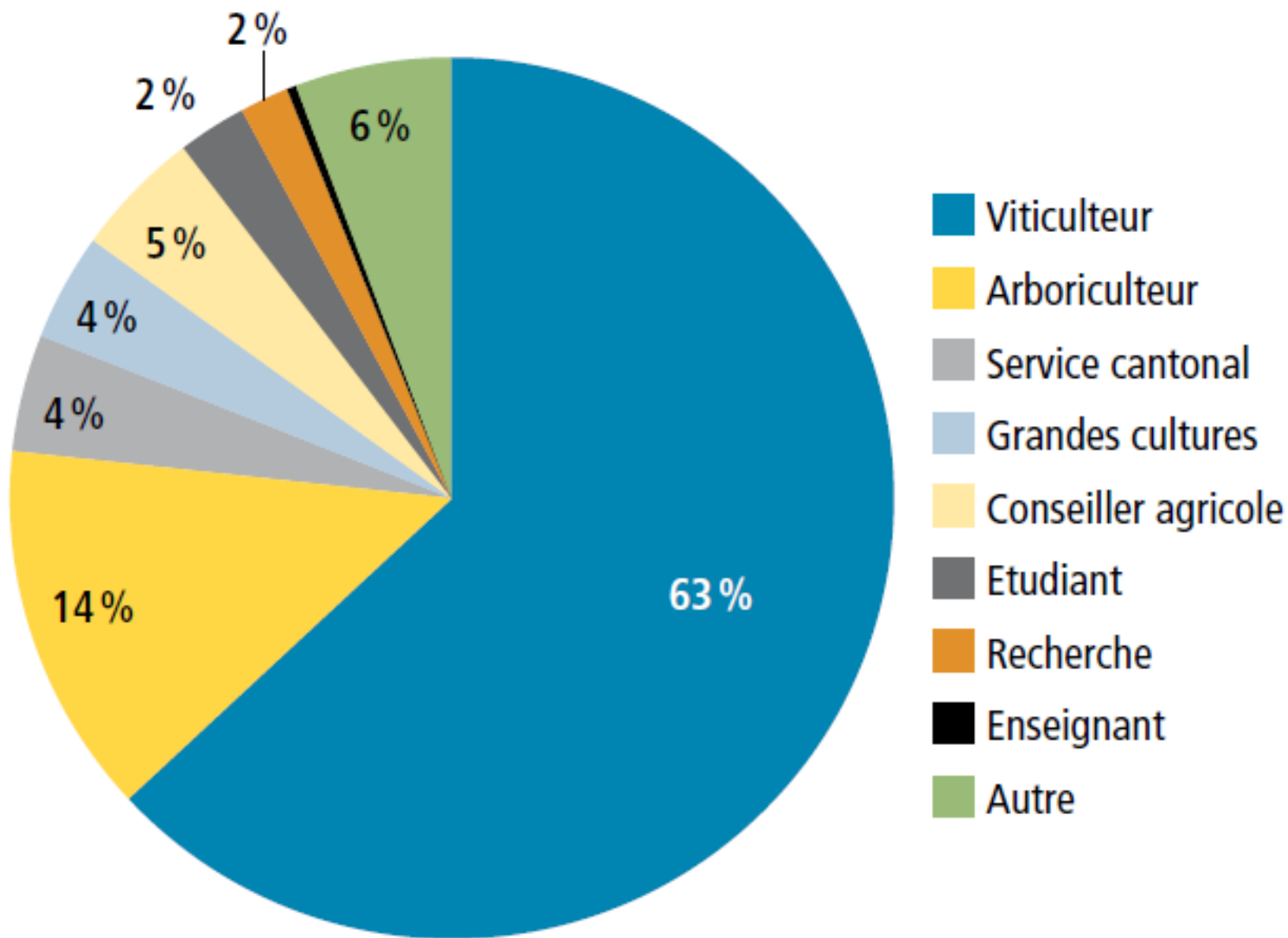
- Cercle de conseillers viticoles Tirol du Sud (I)
- Cantina Mezocorona (Trento, I)
- Istituto agrario San Michele (Trento, I)

Dès 2011: > 150'000 ha modélisé avec VM-Plasmopara

- Suisse
- Allemagne
- Autriche
- Nord de l'Italie (Trento, Tyrol du Sud et Veneto)



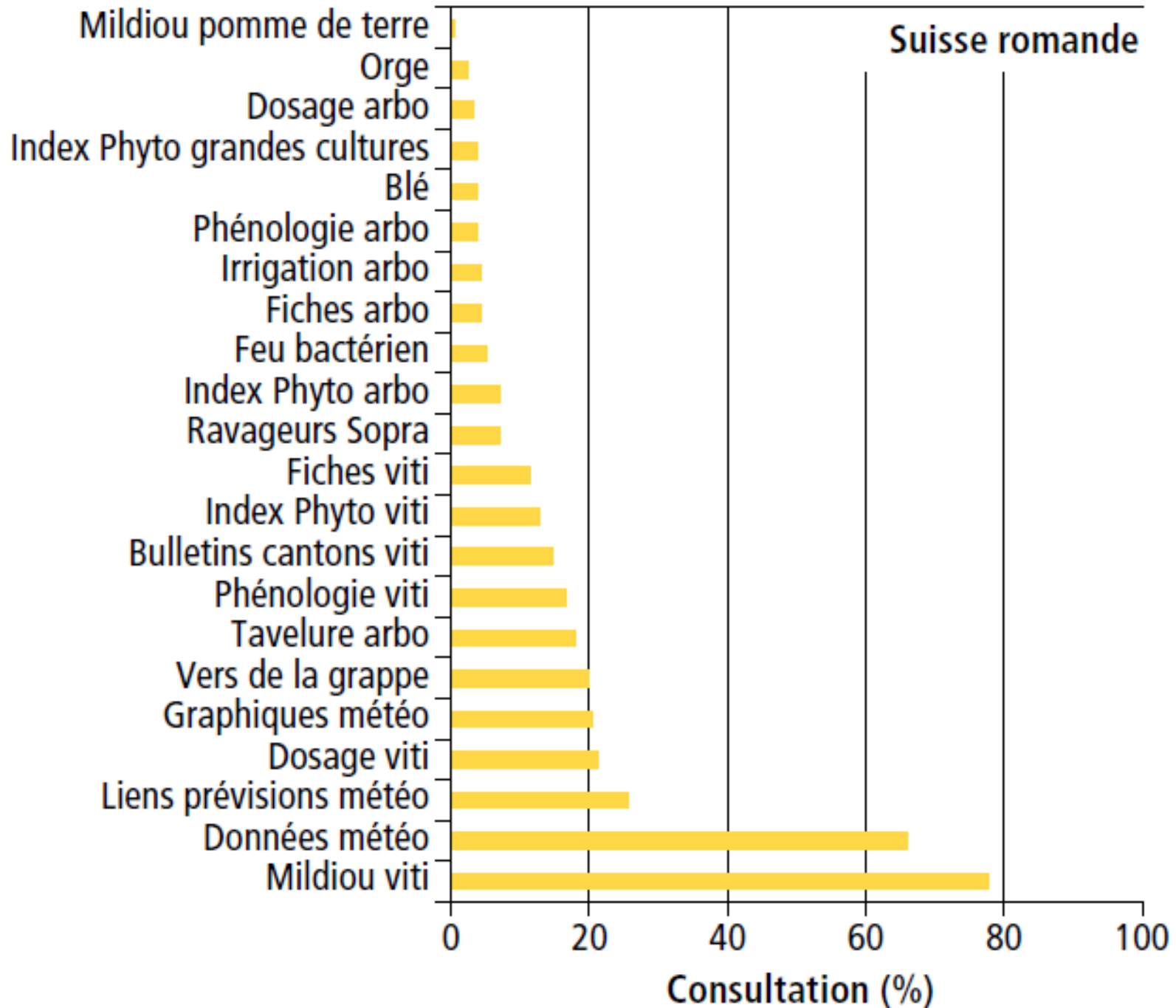
## Quel est votre secteur d'activité?



279 réponses



Suisse romande







# Agrométéo – ressources humaines

Observateurs professionnels (vulgarisateurs régionaux)

- 20 pour viti et 24 pour arbo
- 4 pour le vol des ascospores
- ~ 5 personnes plus ou moins impliqués pour fonctionnement de routine du système de modélisation (vérification des données et des modélisations...)
- Quelques personnes seulement pour maturation du raisin
- Dès 2016, observations sur le vol des vers de la grappe (piégeages)

➤ **Données gratuites, mais besoin de ~30 personnes**



# MétéoSuisse – Applications des observations phénologiques

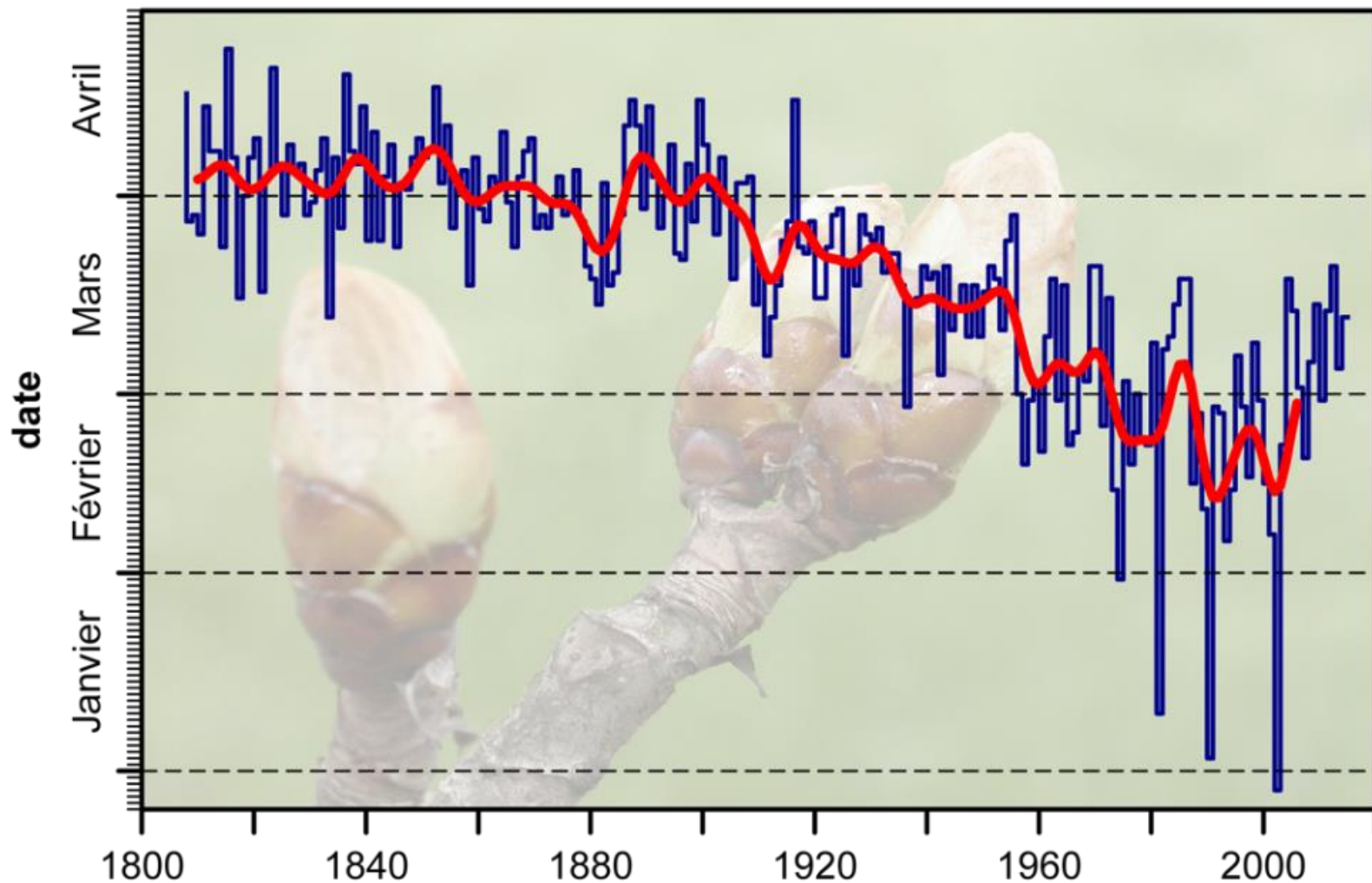
2 longues séries d'observations phénologiques: marronnier d'Inde à Genève dès 1808 et cerisier à Liestal dès 1894

Exploitations des données phénologiques MétéoSuisse:

- Analyser les effets du changement climatique sur la végétation (p.ex. indice de printemps)
- Établir des modèles prévisionnels du début de la floraison en vue de prévisions polliniques (allergies)
- Rédiger des rapports climatiques (effets à long terme)



# Eclosion du premier bourgeon du marronnier à Genève 1808–2015



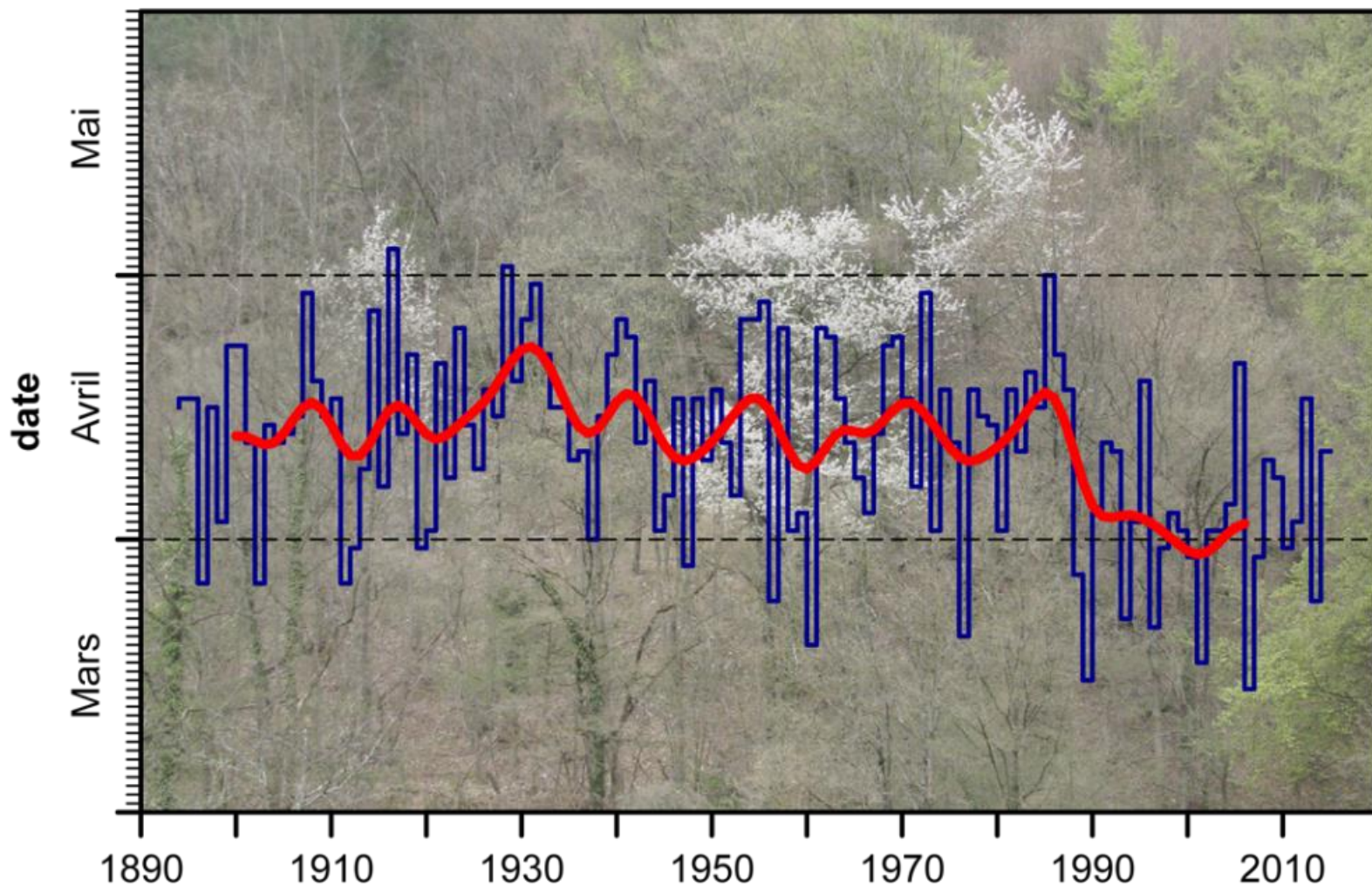
© MétéoSuisse

pheno.longts 0.20 / 18.03.2015, 06:10

Moyenne pondérée sur 20 ans en rouge



# Floraison des cerisiers près de Liestal 1894–2015



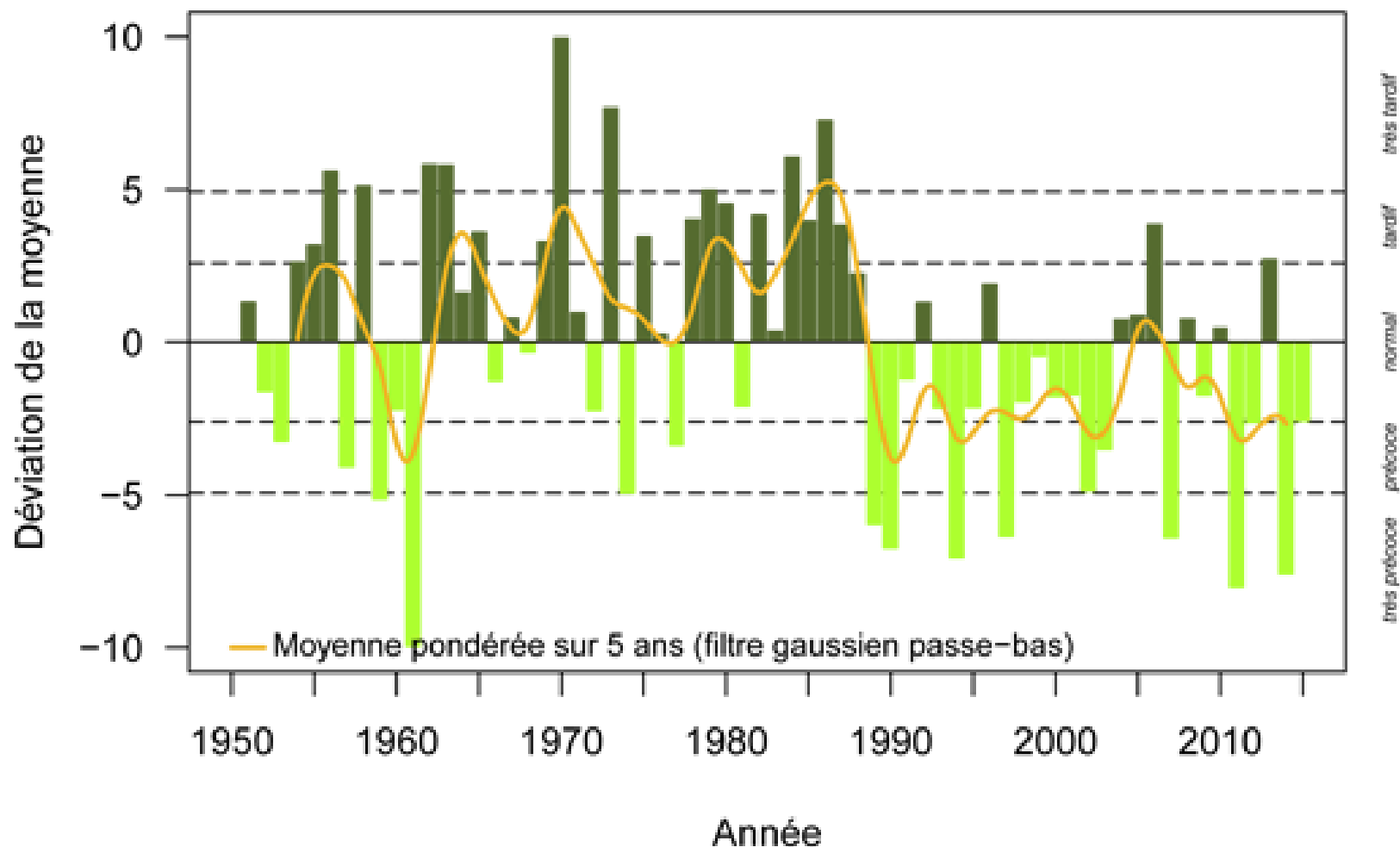
© MétéoSuisse

pheno.longts 0.22 / 21.04.2015, 07:30

Moyenne pondérée sur 20 ans en rouge



## Indice du printemps 1951–2015

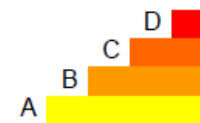


© MétéoSuisse

pheno.springindex 0.22 / 05.06.2015, 11:23



# Calendrier pollinique pour la Suisse



D: >1000  
C: 100–999  
B: 10–99  
A: 1–9

grains de pollen  
par m<sup>3</sup> d'air en  
10 jours

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept
<b>Noisetier</b>									
<b>Aune</b>									
<b>Saule</b>									
<b>Peuplier</b>									
<b>Frêne</b>									
<b>Bouleau</b>									
<b>Charme</b>									
<b>Charme-houblon (TI)</b>									
<b>Platane</b>									
<b>Chêne</b>									
<b>Hêtre</b>									
<b>Châtaignier (TI)</b>									
<b>Graminées</b>									

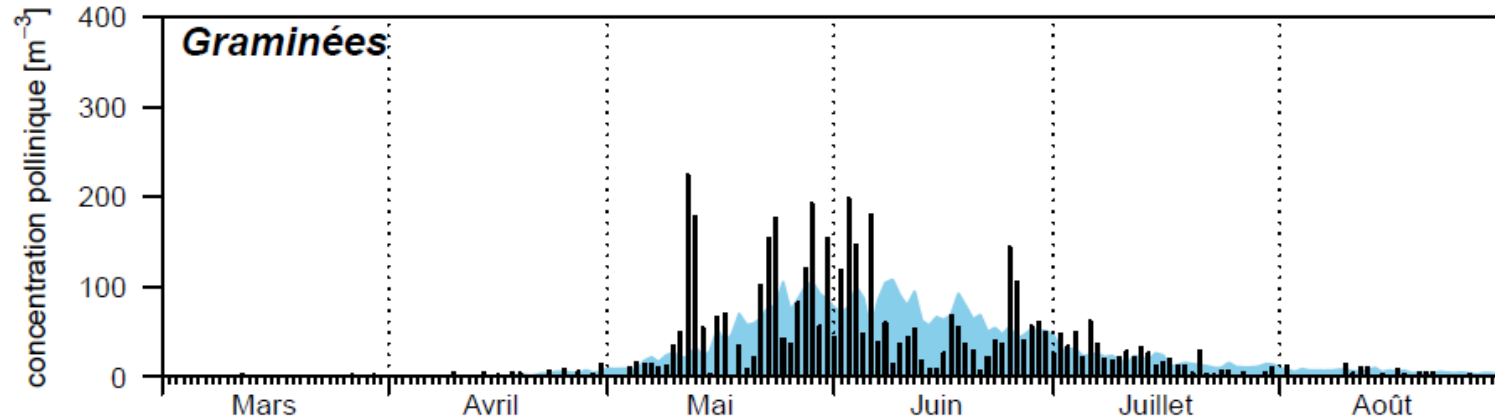
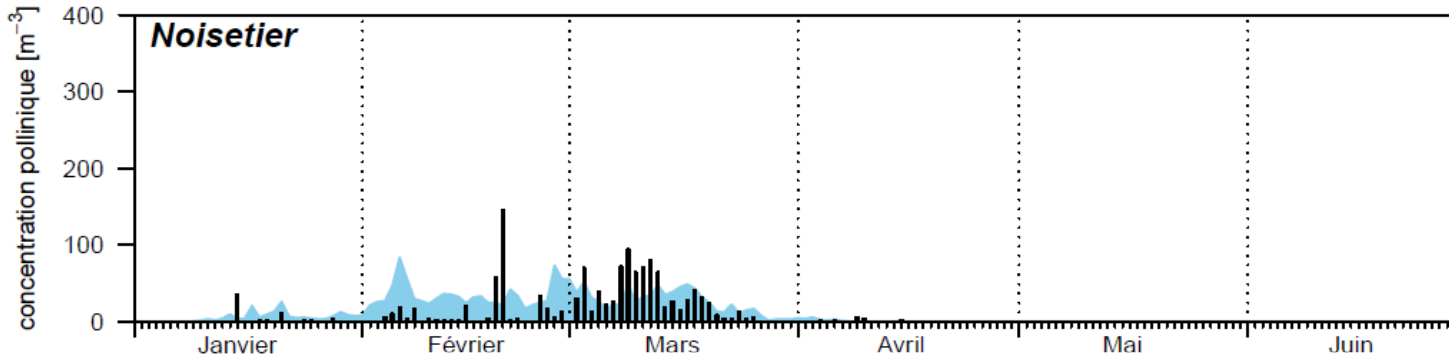


# Charge pollinique journalière

Lausanne

570 m

2015



Colonnes noires = concentration journalière moyenne du pollen (nbre de grains /  $m^3$ )

Arrière-plan bleuté = moyenne pluriannuelle de 15 ans

- **Comparaison pluriannuelle de la quantité totale de pollen, du nombre de jours à forte concentration et du début de la saison pollinique**



# PhaenoNet ≈ Observatoire des Saisons

- Réseau collaboratif comprenant écoliers, étudiants, enseignants, experts, chercheurs et amateurs intéressés
- Plateforme commune de GLOBE Suisse, MeteoSuisse et ETH Zürich
- Transmission rapide de phénophases et partage de données sur les variations saisonnières de la nature.

## OBJECTIFS

- Enthousiasmer le plus de personnes pour l'observation scientifique de phénomènes naturels saisonniers.
- Ouvrir le dialogue entre acteurs de la recherche, de l'éducation et la population
- Étudier l'impact des changements climatiques sur les phénomènes saisonniers
- Affiner les prévisions polliniques



# Observations phénologiques

Station:

Année:

Arbres et arbustes	déploiement général des feuilles	début de la floraison	floraison générale	maturité générale des fruits	coloration générale des feuilles	chute générale des feuilles	remarques
Marronnier d'Inde <i>Aesculus hippocastanum</i>							
Hêtre <i>Fagus sylvatica</i>							
Erable de montagne <i>Acer pseudoplatanus</i>							
Sorbier des oiseleurs <i>Sorbus aucuparia</i>							
Noisetier <i>Corylus avellana</i>							
Tilleul à larges feuilles <i>Tilia platyphyllos</i>							
Sureau rouge <i>Sambucus racemosa</i>							
Sureau noir <i>Sambucus nigra</i>							
Tilleul à petites feuilles <i>Tilia cordata</i>							
Mélèze <i>Larix decidua</i>							
Epicéa <i>Picea abies</i>							
Robinier <i>Robinia pseudoacacia</i>							
Bouleau pendant <i>Betula pendula</i>							
Châtaignier <i>Castanea sativa</i>							



# MétéoSuisse – données disponibles

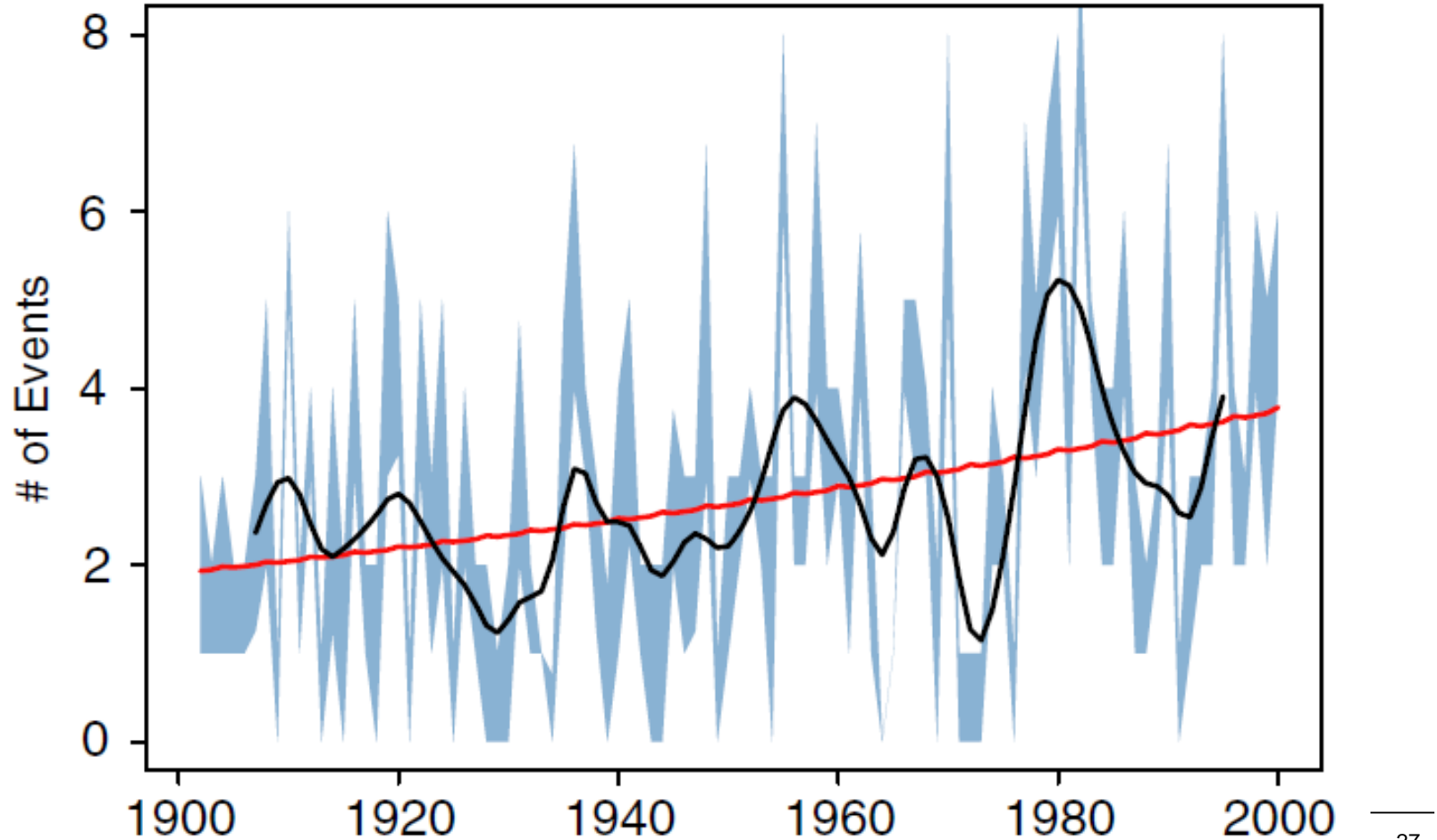
Les données météo sont payantes, sauf pour des projets scientifiques (p.ex. écosystèmes, impact CC sur la faune, irrigation...)

**ou influence du climat sur la qualité des fruits**



# Fuhrer et al. 2006

## Climate risks and their impact on agriculture and forests in Switzerland

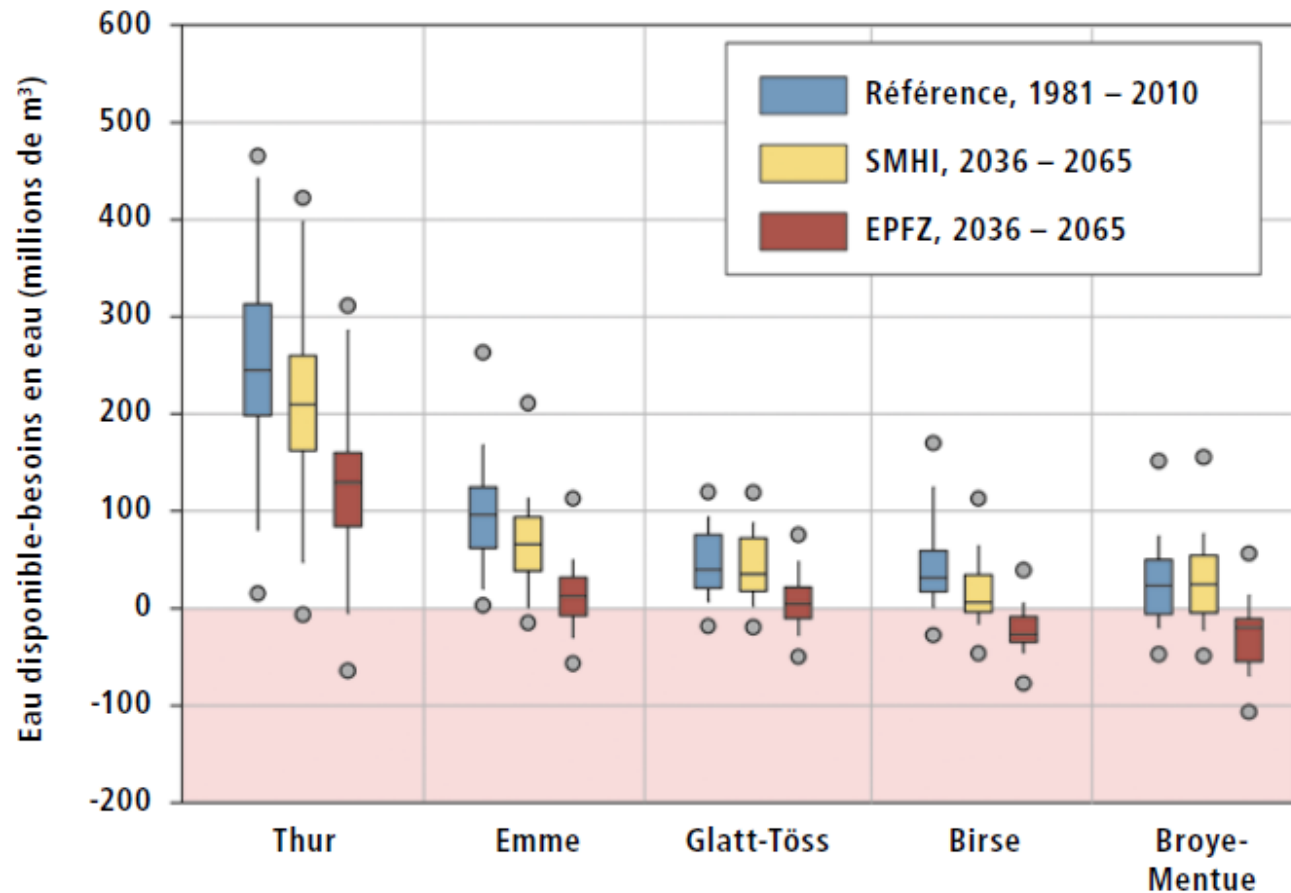


Evolution of the number of heavy precipitation events per winter in northern Switzerland



# Fuhrer et Calanca, 2014

## Irrigation et changement climatique: une analyse régionale du déficit en eau



**Différence entre l'eau disponible et les besoins en eau dans les «hotspots» pour la période de référence, dans l'hypothèse du scénario modéré (SMHI) et du scénario extrême (EPFZ)**



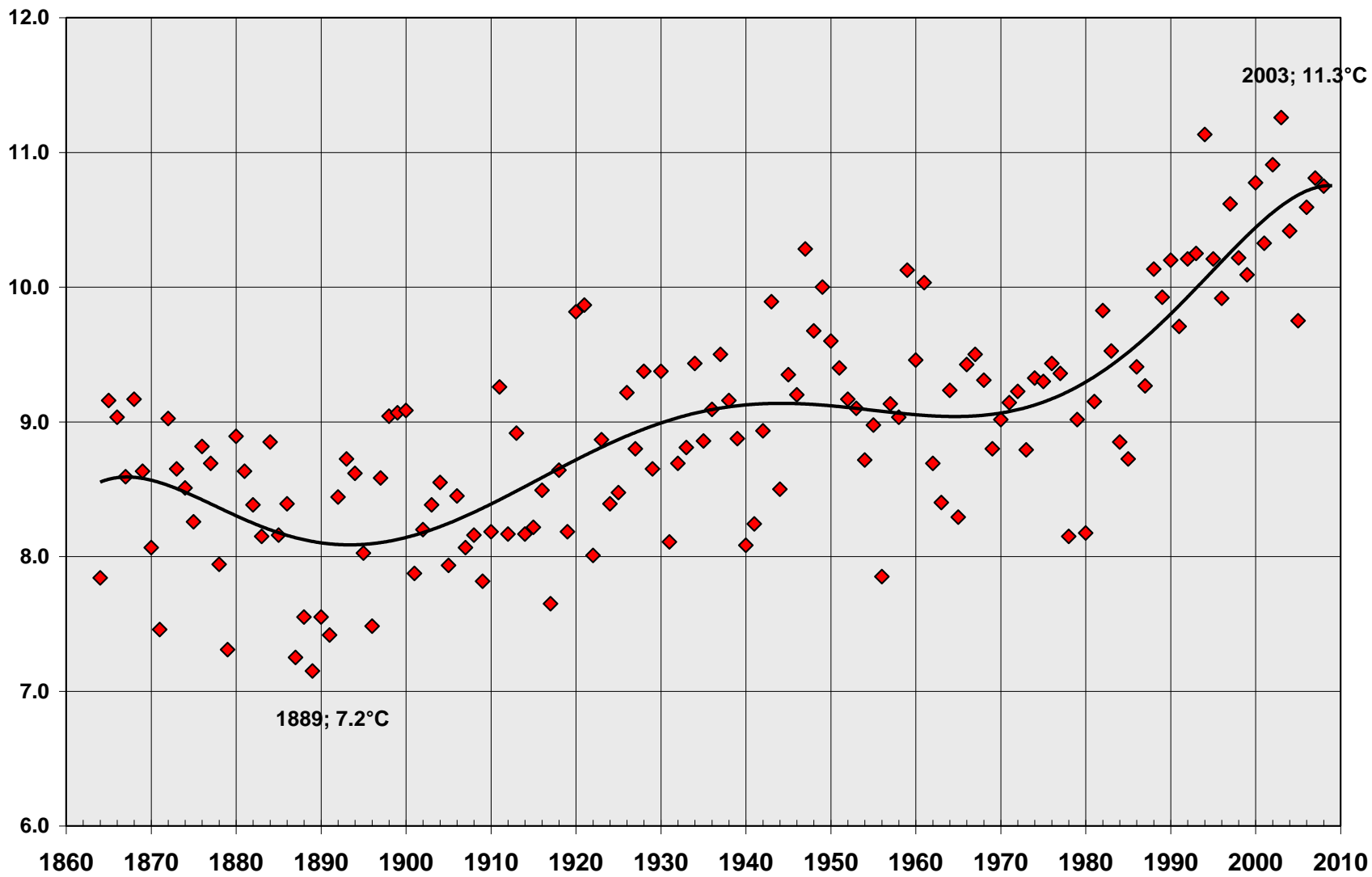
# Impacts du climat sur la période de maturité et la qualité des pommes



**Eclatement des fruits en conservation, car excès de maturité à la récolte  
Manque de fermeté après stockage**



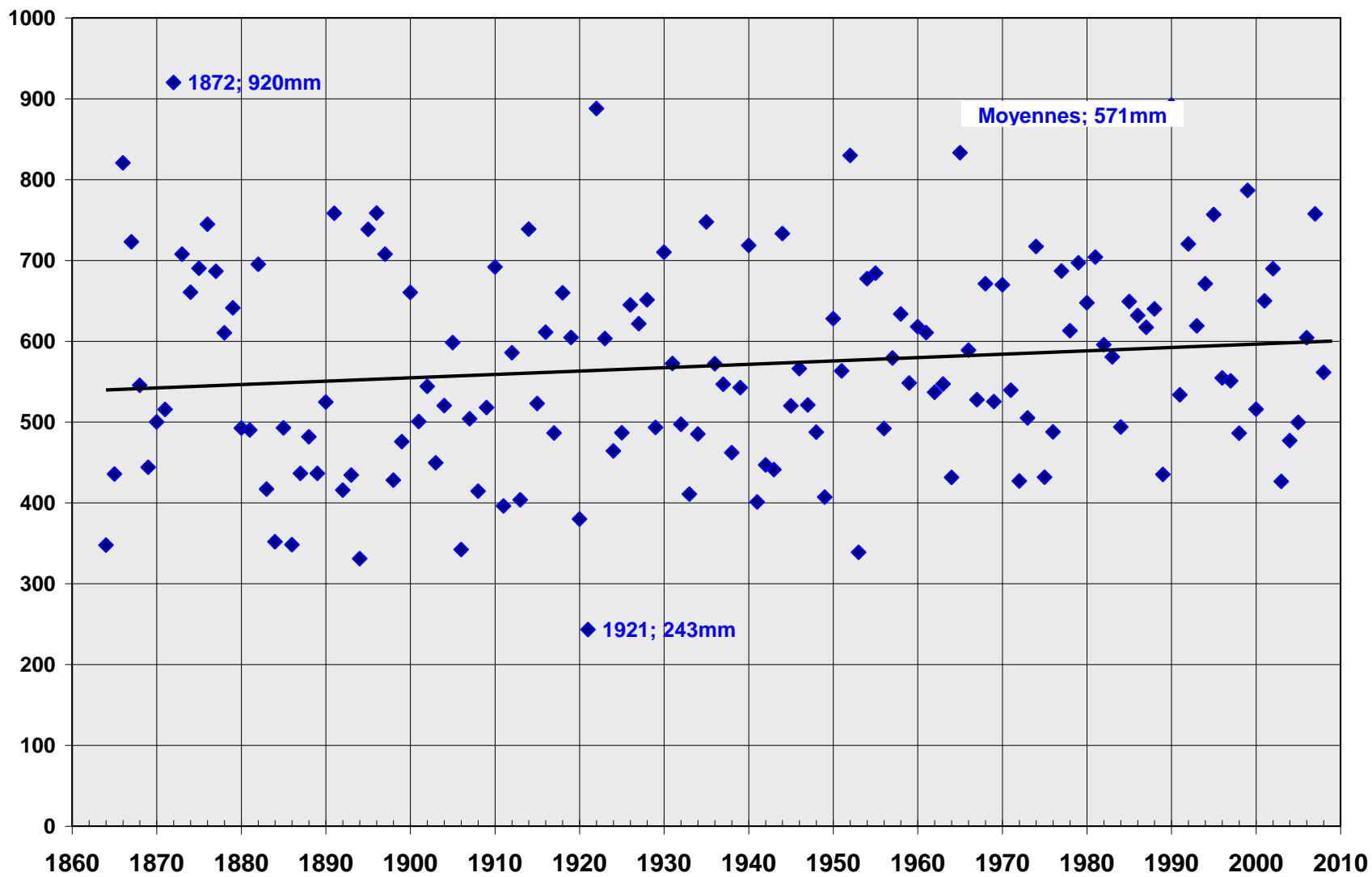
# Evolution de la température moyenne à Sion depuis 1864



Source MétéoSuisse



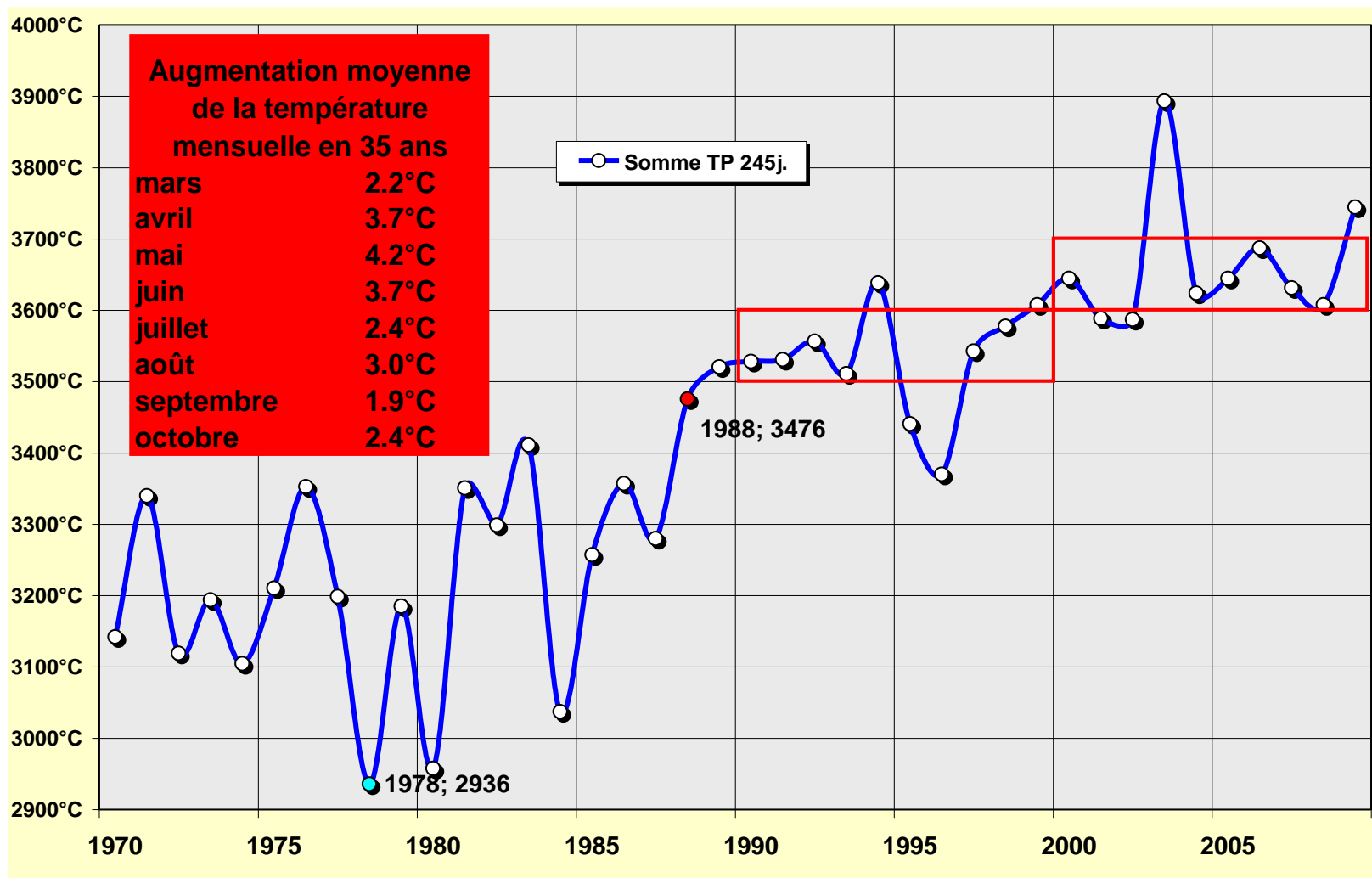
# Précipitations annuelles à Sion depuis 1864



Source MétéoSuisse



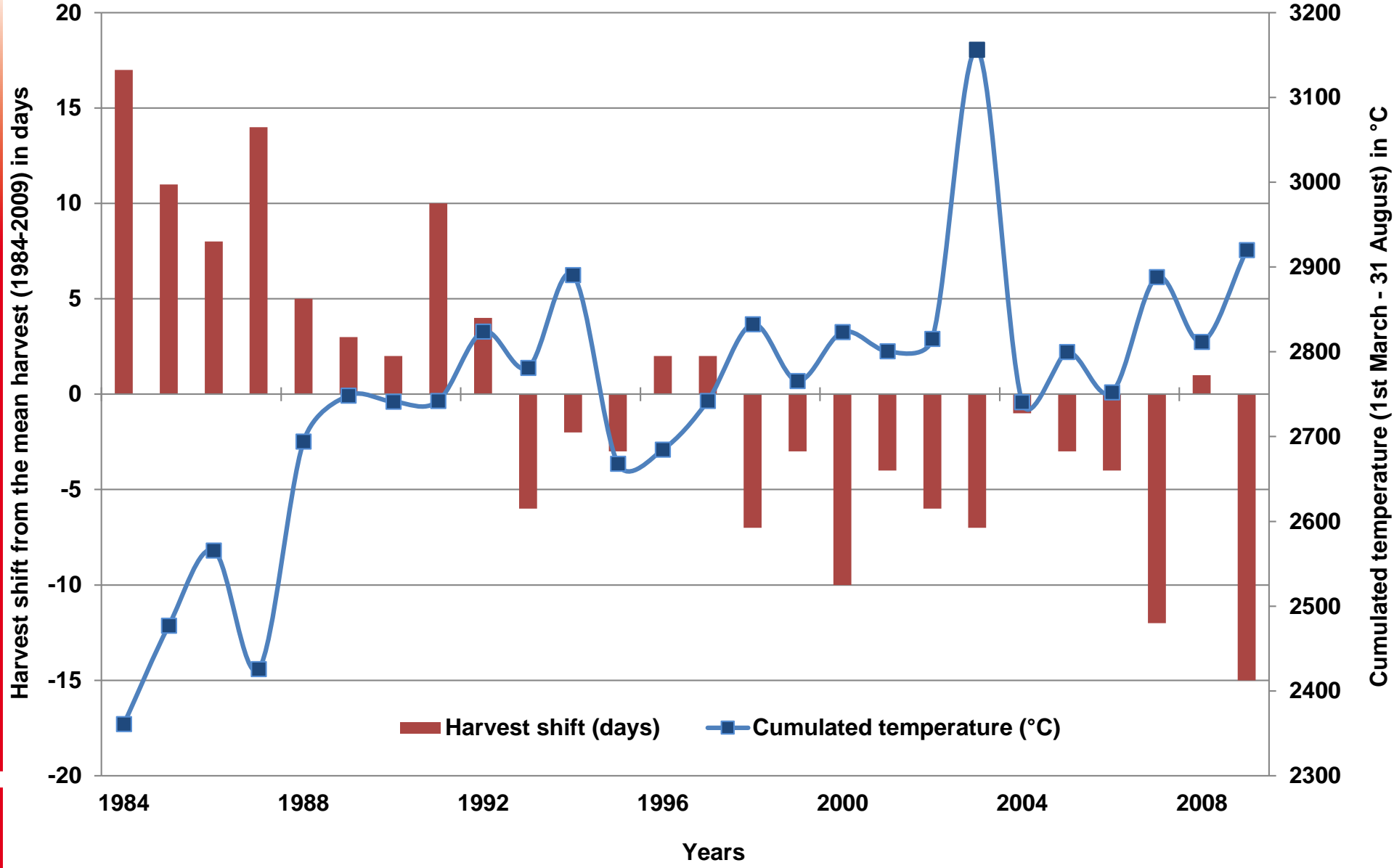
# Somme des TP moyennes à Sion durant la végétation du 1 mars au 31 octobre depuis 1970 à 2009



**Début des vergers de Gala**

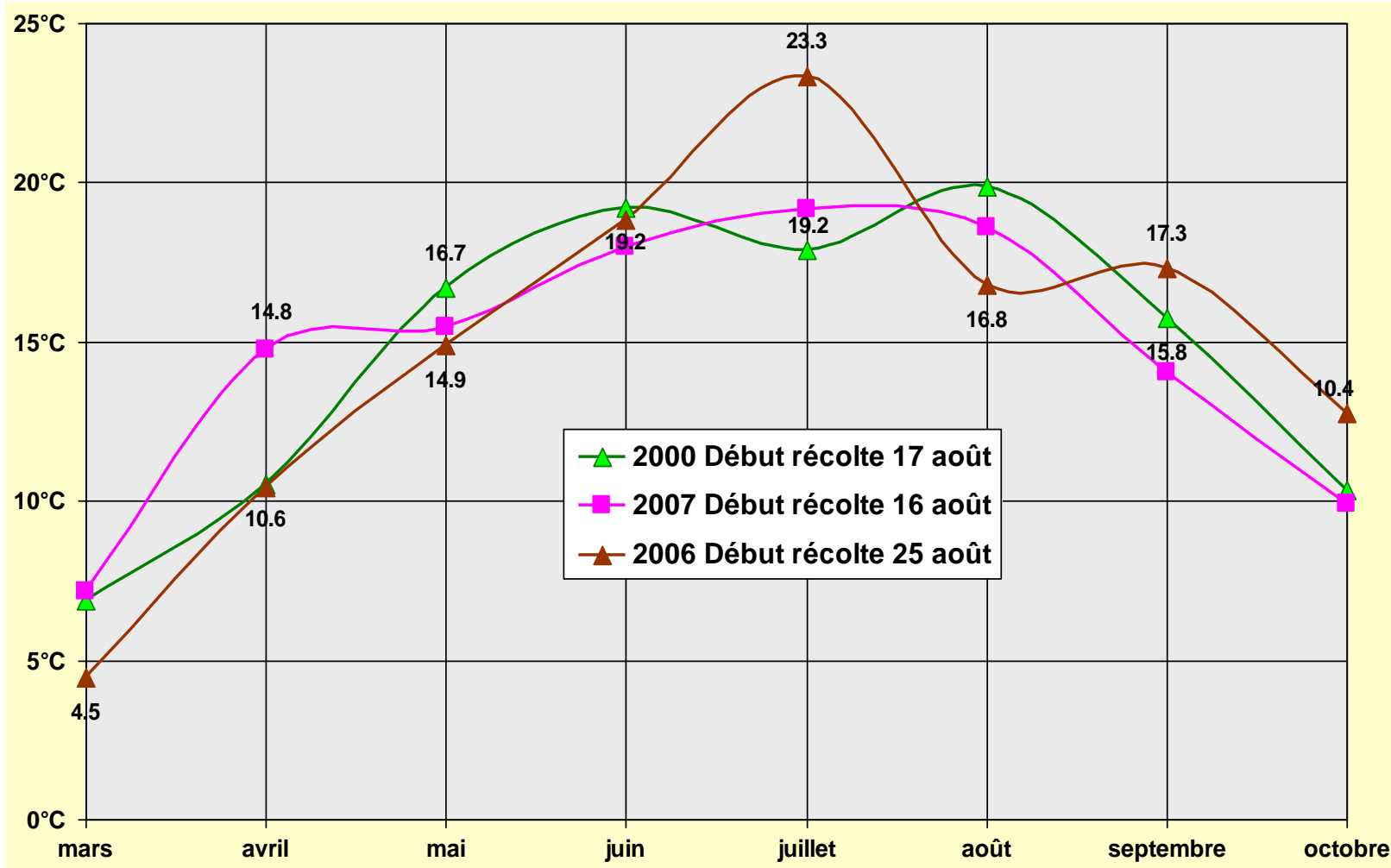


# Températures cumulées et dates de récoltes





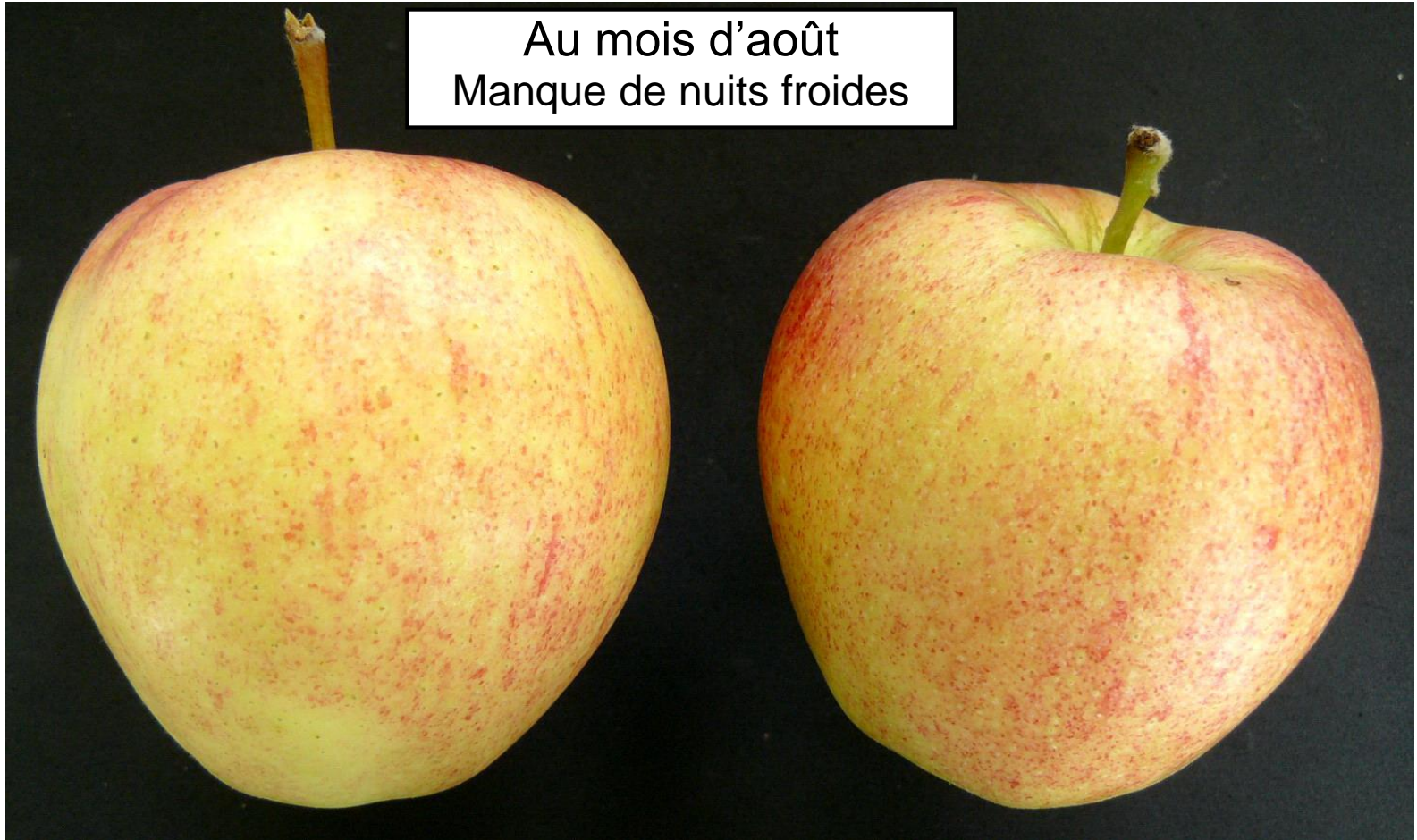
# Courbes de température et précocité des cueillettes Gala



2000 et 2007 récoltes précoces  
Printemps chaud et été « frais »

Juillet 2006, trop chaud 22 j. à >30°C  
Arrêt de végétation, récoltes tardives

 **Effet négatif des étés très chauds sur Gala**  
**Coloration difficile à obtenir même sur les clones colorés**

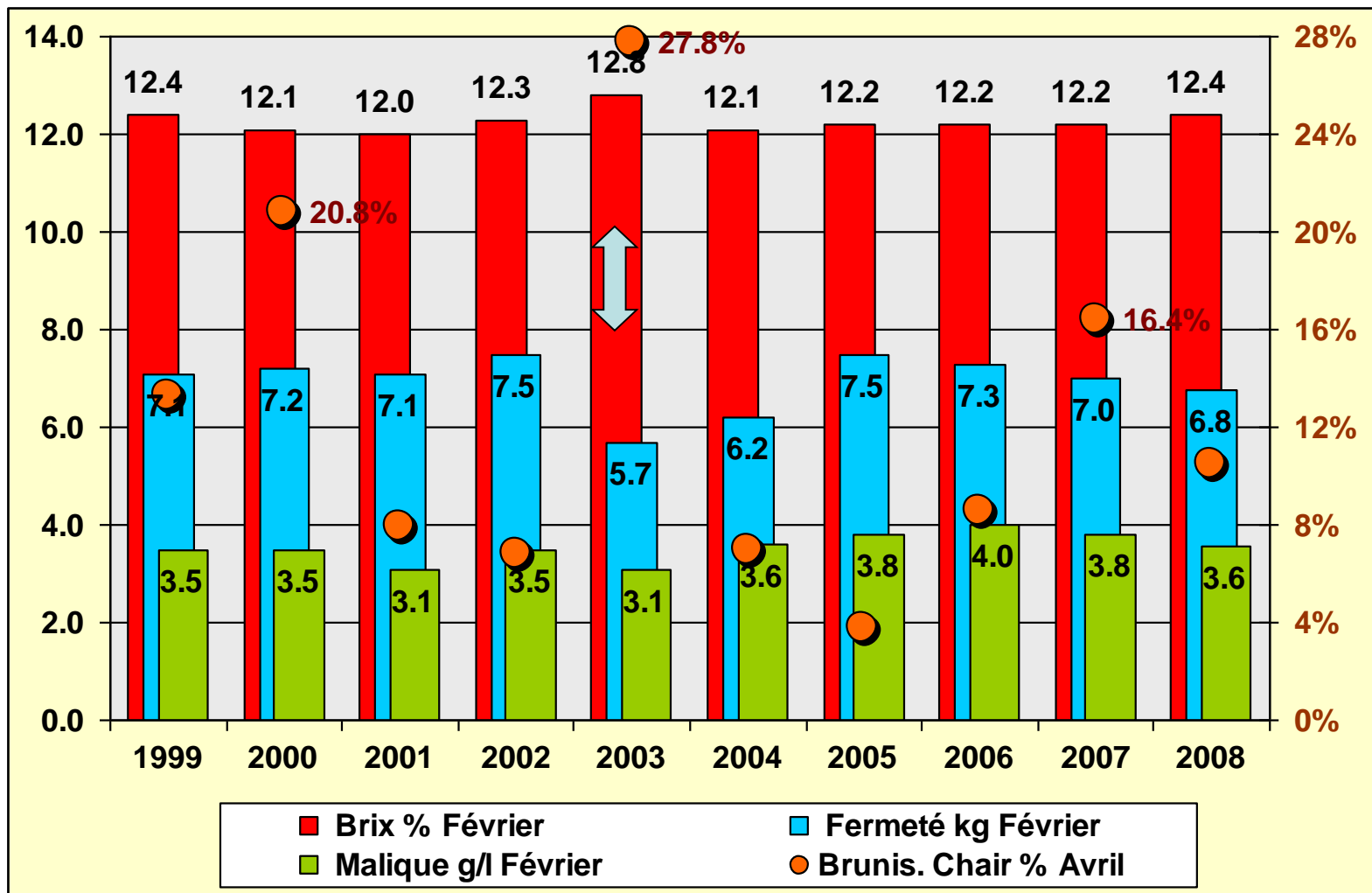


 **Effet négatif des étés très chauds sur GALA  
attendre la coloration - excès de maturité et éclatement**





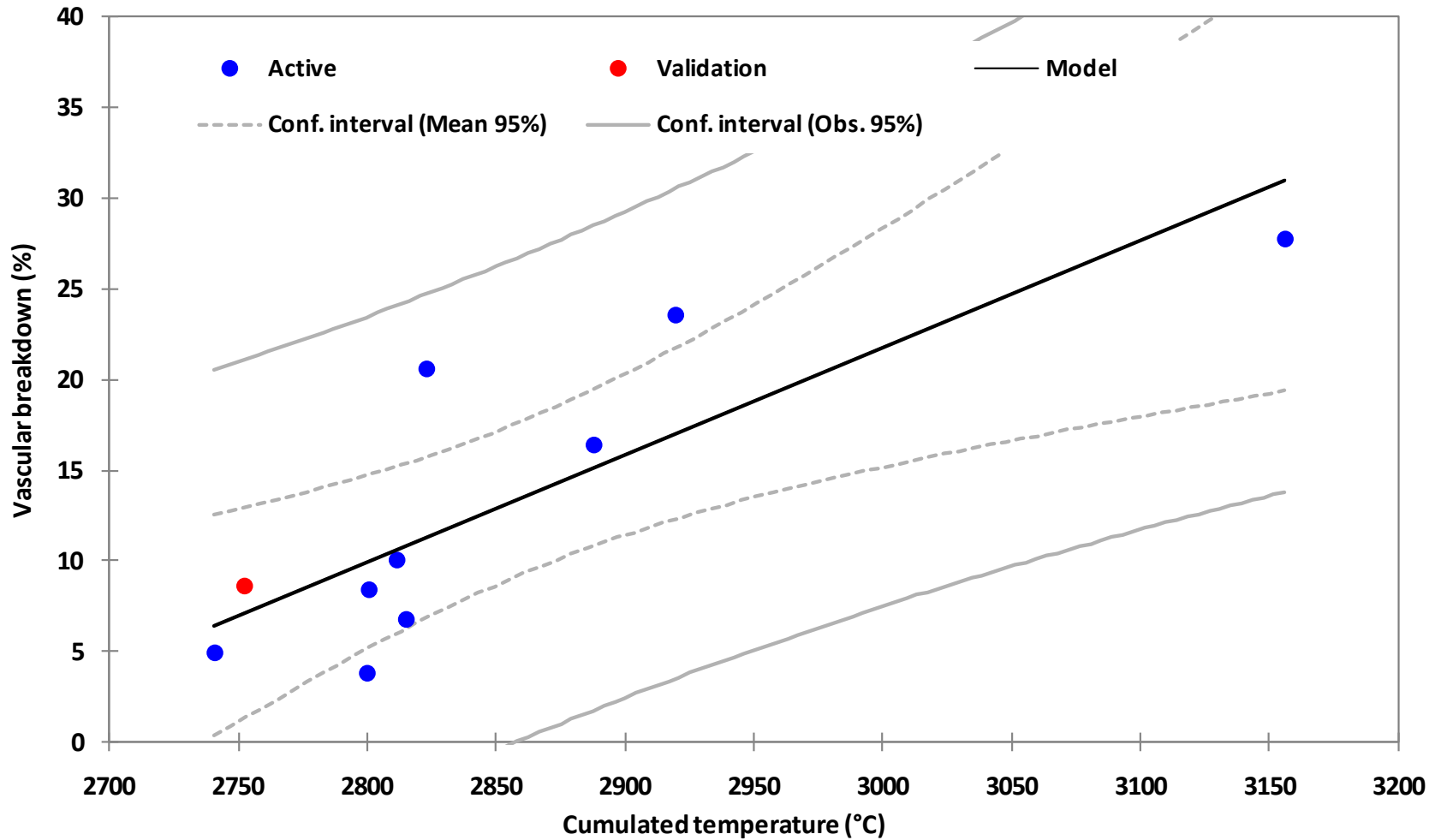
## Qualité des fruits très stable après stockage en ULO et 7 jours de maturation : Ø 15 vergers GALA



Le climat actuel influence peu la qualité par contre lors d'années très précoces, il accentue le brunissement de la chair en fin de conservation



# Entreposage des pommes GALA





## Conclusions du réchauffement climatique sur la qualité et l'entreposage de la pomme GALA

- **Avance de récolte de ~ 3 semaines** depuis 1980, d'où une augmentation de la durée de stockage
  - A cause de température souvent très chaude en août, la **fenêtre optimale de maturité de récolte est très courte**
  - **Difficulté à colorer** les fruits les étés chauds et **risque d'éclatement** et de pourriture en conservation
  - Les années très précoces, **augmentation du brunissement** de la chair en fin de conservation
  - Depuis 1999, **qualité des fruits stable** et homogène
- **Si le réchauffement se poursuit, abandon possible de Gala d'ici 15 à 20 ans en Valais au profit de variétés plus tardives (ou clones colorés).**

# 2 réseaux d'observations parallèles en Suisse – conclusions

**MétéoSuisse et Agrométéo**, 2 réseaux complémentaires  
MeteoSuisse offre des prestations à la population et à des chercheurs (enjeu sociétal)

Agrometeo offre des outils d'aide à la décision aux agriculteurs avec prévisions de risques et gestion de la lutte phytosanitaire (enjeu durabilité).

Sans ces prestations très concrètes, impossible de justifier le maintien de ces 2 réseaux financés par des fonds publics.

Nouvelles très fraîches du 16 novembre 2015

- Création du «National Center for Climate Services», p.ex. pour prévenir les catastrophes naturelles
- Objectif G20 = limiter le réchauffement climatique à 2°C





# Merci pour votre attention



**Agroscope** une bonne alimentation, un environnement sain